

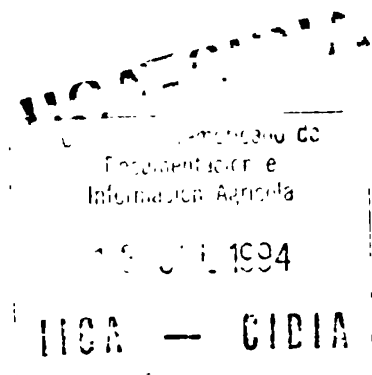


DIALOGO XXXIV

PRODUCCION DE SOJA

]

PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR
PROCISUR



DIALOGO XXXIV

PRODUCCION DE SOJA

EDITOR: *Dr. Juan P. Puignau*

IICA
Montevideo, Uruguay
1992

00008010

1992
10-211

Producción de soja. -- Ed. por Juan P. Puignau. -- Montevideo : IICA - PROCISUR, 1992.

261 p. -- (Diálogo / IICA - PROCISUR ; no.34)

ISBN 92-9039-197-9

Contiene: Trabajos presentados a los Cursos sobre Producción de Soja realizados en (Santa Cruz, Bolivia: 1-6/8/88; Encarnación, Paraguay: 28/8 - 1/9/89; Marcos Juárez, Córdoba, Argentina: 27/31 - 8/90

/SOJA/ /FITOMEJORAMIENTO/ /CONTROL DE PLAGAS/ /MANEJO DEL SUELO/ /CONTROL DE ENFERMEDADES/ /ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS/ /PLAGAS DE PLANTAS/ /PRODUCCION VEGETAL/

AGRIS F01

CDD 633.34

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios del autor y no representan necesariamente el criterio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Este DIALOGO reproduce algunos de los trabajos presentados en los cursos sobre Producción de Soja realizados en el CIAT, Santa Cruz, Bolivia (1-6/8/1988); en el CRIA/DIA, Encarnación, Paraguay (28/8 - 1/9/1989) y en EEA Marcos Juárez/INTA, Córdoba, Argentina (21-31/8/1990).

Fueron coordinados por los Ings. Agrs. Alejandro Tejerina, Edgar Alvarez y Alfredo Lattanzi, respectivamente.

Los dos primeros cursos se desarrollaron con los aportes del BID en el marco del Convenio IICA/BID/PROCISUR (ATN - TF - 2434 RE).

El Dr. Ariel Aldrovandi colaboró en la labor editorial.

Presentación

La Soja es uno de los más importantes cultivos del Cono Sur de América. Es la oleaginosa más cultivada, con una producción superior a las 30.000.000 t., cosechadas en un área superior a las 15.000.000 ha.

De los seis países ubicados en el extremo sur de América, Chile es el único que no produce Soja en escala comercial, a pesar de tener potencial para hacerlo, y lo hará, cuando la Soja compita con los cultivos, hoy más rentables para ese país.

La extrema rapidez con que la Soja se difundió desde el Sur de Brasil hasta los países vecinos, además de su expansión interna, tiene gran relación con los avances tecnológicos logrados a nivel regional, donde PROCISUR desempeñó un papel protagónico como instrumento facilitador del acceso de todos los países participantes a la tecnología, importante fuente de desarrollo y de competitividad.

Como resultado de ese esfuerzo cooperativo, la tecnología de producción de Soja, hoy utilizada en los países que integran el Programa, es similar y tiene un muy buen nivel, como se puede apreciar del excelente promedio de productividad: casi 2.000 kg/ha.

Este documento recoge trabajos presentados en tres Cursos de capacitación sobre Producción de Soja, realizados en Bolivia (1988), Paraguay (1989) y Argentina (1990) y, en consecuencia, presenta los más recientes avances tecnológicos para la producción de esta importante oleaginosa, en el área sur de América Latina.

Este DIALOGO pretendió abarcar, de la forma más completa posible, toda la problemática que afecta la producción de Soja en el Cono Sur, reuniendo el material técnico presentado en los tres eventos.

A pesar de tratarse de tópicos que puedan verse como repetitivos, entendemos que la información contenida es complementaria.

Amélio Dall'Agnol
Secretario Ejecutivo PROCISUR

Índice

- Apresentação, por Amélio Dall'Agnol	I
- Índice	III

Trabajos presentados

- Labranza conservacionista, por H. Marelli	1
- La erosión hídrica, por H. Marelli	5
- Manejo y conservación de suelos, por H. Marelli	11
- Manejo de suelos para el cultivo de soja, por A. Lattanzi	25
- Correção e fertilização do solo para soja, por G. J. Sfredo e A. F. Lantmann	31
- Correção e fertilização do solo para a cultura da soja, por P.I. de Mello de Souza	65
- El fósforo en la producción de soja, por C. Galarza	79
- Nutrientes en el cultivo de soja, J. L. Tau	81
- Semeadura: cultivares, época, densidade, tratamento de sementes e inoculação, por A. Garcia	85
- Siembra de soja, por M. Bragachini, R. Gil y L. Bonetto	109
- Cultura da soja: aspectos de manejo, por P. I. de Mello de Souza	131
- Bioecología, sistemas de alarma y control de orugas cortadoras en cultivo de girasol, maíz y soja, por EEA Marcos Juárez	145
- Manejo integrado de pragas da soja, por I. C. Corso e A. R. Panizzi	153
- Doenças da soja no Brasil: epidemiologia e controle, por A.M.R. Almeida	165
- Doenças da soja no Brasil, por J. Tadashi Yorinori	187
- Controle de doenças de soja através do tratamento de semente, por J. Tadashi Yorinori	195
- Inspeção de campo visando sanidade de sementes, por J. Tadashi Yorinori	199

- Aspectos biológicos de cebollín (<i>Cyperus rotundus</i> , L), por N. E. Rodríguez	203
- El manejo integrado de las malezas en soja, por A. Mitidieri y N. Francescangeli	207
- Mejoramiento genético en soja, por L. R. Salado Navarro	219
- Cosecha de soja, por M. Bragachini, L. Bonetto, R. Gil y M. Guglielmetti	223
- Produção de semente de soja, por F. C. Krzyzanowski	235
- Nota del editor	261

Labranza conservacionista

por Hugo Juan Marelli *

En los últimos años la producción de soja aumentó notablemente en el país, produciendo un incremento en la producción de 272.000 t a 9.500.000 t.

La soja se siembra después de un cultivo de verano (maíz o soja), soja de primera o como doble cultivo después de trigo (avena), soja de segunda. Esta rotación trae aparejado un uso más intenso del suelo incrementando su degradación física y química.

Los sistemas de labranza conservacionista tienen una fundamental importancia en la conservación del suelo y el agua y por consiguiente en su productividad. La cama de siembra para soja en el sistema convencional, se presenta firme, refinada y libre de residuos; el número total de operaciones en soja de primera llegan de quince a diez y en soja de segunda de cinco a ocho. Debido a esta circunstancia aparecieron equipos de labranza de gran capacidad de labor, que agregado a la intensificación del cultivo, van predisponiendo nuevas áreas a la degradación y erosión.

Las operaciones de labranza influyen virtualmente en todos los aspectos de la producción. El número de variables a considerar para decidir el sistema de labranza a utilizar es grande y varía de año a año, no obstante podemos considerar tres factores principales a tener en cuenta: erosión, rendimiento y costo. Considerando que la decisión siempre va a estar dirigida a la obtención de los máximos beneficios, el potencial erosivo de la técnica deberá ser considerado.

Teniendo en cuenta la variedad de equipos disponibles, desde las primarias herramientas como

arado de rejas y cincel hasta las sembradoras de siembra directa, pasando por los variados equipos de discos cinceles y cultivadores, los productores pueden armar el sistema de labranza que deseen.

A los sistemas de labranza que reducen la erosión del suelo y facilitan la infiltración del agua de lluvia, sistemas de labranza conservacionistas, se los define como aquellos que dejan por lo menos un 30 por ciento de la superficie del suelo cubierta con residuos antes de la siembra, esta cobertura del suelo es efectiva para atenuar la erosión entre surcos. Esto es así, no sólo porque evita el impacto directo de las gotas de lluvia, sino también porque incrementa la rugosidad, lo cual hace disminuir la velocidad del escurrimiento con el consiguiente aumento de la profundidad del flujo laminar, lo que es más importante en áreas con pendientes reducidas, entre 0,5 y uno por ciento.

Además, el agua que se almacena en las pequeñas depresiones impide el impacto directo de las gotas de lluvia y no permite la erosión de esas áreas. No obstante los agregados que deja la labranza, están expuestos a la lluvia y continúan siendo afectados por la desagregación, que al aumentar el escurrimiento serán arrastrados.

Estudios realizados con el simulador de lluvia en Marcos Juárez, para un suelo con alta susceptibilidad erosiva, muestran que para la condición de suelo trabajado y desnudo la pérdida de suelo es de 4,4 t/ha y de 0,73 t/ha para el mismo suelo trabajado con cuatro t/ha de rastrojo de trigo en su superficie. Las pérdidas de suelos en el SD, de soja/trigo para el período de emergencia es de 1,2 t/ha, mientras que para el sistema convencional es de 3,1 t/ha. Estudios similares sobre infiltración para el mismo suelo (textura franco-limoso), concluyen:

* Ingeniero Geógrafo. EEA Marcos Juárez/INTA, Córdoba, Argentina.

- En suelos desnudos la infiltración del agua es rápidamente limitada por el encostramiento superficial, que se produce a partir de los primeros diez o quince minutos de iniciada la lluvia.
- Las cubiertas de residuos de cuatro a ocho t/ha son muy efectivas para evitar el encostramiento superficial y mantener un elevado nivel inicial de infiltración.
- En lluvias intensas y prolongadas, a medida que el perfil se satura, el efecto de la cobertura va decreciendo hasta desaparecer con el tiempo. No obstante, continúa ejerciendo efecto sobre la velocidad del escurrimiento y las pérdidas de suelo.
- La incorporación de voluminosas cubiertas de residuos, como en el caso del trabamieto de ocho t/ha, permite mejorar la infiltración en comparación

con el mismo volumen de residuo dejado en la superficie.

Una mayor infiltración en los sistemas con rastrojo en superficie o semincorporado redundaría en un mayor porcentaje de humedad en el perfil del suelo. Así lo demuestran los resultados de ensayos de la secuencia soja/trigo, que indican que el contenido de humedad del suelo para soja es mayor en SD que en convencional, especialmente para las profundidades 20-60 y 60-100 cm.

En la siguiente figura se aprecia la evolución semanal del contenido de agua útil del perfil del suelo cubierto con rastrojo de maíz (4.168 kg/ha) y de soja (3.292 kg/ha). El rastrojo de maíz produjo una mayor y mejor cobertura lo que explica en parte la diferencia en el contenido de humedad.

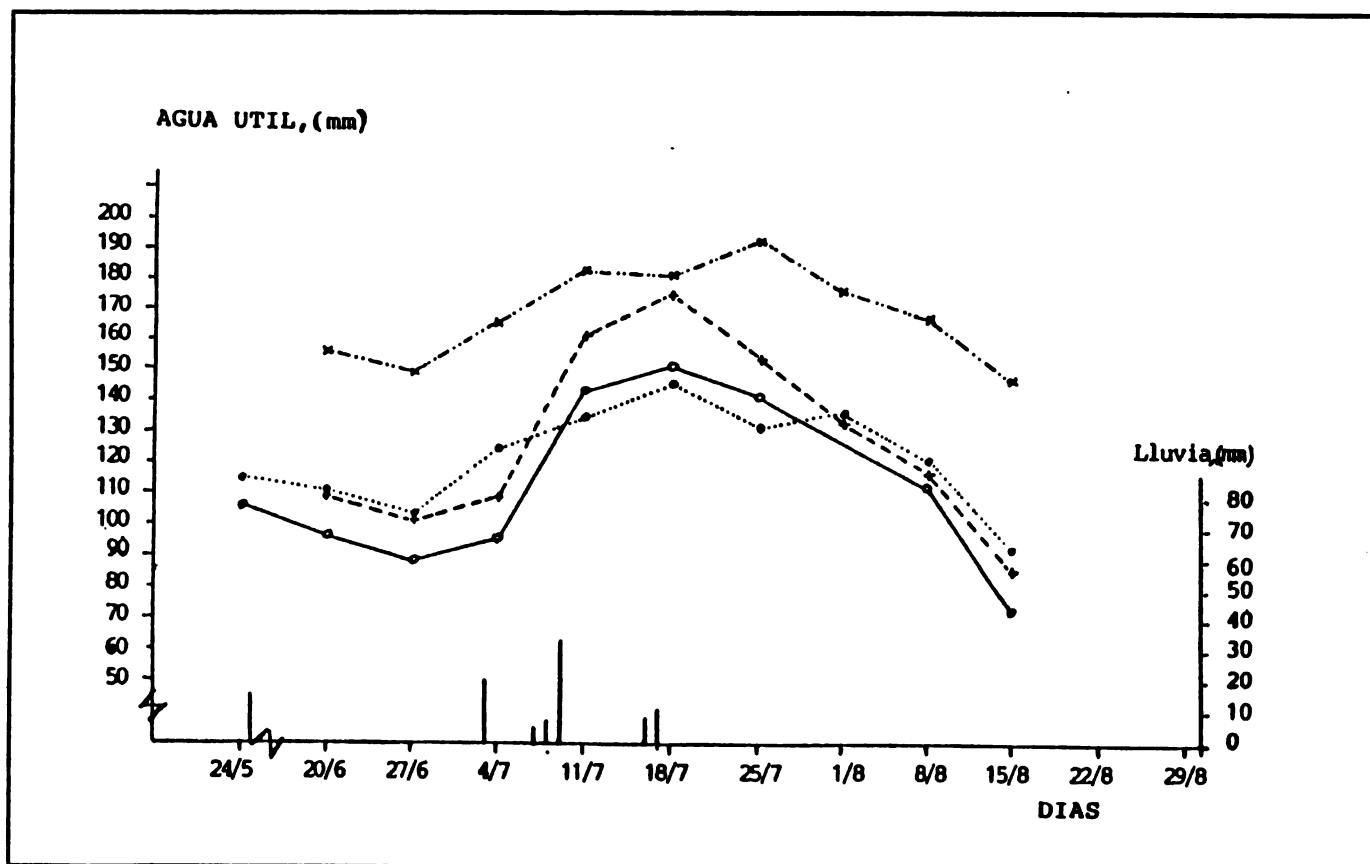


Figura 1. Variación semanal del contenido de agua útil al metro de profundidad para los tratamientos: MD/A, (°)SD/A (°), Rast. MD (x), Rast. SD (+). Fuente: Marelli y Arce. Marcos Juárez, 1990.

Numerosos factores que son afectados por las prácticas de labranzas influyen en el rendimiento de los cultivos. Así tenemos: densidad de siembra, la compactación del suelo, la temperatura del suelo, la distribución de los nutrientes, el control de malezas e insectos, el clima, el tipo de suelo y la ubicación geográfica, entre otros.

Teniendo en cuenta los equipos disponibles de siembra (convencional y SD), el "stand" de plantas que pueda conseguirse es equivalente. No obstante, para cualquier sistema, una mala regulación puede afectar el número y distribución de las plantas.

A medida que las labranzas disminuyen la densidad del suelo aumenta (Horizonte A) apareciendo signos de densificación y compactación que pueden afectar el desarrollo de las raíces. En el Cuadro 1 se aprecian

los valores de densidad aparente y resistencia a la penetración en siembra directa mayores que para el convencional.

La cobertura del suelo también afecta la temperatura del mismo. Al respecto y considerando los estudios realizados en Marcos Juárez podemos concluir: en la SD la temperatura media diaria del suelo a cinco cm de profundidad es inferior a la de la SC en 1,01°C, también es inferior a la semiamplitud térmica diaria (1,6°C) y la semiamplitud media del ciclo (1,0°C).

La distribución de nutrientes (N, P, K) en el suelo se ve afectada por el sistema de labranza elegido, así, P y K aplicados en superficie no se mueven dentro del suelo como el nitrógeno, por lo tanto al cabo de pocos años puede resultar en una alta concentración de fósforo en la superficie.

Cuadro 1. Comparación de densidad aparente y resistencia a la penetración entre los sistemas de siembra directa y convencional.

Sistema de Labranza (g/cm ³)	Densidad Aparente (kg/cm)	Resistencia a la penetración
Convencional (T/S) (0-15)	1.21	7.7
S. Directa (T/S) (0-15)	1.24	9.4

Fuente: Andriulo-Arce, Ms.Jz. 1985.

La erosión hídrica

por Hugo Juan Marelli *

La erosión es un proceso de desgaste que ocurre naturalmente, no obstante, es casi siempre magnificado por la acción del hombre.

La erosión es uno de los principales problemas de la agricultura en el mundo, no sólo porque afecta directamente el sitio donde ocurre, sino también a los efectos de sedimentación y contaminación que provoca. La pérdida de tierra cultivable en el mundo es estimada entre 5 y 7 millones de hectáreas por año, mientras que la proyección de pérdida por degradación para el final de esta centuria, es de 100.000 km² por año (Longworth, 1985).

La desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial definen el proceso de erosión hídrica.

Este se ve afectado por varios factores, como ser, el clima el suelo, la vegetación y la topografía.

Los factores climáticos tienen un papel importante en la erosión hídrica, siendo las precipitaciones, tanto en su intensidad como en su duración, el elemento desencadenante del proceso. No obstante, la relación entre las características de la lluvia, la infiltración, el escurrimiento y la pérdida de suelo, es muy compleja.

Algunas características del suelo como su agregación, su textura, su capacidad de infiltración, entre otras, afectan su erosionabilidad.

Si bien la influencia de la vegetación sobre la erosión hídrica, varía con la época del año, cultivo, grado de cobertura, desarrollo de raíces etc., podemos considerar que su efecto se relaciona directamente con la interceptación, velocidad de escurrimiento e infiltración.

La topografía influye en el proceso a través de la pendiente. Debiéndose considerar su longitud, magnitud y forma.

Stallings en 1952 y Meyer en 1979, entre otros, definen el fenómeno de la erosión como un proceso de desagregación, transporte y deposición de las partículas de la masa de suelo, Meyer en 1986 describe estos procesos diciendo que "la erosión es la desagregación de las partículas primarias y agregados de la masa del suelo, por el impacto de la gota de lluvia o de la abrasión del escurrimiento y su transporte por salpicado o escurrimiento del agua".

Si estimamos que los millones de gotas de lluvia que caen en una hectárea de terreno promedian 3 mm de diámetro y considerando una precipitación de 850 mm de anuales, esto generaría una energía de aproximadamente de 200 Mj (20 millones de kgm), que se disipará entre el suelo, provocando una desagregación por salpicadura en todas direcciones.

Una vez que la capacidad de infiltración y de almacenamiento superficial está satisfecha, comienza el escurrimiento, arrastrando las partículas sueltas y las que su fuerza misma desagrega.

Cuando el suelo está expuesto, la desagregación por la lluvia es una acción generalizada. Pero la desagregación por el escurrimiento es una acción dirigida que actúa sobre una pequeña parte de terreno en el cual éste se concentra con velocidades erosivas.

* *Ingeniero Geógrafo. EEA Marcos Juárez/INTA. Córdoba, Argentina.*

Si bien existe una combinación entre el transporte por salpicadura y por escurrimiento, ambos tienen características propias. Por salpicadura el suelo se mueve hacia los surcos y cárcavas y así es transportado por el escurrimiento conjuntamente con el material que éste desagrega. La capacidad de transporte está directamente vinculada a la velocidad y turbulencia del flujo.

La deposición ocurre cuando la velocidad del escurrimiento disminuye, realizándose en forma selectiva, primero se depositan los agregados y la arena y luego, a mayor distancia, el limo y la arcilla.

El arrastre ocasionado por el escurrimiento tiene tres orígenes principales:

- I) Zona entre surcos (EES), donde el escurrimiento no está concentrado.
- II) Zona de los surcos (ES), áreas relativamente pequeñas y transitorias que el productor borra y donde el escurrimiento comienza a concentrarse.
- III) Zona de cárcavas, expresión máxima del fenómeno erosivo, donde el escurrimiento presenta gran capacidad de arrastre.

La estabilidad de los agregados aumenta a medida que estos se van rompiendo en tamaños menores. Algunos investigadores muestran que si los agregados son erosionados solamente por la acción de las gotas de lluvia, como en el caso de la erosión entre surcos, rara vez se siguen rompiendo. No obstante los grandes agregados debido a la erosión en surcos y en cárcavas son más proclives a desagregarse en tamaños menores durante el transporte.

EROSIÓN ENTRE SURCOS (EES)

Según Bubenzer (1979) la fuerza erosiva de las gotas de lluvia con diámetros entre 0,2 a 6,0 mm y con una velocidad de caída de aproximadamente nueve m/s, es la que actúa en la zona entre surcos. Parte del suelo que se desprende, se mueve radialmente debido al impacto de las gotas, mientras que la partícula de agua que cubre el suelo va creciendo verticalmente y

rompe en pequeñas gotas que pueden transportar el suelo hasta 0,60 m de alto y 1,5 m de largo (Schwab y otros, 1981).

Foster (1982) deduce una función que define a la EES:

$$EES_i = r_i \cdot k_i \cdot (2,96 \cdot (\text{sen } \theta)^{0,79} + 0,56) \cdot C_i$$

$$EES_i = \frac{\text{Masa del suelo}}{\text{área}} \cdot \text{tiempo}$$

r_i = factor de erosividad para EES

k_i = factor de erosionabilidad para EES

θ = pendiente del área donde ocurre la EES referida a la horizontal

C_i = factor de cobertura y manejo

La erosividad de las gotas de lluvia se incrementa a medida que crece el diámetro y la velocidad de las mismas.

La lámina de agua que se forma bajo la superficie del suelo afecta a la magnitud de la fuerza de impacto. Según Poesen y Savat, la desagregación y transporte de suelo decrece a medida que la lámina de agua se desarrolla sobre la superficie.

La energía cinética es frecuentemente utilizada para indicar la erosividad de la lluvia. Pero el indicador más común es el EI (Índice de Erosividad), definido en la ecuación universal de pérdida de suelo como el producto de la energía cinética de la lluvia por su intensidad máxima en 30 minutos.

La desagregación de la masa de suelo en la EES se debe básicamente a la acción de las gotas de lluvia, por lo que la longitud de la pendiente no la afectaría, a pesar del efecto relativo que pueda tener sobre la profundidad del flujo laminar.

Según Foster (1985) la EES aumenta con el gradiente de la pendiente de acuerdo a esta relación: $(2,96 (\text{seno } \theta)^{0,79} + 0,56)$. Aplicando esta fórmula la erosión para 20 por ciento de gradiente es el doble que para uno por ciento.

Tanto la cobertura del suelo como su manejo, afectan fuertemente la EES. Este efecto puede dividirse en:

Efecto del follaje

Para los cultivos agrícolas, el efecto del follaje se manifiesta por la intercepción que éste hace de las gotas de lluvia que disipando su energía en él, llegan al suelo casi siempre con poca velocidad, aunque con mayor diámetro.

Efecto de cobertura

La cobertura del suelo por rastrojo, es más efectiva para atenuar la EES que el follaje, dependiendo lógicamente del volumen y porcentaje de la cobertura. Esto se debe, no sólo a que evita el impacto directo de las gotas de lluvia, sino también a que incrementa la rugosidad, lo cual hace disminuir la velocidad del escurrimiento con el consiguiente aumento de la profundidad del flujo laminar.

Además el agua que se almacena en las pequeñas depresiones impide el impacto directo de las gotas de lluvia y no permite la erosión de esas áreas. No obstante los agregados que deja la labranza, están expuestos a la lluvia y continúan siendo afectados por la desagregación.

La susceptibilidad de la erosión en la EES depende de las condiciones del suelo y su manejo reciente.

En la EES, la erosionabilidad del suelo es definida por ciertas "reglas". Así para el cálculo de K, además de considerarse parcelas de nueve por ciento de pendiente y 22 m de largo, es condición que las mismas estén en barbecho desnudo por más de dos años y continuamente trabajados en el sentido de la pendiente. Tener en cuenta las condiciones actuales del suelo, va más allá de esas reglas.

Por ejemplo, Meyer (1985) encuentra que el suelo es más erosionable por la lluvia en primavera que al final del verano. Mutchler y Carter (1982) muestran que la variación anual en la erosionabilidad de un suelo de textura franca sigue a la función coseno, tomando un valor del 69 por ciento de la erosionabilidad promedio para febrero y del 31 por ciento para agosto.

EROSIÓN EN SURCOS (ES)

La erosión en surcos es un proceso hidráulico donde el escurrimiento comienza a desagregar el suelo en la interface suelo-agua y continúa con el transporte de estas partículas.

La mayoría de los surcos se forman por la acción retrocedente, o corto hacia atrás del suelo, dependiendo esto de la textura del mismo, de la labranza, de la pendiente y del pico de descarga del escurrimiento.

Brown (1987), trabajando con un suelo de textura franco limosa y una pendiente del siete al once por ciento, consigue una reducción en la pérdida de suelo del 40 por ciento cuando incorpora con disco 4,5 t/ha de rastrojo de maíz, en comparación con el suelo desnudo.

La relación típica para describir la capacidad de desagregación en un surco fue planteada por Foster (1982):

$$Dc = K_{ES} (\tau - \tau c)$$

donde Dc es la capacidad de desagregación (masa/unidad de perímetro mojado), K_{ES} es el factor de erosionabilidad para la ES, τ es la fuerza de corte y τc es la fuerza de corte crítica.

La erosividad del escurrimiento en la ES, está vinculada a la fuerza de corte que ejerce. Esta aumenta si el pico de descarga en el surco y su pendiente se incrementan. El suelo admite una tensión de rotura crítica, si ésta es superada comienza a desagregarse y generalmente no en forma uniforme.

Si en el desarrollo del surco aparece una capa resistente o una barrera no erosionable, como raíces o residuos que le impiden profundizarse, el mismo comienza a agrandarse por lo ancho.

Si la fuerza de corte que actúa sobre una cubierta de rastrojo de trigo o maíz aumenta superando el valor crítico, el escurrimiento va actuar sobre el material suelto y por consiguiente lo moverá dejando áreas susceptibles a la erosión.

EROSIÓN EN CÁRCAVAS

La erosión en cárcavas es similar a la ES, la diferencia está en que en ésta, la presencia de una capa no erosionable tiene mayor importancia, teniendo en cuenta el volumen de escurrimiento que puede correr en un surco, comparado con el que pasa por una cárcava. Tal es así que en la ES, la relación del ancho del surco y la profundidad hasta la capa no erosionable es aproximadamente uno, mientras que esa relación para la erosión por flujo concentrado puede ser 30 (Foster, 1982).

Las cárcavas, expresión máxima del proceso erosivo por el agua, presentan dos áreas de donde proviene el material erosionable, la cabecera y las paredes laterales.

La fuerza de cohesión entre las partículas de suelo de las paredes laterales de la cárcava, depende en gran parte del contenido de agua del suelo. En un suelo saturado esa cohesión se reduce favoreciendo el desmoronamiento.

TRANSPORTE DEL SEDIMENTO

Si el proceso de desagregación produce material suelto en una cantidad mayor de la que el escurrimiento puede transportar, la deposición ocurre.

El transporte en las áreas de la EES se realiza a través de la película laminar de flujo hacia los surcos o también a través de las salpicaduras. El impacto de las gotas de lluvia facilita el arrastre de las partículas por el escurrimiento o flujo superficial. Este efecto de turbulencia no tiene importancia en la ES ni en la erosión por cárcavas.

La mayoría del movimiento del sedimento pendiente abajo se debe al escurrimiento superficial. Su capacidad de transporte depende de variables hidráulicas (volumen de escurrimiento, velocidad, profundidad del flujo etc.) y de las características del sedimento (diámetro, densidad de las partículas etc.). Hay muchas ecuaciones relacionadas al transporte del sedimento pero no hay una que sea universalmente aceptada.

Este fenómeno de deposición es un proceso selectivo. Las partículas grandes o de gran densidad se depositan rápidamente, mientras que las finas y livianas son trasladadas más lejos pendiente abajo. Por lo tanto en una pendiente uniforme el tamaño de las partículas depositadas va desde las gruesas hasta las finas en la dirección del gradiente.

HIDROLOGÍA

El proceso hidrológico que combina la lluvia y el escurrimiento resulta en la erosión hídrica. Dos de las características más importantes de la lluvia afectan directamente la erosión: la cantidad de lluvia y su intensidad máxima en 30 minutos. La erosividad de las lluvias es muy variable y en general no presenta una distribución uniforme en el año. Esto la hace más peligrosa cuando interrelacionamos su efecto con los cultivos en sus diferentes estadios.

Como sabemos, el escurrimiento superficial está directamente relacionado con la lluvia, la interceptación, el almacenamiento superficial y la infiltración. Esta depende de la textura del suelo, de las condiciones de la superficie, de la porosidad y de la humedad antecedente.

PREDICCIÓN DE LA EROSIÓN

Los métodos para predecir la erosión son herramientas importantes en la conservación del suelo. Estos son necesarios para conocer su magnitud, identificar áreas de excesiva erosión y hasta para proyectar a largo plazo la relación entre erosión y productividad del suelo.

La ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS), de Wischmeier y Smith (1978) es la más usada para la predicción de la erosión, y especifica los siguientes factores:

$$A = R K L S C P$$

R = factor de erosividad de la lluvia

K = factor de erosibilidad del suelo

LS = factor topográfico

C = factor de cultivo y manejo

P = factor de prácticas de conservación

El valor A de pérdida de suelo es un término general que cuantifica un valor promedio anual, y es el más usado para fijar los efectos a largo plazo de la erosión sobre la productividad. Este valor debe ser comparado con la tolerancia (T) de pérdida de suelo, la que debe asignarse previamente a cada suelo.

Esta ecuación fue derivada del análisis estadístico de datos obtenidos de 10.000 parcelas - año con lluvia natural y entre 1.000 - 2.000 parcelas - año con lluvia simulada. (Meyer, 1984)

Teniendo en cuenta que ésta se basa en datos experimentales, se debe tener cuidado en su uso, cuando las condiciones a considerar se alejan de las que se consideraron para su formulación. Tal el caso cuando se pretende estimar la erosión por concentración de escurrimiento debido a que esta ecuación considera solamente la EES y ES, y en forma conjunta.

CONTROL DE LA EROSIÓN

La erosión se controla reduciendo la acción de los agentes erosivos y la susceptibilidad del suelo a la misma.

La erosividad puede controlarse protegiendo el suelo con cobertura, reduciendo el volumen y pico del escurrimiento, reduciendo la longitud y magnitud de la pendiente, incrementando la rugosidad superficial etc.

La susceptibilidad a la erosión hídrica puede reducirse mejorando el manejo del suelo, a través de la incorporación de rastrojo y produciendo rotaciones con pastura.

El cultivo en contorno, las terrazas, los desagües empastados etc. son prácticas estructurales que sostienen a las prácticas culturales como las labranzas conservacionistas. Estas prácticas estructurales son efectivas en el control y manejo del escurrimiento.

Las prácticas de manejo pueden controlar la pérdida de suelo de un lote controlando la desagregación o induciendo o provocando una mayor rugosidad. Según Wischmeier y Smith (1978), la rugosidad provocada por un arado puede reducir la erosión en un 50 por ciento pues facilita la deposición de las partículas desagregadas en las áreas bajas.

Wischmeier y Smith (1978), concluyen también que las terrazas de almacenamiento pueden reducir la pérdida de sedimento de un área en cerca del 95 por ciento, permitiendo la deposición del material en las áreas de préstamo.

La EES y la ES, pueden ser controladas con las partículas ingenieriles y con las labranzas conservacionistas. Así, el control de la concentración de escurrimiento se hace a través de terrazas y desagües, mientras que la desagregación del suelo se controla a través de la cobertura del mismo. La extensión en el uso de cualquier práctica en particular o combinación de ellas depende de la naturaleza y severidad del problema y debe primar lógicamente el criterio técnico.

Manejo y conservación de suelos

por Hugo Juan Marelli *

EROSIÓN HÍDRICA

La erosión es un proceso de desgaste que ocurre naturalmente, no obstante, es casi siempre magnificado por la acción del hombre.

Sobre el suelo actúan básicamente dos tipos de erosión:

Geológica (a largo tiempo): incluye los procesos de erosión y formación de suelo en forma balanceada. Esto dio origen a la mayor parte de la topografía actual.

Antrópica: la acción de hombre acelera los procesos erosivos debido a la eliminación de la vegetación natural, el exceso de laboreo, a la pérdida de M.O. etc.

En el mundo, la erosión es uno de los principales problemas de la agricultura, no sólo porque afecta directamente el sitio donde ocurre, sino debido a los efectos de sedimentación y contaminación que provoca. La pérdida de tierra cultivable en el mundo, es estimada entre 5 y 7 millones de hectáreas por año, mientras que la proyección de pérdida por degradación, para el final de esta centuria, es 100.000 Km² por año (Longworth, 1985).

Factores que la afectan

La desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial definen el proceso de erosión hídrica.

Este se ve afectado por varios factores, como ser, el clima, el suelo la vegetación y la topografía.

Los factores climáticos tienen un papel importante en la erosión hídrica, siendo las precipitaciones, tanto en su intensidad como en su duración, el elemento desencadenante del proceso. No obstante, la relación entre las características de la lluvia, la infiltración, el escurrimiento y la pérdida de suelo, es muy compleja.

Algunas características del suelo como su agregación, su textura su capacidad de infiltración, entre otras, afectan su erosionabilidad.

Si bien la influencia de la vegetación sobre la erosión hídrica, varía con la época del año, cultivo, grado de cobertura, desarrollo de raíces etc., podemos considerar que el efecto de ésta se relaciona directamente con la interceptación, velocidad de escurrimiento e infiltración.

La topografía influye en el proceso a través de la pendiente, debiéndose considerar su longitud, su magnitud y su forma.

El proceso de la erosión hídrica

Stallings en 1952 y Meyer en 1979, entre otros, definen el fenómeno de la erosión como un proceso de desagregación de las partículas de la masa de suelo, transporte y deposición. Meyer en 1986 describe estos procesos diciendo que "la erosión es la desagregación de las partículas primarias y agregados de la masa del suelo por el impacto de la gota de lluvia o de la abrasión del escurrimiento y su transporte por salpicado o escurrimiento del agua". La Figura 1, muestra la relación entre el espesor del suelo, su formación y la erosión y transporte del mismo.

* Ingeniero Geógrafo. EEA Marcos Juárez/INTA. Córdoba, Argentina.

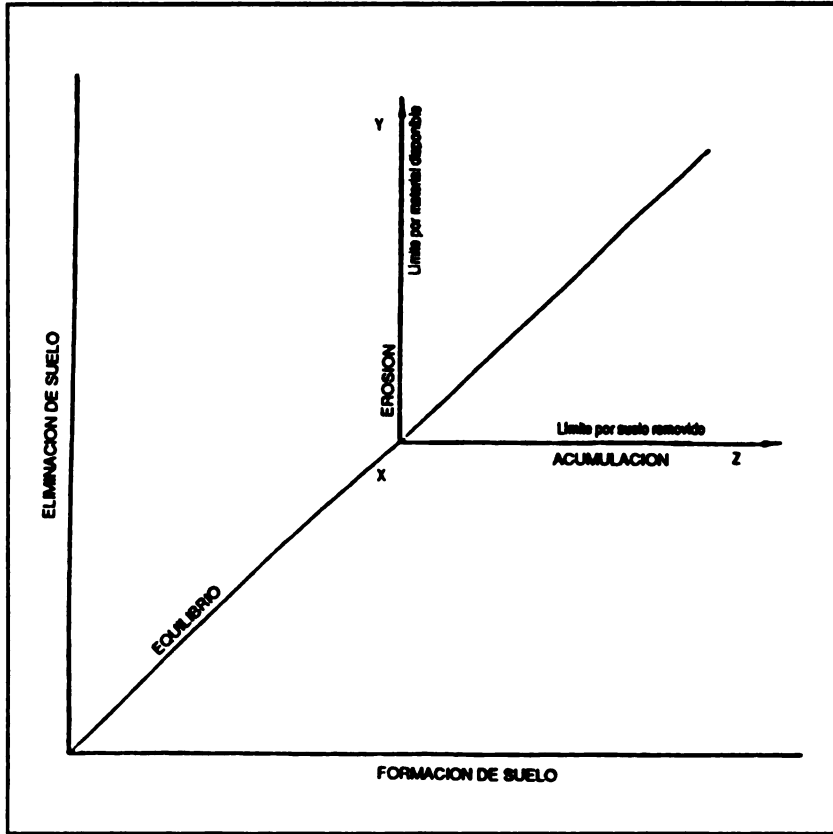


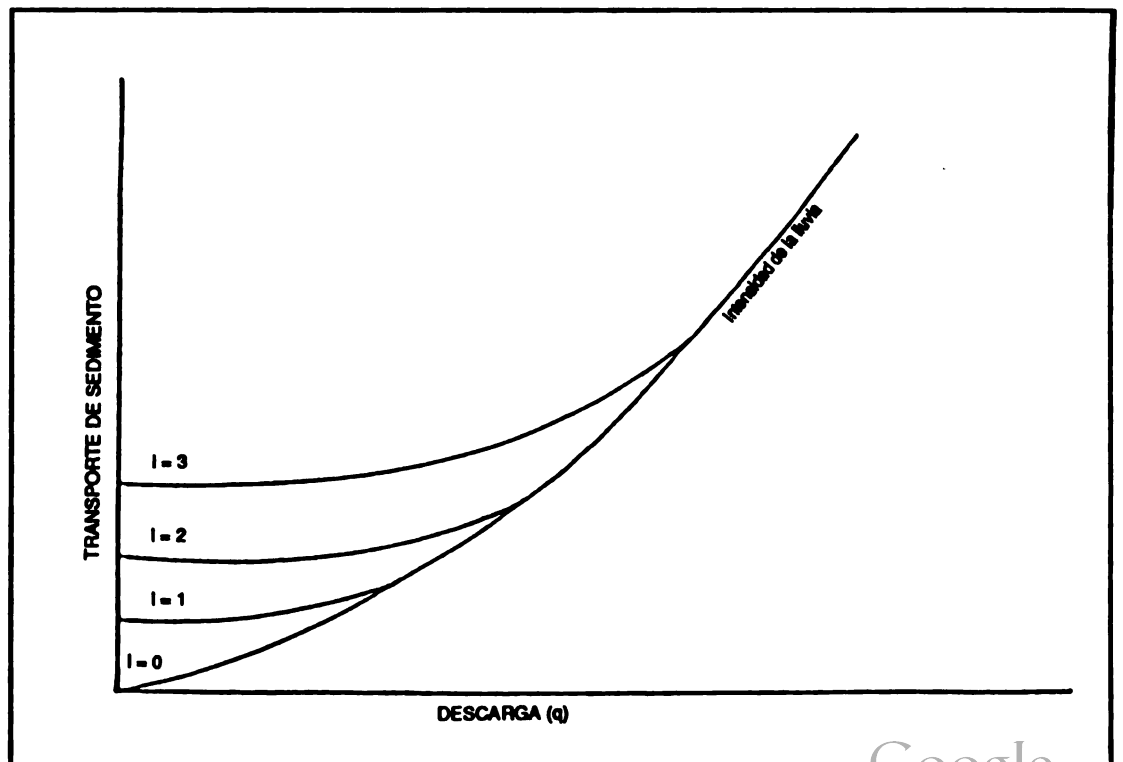
Figura 1. Relación entre el espesor del suelo y la proporción de su formación, remoción y transporte. Fuente: Thomes/80.

La sedimentación, proceso de deposición del material erosionado transportado, ocurre a veces lejos del lugar de origen, pudiendo provocar tanto o más daño que la erosión misma.

El impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento representan los agentes externos que trabajan para vencer la cohesión de las partículas de la masa de suelo y provocar su transporte.

En la Figura 2., vemos que para una gran descarga, el efecto de las gotas de lluvia sobre el transporte es mínimo, mientras que para una descarga baja, el transporte del sedimento depende principalmente de la intensidad de la lluvia.

Figura 2
Relación entre el transporte de sedimento e intensidades de lluvia y escurrimiento.
Fuente: Kirkby/80.



Si estimamos que los millones de gotas de lluvia que caen en una hectárea de terreno promedian 3 mm de diámetro y considerando una precipitación de 850 mm anuales, esto generaría una energía de aproximadamente 200 Mj (20 millones de Kg), que se

disipará contra el suelo, provocando una desagregación por salpicadura en todas direcciones.

La Figura 3, muestra la distribución de los tamaños de gotas para diferentes intensidades de lluvia.

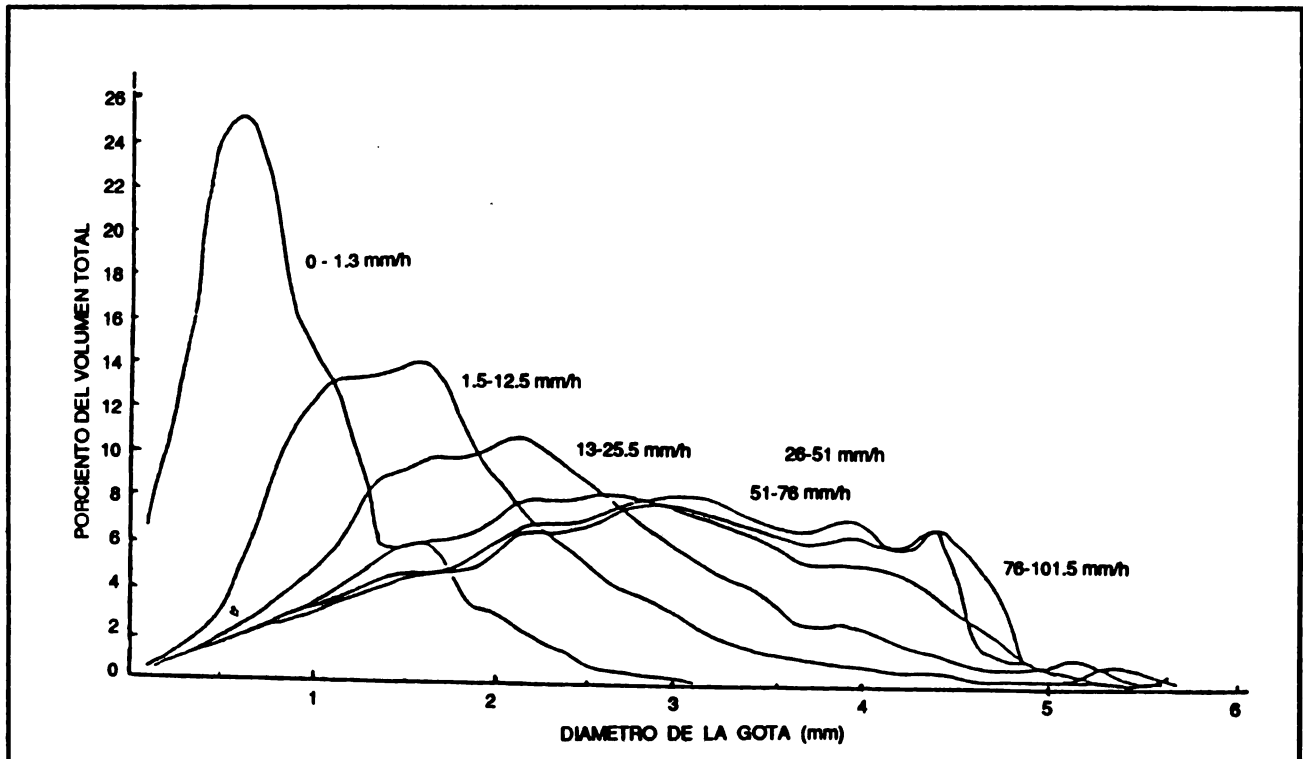


Figura 3. Relación entre la distribución por tamaño de gotas y la intensidad de la lluvia.
Fuente: Carter y otros/74.

Una vez que la capacidad de infiltración y de almacenamiento superficial está satisfecha comienza el escurrimiento, arrastrando las partículas sueltas y las que su fuerza misma desagrega.

Cuando el suelo está expuesto, la desagregación por la lluvia es una acción generalizada. Pero la desagregación por el escurrimiento es una acción dirigida, que actúa sobre una pequeña parte de terreno, en el cual éste se concentra con velocidades erosivas.

Si bien existe una combinación entre el transporte por salpicadura y por escurrimiento, ambos tienen

características propias. Por salpicadura el suelo se mueve hacia los surcos y cárcavas y así es transportado por el escurrimiento, conjuntamente, con el material que éste desagrega. La capacidad de transporte está directamente vinculada a la velocidad y turbulencia del flujo.

La deposición ocurre cuando la velocidad del escurrimiento disminuye, realizándose en forma selectiva, primero se depositan los agregados y la arena y luego, a mayor distancia, el limo y la arcilla. En la Figura 4, se aprecia la interacción teórica entre los procesos de desagregación y transporte.

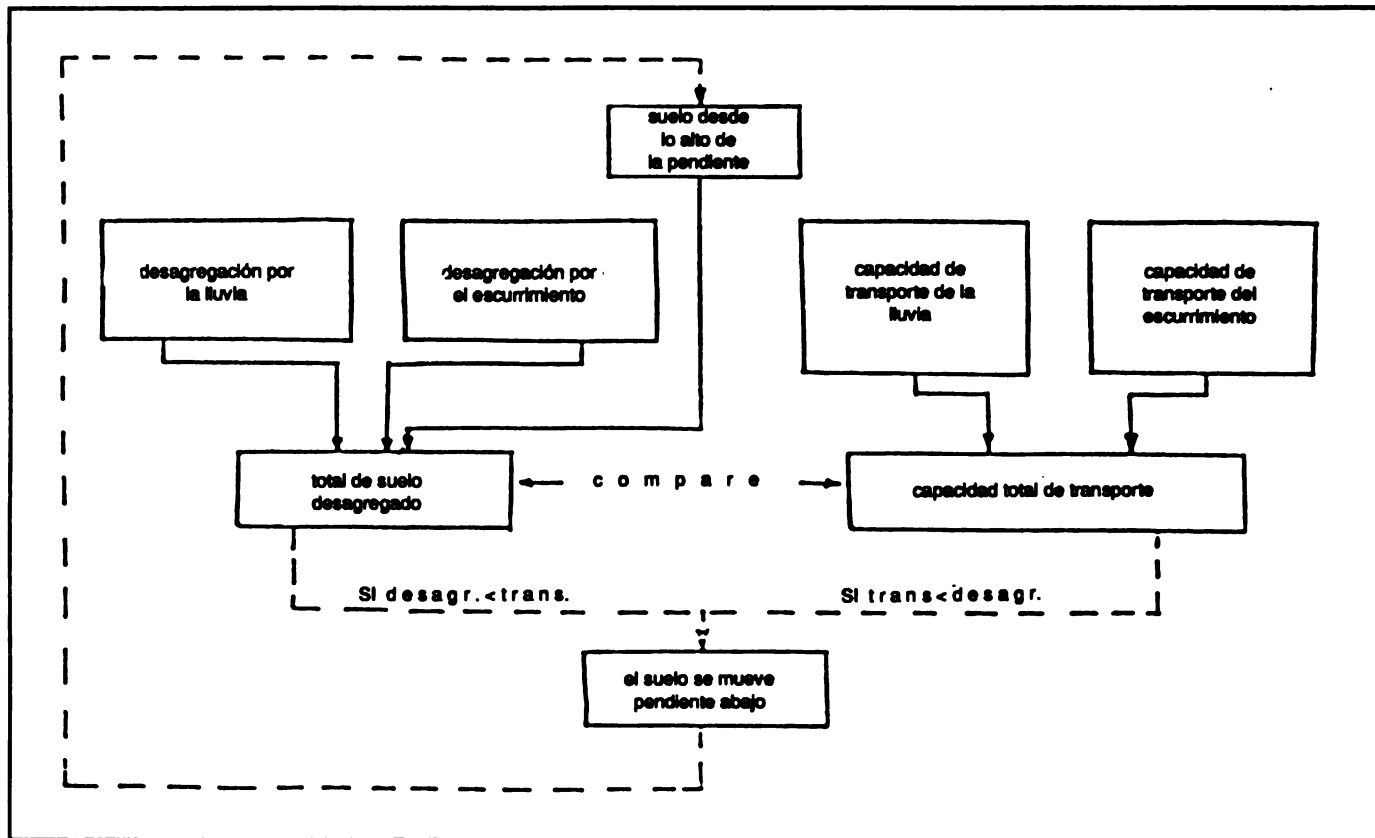


Figura 4. Interacción entre los procesos de desagregación y transporte en el proceso erosivo. Fuente: Meyer y Wischmeier/79.

El arrastre ocasionado por el escurrimiento tiene tres orígenes principales:

- 1) Zona entre surcos (EES), donde el escurrimiento no está concentrado.
- 2) Zona de los surcos (ES), áreas relativamente pequeñas y transitorias que el productor borra, y donde el escurrimiento comienza a concentrarse.
- 3) Zona de cárcavas, expresión máxima del fenómeno erosivo, donde el escurrimiento presenta gran capacidad de arrastre. (Figura 5)

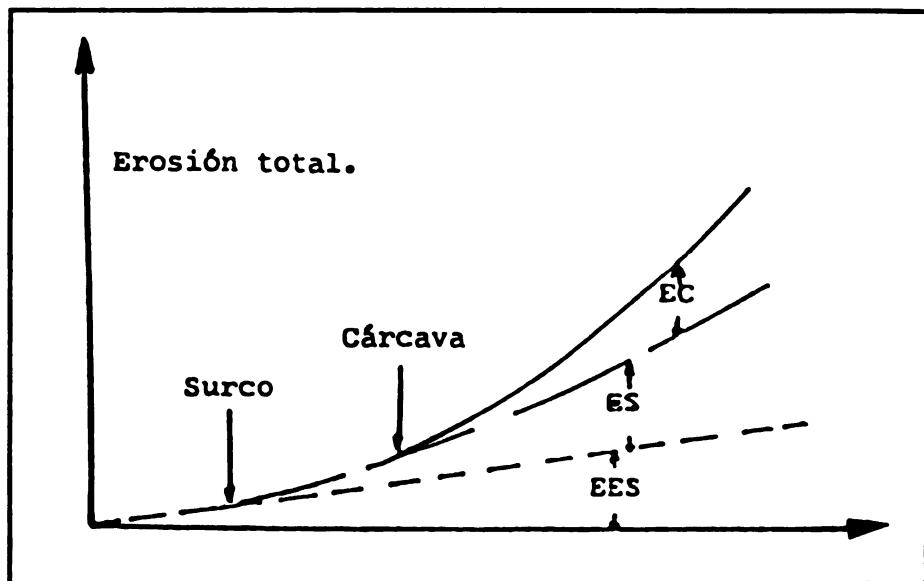


Figura 5. Contribución a la erosión total considerando la longitud de la pendiente. Fuente: Meyer/86.

Las características del material erosionado dependen de la textura del suelo y de su estabilidad estructural.

Erosión entre surcos (EES)

Según Bubenzer (1979) la fuerza erosiva de las gotas de lluvia, con diámetros entre 0,2 a 6,0 mm y con una velocidad de caída de aproximadamente 9 m/s, es la que actúa en la zona entre surcos. Parte del suelo que se desprende, se mueve radialmente debido al impacto de las gotas, mientras que la película de agua que cubre el suelo va creciendo verticalmente y rompe en pequeñas gotas, que pueden transportar el suelo hasta 0,60 m de alto y 1,5 m de largo (Schwab y otros, 1981).

Tanto la cobertura de suelo como su manejo, afectan fuertemente la EES. Este efecto puede dividirse en:

Efecto del follaje

Para los cultivos agrícolas, el efecto del follaje se manifiesta por la intercepción que éste hace de las gotas de lluvia que disipando su energía en él, llegan al suelo casi siempre con poca velocidad aunque con mayor diámetro.

Así y considerando el cultivo de soja tenemos que las pérdidas de suelo en el período de emergencia es 3,1 T/ha para el sistema convencional (SC) y 1,2 T/ha para el sistema de siembra directa (SD) y para el período de floración (intercepción por el follaje) tenemos 0,4 T/ha y 0,5 T/ha, respectivamente para ambos sistemas de labranza. (Marelli, 1980).

Efecto de la cobertura

La cobertura del suelo por rastrojo es más efectiva para atenuar la EES que el follaje, dependiendo lógicamente del volumen y porcentaje de la cobertura. Esto se debe, no sólo porque evita el impacto directo de las gotas de lluvia, sino también por que incrementa la rugosidad, lo que hace disminuir la velocidad del escurrimiento con el consiguiente aumento de la profundidad del flujo laminar.

Erosión en Surcos (ES)

La erosión en surcos es un proceso hidráulico donde el escurrimiento comienza a desagregar el

suelo en la interfase suelo-agua, y continúa a través del transporte de estas partículas.

La mayoría de los surcos se forman por la acción retrocedente, o corte hacia atrás del suelo, dependiendo éste de la textura del mismo, de la labranza, de la pendiente y del pico de descarga del escurrimiento.

La formación de estos surcos de erosión puede evitarse o atenuarse con pequeños obstáculos que se conforman con las labranzas conservacionistas (rastreo) y las raíces de los cultivos.

La erosión en cárcavas es similar a la ES. La diferencia está en que en esta última, la presencia de una capa no erosionable tiene mayor importancia, teniendo en cuenta el volumen de escurrimiento que puede correr en un surco, en comparación con el que pasa por una cárcava. Tal es así que, en la ES, la relación del ancho del surco y la profundidad hasta la capa no erosionable es aproximadamente uno, mientras que esa relación para la erosión por flujo concentrado puede ser 30 (Foster, 1982).

Las cárcavas, expresión máxima del proceso erosivo por el agua, presentan dos áreas de donde proviene el material erosionable, la cabecera y las paredes laterales.

La fuerza de cohesión entre las partículas de suelo de las paredes laterales de la cárcava depende en gran parte del contenido de agua del suelo. En un suelo saturado esa cohesión se reduce favoreciendo el desmoronamiento.

Transporte de Sedimento

Si el proceso de desagregación produce material suelto en una cantidad mayor de la que el escurrimiento puede transportar, la deposición ocurre.

El transporte en las áreas de la EES se realiza a través de la película laminar de flujo hacia los surcos o también a través de las salpicaduras. El impacto de las gotas de lluvia facilita el arrastre de las partículas por el escurrimiento o flujo superficial. Este efecto de turbulencia no tiene importancia en la ES ni en la erosión por cárcavas.

La mayoría del movimiento del sedimento pendiente abajo se debe al escurrimiento superficial. Su capacidad de transporte depende de variables hidráulicas (volumen de escurrimiento, velocidad, profundidad del flujo etc.) y de las características del sedimento (diámetro, densidad de las partículas etc.). Hay muchas ecuaciones relacionadas al transporte de sedimento pero no hay una que sea universalmente aceptada.

La sedimentación se materializa cuando la capacidad de transporte se reduce. Esto ocurre por diversos motivos como ser: cuando la pendiente disminuye hasta hacerse casi plana, debido a una franja vegetada (especialmente las que ocasionan una alta retardanza); en el canal de las terrazas, o en donde por causa de

cualquier obstáculo (alambrados, cunetas, alcantarillas etc.) el escurrimiento pierde velocidad.

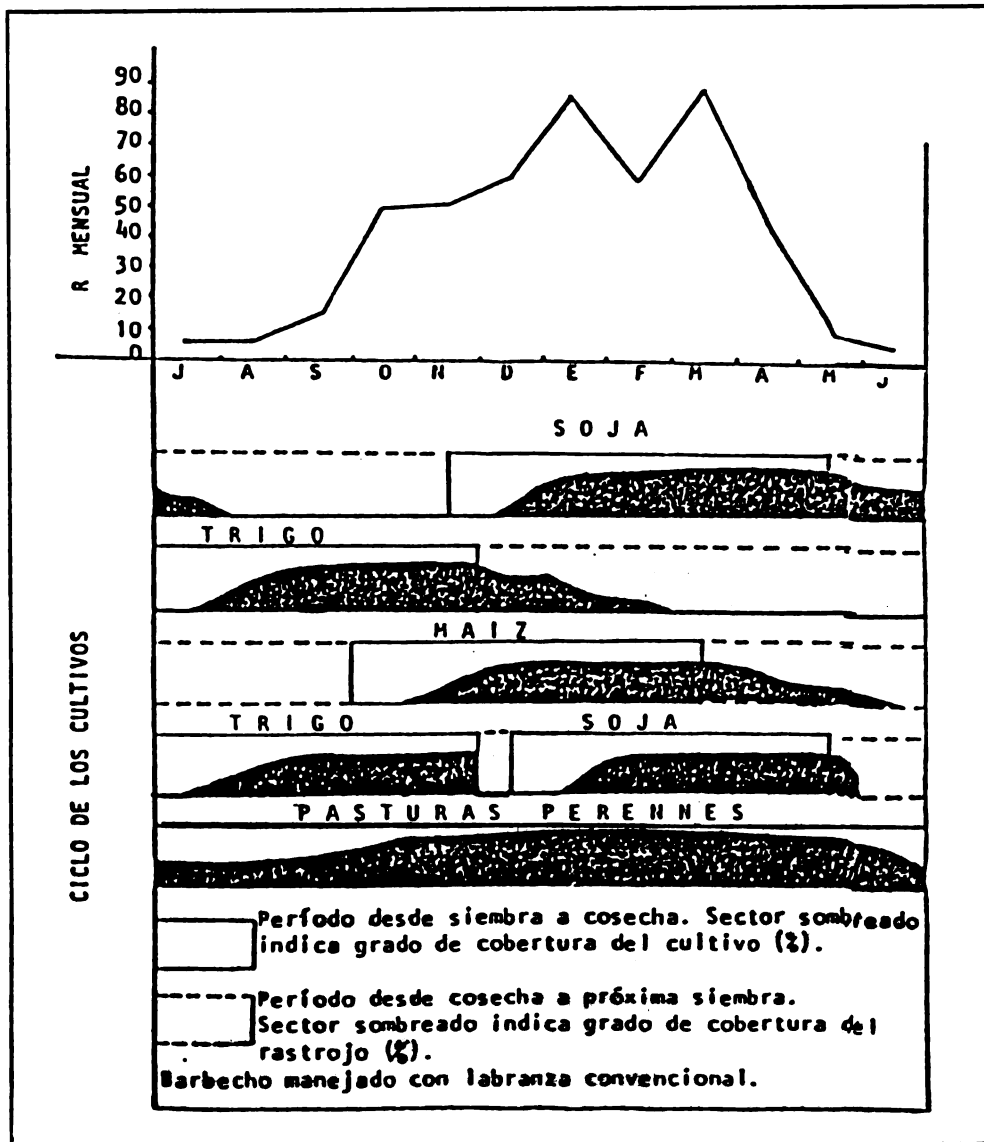
Este fenómeno de deposición es un proceso selectivo. Partículas grandes o de gran densidad se depositan rápidamente, mientras que las finas y livianas son trasladadas más lejos pendiente abajo. Así tenemos que en una pendiente uniforme, el tamaño de las partículas depositadas va desde las gruesas a las finas en la dirección del gradiente.

Los nutrientes ligados al sedimento se pierden durante la erosión en proporción a su concentración en el suelo. La mayoría de las pérdidas de los nutrientes está asociada a la separación del material coloidal, inorgánico y orgánico, donde los nutrientes están adsorbidos. Debe considerarse también la pérdida de los nutrientes disueltos en el escurrimiento.

Hidrología

El proceso hidrológico, que combina la lluvia y el escurrimiento, trae como resultado la erosión hídrica. Dos de las características más importantes de la lluvia afectan directamente la erosión: la cantidad de lluvia y su intensidad máxima en 30 minutos. La erosividad de las lluvias es muy variable y en general no presenta una distribución uniforme en el año. Esto la hace más peligrosa cuando interrelacionamos su efecto con los cultivos en sus distintos estadios (Figura 6).

Figura 6. Relación entre el índice mensual de erosividad de las lluvias y la cobertura del suelo. Fuente: Infor. Exten. N° 3.



Como sabemos, el escurrimiento superficial está directamente relacionado con la lluvia, la interceptación, el almacenamiento superficial y la infiltración. Esta depende de la textura del suelo, de las condiciones de la superficie, de la porosidad y de la humedad antecedente.

En la Figura 7 se puede apreciar la relación de la infiltración para una superficie de almacenamiento dado y para diferentes intensidades de lluvia.

Con una superficie de suelo muy rugosa, o con una densa vegetación, toda lluvia pequeña puede almacenarse y/o interceptarse sin causar erosión.

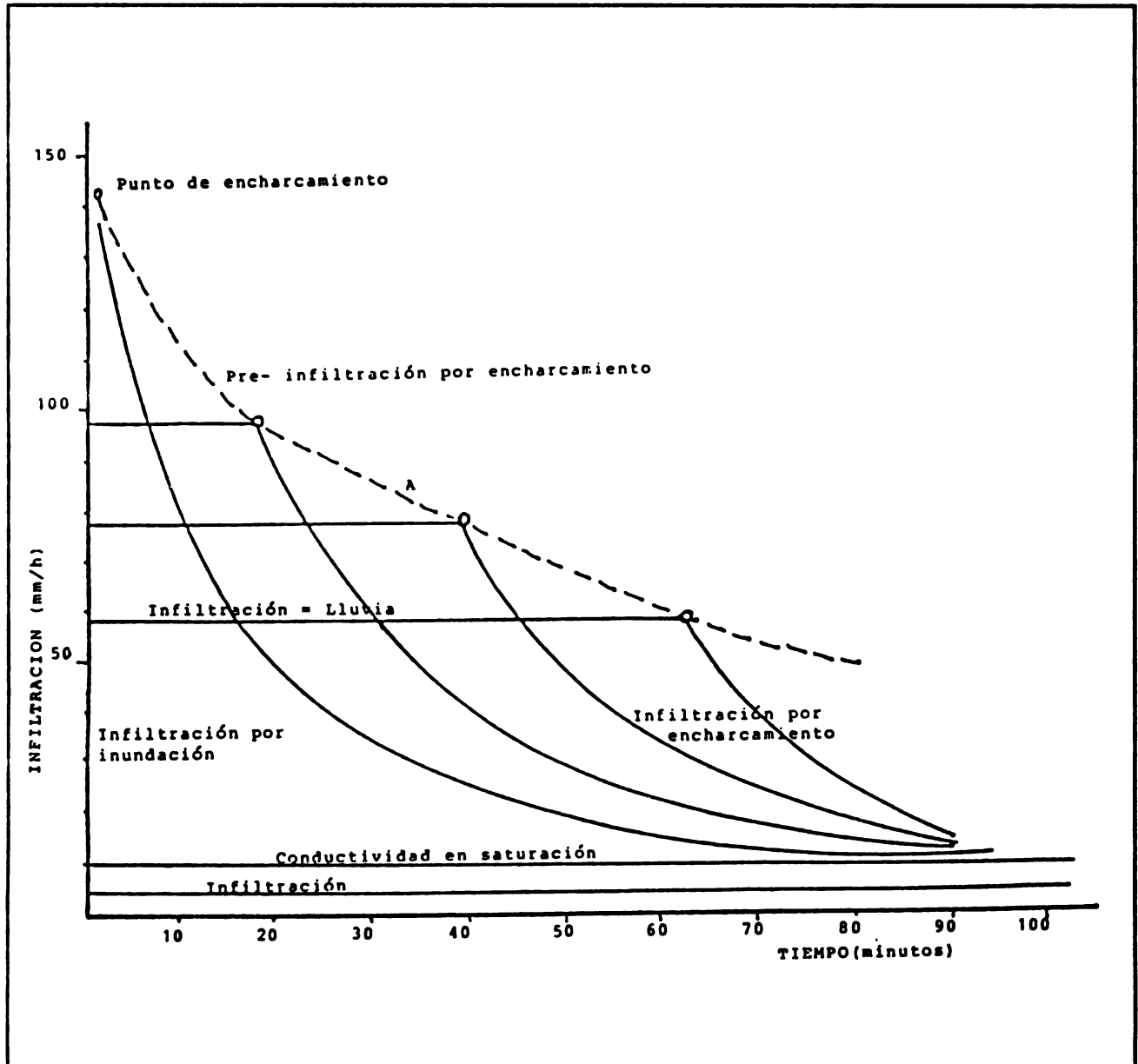


Figura 7. Infiltración para lluvias de diferente intensidad para un potencial de almacenamiento dado. "A", curva que define el tiempo de encharque. Fuente: Thomes, 1980.

En la Figura 8, (Marelli, 1983) se aprecia la infiltración en porcentaje del agua aplicada para diferentes condiciones. Al respecto se concluye:

- En suelos desnudos la infiltración del agua es rápidamente limitada por el encostramiento superficial, que se produce a partir de los primeros diez o quince minutos de iniciada la lluvia.
- Las cubiertas de residuos de cuatro y ocho toneladas por hectárea son muy efectivas para evitar el encostramiento superficial y mantener un elevado nivel inicial de infiltración.
- En lluvias intensas y prolongadas, a medida que el perfil se satura el efecto de la cobertura va decreciendo hasta desaparecer con el tiempo. No obstante, continúa ejerciendo efecto sobre la velocidad del escurrimiento y las pérdidas de suelo.
- La incorporación de voluminosas cubiertas de residuos, como en el caso del tratamiento de 8 t/ha, permite mejorar la infiltración, en comparación con el efecto del mismo volumen de residuo dejado en superficie.
- Cantidades del orden de 4 t/ha de paja de trigo en superficie son suficientes para proteger el suelo de la acción erosiva de las lluvias, para las condiciones estudiadas.

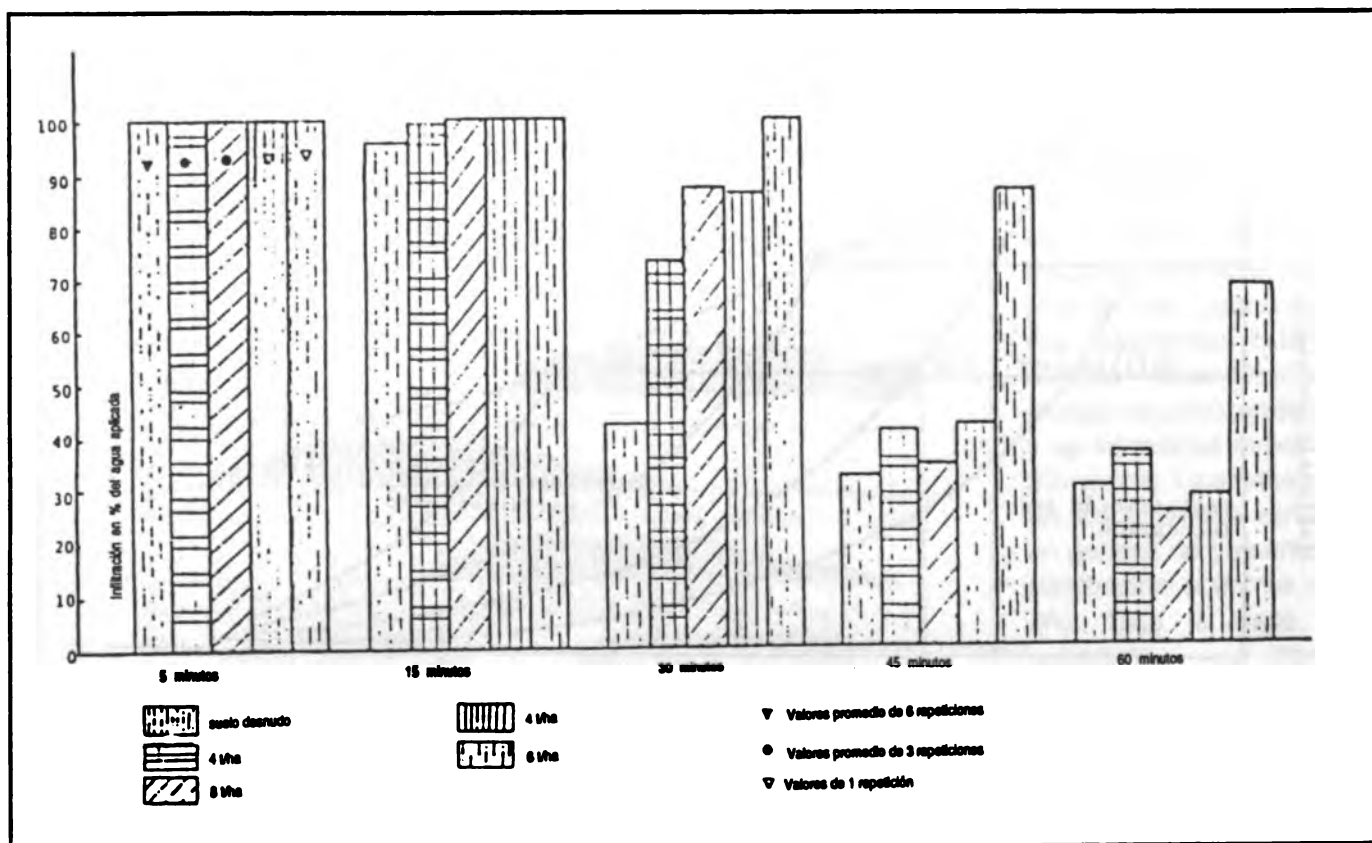


Figura 8 Infiltración en porcentaje del agua aplicada para una lluvia de 51 mm en una hora. Aplicación sobre suelo desnudo, suelo con rastrojo en superficie y suelo con rastrojo incorporado.

CONTROL DE LA EROSIÓN

Se controla reduciendo la erosividad de los agentes erosivos y la susceptibilidad de suelo a dicha acción.

La erosividad puede controlarse protegiendo el suelo con cobertura, reduciendo el volumen y pico del escurrimiento, reduciendo la longitud y magnitud de la pendiente, incrementando la rugosidad superficial etc.

La susceptibilidad a la erosión hídrica puede reducirse mejorando el manejo del suelo, a través de la incorporación de rastrojo y produciendo rotaciones con pastura.

El cultivo en contorno, las terrazas, los desagües empastados etc., son prácticas estructurales que sostienen a las prácticas culturales como las labranzas conservacionistas. Estas prácticas estructurales son efectivas en el control y manejo del escurrimiento.

Lógicamente no todas las medidas de control se comportan igual en todas las condiciones. Así, la reducción del escurrimiento superficial es más importante en áreas donde los suelos son más susceptibles a la ES.

Las prácticas de manejo pueden controlar la pérdida de suelo de un lote controlando la desagregación o induciendo o provocando una mayor rugosidad. Según Wischmeier y Smith (1978), la rugosidad provocada por un arado puede reducir la erosión en un 50 por ciento pues facilita la deposición de las partículas desagregadas en las áreas bajas.

Wischmeier y Smith (1978), concluyen también que las terrazas de almacenamiento pueden reducir la pérdida de sedimento de un área en cerca del 95 por ciento, permitiendo la deposición del material en las áreas de préstamo.

La EES y la ES, pueden ser controladas con las prácticas ingenieriles y con las labranzas conservacionistas. Así, el control de la concentración de escurrimiento se hace a través de terrazas y desagües, mientras que la desagregación del suelo a través de la cobertura del mismo. La extensión en el uso de cualquier práctica en particular o combinación

de ellas depende de la naturaleza y severidad del problema y debe primar lógicamente el criterio técnico.

Estimación del escurrimiento

Concepto - Factores que afectan el escurrimiento

La lluvia caída en los primeros momentos de una precipitación es almacenada por la cobertura vegetal como "intercepción" y en las pequeñas depresiones del terreno. A medida que la lluvia continúa, la infiltración va disminuyendo y la superficie se cubre con una delgada capa de agua (superficie de retención); a partir de ese momento el escurrimiento comienza pendiente abajo, desplazándose en forma masiva o adquiriendo direcciones establecidas (surcos, cárcavas etc.). O sea que, la lluvia deberá satisfacer la demanda por evaporación, intercepción, infiltración, retención y almacenamiento para dar comienzo al escurrimiento.

Dentro de los factores que afectan el escurrimiento se diferencian dos grupos: aquellos asociados con las precipitaciones y aquellos dependientes de la cuenca o área que físicamente puede delimitarse en base a su topografía.

La duración, intensidad y distribución de la precipitación sobre el área influyen sobre la proporción y volumen de escurrimiento.

Es decir, la duración de una lluvia influye en el volumen total del escurrimiento; su intensidad lo hace sobre el volumen y el porcentaje del mismo, dado que una lluvia intensa excede rápidamente a la infiltración, aumentando el escurrimiento mucho más que una lluvia de la misma cantidad pero de mayor duración.

Además, la proporción y volumen de escurrimiento para una lluvia dada, es influida por la distribución de la misma sobre la cuenca. Generalmente, la mayor proporción y volumen se consigue cuando toda la cuenca contribuye; no obstante, una tormenta intensa en una porción de cuenca puede producir más volumen de escurrimiento que una tormenta de moderada intensidad sobre toda la cuenca.

El tamaño, forma, orientación, topografía y geología de una cuenca, como así también el manejo y uso de

su suelo, influyen sobre la cantidad y proporción de escurrimiento que pueda esperarse después de una lluvia. Lógicamente, a medida que aumenta el tamaño de la cuenca aumenta el escurrimiento.

Con respecto a su forma, una cuenca larga y angosta tiene posibilidad de producir menor cantidad de escurrimiento que una de forma más compacta y del mismo tamaño; el tiempo de concentración es mucho mayor en la más larga.

La cuenca de gran extensión, cuya orientación coincide con el movimiento de las tormentas típicas, influye en el porcentaje de escurrimiento, según que las mismas se desplacen hacia abajo de la cuenca (la contribución de las zonas superiores se sumará a las de las zonas inferiores), o hacia arriba (la contribución de las áreas superiores llegará cuando los efectos del aporte de las inferiores está disipado). La pendiente, su magnitud y longitud, su forma cóncava o convexa, las áreas de depresiones etc., influyen también en el escurrimiento.

El tipo de suelo, la vegetación y el manejo agrícola de la cuenca, juegan un papel importante en cuanto al escurrimiento. Además, debe agregarse a esto la influencia de las obras viales e hidráulicas del área de avenamiento o escurrimiento.

Métodos para predecir el escurrimiento

Método racional

Teniendo en cuenta los factores que influyen en el escurrimiento, su predicción en forma precisa no es muy fácil. Los métodos usados tienen en cuenta algunos factores, y simplifican otros. Además, su aplicación es para la estimación en cuencas pequeñas, donde el diseño y cálculo de una estructura lo necesite.

El método racional de predicción de la proporción del pico de escurrimiento es expresado por:

$$q = \frac{C \times i \times A}{360}$$

donde:

q = pico de escurrimiento en (m³/seg).

C = coeficiente de escurrimiento.

i = intensidad en (mm/h) para una duración igual al tiempo de concentración y para el período de ocurrencia elegido.

A = área de la cuenca (ha).

Método del Servicio de Conservación de Suelos de EEUU

El S.C.S. de EEUU, utiliza una serie de nomogramas y estipula varias consideraciones generales para el cálculo del escurrimiento.

El efecto combinado del suelo, cobertura vegetal y prácticas de conservación sobre escurrimiento de un área, está representada por una Curva Número (CN). Se definen dos tipos de tormentas máximas en 24 h: T1 (veranos secos) TII (veranos húmedos).

Estudios realizados muestran que para un gran sector de la Cuenca del Carcarañá, se debe usar el "Tipo III" = $\frac{T1 + TII}{2}$

2

La cantidad de lluvia caída cinco días antes de la que se pretende utilizar para calcular "q", nos da la Condición de Humedad Antecedente (C.H.A.). En nuestro caso tomaremos la C.H.A. II, por representar condiciones promedio. Los suelos pueden a su vez dividirse de acuerdo a su grupo hidrológico.

Prácticas estructurales de control de la erosión hídrica

Cultivos cortando la pendiente

Esta práctica consiste en trazar una línea perpendicular a la resultante de las pendientes o a la pendiente principal de un lote, a fin de que sirva como línea base para la siembra de cultivos de escarda.

Para marcarla se utiliza un nivel de anteojo; el observador se ubica en el medio del lote, a una

distancia más o menos equidistante de los límites del mismo, según la topografía y el criterio del técnico.

Previo nivelado del aparato, se ubica un punto o lectura determinado en un jalón o mira estacionado en un límite del lote donde se coloca una marca (estaca o bandera).

Posteriormente el observador se traslada hacia el otro límite del lote y se desplaza pendiente arriba o abajo hasta coincidir la visual horizontal del nivel de anteojo con la lectura o marca en la mira o jalón, donde se ubica una nueva estaca o bandera. Uniendo estas dos marcas con la sembradora, el productor obtendrá la línea "base" de siembra para todo el lote.

Cultivos en contorno

Esta práctica se utiliza en pendientes compuestas y proporciona una acción efectiva de detención del escurrimiento en todo sentido, una vez que se ha escardillado el cultivo.

Para trazar esta línea de siembra se estaciona un nivel de anteojo en la mitad del lote, a una distancia más o menos equidistante de los límites del mismo, según la topografía. Previo nivelado del aparato, ubicamos un punto o lectura determinado en un jalón o mira, estacionado en un límite o alambrado del lote, donde se materializa la primer marca con una estaca o bandera. Luego el mirero se traslada aproximadamente 50 m hacia el otro extremo del lote y ahí se desplaza hacia arriba o abajo de la pendiente, hasta que la visual horizontal de anteojo coincida con la lectura o marca de la mira o jalón. en esta ubicación se coloca una estaca. Así se sigue marcando hasta llegar al otro límite del lote.

Terrazas

Una terraza es un borde, terraplén o caballón de tierra, ubicado para interceptar la escorrentía en la superficie del suelo. Debe tener una suave pendiente de salida de no más de 3 por mil.

El objetivo de las terrazas es reducir la erosión, acortando el largo de las pendientes y conduciendo el agua a una velocidad no erosiva. Además permite una

distribución más homogénea de la humedad en el suelo.

Sistematización con terrazas

La primer tarea para la sistematización de terrazas es efectuar un levantamiento planialtimétrico del lote. El sistema que generalmente se utiliza para realizarlo se basa en un cuadrículado previo del mismo. Para ello se marca perimetralmente el lote cada 50 o 100 m, con estacas o banderas. Con un tractor que deje huellas en la tierra trabajada, o marcando el terreno con algún implemento, se unen las estacas enfrentadas, formando en el lote un cuadrículado de 50 o 100 m de lado cada cuadrado. En las intersecciones del mismo se toman las lecturas con el nivel de anteojo.

Con este material en gabinete se confecciona un plano topográfico marcando las curvas de nivel con equidistancia de un metro o menos.

Desagües empastados

El diseño de desagües empastados es básicamente un problema de hidráulica, pero más complicado a causa de la variación del coeficiente de rugosidad con la profundidad del flujo, altura de la vegetación, radio hidráulico y velocidad.

El escurrimiento que se origina en las partes superiores de una cuenca debe ser manejado, encauzándolo en desagües o vías de agua empastados y conducidos en forma segura por el área. Si no se procede de esta manera, la energía propia de ese flujo de agua irá erosionando el suelo en una o varias direcciones, formándose con el tiempo zanjas o cárcavas de consideración. La estabilización se asegura con una buena cobertura vegetal del desagüe, sembrando gramíneas y leguminosas bien adaptadas a la zona y con una densidad doble de lo normal.

Diseño

La capacidad del desagüe debe estar basada en el pico de escurrimiento que proviene de su área de avenamiento. Un período de retorno de 10 años es suficiente para el cálculo de este tipo de prácticas.

La sección parabólica es la que comúnmente se adopta para estos desagües empastados.

La resistencia de la vegetación a la erosión es limitada. Por lo tanto, la velocidad de escurrimiento permitida en el diseño es un parámetro importante que depende del tipo, condición y densidad de la cobertura, como así también de las características erosivas del suelo y la pendiente del desagüe. Esta velocidad es en realidad un promedio, ya que la velocidad es de 30 cm/seg en el fondo y es de 1,90 m/seg en la parte superior.

El coeficiente de rugosidad (n) de un canal empastado es muy difícil de evaluar; además varía de acuerdo a la profundidad del flujo.

Pequeñas estructuras

Dentro de la planificación conservacionista de una cuenca, suele ocurrir que las prácticas simples de conservación no son suficientes para manejar una considerable concentración de agua de escurrimiento, sin que se incremente el proceso erosivo.

Así, por ejemplo, para controlar la entrada de agua de una cárcava, la descarga de un desagüe empastado en un canal colector más grande, o para solucionar una diferencia de niveles en el fondo de un desagüe (salto), puede ser necesaria una estructura específica. De tal manera, podemos definir a una estructura como una construcción, cuya finalidad es retener, regular o controlar el agua de escurrimiento que pueda concentrarse.

Los materiales que se pueden emplear deben estar de acuerdo a la importancia de la estructura, el caudal que deberá manejar y a la vida útil que se pretenda de ella.

Se puede emplear hormigón, mampostería, madera (postes) o una combinación de ellos.

En algunas oportunidades puede llegar a ser necesario disponer de agua para los cultivos (riego), para bebida animal o para regular el agua de escurrimiento. Para ello se pueden construir pequeñas

represas de tierra. La misma, embalsa el agua de escurrimiento, regulando su salida por un vertedero principal, a la vez que posee uno de emergencia que evita que el agua sobrepase a la presa y se destruya por grandes concentraciones de escurrimiento.

Prácticas culturales de control de la erosión hídrica

Extensas áreas ocupadas por tierras de alta productividad suavemente inclinadas, están actualmente afectadas por la erosión hídrica.

Generalmente este proceso se inicia con la colonización agrícola de estas tierras, acelerándose gradualmente a medida que su cobertura vegetal original es eliminada y el suelo desnudo queda expuesto al efecto directo de las lluvias. Actualmente el intenso uso agrícola de estas tierras, la escasa cobertura de los cultivos por su pobre desarrollo, la disminución de la superficie dedicada a pasturas perennes, el uso de métodos de labranza sin cobertura y la ausencia de prácticas efectivas de conservación, hacen que la erosión hídrica se incremente año tras año, transformando estas tierras en poco productivas, difíciles de manejar y de una rentabilidad relativa mediocre.

Resolver este problema no es tarea simple, requiriendo un conjunto de técnicas que comprende todo el manejo de la chacra, incluyendo una decidida actitud del agricultor para llevarla a cabo. En el manejo conservacionista de los cultivos y del suelo, las técnicas de labranza y el planeamiento de la producción juegan un rol fundamental. En este sentido existen técnicas probadas, eficientes y económicamente factibles para ser llevadas a la práctica.

El control de la erosión hídrica mediante el manejo del suelo y los cultivos se basa en dos conceptos fundamentales:

1. Mantener el suelo cubierto.
2. Mantener el suelo rugoso.

Ambos apuntan a aumentar la resistencia del suelo al efecto de la lluvia, facilitar la infiltración y disminuir la velocidad de escurrimiento del agua.

Rotaciones y secuencias de cultivos

Elección de especies adaptadas

La elección del cultivo normalmente se restringe a los predominantes en la región, dado que éstos responden a las condiciones ambientales y socioeconómicas existentes. La introducción de especies más aptas para conservación no debe desecharse, pero su adopción requiere ajustar otros aspectos del esquema productivo de la chacra o región que generalmente exceden a los de la conservación en sí.

Pasturas perennes

Sin duda son las que ofrecen la mayor protección del suelo, además de contribuir significativamente a mejorar sus condiciones físicas y químicas. La cobertura del suelo que realiza la pastura, de tipo "cespitosa", es eficiente, tanto para interceptar la velocidad de caída de las gotas de lluvia como para frenar la velocidad del agua de escurrimiento.

Cultivos anuales

Las distintas especies difieren en sus efectos sobre la erosión dependiendo de:

- Ubicación de las etapas de su desarrollo con respecto al índice R local.
- Exigencia en la preparación del suelo, especialmente para la cama de siembra.
- Grado y tipo de cobertura que realizan.
- Volumen y tipo de residuos de sus rastrojos.
- Requerimientos de agua y nutrientes.

En la Figura 6 (pág. 16) se puede observar el grado de cobertura en forma comparativa para trigo, soja y maíz.

Sistemas de labranza

El sistema de labranza tiene un efecto directo sobre la rugosidad y cobertura del suelo durante el período de barbecho, preparación de la cama de siembra y

desarrollo del cultivo, con un efecto residual sobre el próximo ciclo.

Labranza convencional

Se caracteriza por una labor principal con arado de rejas, que entierra todos los residuos de rastrojos. La cama de siembra queda desnuda y refinada de acuerdo al cultivo a realizar.

Es el sistema con más alto riesgo de erosión, especialmente en el período de cama de siembra. Puede reducirse ese riesgo demorando la labor de arada, de manera que los rastrojos permanezcan más tiempo en superficie, o dejando el suelo arado sin refinar hasta la proximidad de la siembra, y haciéndolo en forma moderada en ese momento.

Labranza mínima o reducida

Consiste en el laboreo superficial con rastras de disco o cultivadores. Gran parte de los residuos quedan en superficie y el resto queda semi-incorporado en los primeros centímetros del suelo. Si no se siembra inmediatamente, se repiten las labores descritas durante el barbecho para controlar malezas: la cama de siembra posee cierta cobertura y es menos refinada que en la labranza convencional. Es un método adecuado para controlar erosión en barbechos cortos. Su uso continuo para todos los cultivos de la rotación puede generar una excesiva compactación del suelo debajo de los 8 - 10 cm de profundidad.

Labranza bajo cubierta

Comprende el uso de arado de cinceles como labor principal y labores secundarias con rastra de discos o cultivadores. Los residuos enteros o picados quedan sobre el suelo. Una pequeña proporción se incorpora con el arado de cinceles y el resto permanece hasta después de la siembra. Es un excelente sistema para barbechos prolongados, dada la cobertura y rugosidad que logra. Es necesario realizar las labores secundarias con herramientas de tipo cultivadores que no refinan excesivamente el suelo y que no eliminen la cobertura.

Su uso, combinado con labranza reducida, permite eliminar los problemas de compactación de este último sistema.

Siembra directa

Consiste en sembrar sobre el rastrojo del cultivo anterior sin labrar. La totalidad de los residuos disponibles quedan sobre la superficie. Es el método con menor riesgo de erosión; el factor más importante a considerar para su adopción es el control de malezas con herbicidas.

Los métodos de labranza deben combinarse con la secuencia de los cultivos, para una planificación a largo plazo.

La labranza convencional puede ser abandonada en tierras con erosión hídrica, reemplazándola por alguna de las otras tres descritas. En principio debe optarse por labranza mínima o siembra directa, para los barbechos cortos o dobles cultivos y por la labranza bajo cubierta para los barbechos largos.

El uso continuo de un mismo sistema de labranza a través de los años puede crear condiciones no deseadas en el suelo, en el control de malezas e insectos y eventualmente en otros aspectos; por ello debe planificarse en forma combinada los distintos sistemas de labranza con las secuencias de cultivos.

Manejo de suelos para el cultivo de soja

por Alfredo R. Lattanzi *

INTRODUCCIÓN

La soja encuentra sus mejores condiciones de crecimiento en los suelos de textura media, bien drenados, profundos, planos, con pH ligeramente ácido a neutro, ricos en P y K y nutrientes menores. Sin embargo con un adecuado manejo es capaz de adaptarse a muy diversas condiciones de suelo y clima manteniendo un elevado potencial de rendimiento. En los países del Cono Sur está difundida en prácticamente todas las regiones con aptitud agrícola, incluyendo suelos de textura arenosa hasta arcillosa, con pH ácidos hasta ligeramente alcalinos, con variados niveles de fertilidad y relieves planos hasta fuertemente inclinados. El uso de cultivares adaptados a distintas latitudes, correctores de acidez, fertilizantes y técnicas de labranzas permite realizar el cultivo con un buen nivel de rendimiento y rentabilidad. Su capacidad de fijar N le permite además competir con amplias ventajas frente a los cereales en los suelos pobres o agotados en este elemento.

Posiblemente la disponibilidad de agua sea la limitante más severa en vastos sectores de la región y el riesgo de erosión hídrica y eólica uno de los problemas serios relacionados con el manejo del suelo. Esto responde en gran medida a los siguientes motivos:

- Necesidad de preparar una cama de siembra refinada y firme para que el grano absorba rápidamente el agua que necesita para germinar.

- Necesidad de un elevado número de labores para el control de malezas antes y después de la siembra.
- Reducida cobertura del suelo durante el barbecho y las primeras etapas del cultivo.
- Baja producción de residuos en la cosecha y su rápida descomposición.

Estas características propias del cultivo y de las prácticas de manejo predominantes en la Región, unida a la susceptibilidad de los suelos y condiciones climáticas de lluvias intensas hacen que en vastos sectores se desarrollen acelerados procesos de:

- Deterioro de las condiciones físicas de la capa arable, encostramiento superficial y baja infiltración del agua.
- Elevadas pérdidas de agua por escurrimiento superficial.
- Severas pérdidas de suelo por erosión.

Estos problemas hacen que el cultivo de soja sea mucho más riesgoso que el maíz, el sorgo y los cereales de invierno para la conservación de la capacidad productiva de los suelos.

Es necesario destacar que estos efectos indeseables no son producidos por la planta de soja en sí, sino más bien son consecuencias del uso generalizado de prácticas de manejo tradicionales que no responden a las necesidades de las distintas condiciones de suelo y sistemas productivos. Actualmente es necesario revertir esta situación, el objetivo básico del manejo de suelos es reunir para cada lote de producción toda la tecnología disponible y diseñar el sistema de manejo

* *Ingeniero Agrónomo, EEA Marcos Juárez/INTA, Córdoba, Argentina.*

que responda a sus necesidades. De esta manera es posible alcanzar un alto rendimiento, conservar los recursos naturales y asegurar la rentabilidad del agricultor en el largo plazo.

MÉTODOS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA

En los últimos años los métodos de labranza evolucionaron rápidamente, transformándose en uno de los aspectos del manejo del suelo que mayor atención recibe por parte de técnicos y agricultores.

Los métodos tradicionales de suelo desnudo, uso intensivo de labores mecánicas para control de malezas y preparación de camas de siembra excesivamente refinadas están siendo reemplazados por métodos de labranza conservacionista. Estos están diseñados para proveer una superficie de suelo rugosa y protegida por una cubierta de residuos capaz de resistir el impacto de la lluvia y el viento.

Entre estos métodos modernos la siembra directa representa el caso más extremo donde sólo se labra para colocar la semilla en óptimas condiciones de germinación. Entre la siembra directa y la labranza convencional o tradicional existe una gama casi infinita de combinaciones de labores que definen distintos sistemas de labranza, cada una de ellas responde a las necesidades de distintos sistemas productivos.

La continua aparición en el mercado de nuevos agroquímicos, equipos de labranza y siembra, cultivos y nuevas técnicas de control de plagas, permiten aumentar constantemente el número de alternativas. A fin de describir los distintos sistemas de labranza se los puede agrupar en tres grandes categorías:

Sistemas de labranza convencionales

Se caracterizan por una labor básica de arado de rejas o de discos que entierra casi todos los residuos, seguida por un número variable de labores secundarias con rastras de discos y/o cultivadores que mantienen el suelo libre de malezas durante el período de barbecho. La cama de siembra es generalmente, muy refinada y

libre de residuos. Los equipos de siembra y labores culturales comunes pueden operar sin dificultades.

A pesar de ser los de más alto riesgo de erosión y degradación del suelo, son aún los más utilizados. La introducción de algunas variantes permite reducir sus efectos indeseables y hacerlos adecuados para ciertas condiciones de suelos. Entre las más difundidas están:

- a) Demorar la labor primaria de arado lo más posible de manera que los residuos del cultivo anterior cubran el suelo el mayor tiempo antes de preparar la cama de siembra.
- b) Reemplazar las labores secundarias de rastras de discos por cultivadores de campo. Esto permite reducir la pulverización del suelo y mantener la superficie rugosa.
- c) Utilizar equipos de siembra adecuados para operar sobre suelo rugoso.
- d) Reducir el número total de labores al mínimo indispensable, reemplazando parte de ellas por herbicidas para el control de malezas.

Sistemas de labranza bajo cubierta

Se caracterizan por el uso de labores mecánicas que permiten roturar la capa arable dejando en superficie el mayor porcentaje posible de residuos. La labor principal se realiza con arado de cinceles o rastras pesadas de discos ya sea que se desee roturar en profundidad o en forma superficial. Las labores secundarias se realizan preferentemente con cultivadores de campo. La cama de siembra permanece rugosa y con un nivel de cobertura de un 20 a 60 por ciento dependiendo del volumen inicial de residuos, del largo del período de barbecho y el número de labores secundarias.

Estos métodos de labranza presentan numerosas variables, que se diferencian fundamentalmente por el número de labores y en la proporción de residuos que logran mantener en superficie. La siembra requiere equipos especialmente adaptados para operar sobre la cubierta de residuos.

Estos métodos se adaptan mejor a suelos de textura media o liviana. En suelos pesados y húmedos el control de malezas es más difícil excepto si se complementa con uso de herbicidas. Actualmente la labranza bajo cubierta es el método más difundido entre los de tipo conservacionista. Su costo operativo es generalmente menor que los convencionales y bien utilizados permiten reducir considerablemente el riesgo de erosión.

Siembra directa

Se caracteriza por mantener todos los residuos en superficie convenientemente distribuidos controlando las malezas con herbicidas hasta la siembra. Esta se realiza con equipos especialmente adaptados para abrir un surco en el suelo sin roturar y colocar la semilla en íntimo contacto con el suelo húmedo. Desde el punto de vista de la conservación del suelo es el más eficiente ya que prácticamente elimina el riesgo de erosión aún en pendientes pronunciadas, el aprovechamiento del agua se optimiza. Su uso está en expansión en distintas áreas, especialmente para el doble cultivo de soja sobre trigo. En esta secuencia ofrece la ventaja adicional de una siembra más oportuna inmediatamente después de cosechado el trigo.

EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE EL SUELO

El concepto más importante que define los sistemas de labranza conservacionistas es la cantidad de residuos que dejan en la superficie. Esto depende, fundamentalmente, del sistema de labranza y del cultivo anterior como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de suelo cubierto a la siembra

Sistema de labranza	Cultivo anterior		
	Maíz	Soja	Trigo
Labranza Convencional	5	2	5
Labranza Bajo Cubierta	20-40	10-20	20-30
Siembra Directa	60-80	40-60	70-90

La cobertura de residuos evita el impacto de la lluvia sobre el suelo y la desagregación de su estructura superficial. Esto tiene un efecto directo en la infiltración del agua y por consiguiente disminuye el escurrimiento y el arrastre del suelo, como se observa en los Cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Pérdidas de agua y suelo durante el ciclo de la soja en parcelas con tres por ciento de pendiente con lluvia artificial aplicada en distintos estados del crecimiento durante el ciclo de cultivo.

Sistema de labranza	Lluvia total aplicada mm	Agua perdida %	Suelo perdido t/ha
Labranza Convencional	285	62	6,9
Siembra Directa	285	37	1,8

Fuente: EEA Marcos Juárez/INTA

Cuadro 3. Pérdidas de suelo durante el ciclo del cultivo de soja en t/ha en parcelas de escurrimiento, con lluvia natural.

Tipo de suelo	Suelo sin cultivo t/ha	Soja con labranza convencional t/ha	Soja con Siembra Directa t/ha
Región Sur de Brasil	65	5,4	0,8
Región Norte de Brasil	49	9,0	5,0

Fuente: EMBRAPA/CNPT (1984).

En general, la cobertura de residuos puede reducir el escurrimiento entre un 50 a 80 por ciento dependiendo de su volumen y la intensidad de las lluvias en suelos con pendiente moderada. La siembra directa sin cobertura puede presentar un volumen de escurrimiento mayor que la labranza convencional, por lo cual su éxito depende del volumen de residuos en superficie.

La evaporación de agua a través de la superficie del suelo puede significar hasta un 50 por ciento de las pérdidas totales en un lote de soja, durante el ciclo del

cultivo. Una adecuada cobertura de residuos es el medio más eficiente de reducirlos. La evaporación a través de una cubierta, es mucho menor que desde la superficie desnuda del suelo, especialmente cuando éste tiene un alto grado de humedad o agua libre en superficie. A medida que la superficie se seca las diferencias son menores tendiendo a igualarse durante el período prolongado sin lluvias. El efecto más importante de la cobertura es durante los días posteriores de cada lluvia permitiendo que el agua infiltre a mayor profundidad y que las plantas en crecimiento la aprovechen en mayor proporción.

Los métodos de labranza conservacionista, especialmente la siembra directa, producen una mayor estabilidad de agregados del suelo y un incremento del contenido de materia orgánica especialmente en los primeros cm de profundidad. El uso continuado de labores superficiales de rastras de discos o de la siembra directa puede producir un incremento de la

densidad aparente en la capa arable con un efecto negativo en el desarrollo radicular. En estos casos es necesario alternar estos sistemas con labores de arado de cinceles.

La evaluación de cualquier sistema de labranza, en definitiva, es evaluado por su rendimiento. Desafortunadamente los rendimientos de los sistemas de labranza conservacionistas a veces son contradictorios tanto en parcelas experimentales como en lotes de productores. En la mayoría de los casos esto se debe a que estos sistemas requieren un manejo más intensivo que la labranza convencional. Factores como el control de malezas, compactación del suelo, fallas de equipos de siembra son las causas más frecuentes de los resultados adversos. Sin embargo con un manejo adecuado, los rendimientos son iguales o superiores a los de la labranza convencional.

Cuadro 4. Rendimiento de soja continua durante nueve años con distintos sistemas de labranza y su efecto sobre las condiciones del suelo.

Sistema de Labranza	Rendimiento Kg/ha	Contenido 0-5 cm %	Materia Orgánica 0-15 cm %	pH	Densidad aparente g/cm ³
Labranza Convencional	2476	2,79	2,77	5,9	1,1
Labranza Bajo Cubierta	2462	2,97	2,74	6,1	1,1
Siembra Directa	2335	3,48	2,91	6,0	1,3

Fuente: EEA Marcos Juárez

El desarrollo de sistemas de labranza conservacionista, incluyendo la siembra directa debe realizarse teniendo en cuenta el tipo de suelo, las condiciones ambientales y los sistemas de producción locales. Es muy poco frecuente que un mismo sistema pueda aplicarse en distintas áreas sin modificaciones. (Cuadros 4 y 5)

Cuadro 5. Rendimiento de soja sobre trigo durante 12 años con distintos sistemas de labranza y efecto sobre las condiciones del suelo.

Sistema de Labranza	Rendimiento soja Kg/ha	Rendimiento trigo Kg/ha	Materia Orgánica o/o	Densidad aparente g/cm ³	Índice agregación
Labranza Convencional	1858	1822	2,77	1,1	0,055
Siembra Directa	1960	2089	2,80	1,2	0,10

Fuente: EEA Marcos Juárez/INTA

ROTACIONES DE CULTIVOS

Generalmente el cultivo de soja alcanza sus mayores rendimientos cuando se lo realiza en rotación con otras especies. En la región pampeana de Argentina el rendimiento de soja aumenta un 10 por ciento cuando sigue a maíz o sorgo comparado con el monocultivo. Resultados similares se logran cuando se intercala maíz en el doble cultivo Trigo/Soja. Los cultivos acompañantes también se ven favorecidos en igual o mayor proporción, especialmente en suelos pobres en N. Un mejor aprovechamiento del agua y del N. y una menor incidencia de malezas y plagas explican en gran parte estas diferencias.

La conservación del suelo también se ve favorecida por la inclusión de maíz y sorgo en la rotación por aportes de residuos y cobertura que realizan. Esto tiene efectos en el contenido de materia orgánica en el largo plazo como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Contenido de materia orgánica en la capa arable después de nueve años de cultivo con distintas rotaciones.

Contenido de materia orgánica	Soja continua	Maíz continuo	Soja-Maíz	Trigo/Soja Maíz	Trigo/Soja
%	2,63	2,95	2,78	3,05	2,96

Fuente: EEA Marcos Juárez/INTA.

ROTACIONES DE CULTIVOS Y SISTEMAS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA

El éxito de los sistemas de manejo de suelo para soja en el largo plazo dependen frecuentemente de la rotación conjunta de cultivos y sistemas de labranza. El monocultivo y el uso continuado de un mismo tipo de labranza generalmente causa problemas de:

- Desarrollo de capas endurecidas a distintos niveles de profundidad que dificultan el desa-

rollo de las raíces y la infiltración. Esto es muy frecuente en los sistemas de labranzas superficiales con rastras de discos y en la siembra directa.

- Dificultades para incorporar fertilizantes o correctores de suelo.
- Predominancia de las malezas de difícil control con herbicidas.
- Disminución de rendimientos por creciente incidencia de plagas y enfermedades.
- Mayor riesgo económico en años climáticamente adversos.

De acuerdo con las posibilidades ecológicas y económicas de cada área es necesario decidir las especies que pueden rotarse junto con soja. Teniendo en cuenta los ciclos de cada uno podrán diseñarse distintas combinaciones de uno o más cultivos por año. Para cada uno, se utiliza el método de labranza más adecuado, teniendo en cuenta todas las posibilidades, desde la labranza convencional a la siembra directa.

A fin de realizar recomendaciones a los agricultores se considera necesario tener como mínimo cinco años de experiencia y comenzar la difusión en áreas limitadas.

Los costos comparativos de producción entre las distintas alternativas de manejo es fundamental para la adopción por parte de los agricultores, como así también el nivel de manejo que éstos poseen y la disponibilidad de los insumos necesarios, especialmente agroquímicos y equipos mecánicos.

Correção e fertilização do solo para soja

por Gedi Jorge Sfredo e Áureo Francisco Lantmann *

INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura anual, muito exigente em todos os macronutrientes essenciais. Para que os nutrientes possam ser eficientemente aproveitados pela cultura devem estar presentes no solo em quantidades suficientes e em relações equilibradas. A insuficiência ou o desequilíbrio entre os nutrientes pode resultar numa absorção deficiente de alguns e excessiva de outros nutrientes.

Para que esse equilíbrio seja alcançado e mantido é necessário que certas práticas como calagem e adubação sejam empregadas de maneira racional. Em várias regiões do país, essas práticas têm sido satisfatórias, quando embasadas em análise do solo.

Nos últimos anos a pesquisa na área de Nutrição Mineral e Fertilidade do Solo do CNPSo, tem obtido

resultados que, aliados a observações práticas junto aos produtores e à assistência técnica, chegou a modificar as recomendações técnicas nesta área.

Com o objetivo de mostrar os resultados, obtidos pela pesquisa nos últimos anos, foi elaborado este trabalho que, também, servirá para apresentação de palestras aos técnicos da assistência técnica e extensão rural.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

Extração e exportação de nutrientes

No Quadro 1 estão apresentados os valores comparativos da extração de N, P e K pela soja, em relação ao trigo, milho e girassol, demonstrando que, entre as culturas estudadas, somente o girassol extrai mais fósforo e potássio que a soja.

Quadro 1 Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O extraídas por quatro culturas, para cada 1000 Kg de grãos produzidos. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR 1985.

Culturas	Produção de grãos em kg	kg			Fontes
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Soja	1000	77	14	38	Cordeiro et al. (1979)
Girassol	1000	52	26	51	Machado (1979)
Trigo	1000	29	8	10	Semihnenko et al. (1960) ¹
Milho	1000	29	5	36	Andrade et al. (1977)

¹ Citado por Vrânceanu (1977)

* Engenheiros Agrônomos. Pesquisadores de CNPSo/ EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil.

O Quadro 2 mostra as quantidades de nutrientes absorvidos pela soja, relatadas por Bataglia & Mascarenhas (1977). De acordo com esses autores, a extração de nutrientes pela parte aérea da planta (grãos + palha) obedece a seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg > P > S$. Entretanto, dos macronutrientes, 80 por cento de N, 87 por cento de P, 56 por cento de K, 15 por cento de Ca, 22 por cento de Mg e 65 por cento de S são exportados pelos grãos, o que, com base na quantidade dos nutrientes exportados, a ordem se altera: $N > K > P > Ca > Mg = S$.

Quadro 2. Extração e exportação de nutrientes em plantas de soja para uma produção de 1.000 kg de grãos. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1985.

Nutrientes	Extração				Exportada	
	Grãos e palha		Grãos		grãos	
	A ¹	B ²	A ¹	B ²	A ¹	B ²
	kg				%	
N	76,0	77,4	64,0	64,4	84,2	83,2
P	5,7	6,0	5,0	4,7	87,0	78,3
K	32,0	32,5	18,0	16,5	56,3	50,8
Ca	20,0	12,8	3,0	3,2	15,0	25,0
Mg	9,1	4,4	2,0	2,2	22,0	50,0
S	3,1	7,7	2,0	2,3	65,0	30,0
	g				%	
B	77,0	-	24,0	-	31,2	-
Cl	515,0	-	237,0	-	46,0	-
Cu	26,0	-	14,0	-	53,8	-
Fe	460,0	-	115,0	-	25,0	-
Mn	130,0	-	43,0	-	33,1	-
Mo	6,0	-	5,0	-	83,3	-
Zn	61,0	-	43,0	-	70,5	-

Fontes: 1A. Bataglia & Mascarenhas (1977)
2B. Cordeiro et al. (1979)

Cordeiro et al. (1979) encontraram para N, P e K valores próximos aos encontrados por Bataglia & Mascarenhas (1977). Para exportação de macronutrientes a ordem decrescente também é a mesma.

O Quadro 3 mostra as concentrações de nutrientes usadas para diagnóstico foliar como auxílio às análises de solo para recomendações de adubação.

Quadro 3. Concentrações de nutrientes usadas na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja do terço superior no início do florescimento¹. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1985.

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Bezo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
	%				
N	<3,25	3,25 - 4,00	4,01 - 5,50	5,51 - 7,00	>7,00
P	<0,16	0,16 - 0,25	0,26 - 0,50	0,51 - 0,80	>0,80
K	<1,25	1,25 - 1,70	1,71 - 2,50	2,51 - 2,75	>2,75
Ca	<0,20	0,20 - 0,35	0,36 - 2,00	2,01 - 3,00	>3,00
Mg	<0,10	0,10 - 0,25	0,26 - 1,00	1,01 - 1,50	>1,50
S	<0,15	0,15 - 0,20	0,21 - 0,40	0,40	-
	ppm				
Mn	<15	15 - 20	21 - 100	101 - 250	>250
Fe	<30	30 - 50	51 - 350	351 - 500	>500
B	<10	10 - 20	21 - 55	56 - 80	>80
Cu	<5	5 - 9	10 - 30	31 - 50	>50
Zn	<11	11 - 20	21 - 50	51 - 75	>75
Mo	<0,5	0,5 - 0,9	1,0 - 5,0	5,1 - 10	>10

1 Valores de concentrações médias utilizadas para interpretação de análises de folhas de soja, nas Universidades de Purdue, Michigan, Minnesota, Missouri, Ohio e Wisconsin apresentados por Peck, 1979.

Os valores considerados suficientes ou médios, nesse quadro, devem ser usados apenas como uma indicação complementar à análise do solo. Isto deve ser levado em conta, pois em casos de pouco desenvolvimento das plantas pode resultar em uma concentração de nutrientes nas folhas em nível adequado devido ao efeito de diluição dentro da planta.

Acúmulo de nutrientes na planta

Antes de descrever alguns aspectos inerentes à absorção de nutrientes pela soja é necessário tecer algumas considerações a respeito da sua curva de crescimento. A Figura 1 mostra, através da análise de regressão, os pontos de máximo acúmulo e o ponto de inflexão do peso da matéria seca de plantas de soja

('IAC 2'). Vê-se que o ponto de inflexão calculado (idade da planta onde o crescimento é acelerado) ocorre aos 61 dias e que o ponto de maior acúmulo de matéria seca ocorre aos 36 dias após a emergência. É preciso considerar que as observações exemplificadas foram feitas em cultivar de hábito de crescimento indeterminado. Em planta de hábito determinado, cujo crescimento cessa na floração, é provável que os pontos acima referidos assumam outras posições na curva.

De Mooy et al. (1973) afirmam que a composição química da planta de soja, bem como o peso de grãos em relação à parte vegetativa e às raízes, podem variar com a latitude, com o tipo de solo, com o clima e com a cultivar. Esta pode ser a explicação para as diferenças na determinação dos pontos de máximo acúmulo encontrados por vários autores (Mascarenhas, 1972: 60-80 dias; e Cordeiro et al., 1979: 96 dias).

Ainda pela Figura 1 pode-se observar que o intervalo do ponto de inflexão ao ponto de máximo acúmulo de

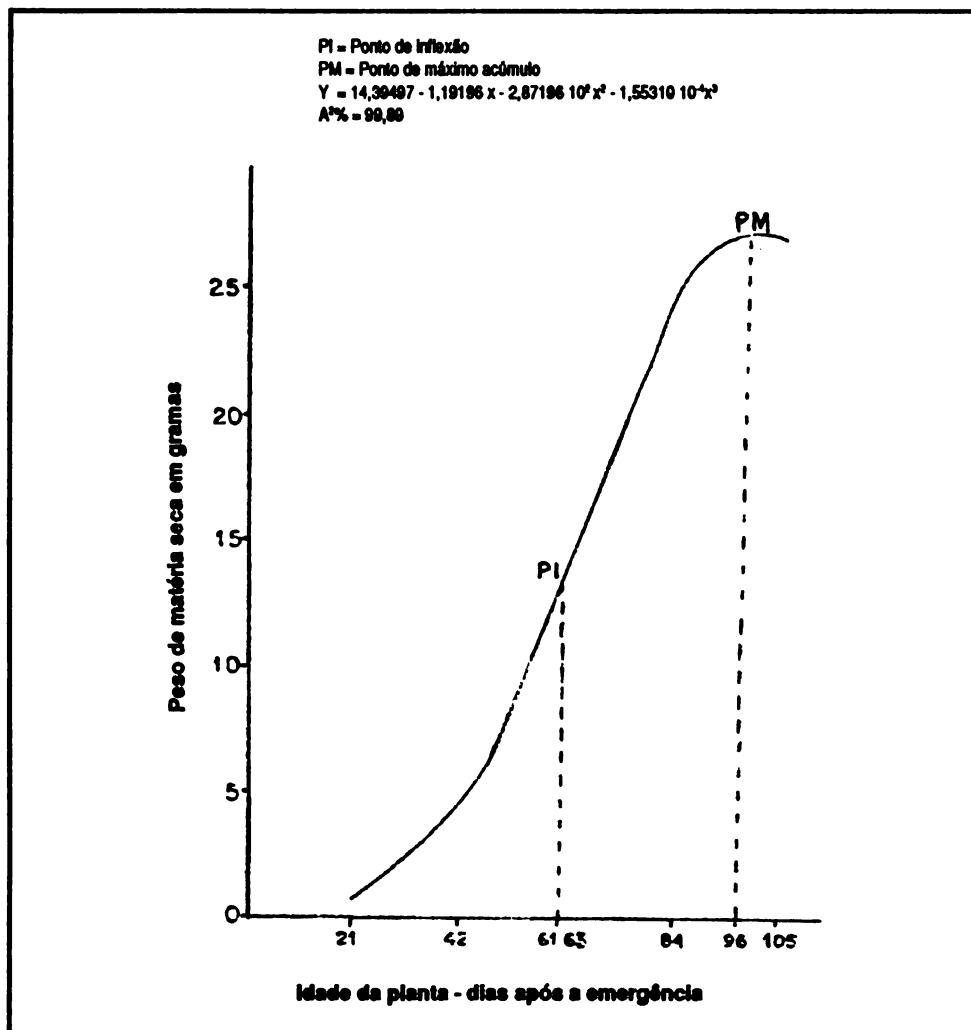


Figura 1. Pontos de máximo acúmulo e ponto de inflexão do peso da matéria seca de plantas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade.
 Fonte: Cordeiro et al, 1979.

matéria seca é de 35 dias. Este período, que compreende da floração ao enchimento das vagens, constitui o "período crítico" da cultura que fatores adversos como estiagem, carência nutricional, ataque de pragas e doenças podem reduzir drasticamente a produção de grãos.

Absorção de nitrogênio

A absorção de nitrogênio, segundo Cordeiro et al. (1979), é medida pela quantidade acumulada nas folhas

e caules de soja, conforme mostrado na Figura 2, e, é crescente até atingir o ponto de máximo acúmulo, que é de 87 dias para os caules e de 83 dias para as folhas. Nestas, o maior acúmulo de nitrogênio atinge o valor de 383 mg/planta. A partir daí decresce atingindo 172 mg/planta aos 105 dias, devido à translocação do nutriente para os grãos em formação. A maior velocidade de absorção ocorre aos 53 dias, correspondendo ao ponto de inflexão da curva. Nesta época, a quantidade extraída corresponde a 199 mg de nitrogênio, ou seja, 52 por cento da quantidade máxima calculada. Os pontos de máximo acúmulo encontrados estão de

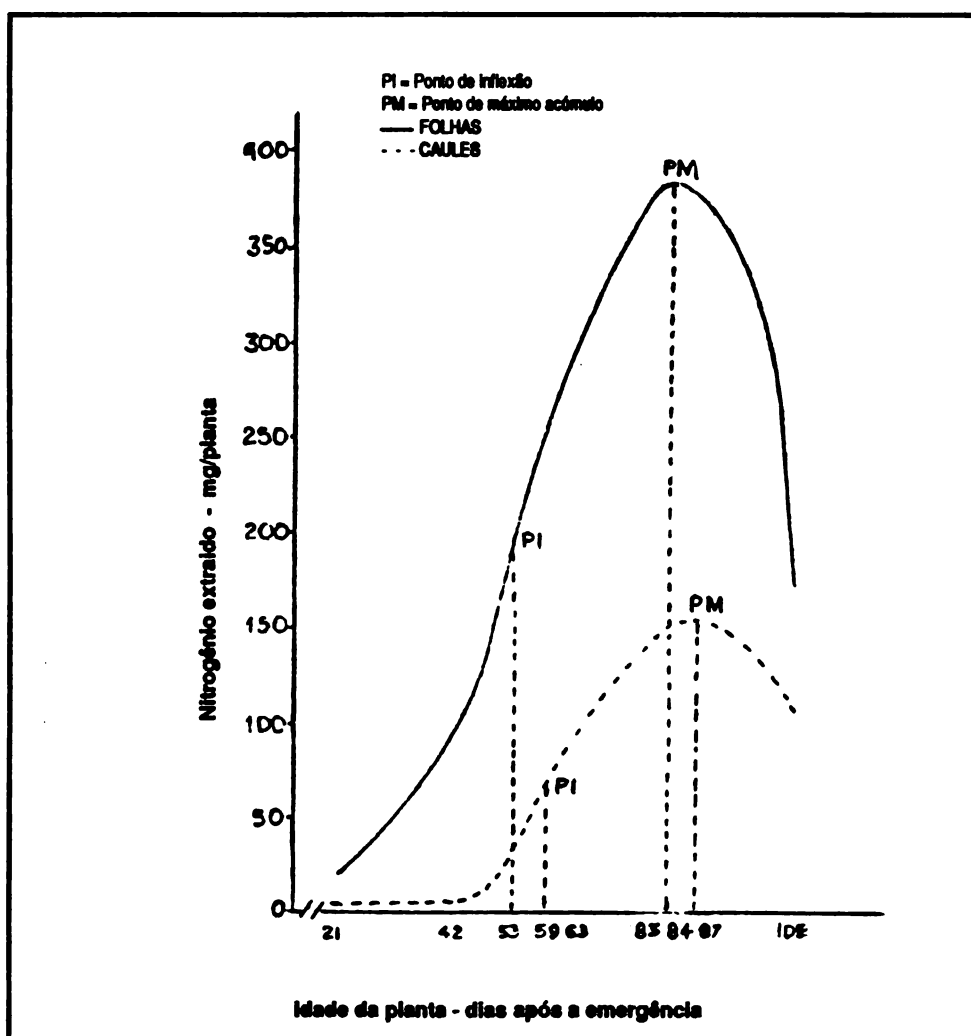


Figura 2. Pontos de máxima inflexão da extração de nitrogênio, pelas folhas e caules de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade. Fonte: Cordeiro et al, 1979.

acordo com dados obtidos anteriormente por Harway & Weber (1971) e Mascarenhas (1972).

Pelos resultados em questão, vê-se que num período de 30 dias, que é a diferença entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo acúmulo, a planta extrai cerca de 50 por cento das suas necessidades de nitrogênio, enquanto que os outros 50 por cento são absorvidos desde a emergência até o ponto de inflexão (53 dias). Pelo exposto, torna-se claro que a fase crítica para suprimento de nitrogênio se inicia a partir dos 40 dias após a emergência, prolongando-se até o ponto de máximo acúmulo.

Absorção de fósforo

A extração de fósforo, medida pelo seu acúmulo nas folhas de soja, como é mostrado na Figura 3 é relativamente lenta até os 52 dias após a emergência (ponto de inflexão da curva). Até então, segundo Cordeiro et al (1979), há uma extração correspondente a cerca de 14 mg de fósforo/planta ou seja 51,50 por cento do total extraído. Conforme o mesmo autor, o ponto de máximo acúmulo ocorre aos 82 dias após a emergência, com uma extração de cerca de 27,4 mg de fósforo.

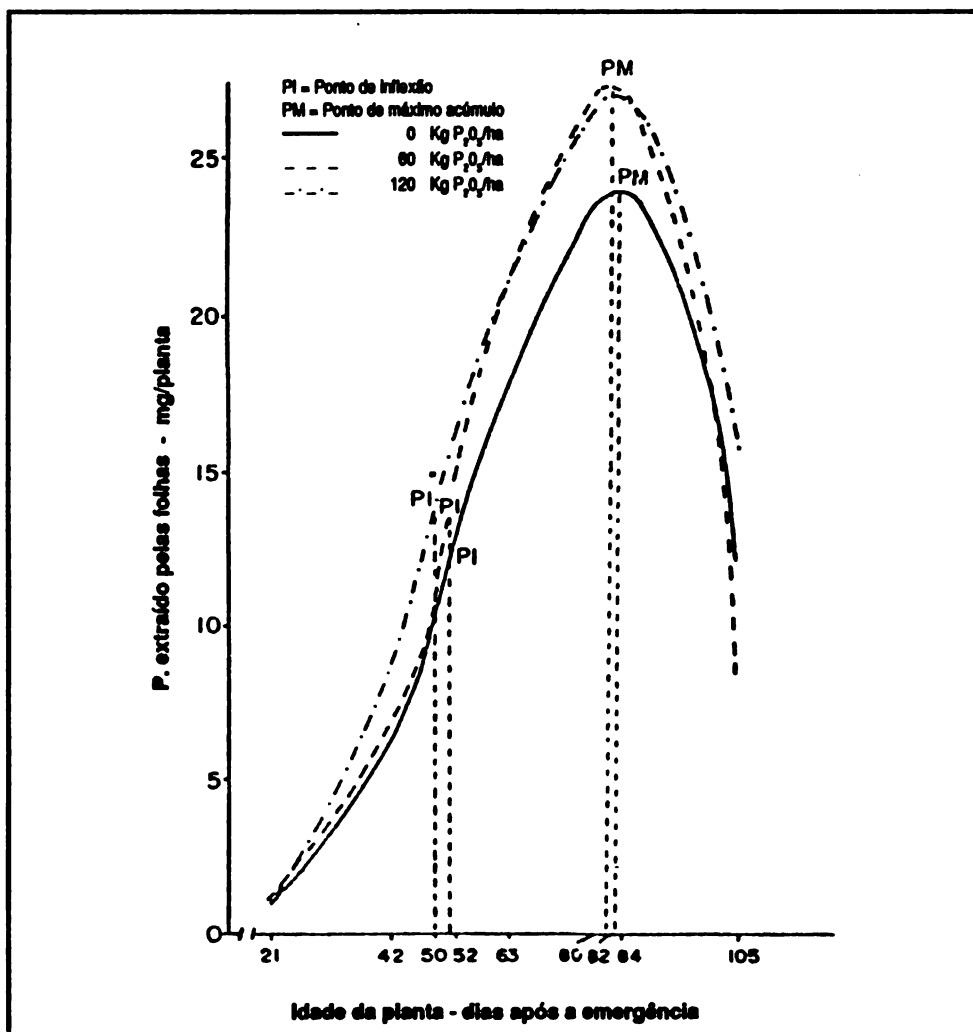


Figura 3. Pontos de inflexão e de máxima extração de fósforo pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta de três doses de fósforo. Fonte: Cordeiro et al., 1979.

A curva de acúmulo de fósforo nas folhas é semelhante à da matéria seca, isto é, no início a absorção é lenta, crescendo rapidamente até o início do enchimento das vagens (Cordeiro et al. 1979). O "período crítico" para o fósforo, na cultivar estudada por Cordeiro et al. (1979), foi de 30 dias, indicando que o suprimento desse nutriente deve estar disponível a partir de 40 dias após a emergência.

Absorção de potássio

O acúmulo de potássio nas folhas de soja, conforme é mostrado na Figura 4, é influenciado pelas doses de fósforo aplicadas no solo (Cordeiro et al. 1979). Neste caso, o ponto de inflexão da curva de absorção (44 dias) foi influenciado pela dose de 120 kg de P_2O_5/ha , enquanto o ponto de máximo acúmulo ocorreu aos 80

dias de idade da planta. A diferença de 36 dias entre os dois pontos, corresponde ao "período crítico" de absorção de potássio pela planta. A extração de potássio foi mais intensa quando a planta esteve submetida à maior dose de fósforo no solo.

Miller et al. (1961) estudaram as relações entre concentrações de fósforo e de potássio, em folhas e caules de soja e verificaram uma correlação altamente positiva entre os dois elementos e, também entre o teor de potássio nas folhas e a produção de grãos. Entretanto, Cordeiro et al. (1979) observaram que os teores de potássio no tecido da planta não apresentaram correlação com a produção de grãos, concluindo que a dose mais elevada de fósforo no solo (120 kg/ha) proporciona um "consumo de luxo" de potássio pela planta.

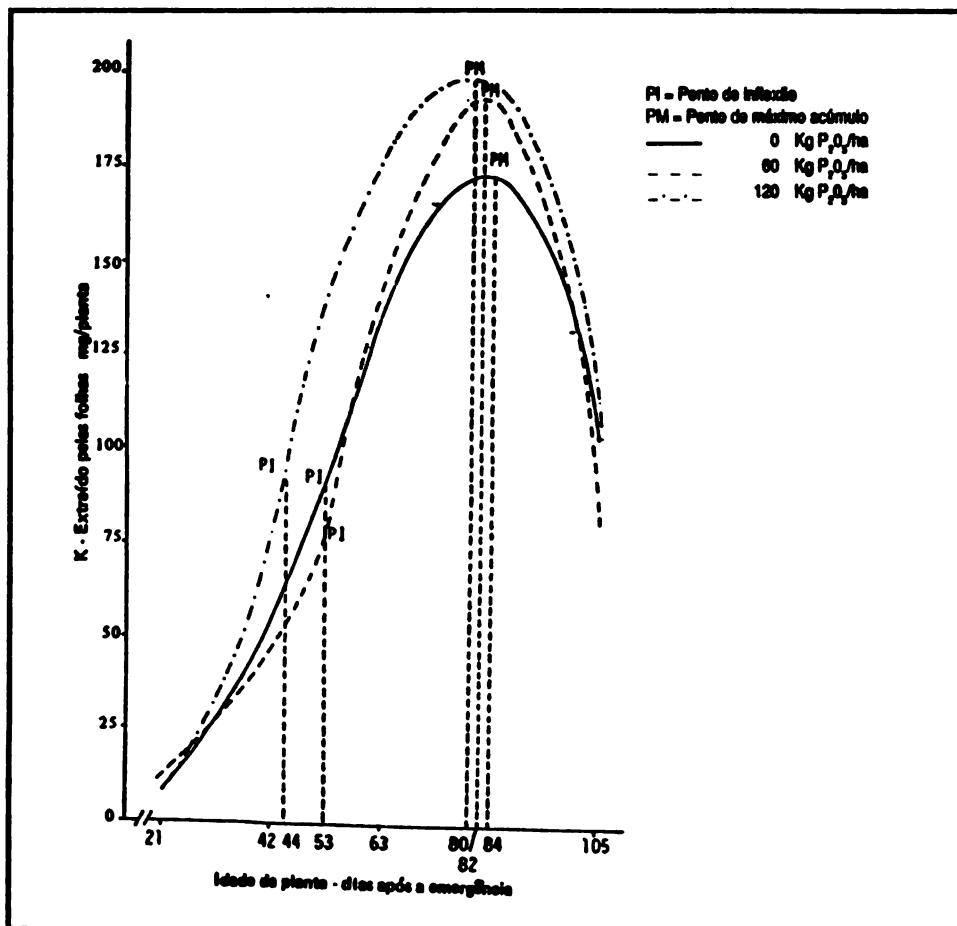


Figura 4. Pontos de inflexão e de máxima extração de potássio pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Fonte: Cordeiro et al, 1979

Absorção de cálcio

Na Figura 5 observa-se que, nos tratamentos, com zero e 60 kg de P_2O_5 /ha, o acúmulo de cálcio nas folhas é semelhante, até 56 a 59 dias de idade. Porém, na dose de 120 kg/ha de P_2O_5 , parece haver uma antecipação do ponto de inflexão (Cordeiro et al. 1979). Segundo estes autores, durante esse período (da emergência até o ponto em que a absorção é acelerada), independentemente dos tratamentos utilizados, ocorre a absorção de 50 por cento da quantidade de cálcio acumulada nas folhas. Conforme Cordeiro et al. (1979), nas folhas das plantas que não

receberam fósforo na adubação, o ponto de máxima extração de cálcio ocorreu aos 91 dias, enquanto nos outros tratamentos houve uma antecipação de quatro dias. O acúmulo de cálcio nas folhas parece que é inibido pela aplicação crescente de fósforo no solo. Evans et al. (1950) verificaram que teores insuficientes ou mesmo ausência de cálcio na solução nutritiva provoca aumentos do teor de magnésio, fósforo, potássio e boro nas folhas de soja, o que indica a existência de interação entre o fósforo e o cálcio na nutrição da soja. Não foi encontrada literatura específica abordando esse tipo de interação.

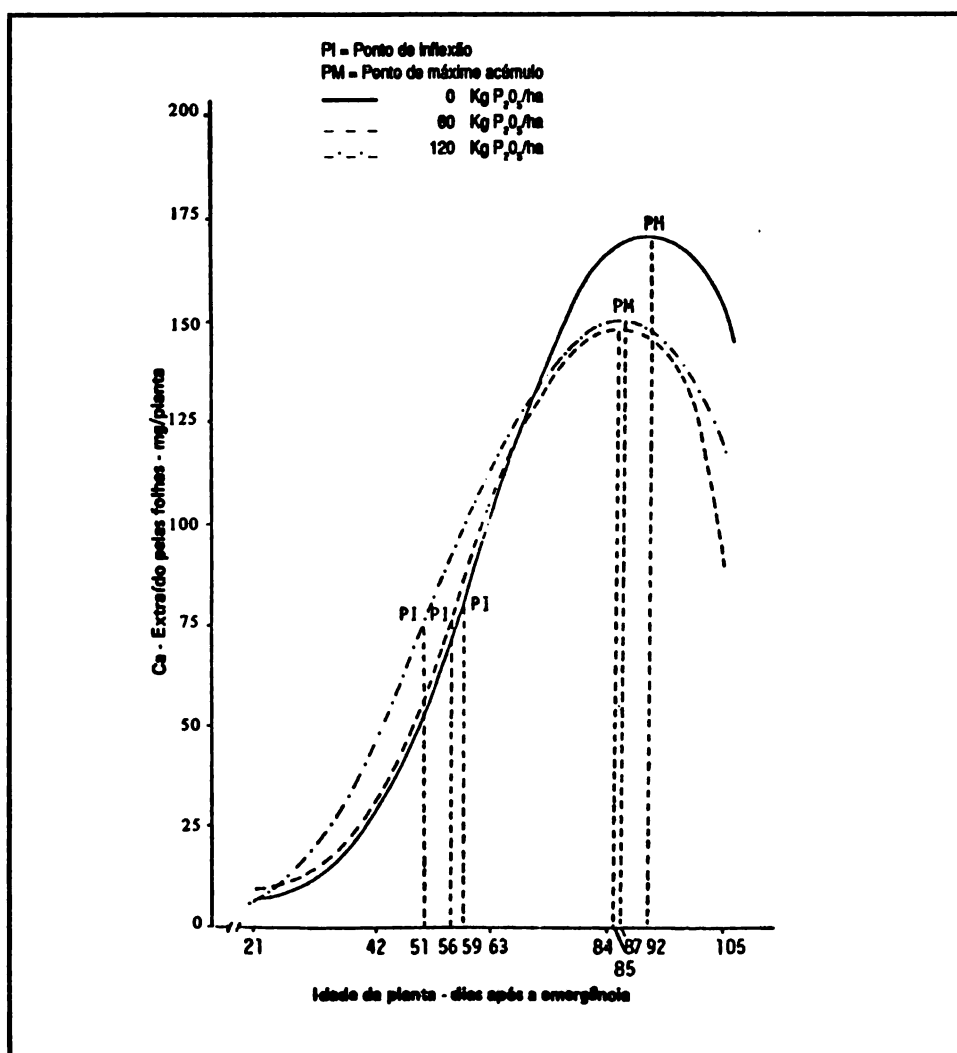


Figura 5. Pontos de inflexão e de máxima extração de cálcio pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Fonte: Cordeiro et al, 1979

Absorção de magnésio

De acordo com Cordeiro et al. (1979), o acúmulo de magnésio nas folhas, tanto com zero como com 60 kg/ha de P_2O_5 , é contínuo e igual até os 63 dias após a emergência (Figura 6). A extração de magnésio, neste período, sob a influência da dose de 120 kg/ha de P_2O_5 , é paralela e superior as doses zero e 60 kg/ha. Após os 63 dias, ocorre inversão na extração de magnésio, isto é, à medida que aumenta o teor de fósforo no solo, diminui a concentração de magnésio

nas folhas. Aos 83 dias de idade, ocorre os pontos de máximo acúmulo nas folhas de plantas que receberam 60 a 120 kg/ha de P_2O_5 , sendo que o menor valor de magnésio acumulado (56 mg/planta) foi encontrado no tratamento com maior quantidade de fósforo. As folhas das plantas que não receberam fósforo, acumularam maior teor de magnésio (62 mg/planta) no ponto de máximo extração aos 90 dias de idade. Muitos investigadores afirmam que o magnésio funciona como vetor na absorção de fósforo pela planta. Os resultados obtidos por Cordeiro et al (1979) confirmam

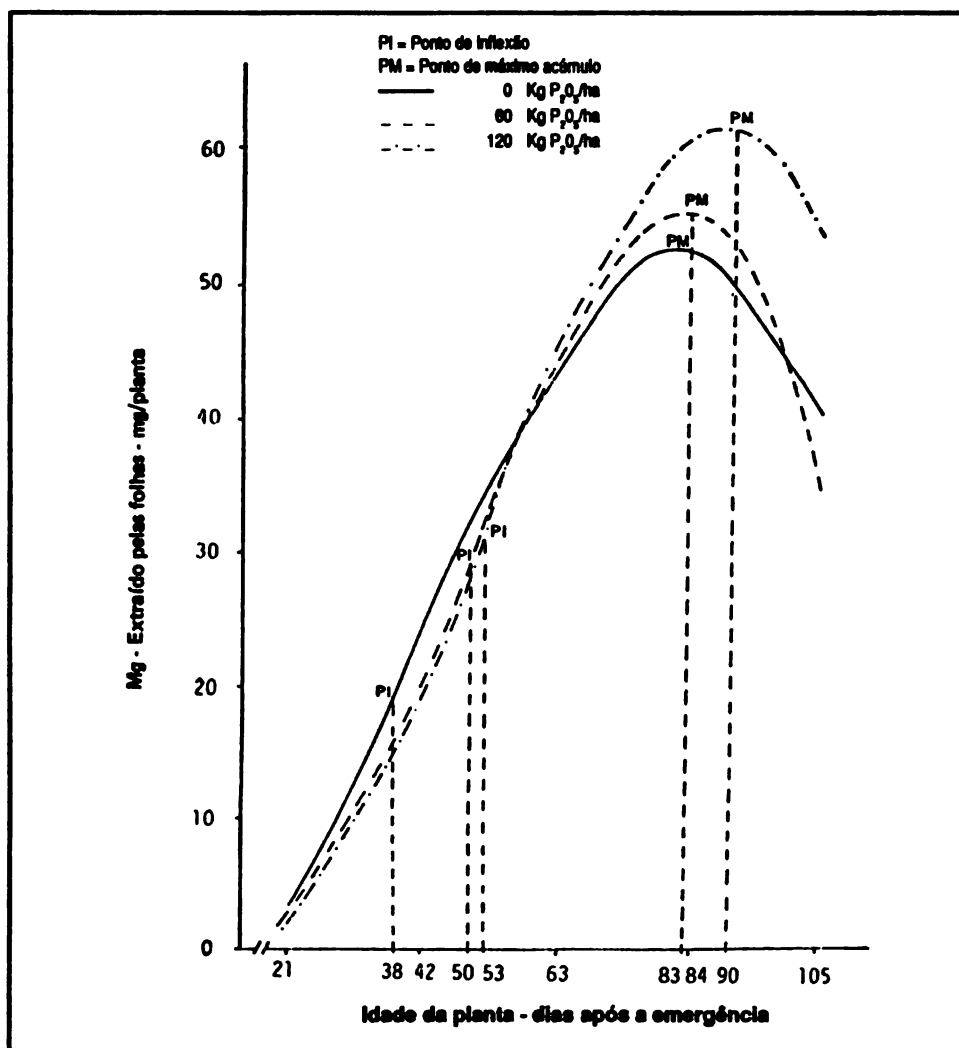


Figura 6. Pontos de inflexão e de máxima extração de magnésio pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC - 2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Fonte: Cordeiro et al., 1979.

a existência de uma possível interação dos dois íons. Embora existam na literatura inúmeros trabalhos mostrando os efeitos benéficos do magnésio na absorção de fósforo pela planta, inexistem investigações que mostrem o efeito do fósforo na absorção do magnésio. Em vista desse fato, formula-se a hipótese de que o magnésio acumulado até os 63 dias de idade é translocado para os órgãos reprodutivos, que aparecem em maior quantidade nas plantas que receberam doses maiores de fósforo (Cordeiro et al. 1979).

Absorção de enxofre

O acúmulo de enxofre nas folhas, de acordo com Cordeiro et al. (1979) aumentou a partir dos 21 dias de idade, com quantidades semelhantes para as plantas dos tratamentos zero a 60 kg de P_2O_5/ha (Figura 7). Os pontos de inflexão encontram-se em torno dos 53 dias de idade. As plantas que receberam 120 kg de P_2O_5 , tiveram um acúmulo de enxofre mais acentuado após os 21 dias, atingindo o ponto de inflexão aos 45 dias de idade, com um teor de oito mg de enxofre por planta.

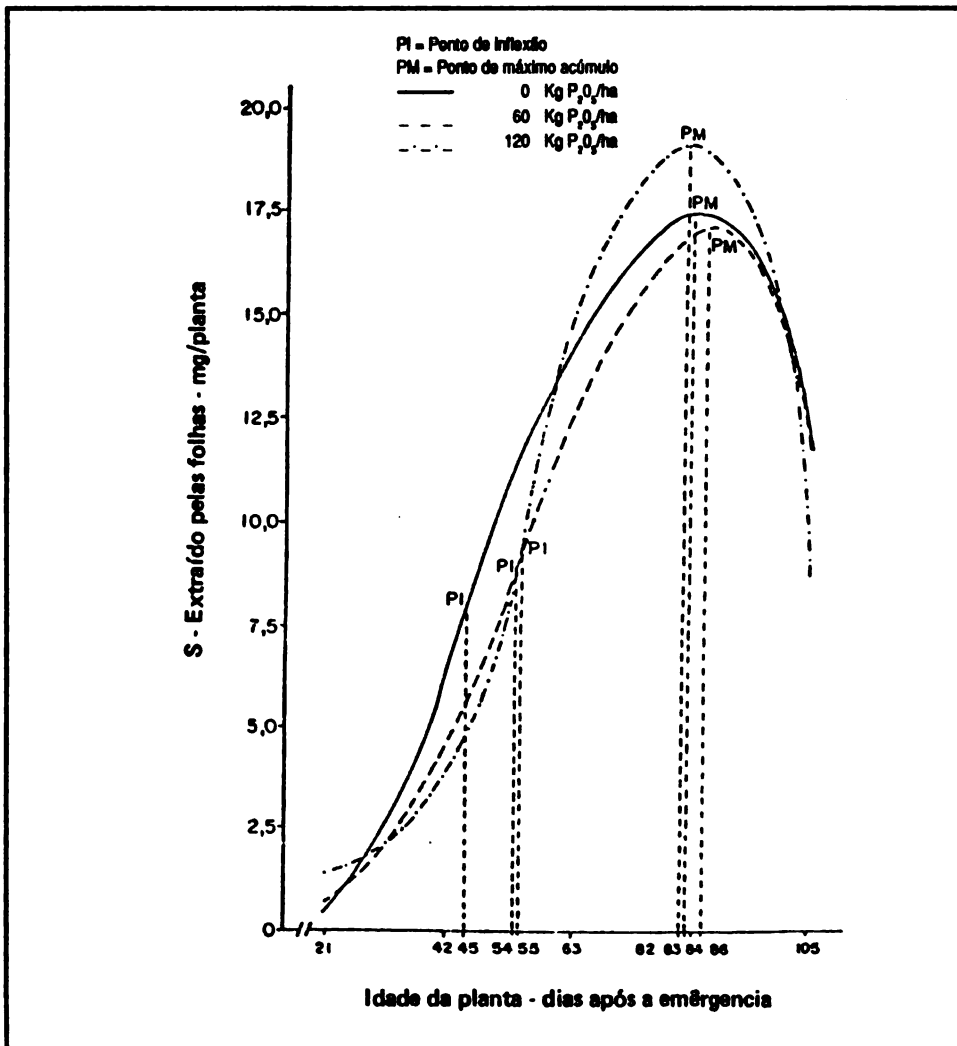


Figura 7. Pontos de inflexão e de máxima extração de enxofre pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Fonte: Cordeiro et al., 1979.

A partir dos pontos de inflexão, as plantas aceleraram a absorção, atingindo os pontos de máximo acúmulo em torno de 82 a 86 dias de idade. A dose de 60 kg de P_2O_5 proporcionou um aumento na concentração de enxofre nas folhas de soja (19 mg/planta). Infelizmente, a literatura a respeito do comportamento do enxofre na planta, em presença de diferentes doses de fósforo, é escassa, Wooding et al. (1972), utilizando solução nutritiva verificaram que a deficiência de fósforo provocou uma redução na concentração de enxofre na parte vegetativa da planta.

Considerações finais sobre exigências nutricionais

Após observações detalhadas da marcha de absorção dos macronutrientes pela cultivar IAC-2, de hábito de crescimento indeterminado, pode-se discutir alguns aspectos de caráter prático, inerentes às informações obtidas através do Quadro 4.

Quadro 4. Quantidade total do nutriente acumulado, porcentagem do total acumulado e período crítico em relação a idade da planta, com a dose 60 kg/ha de P_2O_5 . EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR, 1979.

Macronutrientes	Pontos de inflexão		Ponto de máximo acúmulo		
	Idade da planta ¹	% do total acumulado	Idade da planta ¹	Total acumulado (mg/planta)	Período crítico (dia) ²
Nitrogênio	53	52	83	383	30
Fósforo	52	52	80	26	28
Potássio	53	51	82	191	29
Cálcio	56	51	85	158	29
Magnésio	50	47	84	57	34
Enxofre	54	50	84	18	30

¹ Dias após a emergência

² Período de intensa absorção

Fonte: Cordeiro et al., 1979

Pelo exposto no Quadro 4, pode-se dizer que:

- em ordem decrescente, a planta é mais exigente em $N > K > Ca > Mg > P > S$;
- o ponto de máximo acúmulo de todos os nutrientes estudados está entre 82 a 92 dias de idade;
- o início do período de maior absorção dos macronutrientes está na faixa de 38 a 59 dias de idade da planta de soja;

- o "período crítico", período de intensa absorção para todos os macronutrientes, possui uma amplitude de 29 a 39 dias, quando as plantas absorvem cerca de 50 por cento de suas necessidades.

RESULTADOS DE PESQUISA COM ADUBAÇÃO

Adubação nitrogenada

Trabalhos conduzidos por Cordeiro (1977), revelam que para produzir 2.000 kg de grãos de soja por hectare, são necessários cerca de 170 kg de N, e, destes, 110 kg são exportados da lavoura pelas sementes.

A utilização de pequena dose de nitrogênio mineral no plantio da soja, se prende à afirmativa de que este nutriente promove um "arranque inicial" na cultura, uma vez que são necessários 15 a 25 dias para que o *Rhizobium japonicum* penetre no sistema radicular, forme o nódulo e este passe a fornecer nitrogênio para a soja através da fixação simbiótica do nitrogênio.

Por outro lado, diversos trabalhos citados por Campo & Sfredo (1981) mostraram que o nitrogênio é inibidor da nodulação e, conseqüentemente, da fixação simbiótica do nitrogênio. Os trabalhos conduzidos por Campo et al. (1981), em solo do Paraná, utilizando doses de nitrogênio no sulco de plantio, também não revelaram acréscimos significativos de produção (Quadro 5).

Quadro 5. Resultados médios (4 repetições) de número e peso de nódulos (10 plantas), nitrogênio no tecido (g/10 plantas), nitrogênio nos grãos (kg/ha) e produção de grãos (kg/ha), obtidos da aplicação de quatro doses de nitrogênio em soja 'Bragg'. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR, 1981.

Tratamento	Nódulos (10 plantas)		Nitrogênio		Produção de grãos (kg/ha)
	número	peso seco (g)	g/10 plantas	(kg/ha)	
Sem inocular	175,2	0,64	2,33	112,42	1974,0
Inoculação	206,5	0,78	2,41	128,28	2252,0
Inoculação +10kg N	153,0	0,60	2,34	124,34	2180,0
Inoculação +20kg N	149,0	0,54	2,02	123,86	2175,0
Inoculação +40kg N	159,0	0,46	2,12	121,99	2172,0
C.V. (%)	12,92	23,14	11,59	11,76	10,15

A inoculação das sementes é uma garantia para um adequado suprimento de nitrogênio via fixação simbiótica. A cada plantio é recomendável que se faça a inoculação de modo a assegurar uma boa distribuição dos nódulos próximos ao coleto no sistema radicular. Além disto, as estirpes de *Rhizobium* dos inoculantes são periodicamente substituídos por outros mais competitivos e mais eficientes.

O método clássico de inoculação consiste em: a) umedecer as sementes com água (200 a 400 ml de água por 50 kg de semente); b) adicionar 200 gramas de inoculante, c) misturar até distribuição uniforme do inoculante sobre as sementes; d) deixar secar à sombra, e e) efetuar a semeadura em solo com teor adequado de umidade. Caso a semente inoculada não seja plantada no mesmo dia, poderá ser guardada à sombra, para plantio no dia seguinte. Para o primeiro ano de plantio de soja deve-se usar o dobro de inoculante. Nos casos seguintes, a inoculação pode ser feita pelo método clássico. Para o primeiro ano de plantio, em solos de cerrado, recomenda-se aplicar 1,0 kg de inoculante por 50 kg de semente. Misturar 1,0 kg de inoculante com 1,0 litro de água mais 200 gramas de açúcar cristal (não refinado) e misturar à semente.

A simples inoculação das sementes com o *Rhizobium* específica, não garante a formação de nódulos nem a fixação do nitrogênio. Diversos fatores relacionados com a bactéria, com o solo, com a planta e com a interação destes podem impedir ou limitar o rendimento da cultura. Dentre diversos fatores os dois mais importantes são a qualidade do inoculante e as condições do solo. A qualidade do inoculante vai depender, especialmente, da eficiência das estirpes e da riqueza do inoculante em número de células da bactéria na ocasião do seu uso.

Os inoculantes de soja produzidos no país, mesmo nos laboratórios privados, são elaborados com estirpes fornecidas pelos laboratórios oficiais. Estas estirpes são selecionadas pela eficiência na fixação do N_2 e pela capacidade de competir com as estirpes do solo.

Dos fatores que afetam a fixação simbiótica do nitrogênio em soja, a temperatura, a umidade e a atmosfera do solo podem ser alterados através do manejo dos solos.

Atribuindo à diferença de temperatura observada entre o sistema de plantio direto e o convencional, Voss & Sidiras (1984), justificam o maior peso de nódulos obtidos no sistema de plantio direto (Figura 8).

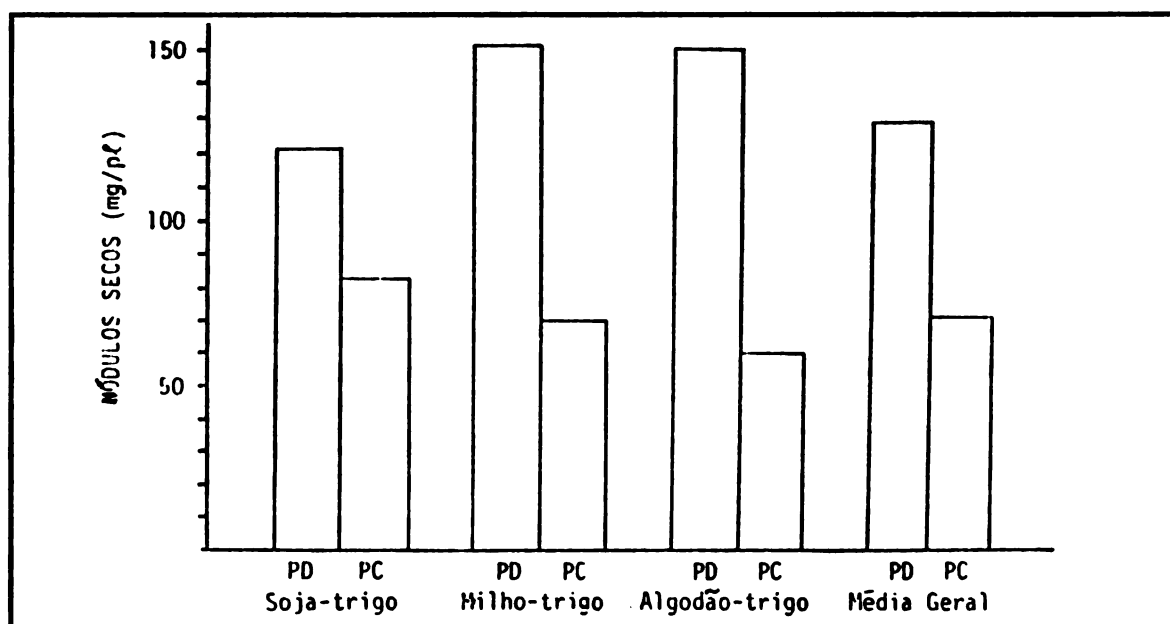


Figura 8. Peso de nódulos de soja após seis anos de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC), no estágio de florescimento, na profundidade de 0-20cm em LRd, nas sucessões soja-trigo, milho-trigo e algodão-trigo. Londrina, PR. 1983. Fonte: Voss e Sidiras, 1984.

Adubação fosfatada

Solos de cultivo recente

Em solos de exploração recente ou com baixos teores de fósforo disponível, as deficiências se manifestam principalmente através da baixa produtividade, do reduzido porte das plantas e da pequena altura de inserção das primeiras vagens. Trabalhos de pesquisa realizados em 1975/76, evidenciaram que, à medida que se fornece doses crescentes de P_2O_5 , aumenta a altura de planta, altura de inserção das primeiras vagens e a produtividade (Figura 9).

Portanto, a adubação fosfatada para a soja, em solos de baixa fertilidade natural e com baixo teor de fósforo residual das adubações

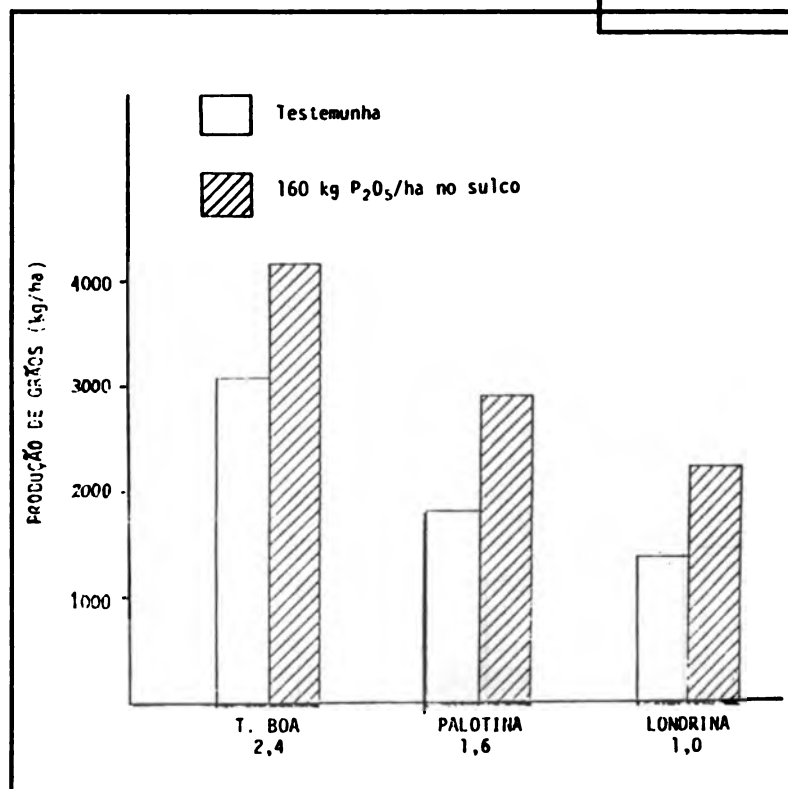
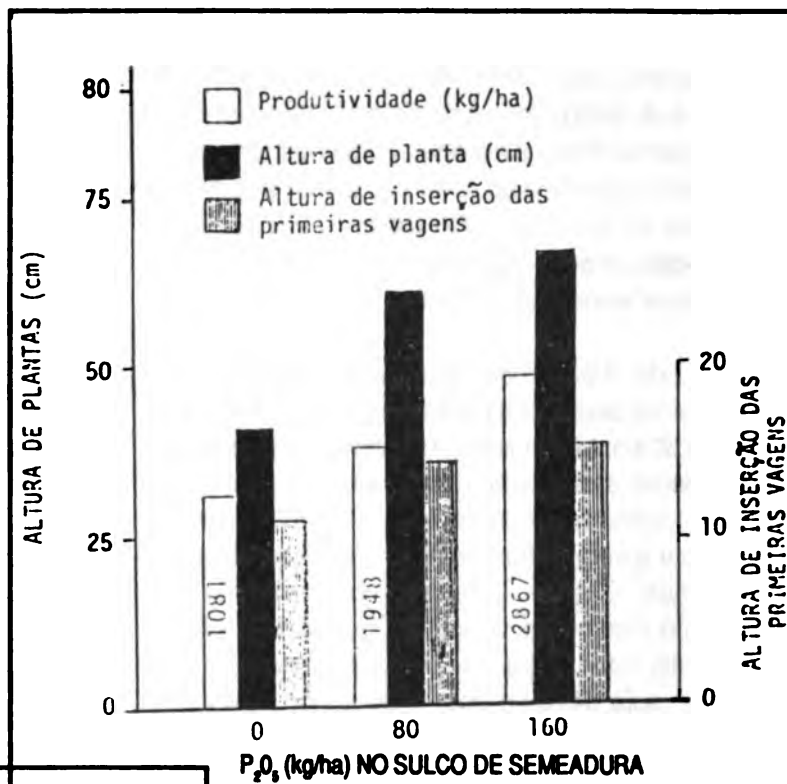


Figura 10. Produção de grãos de soja em solos argilosos de manejo recente, submetidos à adubação fosfatada no sulco de semeadura. Fonte: EMBRAPA-CNPSa/IAPAR, 1983.

Figura 9. Efeito de P_2O_5 sobre a altura de plantas, a altura de inserção das primeiras vagens e produtividade em Latossolo Roxo distrófico. Palotina, PR. Fonte: IAPAR/Programa Soja 1975/76.

de culturas anteriores, tem se revelado uma prática de valor no incremento da produtividade, (Figura 10).

Solos de cultivo antigo

Os solos do Paraná cultivados com soja e trigo, e adubados por mais de três anos, têm acumulado fósforo, que não aparece na análise, de tal modo que a soja, com a sua capacidade de aproveitamento, permite, em muitos casos, reduções consideráveis nos gastos com fertilizantes fosfatados. Muitas vezes a situação de ausência de resposta a P, comprova a

infidelidade do extrator químico de solo (Mehlich) e reforça a idéia de se complementar a análise de solo com outras informações relacionados com o histórico da área (Figuras 11 e 12).

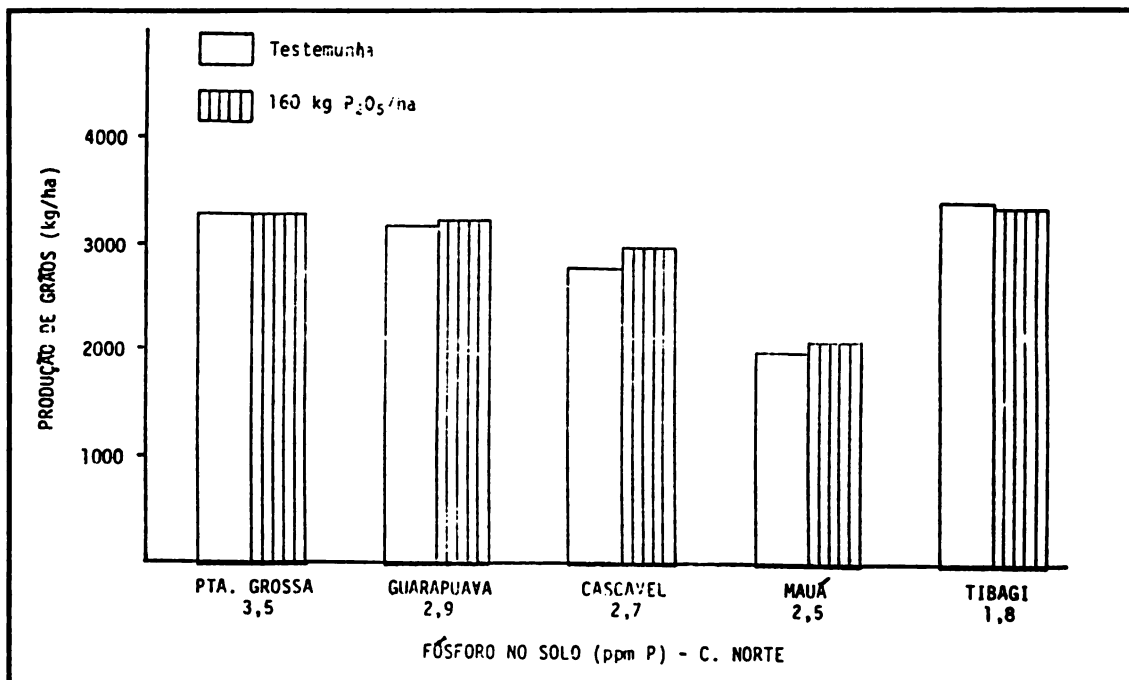


Figura 11. Produção de grãos de soja em solos argilosos com fósforo residual de culturas anteriores, submetidos à adubação fosfatada no sulco de semeadura. Fonte: EMBRAPA-CNPSo/IAPAR, 1983.

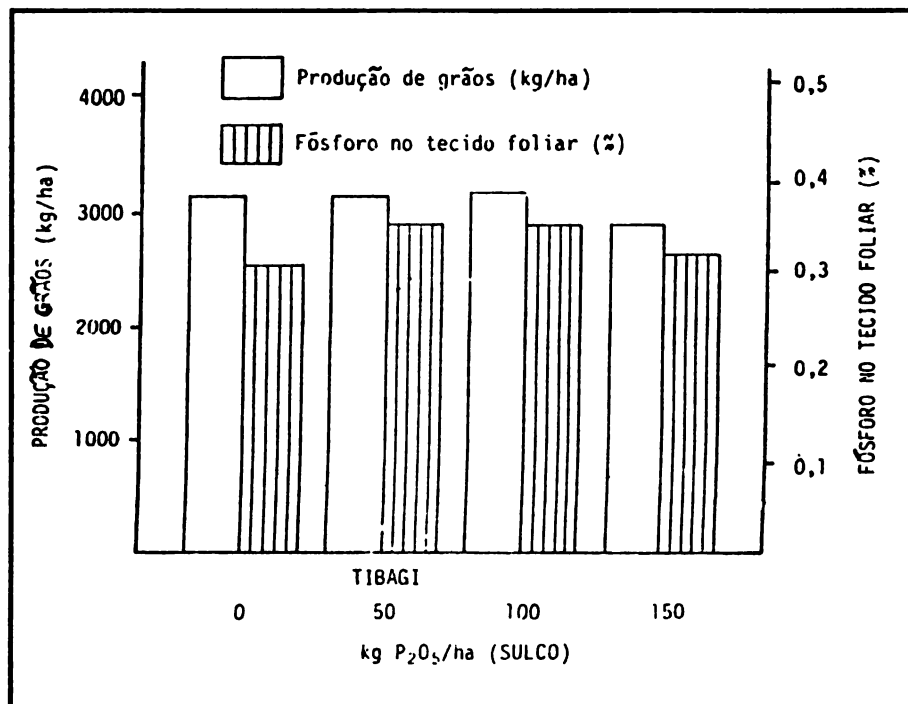


Figura 12. Produção de grãos de soja e teores de fósforo no tecido foliar, em função de níveis crescentes de P₂O₅/ha no sulco de semeadura, em um solo argiloso com 2ppm P (método de Melich). Fonte: EMBRAPA - CNPSo/IAPAR, 1983

Mascarenhas et al. 1981, estudando o efeito residual de fertilizantes aplicados na sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo eutrófico de São Paulo, evidenciaram o bom desempenho da análise de tecido para avaliação do estado nutricional da lavoura (Quadro 6). O CNPSo tem obtido boas correlações entre os teores de fósforo foliar e a produção de grãos de soja no estado do Paraná. Portanto, a análise poderá servir como instrumento adicional de trabalho (Figura 13).

Fontes de fósforo

Na fabricação de fertilizantes, a utilização de fósforo na forma solúvel tem sido preferida às formas menos solúveis, contudo, a energia dispendida promove um alto custo deste tipo de insumo.

Na busca de novas alternativas de suprimento de fósforo, o uso de fosfatos naturais brasileiros vem sendo estudado por mais de 30 anos em diversas regiões do País.

No Brasil, a existência de grandes reservas de rochas fosfatadas tem aumentado o interesse pelo uso de fosfatos naturais. Fosfatos naturais são rochas moldas e concentradas, sem o prévio tratamento químico ou térmico.

O CNPSoja desenvolveu, durante o período de 1977 a 1981, trabalhos visando o aproveitamento de alguns fosfatos naturais brasileiros no cultivo da soja. Os trabalhos revelaram pouca eficiência dos fosfatos quando comparados com o Superfosfato Triplo (Quadro 7).

Formas de adubação fosfatada em soja

Nos solos em que a soja responde à adubação fosfatada, a eficiência de aproveitamento deste fertilizante é mais pronunciada quando a sua aplicação é feita no sulco de plantio, ligeiramente ao lado e abaixo do nível das sementes. Resultados do CNPSo mostram que o uso de 100kg de P_2O_5 /ha no sulco de

Quadro 6. Produção de grãos e teores de P e K nas folhas de soja cultivada com e sem adubação, em sucessão ao trigo, em Latossolo Roxo eutrófico de localidades paulista, em 1979/80, para verificação do efeito residual sobre a soja, das adubações de culturas anteriores. IAC-Campinas, SP. 1981.

Localidade	Cultivar de soja plantada	P_2O_5 emg/100	Produção de grãos (kg/ha)		Teor nas folhas (%)			
			Sem adubo	Com adubo	P		K	
					Sem adubo	Com adubo	Sem adubo	Com adubo
Maracal I ¹	Bragg	0,21	1364 a	1443 a	0,307 a	0,256 b	2,48 a	2,48 a
Maracal II ¹	Paraná	0,17	1268 a	1357 a	0,381 a	0,378 a	3,21 a	3,13 a
Cruzália	Paraná	0,03	2284 a	2167 a	0,305 a	0,325 a	3,03 a	2,85 a
Candido Mota	Paraná	0,09	2081 a	2290 a	0,309 b	0,337 a	3,06 a	3,23 a
Florínea	Paraná	0,09	2938 a	3132 a	0,300 a	0,301 a	3,10 a	3,14 a

(*) Letras não comuns expressam diferenças significativas pelo teste de t a 5%.

¹ Propriedades agrícolas dos municípios onde foram conduzidos os experimentos.

Fonte: Mascarenhas et al. 1981.

Quadro 7. Valores da eficiência relativa (E.R.) de fosfatos comparados ao superfosfato triplo, para a cultura da soja em Latossolo Bruno distrófico, em um período de três anos. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1982.

Fosfatos	Valores de E.R. (%)		
	Safras		
	1977/78	1979/80	1980/81
Patos de Minas	42,2	44,3	86,6
Araxá	36,4	14,6	39,7
Olinda	58,3	95,5	114,0
Catalão	0,0	5,5	7,8
Superfosfato triplo	100,0	100,0	100,0
Termofosfato IPT	55,8	38,8	34,5

Fonte: Lantmann (1981) dados não publicados.

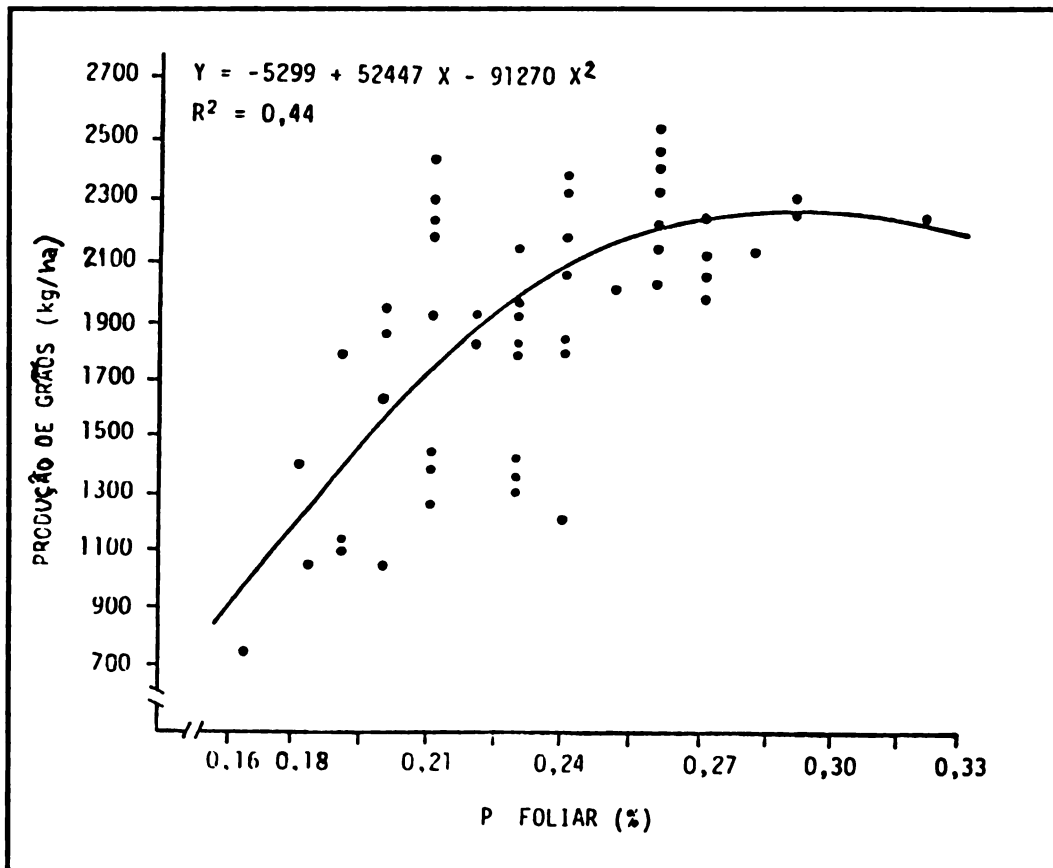


Figura 13. Correlação entre os teores de fósforo foliar e a produção de grãos de cultivar de soja Paraná, em Latossolo Roxo distrófico de Londrina. Fonte: EMBRAPA-CNPSO, 1983.

semeadura proporciona melhores produtividades que a aplicação de 300 kg de P_2O_5 aplicados à lanço e incorporados com grade pesada.

Adubação potássica

Os solos do Paraná, próprios para o cultivo intensivo em seu estado natural, normalmente apresentam um adequado suprimento de potássio, conforme mostram os resultados referentes aos efeitos da adubação potássica para a cultura da soja (Figura 14). Exceção feita a solos com baixa capacidade de troca de cátions, como grande parte dos solos arenosos situados na região Nordeste.

Este panorama gerou certa prioridade ao fósforo, através do uso das formulações do tipo 3:1, que normalmente fornecerem, apenas cerca de 60 por cento do total de potássio exportado pela semente de soja. Muitos solos, embora apresentem teores médios

e altos de K trocável, não são dotados de grande reserva natural; isto, aliado ao uso inadequado de fertilizantes, pode causar, ao longo dos anos, esgotamento do solo e conseqüente prejuízo para a cultura da soja.

As culturas introduzidas em solos com boa disponibilidade de potássio, normalmente não apresentam resposta à adubação potássica. Esta situação tem sido comum para a maioria das culturas no estado. Porém, com a introdução de uma agricultura mais intensiva que possibilite a obtenção de maiores rendimentos, este quadro tende a modificar-se, pois poderá surgir limitação de produtividade por deficiência de potássio.

No Estado do Paraná, têm sido observados, visualmente, sintomas de deficiência de potássio em soja, e com muito mais freqüência, têm sido constatados teores insuficientes de potássio foliar. Trabalhos de pesquisa conduzidos de 1974 a 1976, não evidenciaram

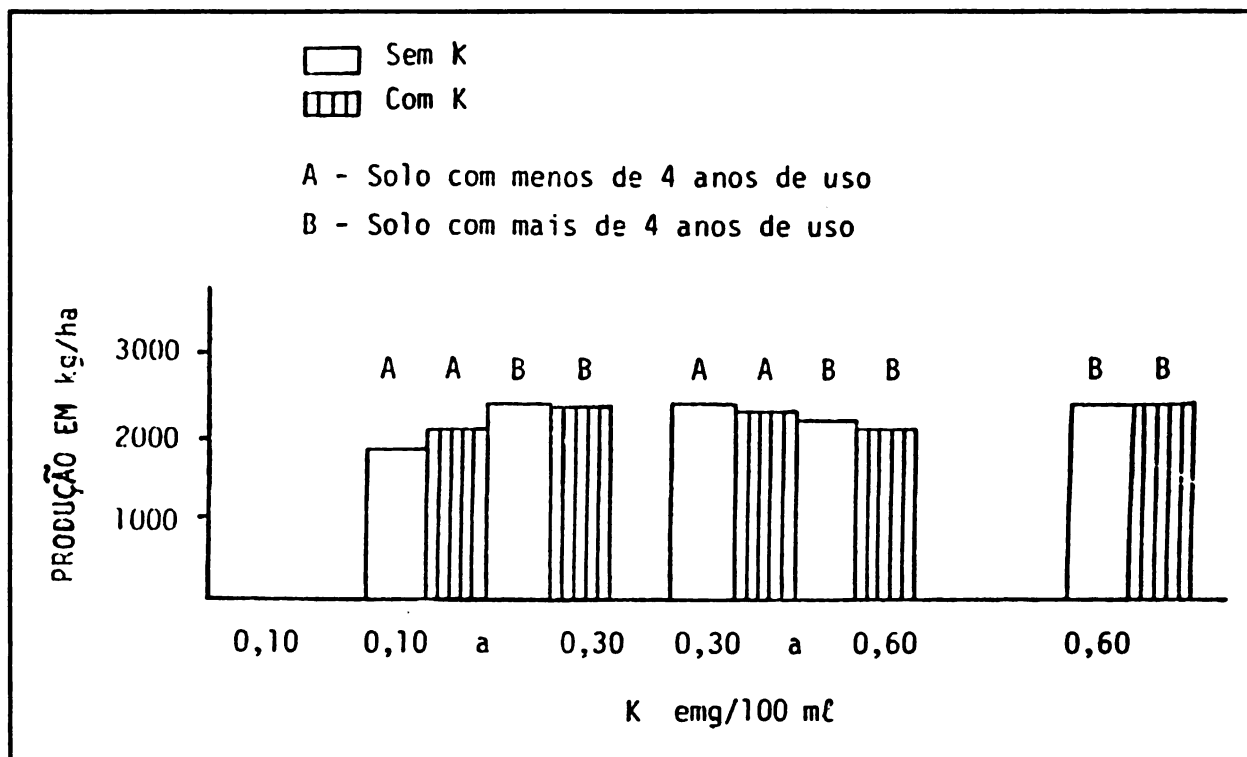


Figura 14. Efeitos médios de adubação potássica na produção de soja, em função de teores de K no solo, obtidos de experimentos realizados em diferentes solos do Estado do Paraná. Fonte: Campo et al., 1981 e Cordeiro et al., 1979.

aumentos significativos na produtividade da soja no Paraná, devido aos altos teores de potássio trocável no solo (Quadro 8). Experimento de longa duração conduzido pelo CNPSo, com início em 1978, também não expressou resposta ao potássio nos três primeiros anos da sucessão soja-trigo. Porém, nos últimos dois

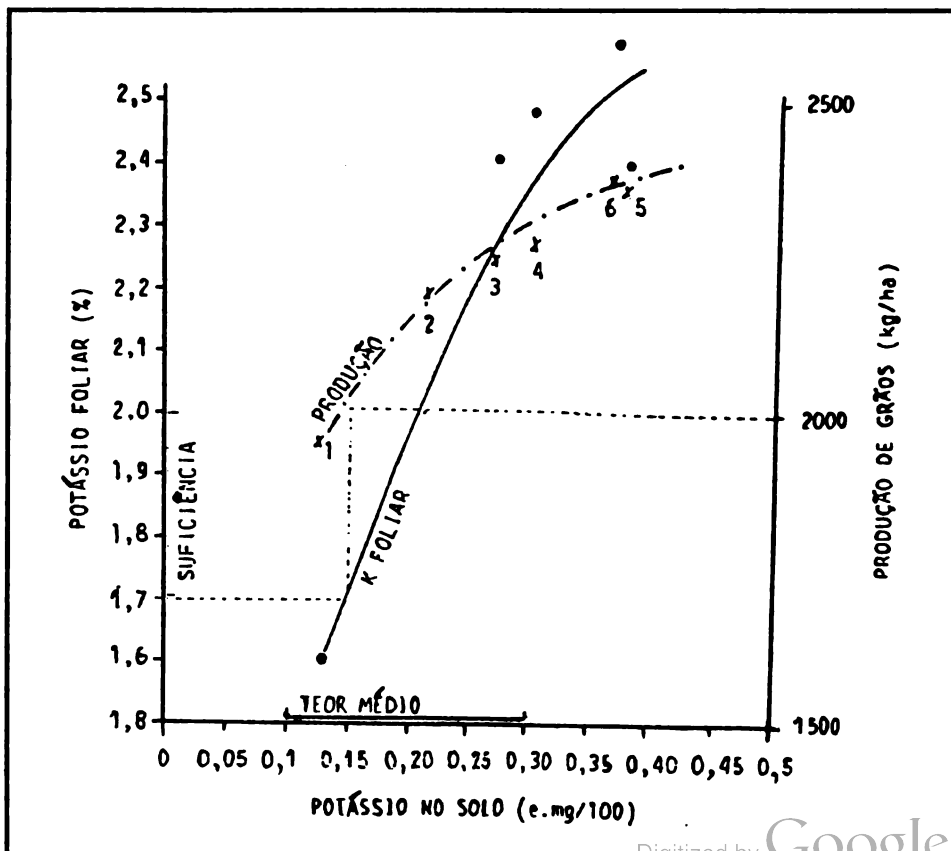
anos, houve efeito marcante dos níveis de potássio, tanto no tecido foliar quanto na produção de grãos de soja (Figura 15). Tanto a análise de solo quanto a de tecido foliar mostraram-se eficientes para auxiliar o diagnóstico da disponibilidade e absorção de potássio pela planta.

Quadro 8. Produção de grãos de soja (kg/ha) em função de doses de potássio, aplicadas em solos cultivados por mais de três anos, com a sucessão soja- trigo no Paraná. IAPAR/CNPSo. Londrina, PR. 1983.

K ₂ O (kg/ha)	Localidades				
	Campo Mourão	Cascavel	Ponta Grossa	Guarapuava	Andirá
	1974/75	1974/75	1975/76	1975/76	1976/77
0	3560 a ¹	3120 a	3210 a	3173 a	1371 a
30	3495 a	2823 a	3377 a	3006 a	1298 a
60	3349 a	3051 a	3342 a	3125 a	1419 a
90	3567 a	3308 a	3171 a	3022 a	1209 a
k (meq/100)	0,23	0,36	0,25	0,27	0,60

¹As médias com letras em comum nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).

Figura 15. Correlação entre os teores de potássio do solo com o potássio foliar e com a produção de grãos da cultivar Paraná em um Latossolo Roxo distrófico adubado com potássio nas doses 0 (1); 40 (2); 80 (3); 120 (4); 160 (5) e 200 (6) kg de K₂O/ha no sulco de plantio nos quatro anos anteriores. Fonte: EMBRAPA-CNPSo, 1983.



Em recente trabalho conduzido por Palhano et al. 1988, foi observada resposta crescente da soja à adubação potássica (Quadro 9). Este solo, na época de instalação do trabalho citado apresentava 0,05 m. eq. de K⁺. Valor tão baixo de potássio foi atribuído ao uso contínuo, pelo agricultor, de formulação pouco concentrado em potássio.

Quadro 9. Produção de grãos de soja da cultivar Paraná em função de doses de potássio aplicadas em Latossolo Roxo distrófico, Marilândia do Sul. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1984.

Treatment ¹ kg K ₂ O/ha	Produção (kg/ha) Marilândia do Sul
0	776 e ¹
40	2655 d
80	3189 c
120	3324 bc
160	3499 ab
200	3529 a

¹ Média seguida da mesma letra não diferem significativamente entre si. (Duncan, P = 0,05).

Enxofre e adubação verde

A cultura da soja tem apresentado pouca resposta ao enxofre. Lantmann (1982), testou níveis de enxofre na cultura da soja, em seis localidades do Paraná, e não foram observadas respostas da cultura ao enxofre. Este resultado foi atribuído aos níveis elevados de matéria orgânica que é uma importante fonte de enxofre (Quadro 10). Trabalho conduzido pelo CNPSo com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de diversos adubos verdes sobre a produção da soja, revelou tendências de aumento de produção quando houve a incorporação, ao solo, de leguminosas e restos culturais de milho (Quadro 11).

Micronutrientes

Pode-se afirmar que originalmente os solos do Paraná são bem supridos de micronutrientes, exceção feita a solos de textura arenosa situados na região Nordeste.

Assim, os problemas com micronutrientes poderão ocorrer por indução, ou seja: o excesso de adubação

Quadro 10. Rendimento de grãos de soja (kg/ha) da cultivar Paraná, obtidos em experimentos com doses de enxofre, conduzidos em seis locais do Estado do Paraná (média de três repetições). EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1982.

Localidades	Solo ¹	Matéria Orgânica (%)	Doses de enxofre (kg/ha) ²					C.V. (%)
			0	20	40	60	80	
Campo Mourão ³	Latossolo Roxo álico	3,92	1735	1690	1750	1880	1660	14,9
Guarapuava ⁴	Latossolo Bruno distrófico	3,01	3255	2960	3230	2780	3200	16,0
Londrina (Sede) ³	Latossolo Roxo eutrófico	2,49	2485	2720	2670	2410	2405	9,9
Marilândia do Sul ³	Latossolo Roxo distrófico	5,40	2455	2125	2280	2220	1825	14,2
Ponta Grossa ⁴	Podzólico Vermelho-Amarelo	4,55	2220	2250	2125	2210	2110	12,3
Londrina (Warta) ³	Latossolo Roxo eutrófico	2,95	2410	2590	2395	2315	2625	16,4

¹ Caracterização pedológica segundo critérios definidos pelo SNLSC-EMBRAPA.

² Enxofre aplicada no sulco de semeadura, na forma de Sulfato de Cálcio com 17% de S.

³ Resultados médias das safras 1980/81 e 1981/82.

⁴ Resultados da safra 1981/82.

Quadro 11. Rendimento de soja (média de quatro repetições kg/ha) da cultivar Viçoja, em cultivo mínimo e convencional, semeada após a incorporação de algumas leguminosas de verão ou restos de outras culturas e da própria soja. EMBRAPA- CNPSo. Londrina, PR. 1981.

Tratamentos utilizados antes da soja	Ano agrícola					
	1978/79		1979/80		1980/81	
	Mínimo	Convencional	Mínimo	Convencional	Mínimo	Convencional
Milho	2098	2286	2340a ¹	2345ab	2924a	2745a
Milho + mucuna	2117	2261	2206ab	2446 a	2639 b	2669ab
Soja	2186	2011	2257ab	2138 a b	2576 b	2416 c
Soja + trigo	1832	2127	1911 b	1980 b	2147 c	2503 bc
Mucuna preta	2126	2263	2233a	2493 a	2572 b	2645ab
Guandú	2170	2236	2249ab	2244 a b	2659 b	2643ab
Crotalária	2146	2277	2254ab	2305 a b	2470 b	2476 bc
Lab-lab	1913	1968	1977ab	2067 b	2579 b	2563abc
CV (%)	6,2	10,4	5,4	6,7	4,7	4,7

¹ Médias com letras comuns nas colunas não diferem entre si (Duncan 5%)

fosfatada promove deficiências de zinco; a calagem pesada insolubiliza formas de zinco; a calagem em quantidade subestimada ou mal aplicada compromete a disponibilidade de molibdênio; e, baixos níveis de matéria orgânica no solo induzem à deficiências de zinco e molibdênio.

Recentes trabalhos realizados pelo CNPSo têm revelado resposta da soja à aplicação de molibdênio, via semente, em função de ausência de calcário (Figuras 16 e 17), quando os solos apresentam acidez (pH abaixo de 5,4).

Estimativa de adubação econômica

Trata-se de um critério que engloba os aspectos técnicos e contempla também os aspectos econômicos, pois recomenda doses de fertilizantes em função da relação de preços do insumo e do produto.

É um recurso mais dinâmico e com maior flexibilidade do que tabelas de adubação, através do

qual pode-se recomendar níveis de adubação com leituras diretas (Figura 18).

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NO BRASIL

Rio Grande do Sul e Santa Catarina

As recomendações de adubação apresentadas a seguir foram elaboradas com base em toda a informação de pesquisa disponível. As quantidades de fertilizantes PK a aplicar variam em função da disponibilidade do nutriente considerado, avaliada através da análise do solo. Foram calculadas em função da resposta da cultura à adubação, visando a meta do máximo retorno por área, a curto prazo, ou seja, por cultivo, para um período de três cultivos sucessivos. Após o período mencionado haverá necessidade de proceder-se uma nova amostragem de solo para reavaliar-se a necessidade de adubação.

O sistema de recomendação proposto pressupõe-se que os demais fatores que influenciam a produção da cultura estejam em níveis satisfatórios, estando incluídos neste contexto as demais práticas de manejo da cultura

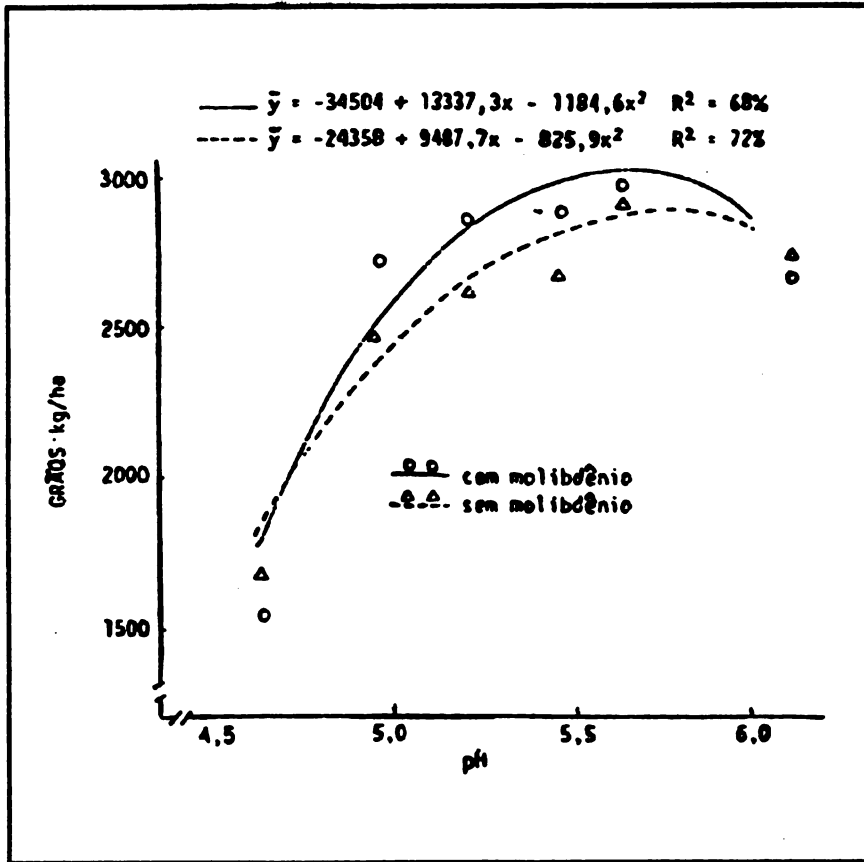


Figura 16.
 Relação entre produção de soja cultivar Paraná e pH do solo com e sem aplicação de molibdênio em Guarapuava, PR.
 Fonte: EMBRAPA-CNPSO, 1984.

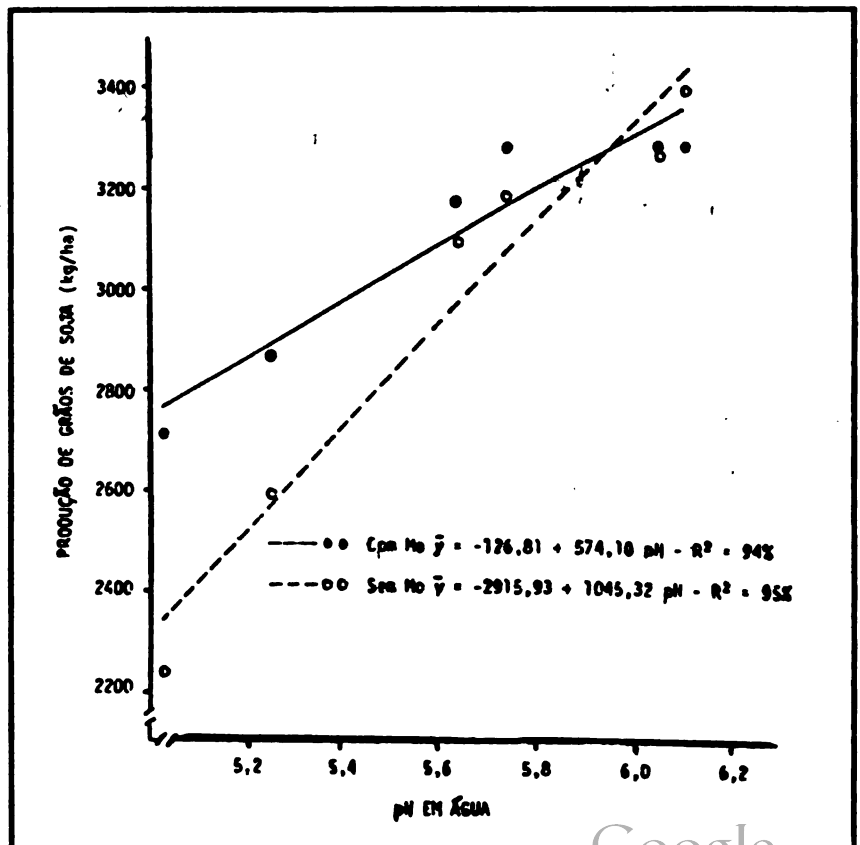


Figura 17.
 Relação entre produção de soja Cultivar Paraná e pH de solo com e sem aplicação de molibdênio em Campo Mourão, PR. Fonte: EMBRAPA-CNPSO, 1985 (não publicado).

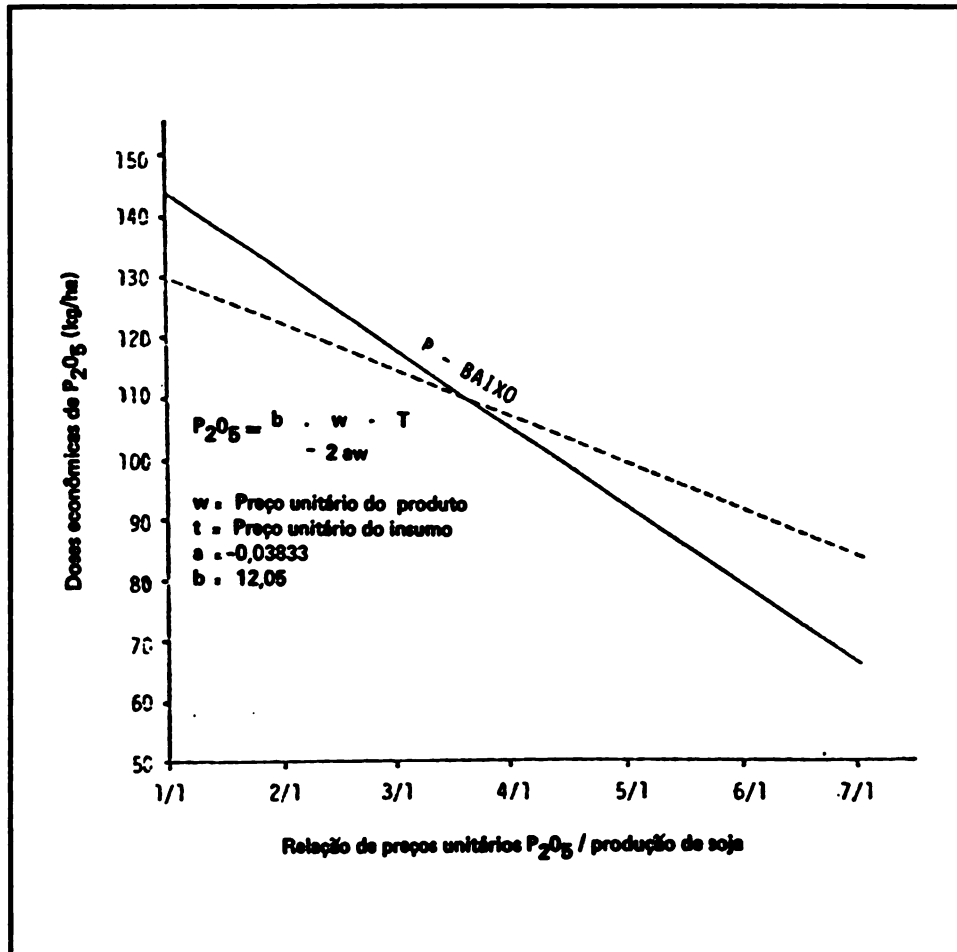


Figura 18. Estimativa de doses econômicas de P_2O_5 no sulco de plantio de soja (cultivar Paraná) em um LRI com baixa disponibilidade de fósforo. Fonte: EMBRAPA-CNPSO, 1983.

preconizadas pela pesquisa. Isto implica, numa grande parte das situações, na necessidade de ajustamento das recomendações, pela assistência técnica capacitada, visando o enquadramento à situação local do produtor. Por estas razões, considera-se as recomendações a seguir como indicações de adubação a serem utilizadas como um referencial a ser atingido, pois apresentam a quantidade ajustada para o máximo retorno econômico possível.

As doses de fósforo indicadas para o máximo retorno econômico, por cultivo, para a cultura da soja são apresentadas no Quadro 12.

Um dos componentes do cálculo que pode influenciar diretamente nas doses visando máximos retornos

econômicos reside nos preços do fertilizante fosfatado e do produto. Nas indicações acima considerou-se uma relação de preços kg P_2O_5 /kg soja correspondente a 3,0. Esta relação de preços é considerada favorável, mas enquadrada dentro da realidade dos preços praticados nos últimos 20 anos. Estudos têm indicado que podem ser adotados coeficientes médios de ajustes nas doses correspondentes a 1,25, 1,0 e 0,85 se as relações e preços variassem, respectivamente, de 2,5 para 3 e 3,5.

No Quadro 13 são apresentados os valores de fósforo "extraível" do solo pelo método analítico atualmente adotado (Carolina do Norte) e as respectivas classes de interpretação de análise do solo.

Quadro 12. Recomendação de adubação fosfatada para a cultura da soja - RS/SC.

Interpretação P no solo	Classes de solos														
	1			2			3			4			5		
	Cultivos														
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
	kg P₂O₅														
Limitante*	150	75	50	130	60	40	120	50	40	120	50	40	130	60	40
M. baixo	150	60	40	95	40	R	85	R	R	85	R	R	95	40	R
Baixo	75	50	R	65	R	R	55	R	R	55	R	R	65	R	R
Médio	50	R	R	40	R	R	30	R	R	30	R	R	40	R	R
Suficiente	30	R	R	20	R	R	20	R	R	20	R	R	20	R	R
Alto	<20	<R	R	<20	<R	R	<10	<R	R	<10	<R	R	<20	<R	R

* Interpretação no Quadro 2.

Valor R (reposição): 2 t/ha = 25 kg P₂O₅/ha;

2-3 t/ha = 40 kg P₂O₅/ha;

3 t/ha = 60 kg P₂O₅/ha;

Fonte: Siqueira et al., 1987.

Quadro 13. Interpretação dos resultados de fósforo "extraível" do solo, relacionando a disponibilidade do nutriente no solo e o desenvolvimento das principais culturas, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Interpretação P no solo**	Classes de solos *				
	1	2	3	4	5
	ppm P				
Limitante	<1,0	<1,5	<2,0	<3,0	<4,0
Muito baixo	1,1 a 2,0	1,6 a 3,0	2,1 a 4,0	3,1 a 6,0	4,1 a 8,0
Baixo	2,1 a 4,0	3,1 a 6,0	4,1 a 9,0	6,1 a 10,0	8,1 a 16,0
Médio	4,1 a 6,0	6,1 a 9,0	9,1 a 14,0	12,1 a 18,0	16,1 a 24,0
Suficiente	>6,0	>9,0	>14,0	>18,0	>24,0
Alto	>8,0	>12,0	>18,0	>24,0	>30,0

* Classe 1: 55% argila ou solos Erexim, Durox, Vacaria, Santo Angelo, Aceguá, Pouso Redondo, Boa Vista etc.

Classe 2: 41 a 55% argila ou solos Passo Fundo franco argiloso a argiloso, Estação, Ciríaco, Associação Ciríaco-Charrua, São Borja, Oásis, Vila, Farroupilha, Rancho Grande, Icara etc.

Classe 3: 26 a 40% argila ou solos Passo Fundo franco arenoso a arenoso, Julio de Castilhos, São Jerônimo, Alto das Canas, São Gabriel, Canolhas, Jacinto Machado, Lages etc.

Classe 4: 11 a 25% argila ou solos Cruz Alta, Tupanciretã, Rio Pardo, Camaquã, Bagé, Bexigoso, Pelotas, São Pedro, Santa Maria, Pinheiro Machado etc.

Classe 5: <10% argila ou solos Bom Retiro, Tuta, Vacacal etc.

** Método de Mehlich (Carolina do Norte).

Fonte: Siqueira, et al., 1987 (CNPT-EMBRAPA)

Atualmente são consideradas seis classes de interpretação das análises de fósforo do solo, em relação a faixas de disponibilidade do nutriente para as culturas, entre elas a soja. A classe seis refere-se a solos para arroz cultivado sob inundação. Considera-se como o nível crítico de fósforo o limite inferior da classe "suficiente", correspondendo, portanto, a 6-9-14-18 e 24 ppm P, respectivamente para os solos enquadrados nas classes um a cinco. Abaixo destes valores aumentam significativamente as possibilidades de limitações no desenvolvimento da cultura devido à disponibilidade de fósforo no solo. Os valores de fósforo indicados para a classe de teor de P considerada "teor alto" correspondem aos níveis no solo para o máximo desenvolvimento da cultura. Estes valores, identificados normalmente como níveis no solo para máxima eficiência técnica, correspondem, respectivamente, a 8, 12, 18, 24 e 30 ppm P, para os solos enquadrados nas classes um a cinco.

Considera-se, par o enquadramento dos solos nas classes um a cinco, visando a interpretação dos valores de análise de solo par fósforo, além da determinação do teor de argila do solo, avaliada pelos laboratórios oficiais de análise do solo, a Unidade de Mapeamento a que pertencem. Os solos tipo Ciríaco, Associação Ciríaco-Charrua, Vila, São Borja, Farroupilha, Oásis, enquadram-se na classe dois em função das relações teor de P no solo e o desenvolvimento das culturas. Estes solos apresentam elevado conteúdo de silte e, se fossem classificados unicamente pelo conteúdo de argila, deveriam ser enquadrados na classe três, provavelmente, o que não corresponderia ao seu real comportamento com relação à disponibilidade de P do solo, avaliada pelo método e sistema atualmente adotado.

As doses de potássio indicadas para o máximo retorno econômico por cultivo, para cultura da soja, estão apresentadas no Quadro 14.

Com relação às classes de interpretação dos valores de potássio "trocável" no solo, em relação ao desenvolvimento das culturas, entre elas a soja, o valor de 60 ppm, anteriormente adotado como nível crítico, corresponde na verdade a uma faixa de risco

acentuado, havendo possibilidades de ocorrência de limitações de rendimento entre 61 a 80 ppm no solo. Em função do exposto, considera-se 80 ppm como o valor abaixo do qual aumentam as possibilidades de reduções no desenvolvimento das culturas, sendo, portanto, o nível crítico de potássio para a soja.

Da mesma maneira que para P, as doses indicadas no Quadro 14 assumem que os demais fatores que influenciam a produção da cultura estão em níveis satisfatórios. Nestas condições, as doses apresentadas constituem-se num indicativo para a obtenção do máximo retorno econômico no uso do insumo para a cultura.

Tanto para fósforo quanto potássio, para a utilização dos quadros de recomendação é importante identificar a cultura da soja, dentro do sistema de utilização do solo proposto para a lavoura, correspondente à amostra de solo em estudo. Há necessidade, em primeiro lugar, de se estabelecer o programa de uso da lavoura, ou seja, a sucessão de cultivos pretendida, para três cultivos, conforme indicado para o sistema de recomendação atual. Admitindo-se, por exemplo, uma sucessão de cultivos tipo soja-trigo-milho, a soja corresponderia, neste caso, ao primeiro cultivo do sistema. A recomendação a utilizar corresponderia à

Quadro 14. Recomendações de adubação potássica para a cultura da soja - RS/SC.

Teores de K do solo	Interpretação K no solo	Adubação potássica/cultivo		
		1 ^a	2 ^a	3 ^a
————— kg K ₂ O/ha —————				
< 20	Limitante	120	70	50
21 - 40	Muito baixo	90	60	R
41 - 60	Baixo	70	50	R
61 - 80	Médio	60	R	R
81 - 120	Suficiente	50	R	R
>120	Alto	< 40	R	R

Valor R (reposição): 2 t/ha = 40 kg K₂O/ha;
2-3 t/ha = 65 kg K₂O/ha;
3 t/ha = 90 kg K₂O/ha.

Fonte: Siqueira et al., 1987.

coluna indicada, portanto, para primeiro cultivo. Os valores de reposição indicados (valor R) foram calculados para compensar as retiradas pela colheita e as reações de retenção do nutriente no solo. Recomenda-se utilizar o valor R indicado também quando for superior aos valores indicados no quadro.

No caso de adubos fosfatados total ou parcialmente solúveis, a dose deve ser calculada levando-se em consideração os teores de P_2O_5 , solúveis em água mais citrato neutro de amônio. No caso dos termofosfatos, das escórias ou dos fosfatos naturais em pó, as quantidades devem ser calculadas levando-se em consideração o teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a dois por cento, relação 1/100. Na escolha do produto a utilizar, considerar o custo por unidade de P_2O_5 do fertilizante posto na propriedade, segundo os critérios apresentados. No caso do fosfato natural de Gafsa em pó (fosfato importado da África do Norte), os dados de pesquisa indicam que a eficiência agrônômica deste produto correspondê, aproximadamente, ao dobro da solubilidade expressa em ácido cítrico a dois por cento, relação 1/100.

Na escolha do fertilizante fosfatado a utilizar deve-se considerar o custo da unidade de P_2O_5 do produto posto na propriedade, segundo os critérios mencionados acima. Por motivos estratégicos de utilização das reservas de fosfatos nacionais, desaconselha-se o uso dos fosfatos naturais brasileiros para aplicação direta na lavoura em função da sua extrema baixa eficiência agrônômica e pelos custos de transporte, o que os inviabiliza economicamente.

As recomendações atuais de adubação prevêem a utilização conjugada, ou em isolado, da adubação orgânica como fonte de suprimento de nutrientes às plantas. No Quadro 15 constam alguns produtos orgânicos utilizados na adubação orgânica tradicional e a composição NPK média dos produtos, utilizável como referência na ausência de análise química do produto adquirido.

No Quadro 16 apresenta-se alguns índices médios de conversão para a transformação da quantidade

total de nutrientes contidos no produto a aplicar, em nutrientes utilizáveis pelas plantas, dentro do sistema de recomendação para três cultivos. "Cultivos", neste caso, devem ser considerados em função da aplicação do produto orgânico, correspondendo ao primeiro cultivo o efeito na cultura imediata, e assim sucessivamente.

Quadro 15. Concentração média de N, P_2O_5 e K_2O e teor de matéria seca de alguns materiais orgânicos*.

Material orgânico	% —————			
	N	P_2O_5	K_2O	Matéria seca
Cama de aves de 1 lote	3,0	3,0	2,0	70
Cama de aves de 3 lotes	3,2	3,5	2,5	70
Cama de aves de 6 lotes	3,5	4,0	3,0	70
Esterco de suínos, sólido	2,1	2,8	2,9	25
Esterco de bovinos, fresco	1,5	1,4	1,5	15
— kg/m de chorume —				
Esterco de suínos, líquido	4,5	4,0	1,6	6

* Concentração com base em material isento de água (seco em estufa a 65°C).

Fonte: Siqueira et al., 1987.

Quadro 16. Índice de conversão dos nutrientes aplicados na forma orgânica para a fração mineral em cultivos sucessivos.

Nutrientes	Índice de conversão		
	1º cultivo	2º cultivo	3º cultivo
N	0,5	0,2	-
P_2O_5	0,6	0,2	-
K_2O	1,0	-	-

Fonte: Siqueira et al., 1987

Considerando-se o exposto anteriormente, as quantidades efetivas de NPK podem ser calculadas como segue:

- no caso do esterco de suínos líquido (chorume) a quantidade de:

$$X = A \times B \times C,$$

sendo X a quantidade aplicada do nutriente em Kg/ha; ao valor A corresponde a quantidade do produto a utilizar, em m³, B refere-se à concentração do nutriente no produto, em kg/m³, e C corresponde ao coeficiente de conversão do nutriente aplicado via adubação orgânica para forma mineral, para o nutriente especificado e cultivo envolvido;

- no caso dos demais produtos considere o seguinte cálculo:

$$X = A \times B/100 \times C/100 \times D,$$

sendo X a quantidade efetiva do nutriente aplicado, em kg/ha; A corresponde à quantidade do produto a aplicar, em kg/ha; B o teor de matéria seca do produto, em percentagem; C refere-se à concentração do nutriente na matéria seca, em percentagem, e D é representado pelo coeficiente de conversão indicado no quadro aplicável conforme o cultivo envolvido, em relação à aplicação do produto (1^o cultivo = efeito imediato).

Os coeficientes de conversão foram calculados com base na taxa de mineralização e aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, baseando-se nos dados de pesquisa disponíveis. Informações mais detalhadas a respeito do uso da adubação orgânica propriamente dita podem ser obtidas no Boletim referente à Recomendação de Adubação e Calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Adubação com fertilizantes organo-minerais

Este grupo de fertilizantes provém da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais e, sua comercialização no nosso mercado é recente. Resultados de pesquisa

obtidos até o presente, por várias instituições de pesquisa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, permitem algumas considerações a respeito do assunto:

- estes produtos apresentam, em geral, efeito como fontes de nutrientes par as plantas;
- há indicações de que a fração orgânica destes fertilizantes não aumenta a eficiência de aproveitamento pelas plantas dos teores de NPK contidos no fertilizante, pelas quantidades normalmente recomendadas, especialmente para cultivos anuais.

Em função dos dados de pesquisa disponíveis, a escolha destes produtos, para culturas anuais, deve ser feita levando-se em consideração o custo da unidade de NPK do fertilizante, entregue na propriedade.

Comentário final

As recomendações de adubação e calagem, apresentadas de forma condensada neste documento, integram as recomendações gerais válidas para as culturas nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Siqueira et al, 1987). Maiores detalhes podem ser encontrados no Boletim referente a Recomendações de Adubação e Calagem par os Estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina, que constitui a fonte original de referência. As informações referidas representam as recomendações oficiais da pesquisa e serão utilizadas integradamente ao sistema da Rede Oficial dos Laboratórios de Análise do Solo-RS/SC (ROLAS).

Paraná

O Quadro 17 mostra a recomendação de adubação fosfatada e potássica para o Estado do Paraná. A adubação é efetuada por ocasião do plantio no sulco de semeadura.

A recomendação é distinta par solos de uso recente e solos cultivados (Quadro 17).

Quadro 17. Recomendação de adubação para a soja no Estado do Paraná.

Análise do solo			Solos cultivados ¹			Solos de usorecentes ²		
P	K		N ³	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ppm		meq						
	Baixo	<0,10	0	40-50	60	0	90-100	45
Baixo	Médio	0,10-0,30	0	40-50	45	0	90-100	30
<3	Alto	0,30-0,40	0	40-50	30	0	90-100	15
	Muito alto	>0,40	0	40-50	00	0	90-100	00
	Baixo	<0,10	0	30-40	60	0	60-70	45
Médio	Médio	0,10-0,30	0	30-40	45	0	60-70	30
3-6	Alto	0,30-0,40	0	30-40	30	0	60-70	15
	Muito alto	>0,40	0	30-40	00	0	60-70	00
	Baixo	<0,10	0	20-30	60	0	40-50	45
Alto	Médio	0,10-0,30	0	20-30	45	0	40-50	30
>6	Alto	0,30-0,40	0	20-30	30	0	40-50	15
	Muito alto	>0,40	0	20-30	00	0	40-50	00

1 Refere-se a solos cultivados com soja há três anos ou mais, onde a cultura vem recebendo níveis altos de adubação fosfatada e baixas de adubação potássica, nas condições normalmente adotadas pelos agricultores do Paraná.

2 Refere-se a solos onde o cultivo com a soja se iniciou há menos de três anos, antecedida ou não por outras culturas, em áreas de fertilidade natural normalmente deficiente em fósforo e onde o potássio constitui ou não limitação.

3 Não utilizar adubação nitrogenada em qualquer das situações de cultivo.

Fonte: Sfredo et al., 1980.

São Paulo

No Quadro 18 consta a recomendação de adubação para o Estado de São Paulo.

A adubação é feita no sulco de plantio.

Solos de Cerrado do Brasil Central

A recomendação da quantidade de nutrientes, principalmente em se tratando de adubação corretiva, é feita com base nos resultados da análise do solo.

Adubação Fosfatada

Na região do Cerrado, o método utilizado pelos laboratórios para a extração de fósforo do solo é o

Quadro 18. Recomendação de adubação para soja no Estado de São Paulo. Mascarenhas, 1985. IAC-Campinas, SP.

P resina g/cm	K trocável - meq/100 cm ³			
	0-0,07	0,08-0,15	0,16-0,30	>0,30
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-kg/ha				
0-6	0-80-60	0-80-40	0-80-20	0-80-0
7-15	0-60-60	0-60-40	0-60-20	0-60-0
16-40	0-40-60	0-40-40	0-40-20	0-40-0
> 40	0-20-60	0-20-40	0-20-20	0-20-0

- Aplicar 20 kg/ha de S.

- Produtividade esperada: 2500 - 3000 kg/ha.

Mehlich I (ácido duplo). No Quadro 19 são apresentados os teores de P extraível, obtidos pelo método Mehlich I, e a correspondente interpretação, que varia em função dos teores de argila. Os níveis críticos de P correspondem a 3, 8, 14 e 18 ppm para os solos com teores de argila de 61 a 80 por cento, 41 a 60 por cento, 21 a 40 por cento e menos de 20 por cento, respectivamente. Em solos com menos de 20 por cento de argila não se recomenda praticar agricultura intensiva.

Quadro 19. Interpretação de análise de solo para recomendação de adubação fosfatada (fósforo extraído pelo método Mehlich I) para solos de Cerrado do Brasil Central.

Teor de argila (%)	Teor de P (ppm)			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom*
61 a 80	0 a 1,0	1,1a 2,0	2,1a 3,0	> 3,0
41 a 60	0 a 3,0	3,1a 6,0	6,1a 8,0	> 8,0
21 a 40	0 a 5,0	5,1a 10,0	10,1a 14,0	>14,0
< 20	0 a 6,0	6,1a 12,0	12,1a 18,0	>18,0

* Ao atingir níveis de P extraível acima dos valores estabelecidos nesta classe, utilizar somente adubação de manutenção.
 Fonte: EMBRAPA-CPAC. Souza et al. 1987.

Dois proposições são apresentadas para a recomendação de adubação fosfatada corretiva: a correção do solo de uma só vez, com posterior manutenção do nível de fertilidade atingido e a correção gradativa, através de aplicações anuais no sulco de semeadura (Quadro 20).

Recomenda-se aplicar a adubação corretiva total a lanço e incorporar o adubo à camada arável, para proporcionar um maior volume de solo corrigido, a fim de que as raízes das plantas absorvam água e nutrientes. Doses inferiores a 100 kg de P₂O₅/ha, no entanto, devem ser aplicadas no sulco de semeadura, à semelhança da adubação corretiva gradual.

A adubação corretiva gradual pode ser utilizada quando não se tem a possibilidade de fazer a correção

do solo de uma só vez. Essa prática consiste em aplicar, no sulco de semeadura, uma quantidade de P superior à indicada para a adubação de manutenção, acumulando, com o passar do tempo, o excedente e atingindo, após alguns anos, a disponibilidade de P desejada. Ao utilizar as doses de adubo fosfatado sugeridas no Quadro 20, espera-se que num período máximo de seis anos o solo apresente teores de P em torno do nível crítico.

A adubação de manutenção é indicada quando o nível de P do solo está classificado como médio ou bom (Quadro 19), a qual, para a cultura da soja, é de 60 kg de P₂O₅/ha, com uma expectativa de produção de 3.000 kg/ha. Para produtividades maiores, a manutenção deve ser proporcionalmente aumentada.

As fontes de fósforo mais utilizadas são o superfosfato simples e o superfosfato triplo. De preferência, deve utilizar o superfosfato simples ou fórmulas menos concentradas, que contêm enxofre. Este, além de ser um nutriente essencial para a cultura da soja (para produzir 3 t de grãos de soja são necessários 23 kg de enxofre), promove o carreamento de cálcio, magnésio e potássio para o subsolo, reduzindo a saturação de

Quadro 20. Recomendação de adubação fosfatada corretiva, à lanço, e adubação fosfatada corretiva gradual, no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila para solos de Cerrado do Brasil Central. Souza et al. 1987. EMBRAPA-CPAC. 1987.

Teor de argila (%)	Adubação fosfatada (kg P ₂ O ₅) ¹			
	Corretiva total		Corretiva gradual	
	P muito baixo ²	P baixo ²	P muito baixo ²	P baixo ²
	240	120	100 ³	90
41 a 60	180	90	90	80
21 a 40	120	60	80	70
< 20	100	50	70	60

¹ Fósforo solúvel em citrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100); para termofosfatos e escórias.

² Classe de disponibilidade de P. ver Quadro 4.

³ Correção mais manutenção

alumínio. Isto propicia condições para um maior aprofundamento do sistema radicular e, conseqüentemente, aumenta o suprimento de água e nutrientes para as plantas.

A utilização de rochas fosfatadas na adubação corretiva só é possível em áreas próximas às jazidas, combinando com adubação de manutenção com fonte de P solúvel. Isto porque as rochas fosfatadas têm solubilidade muito baixa e só apresentam efeitos semelhantes às solúveis quando aplicadas em quantidade duas vezes maior (P_2O_5 total) e após três anos da sua incorporação.

Outra fonte já disponível no mercado é o fosfato parcialmente acidulado. Possui eficiência ao redor de 60 por cento, quando comparado com o superfosfato triplo. Portanto, a sua utilização é recomendada se o custo por unidade de P_2O_5 for aproximadamente 40 por cento inferior ao das fontes solúveis (superfosfato triplo e superfosfato simples).

Adubação Potássica

A recomendação para adubação corretiva com potássio, de acordo com a análise do solo, é apresentada no Quadro 21. Esta adubação deve ser feita a lanço, em solos com teor de argila maior que 20 por cento. Em solos de textura arenosa (<20% de argila), não se deve fazer adubação corretiva de potássio, devido às acentuadas perdas por lixiviação.

Quadro 21. Adubação corretiva de potássio para solos de Cerrado com teor de argila acima de 20%, de acordo com dados de análise do solo. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1988.

Teor de K trocável (ppm)	Adubação recomendada (kg K_2O /ha)
0-25	100
> 50	50
	0*

* Estando o nível de K acima do valor crítico (50 ppm), recomenda-se a adubação de manutenção de 20 kg de K_2O para cada tonelada de grão a ser produzida.

Como a cultura da soja retira grande quantidade de K nos grãos (aproximadamente 20kg de K_2O /t de grãos), deve-se fazer uma manutenção de 60 kg/ha de K_2O . Isto, se a expectativa de produção for de 3 t de grão/ha, independentemente da textura do solo.

A aplicação dos adubos potássicos (KCL) nos solos do Cerrado, deve ser feita preferencialmente a lanço, pois estes solos possuem baixa capacidade em reter cátions. A alta concentração provocada por grandes quantidades de adubo (em torno de 100 kg/ha de K_2O), distribuídos em pequeno volume de solo, favorece as perdas por lixiviação.

Adubação com Micronutrientes

Para a correção de zinco, aplicar quatro a cinco kg/ha do elemento a lanço a cada quatro anos, através de 20kg/ha de sulfato de zinco ou cinco kg/ha de óxido de zinco. Quanto utilizada no sulco de semeadura, a dose deverá ser de um kg de Zn/ha/ano.

Se houver carência também de molibdênio e boro, recomenda-se o uso de fritas (FTE), na dose de 40kg/ha a cada quatro anos.

Solos de Cerrado da Região Nordeste

A adubação de solos do Cerrado pode ser corretiva ou de manutenção.

Adubação corretiva

A adubação corretiva poderá ser efetuada de duas maneiras: total e imediata ou gradual para fósforo (Quadro 22) e total para potássio (Quadro 23).

Consiste na aplicação dos nutrientes, em uma única dose, com a finalidade de aumentar os teores dos nutrientes no solo, a níveis considerados ótimos (recomendados).

Esta operação é feita em uma única aplicação a lanço, com posterior incorporação do adubo ao solo, antes da semeadura.

Adubação corretiva gradual

Consiste na aplicação gradual do adubo, em doses menores que a total recomendada, visando corrigir a fertilidade do solo ao longo de vários anos. A aplicação é feita do mesmo modo da anterior.

Quadro 22. Recomendação de adubação corretiva de fósforo para soja, nos solos do Cerrado das regiões de baixa latitude. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1986.

Textura *	Teores no solo P (ppm)**	Adubação corretiva P ₂ O ₅ (kg/ha)	
		Total	Gradual
1	< 3,0	200	100
	3,1 a 6,0	100	50
	>6,0	0	0
2	< 6,0	150	80
	6,1 a 12,0	80	40
	> 12,0	0	0

* Textura 1: solos com teor de argila acima de 40%.
 Textura 2: solos com teor de argila abaixo de 40%.
 ** Método de Mehlich.
 Fonte: Sfredo et al. 1987.

Quadro 23. Recomendação de adubação corretiva de potássio para soja, nos solos do Cerrado nas regiões de baixa latitude. EMBRAPA-CNPSO/EMAPA. Londrina, PR. 1986.

Teor de K ₂ O (mg/kg)	ppm	K ₂ O (kg/ha)
< 0,15	< 60	60
0,16 - 0,30	60-120	30
>0,30	> 120	0

Adubação corretiva total ou imediata.
 Fonte: Sfredo et al., 1987.

Adubação de manutenção

Anualmente, aplicam-se, por ocasião da semeadura, quantidades de fósforo para suprir as necessidades desses nutrientes nas plantas. Recomenda-se aplicar 70 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O.

Para correção de zinco (Zn), aplicar quatro a cinco kg/ha de Zn a lanço a cada quatro anos. Isso equivale a 20 kg/ha de sulfato de zinco ou cinco a seis kg/ha de óxido de zinco. Caso seja utilizado no sulco de semeadura, aplicar um kg/ha de Zn cada ano. Se forem aplicadas fritas (FTE), usar 40 kg/ha, a cada quatro anos.

Como o enxofre é essencial às plantas e, geralmente, encontra-se em baixas concentrações nos solos do cerrado, recomenda-se aplicar 30kg/ha de S. Dar preferência às formulações que contenham o superfosfato simples como fonte de fósforo. Outra fonte de S que pode ser usada é o gesso (CaSO₄), dependendo da facilidade de aquisição.

GESSO AGRÍCOLA

O gesso, sulfato de cálcio com variado grau de hidratação, vem sendo obtido em grandes quantidades como um subproduto da fabricação de superfosfato triplo. A sua utilização como fertilizante é conhecida desde a antiguidade, como fonte de cálcio e enxofre. O gesso, porém, não tem o poder de correção da acidez do solo como o calcário. Na hidrólise do calcário os íons resultantes são cálcio (Ca²⁺) e o bicarbonato (HCO₃⁻), sendo este último o responsável pela neutralização da acidez, pois irá dissociar em dióxido de carbono (CO₂) e no íon hidroxila (OH⁻). Com a hidrólise do gesso, os íons resultantes serão o cálcio (Ca²⁺) e o sulfato (SO₄²⁻), que não são neutralizantes da acidez do solo. O gesso não pode, então ser considerado como um corretivo.

Os trabalhos publicados até o momento demonstram que o gesso pode complexar o alumínio, tornando-o menos tóxico às plantas. Essa propriedade, no entanto, está relacionada com a quantidade de água, textura e mineralogia do solo, não sendo possível generalizar todas as situações.

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Acidez do solo

A reação do solo pode ser ácida, básica ou neutra. Nos solos situados em regiões sob clima tropical e subtropical predominam solos com reação ácida.

Os nutrientes têm sua disponibilidade determinada por vários fatores, entre eles o valor do pH, medida da concentração (atividade) de íons hidrogênio na solução do solo. Assim, em solos com pH excessivamente ácido ocorre diminuição na disponibilidade de nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e molibdênio e aumento da solubilização de íons como zinco, cobre, ferro, manganês e alumínio que, dependendo do manejo do solo e da adubação utilizados, podem atingir níveis tóxicos às plantas.

CALAGEM

A calagem é uma prática que, quando executada de forma adequada, permite a exploração racional de uma área, uma vez que reduz os efeitos nocivos da acidez do solo diminuindo a concentração, na solução do solo, de elementos como ferro, alumínio e manganês que possam estar em níveis tóxicos às culturas. A adição de calcário no solo, além de elevar o pH, aumenta a disponibilidade para as culturas, de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e alguns micronutrientes.

Na escolha do corretivo deve ser dada preferência para materiais que contenham, além do cálcio, o magnésio (calcário dolomítico), a fim de evitar que ocorra um desequilíbrio entre os nutrientes. Como os calcários dolomíticos encontrados no mercado contêm teores de magnésio elevados, deve-se acompanhar a evolução dos teores de Ca e Mg no solo, e, caso haja desequilíbrio, pode-se aplicar calcário calcítico para aumentar a relação Ca/Mg.

A aplicação e incorporação do calcário deve ser realizada com antecedência mínima de três meses. Haverá, assim, tempo suficiente para que o corretivo, através do contato com as partículas do solo, reaja sobre a acidez do solo e proporcione um ambiente propício ao desenvolvimento da cultura. Uma época

considerada oportuna e econômica para se realizar a calagem é logo após a colheita da última cultura, pois ao se incorporar os restos vegetais já se estará incorporando o calcário. As formas de aplicação e incorporação são aspectos que também devem ser considerados. O parcelamento em dois ou mais anos da dose de calcário calculada como necessária, não representa nenhuma vantagem, uma vez que não se estará criando, no primeiro ano, o ambiente propício para o melhor desenvolvimento da planta; o mesmo pode ocorrer nos anos seguintes, já que pode haver, devido aos agentes de acidificação do solo, alteração na quantidade de calcário. Quanto à incorporação do corretivo, o melhor e mais eficiente método é através da aração, que permite a mistura entre o corretivo e o solo até a profundidade de 20 cm. O pior e, infelizmente, o mais difundido método de incorporação de corretivo é através de grade aradora (tipo Rome), que promove uma incorporação apenas superficial (primeiros 5-10 cm) do corretivo, criando zonas de supercalagem que podem ser tão ou mais prejudiciais às culturas que a acidez do solo, através da diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes ou por impedir o desenvolvimento em profundidade do sistema radicular, que pode ser prejudicial em curtos períodos de seca.

Em relação às quantidades e formas de incorporação, recomenda-se que doses até cinco t/ha de calcário sejam aplicados, na sua totalidade toda a quantidade recomendada antes da aração; para doses acima de cinco t/ha recomenda-se a aplicação de metade da dose antes da aração e a outra metade após a aração e antes da gradagem.

Recomendação para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina

As recomendações de calagem atualmente existentes variam conforme a meta do pH em água a atingir e são função direta das características particulares de cada cultivo ou da condição de manejo ao qual está submetido. As quantidades de calcário a serem utilizadas variam conforme o índice SMP, calibrado para pH 5,5; 6,0 e 6,5.

No caso da cultura da soja sugere-se a utilização das indicações de calagem segundo o índice SMP

para pH 6,0 (Quadro 24). A aplicação do Quadro 24 é direta: índice SMP na análise do solo x t/ha de calcário.

As recomendações de calagem assumem corretivos com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) equivalente a 100 por cento. Isto significa que as quantidades totais a aplicar devem ser reajustadas em função do PRNT do material disponível. Sugere-se, também, que seja dada preferência para calcários tipo dolomítico devido ao conteúdo de magnésio que apresentam, evitando-se assim riscos de deficiência na lavoura.

Quadro 24. Recomendações de calagem (PRNT 100%) para a correção da acidez dos solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, visando elevar o pH a 6,0, pelo índice SMP, para a cultura da soja.

Índice SMP	Recomendações de calagem t/ha	Índice SMP	Recomendações de calagem t/ha
4,6	15,1	5,6	5,1
4,7	13,3	5,7	4,5
4,8	11,9	5,8	3,9
4,9	10,7	5,9	3,3
5,0	9,7	6,0	2,8
5,1	8,8	6,1	2,2
5,2	8,0	6,2	1,7
5,3	7,2	6,3	1,2
5,4	6,5	6,4	0,6
5,5	5,8	6,5	0,2
-	-	6,6	0,0

Fonte: Siqueira et al., 1987.

Recomendação para o Paraná e São Paulo

A determinação da quantidade de calcário a ser aplicada em uma área é obtida através do método da elevação do valor da saturação em bases, que se fundamenta na correlação positiva existente entre os valores de pH e a porcentagem de saturação em bases.

Segundo este método, na cultura de soja deve-se realizar a calagem sempre que a saturação em bases atual (V_1) for menor ou igual a 60 por cento, aplicando-se a quantidade necessária para que ela atinja 70%. A quantidade de calcário a ser aplicada é calculada pela seguinte expressão:

$$N.C. = \frac{(V_2 - V_1) \times T \times f}{100} \quad (t/ha)$$

onde:

NC = necessidade de calcário (t/ha)

S = soma das bases trocáveis (Ca + Mg + K), em meq/100 cm³ de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar)

T = capacidade de troca de cátions ou S + (H + Al), em meq/100 cm³ de TFSA

V_2 = % de saturação de bases desejada (70%)

V_1 = % de saturação de bases fornecida pela análise = $\frac{100 \times S}{T}$

f = fator de qualidade do calcário = $\frac{100}{PRNT}$

PRNT = poder relativo de neutralização total (%).

Recomendação para outras regiões do Brasil

A determinação da quantidade de calcário a ser aplicada ao solo pode ser feita segundo duas metodologias básicas, conforme o tipo de solo: a) neutralização do alumínio e suprimento de cálcio e magnésio; e b) saturação em bases do solo.

- Neutralização do Al e suprimento de Ca e Mg

Este método é particularmente adequado para solos sob vegetação de Cerrados, nos quais ambos os efeitos são importantes.

O cálculo da necessidade de calagem (NC) é feito através da seguinte fórmula:

$$NC \text{ (t/ha)} = Al \times 2 + 2 - (Ca + Mg),$$

considerando o calcário com PRNT = 100% e os teores das bases expressos em meq/100g solo, sendo esse o método preferencial para os solos sob vegetação de cerrado.

Saturação em bases do solo

Este método consiste na elevação da saturação de bases trocáveis para um valor porcentual que proporcione o máximo rendimento econômico do uso de calcário.

O cálculo da necessidade de calcário (NC) é feito através da fórmula recomendada para o Paraná e São Paulo.

Nos Estados do Paraná e de São Paulo, o valor da saturação de bases trocáveis (V_2) de máximo rendimento econômico é de 70 por cento, enquanto nos demais estados da Região Central, formados basicamente por solos sob vegetação do Cerrado, o valor adequado de saturação é de 50 por cento.

Qualidade do calcário e condições de uso

Para que a calagem atinja os objetivos de neutralização do alumínio trocável e/ou de elevação dos teores de cálcio e magnésio, algumas condições básicas devem ser observadas:

- o corretivo deverá passar 100 por cento em peneira com malha de 0,3 mm;
- o corretivo deverá apresentar altos teores de cálcio e magnésio ($\text{CaO} + \text{MgO} = 38\%$), dando preferência ao uso de calcário dolomítico (12,0% MgO) ou magnesianos (entre 5,1% e 12,9% MgO); no caso de haver interesse no uso de calcário calcítico, aplicar fontes de Mg para atender o suprimento do nutriente; e
- a reação do calcário no solo se realiza eficientemente sob condições adequadas de umidade; recomenda-se a aplicação do calcário com antecedência de 90 dias da semeadura, preferencialmente.

Correção da acidez subsuperficial

Os solos do Brasil, em geral, apresentam problemas de acidez subsuperficial, uma vez que a incorporação profunda do calcário nem sempre é possível, ao nível de lavoura. Assim, camadas mais profundas do solo (abaixo de 35 ou 40 cm) podem continuar com excesso de alumínio tóxico, mesmo quando tenha sido efetuada uma calagem considerada adequada. Esse problema, aliado à baixa capacidade de retenção de água de alguns solos, pode causar decréscimos na produtividade das plantas, principalmente nas regiões onde é mais freqüente a ocorrência de veranicos.

Uma forma de correção dessa acidez é o uso de maior quantidade de calcário, num prazo maior de tempo - quatro a oito anos.

Com o uso de gesso é possível diminuir a saturação de alumínio nessas camadas mais profundas. Uma vez que o sulfato existente nesse material pode arrastar o cálcio para camadas abaixo de 40 cm. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundar no solo e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos, obtendo-se melhores índices de produtividade. Além disso, todo esse processo pode ser feito em um período de um a dois anos. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo.

A principal dificuldade para recomendar gesso diz respeito à determinação da dose a ser utilizada e à viabilidade econômica dessa aplicação. O uso de doses muito elevadas pode promover uma movimentação acentuada e muito rápida de magnésio e potássio para profundidades muito abaixo do alcance das raízes. Assim, a recomendação do uso de gesso, sob o ponto de vista agrônomo, deve-se restringir a doses ao redor de 200 kg/ha/cultivo, como nutriente, para fornecer enxofre às plantas. Em solos onde a saturação de alumínio é alta (maior que 30%), abaixo de 35 cm, e/ou com teor de cálcio menor que 0,2 meq/100 g, a indicação é de 500, 1000 e 1500 kg/ha de gesso, respectivamente, para solos arenosos, de textura média e argilosos. Do ponto de vista econômico, a aplicação de gesso está limitada pelos custos de transporte do material. É possível que, a uma distância

superior a 400 km, se torne mais econômico usar outras fontes de sulfato. Nesse caso, devem ser usadas formulações de adubo que contenham enxofre na sua composição (superfosfato simples, sulfato de amônio e outros).

No Estado do Paraná, ainda não existem estudos conclusivos sobre a conveniência de uso de gesso no cultivo da soja. Pode ser adiantado, no entanto que a perspectiva do seu uso limita-se não suprimento de cálcio e enxofre à cultura, não devendo ser utilizado como corretivo da acidez do solo.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de & SARRUGE, J.R. 1975. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.) I. Acumulação de macronutrientes. Anais ESALQ, 32: 115-49.
- BATAGLIA, O.C. & MASCARENHAS, H.A.A. 1977. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas. 36 p. (Boletim Técnico, 41).
- BORKERT, C.M. 1986. Extração de nutrientes pela soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 14, Chapecó, SC. 1986. Anais... Chapecó, EMPASC/EMBRAPA-CNPSO, p. 164-5.
- CAMPO, R.J.; PALHANO, J.B. & LANTMANN, A.F. 1981. Influência da aplicação de doses de nitrogênio sobre o processo de fixação simbiótica do nitrogênio. In: EMBRAPA-CNPSO, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1980/81. Londrina.
- & SFREDO, G.J. 1981. Nitrogênio na cultura da soja. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 6p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 8).
- CORDEIRO, D.S. 1977. Efeito de adubação NPK na absorção, translocação e extração de nutrientes pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, ESALQ. 143 p. Tese Doutorado.
- ; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; SARRUGE, J.R.; PALHANO, J.B. & CAMPO, R.J. 1979. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMBRAPA/CNPSO, Londrina, PR. Ecologia, manejo e adubação da soja. Londrina, p. 19-49. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 2).
- DE MOOY, C.J.; PESEK, J. & SPALDON, E. 1973. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E. ed. Soybean: improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy, p. 267-334. (Agronomy, 16).
- EVANS, C.E.; LATHWELL, D.J. & MEDERSKI, H.J. 1950. Effect of deficient or toxic levels of nutrients in selection on foliar symptoms and mineral contents of soybean leaves as measured by spectrographic methods. Agron. J., 42:25-32.
- HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. 1971. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill varieties. Agron. J., 63: 277-330.
- LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; CAMPO, R.J. & SFREDO, G.J. 1982. Efeitos da aplicação de enxofre na produção da soja em solos da região tradicional de soja 1981/82. Londrina, s. ed. 2p.
- MACHADO, P.R. 1979. Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação em condição de campo. Piracicaba, ESALQ, 83p. Tese Mestrado.
- MASCARENHAS, H.A.A. 1972. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos na soja, durante o seu ciclo vegetativo. Piracicaba, ESALQ/USP, 100p. Tese Doutorado.
- ;BATAGLIA, O.C.; IGUE, T.; TISSELLI, O.F.; MIRANDA, M.A.C. & FERREIRA, A.W.P. 1981. Efeito residual de adubação na produção da soja. 2ed. Campinas, IAC, 18p. (IAC Boletim Técnico, 24).
- . Recomendação de adubação para soja. In: Recomendações de Adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, SP. Instituto Agrônomo. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- MILLER, R.J.; PESEK, J.T. & HANWAY, J.J. 1961. Relationship between soybean yield and concentration of phosphorus and potassium fertilizers. Agron. J., 53: 393-6.
- MUZZILI, O. & HOEPFNER, M.A. 1981. Adubação mineral do trigo no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 126 p. (IAPAR. Circular, 22).
- PALHANO, J.B.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. & BORKERT, C.M. 1982. Efeito de níveis de calcário sobre o rendimento da soja. In: EMBRAPA/CNPSO. Resultados de pesquisa de soja 1981/82. Londrina, p. 17-9.
- ; MUZZILLI, O.; IGUE, K; GARCIA, A. & SFREDO, G.J. 1983. Adubação fosfatada e potássica em cultura de soja no Estado do Paraná. Pesq. Agropec. Bras., 18 (4): 357-62.

- PECK, P.R. 1979. Plant analysis for production agriculture. In: Soil Plant Analysis Workshop, 7. Bridgetown. 1979. Proceedings... Bridgetown, p. 1-45.
- PROGRAMA DE SOJA. 1976. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Londrina, PR. Relatório técnico anual 1976. Londrina, p. 172-216.
- SIQUEIRA, O.J.F.; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I; PATELLA J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A. & ERNANI, P.R. 1987. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo, RS. EMBRAPA-CNPT. 100p.
- SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; MUZZILLI, O.; PALHANO, J.B.; BORKERT, C.M. & LANTMANN, A.F. 1980. Recomendações de adubação para a soja no Estado do Paraná. Londrina, PR, 7p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 6).
- ; PALUDZYSZYN FILHO, E. & GOMES, E.R. 1988. Recomendação de adubação e calagem para soja na Região de Baixas Latitudes. In: Recomendações Técnicas para o Cultivo de Soja em Regiões de Baixas Latitudes (<12°). Londrina, PR. 52p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 36).
- SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de & LOBATO, E. 1987. Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para culturas anuais nos cerrados. Planaltina, DF. 7p. (EMBRAPA- CPAC. Comunicado Técnico, 51).
- VOSS, M. & SIDIRAS, N. 1984. O plantio direto e a nodulação da soja. Plantio Direto, 2(8):4-5.
- VRANCEANU, A.V. 1977. El girassol. Madrid, Mundi Prensa, 397p.
- WOODING, F.J.; PAULSEN, G.M. & MURPHY, L.S. 1972. Sulphur composition of soybean as affected by macronutrient deficiencies. Soil Fert, (35): 5.

Correção e fertilização do solo para a cultura da soja

por Plínio Itamar de Mello de Souza *

INTRODUÇÃO

A América do Sul, apesar da baixa fertilidade de muitos de seus solos tem se apresentado como uma das áreas de maior expansão da soja no mundo. Grande parte da América do Sul é ocupada por Latossolos distróficos (Quadro 1), com ótimas características físicas e topográficas para a mecanização da soja, mas de baixa fertilidade natural.

Quadro 1. Distribuição aproximada dos solos da América do Sul

ORDEM		Área (milhões de ha)	Porcentagem
Sistema Americano	Sistema Brasileiro		
Oxisols	Latossolos	636	45,3
Ultisols	Podzólicos	268	19,1
Alfisols	Podzólicos	171	12,2
Entisols	Regossolos	121	8,6
Inceptisols	Solos com horizonte B incipiente	115	8,2
Outros		93	6,6
		1.404	100

Fonte: FAO-UNESCO Soil Map of the World: South America

Todo o crescimento e expansão desta cultura estão diretamente ligados a tecnologia gerada até então pela pesquisa. Além da criação de cultivares adaptadas a região tropical e técnicas de manejo, atualmente já se dispõe de técnicas específicas para corrigir os problemas ocasionados pela baixa fertilidade dos solos.

Níveis e opções de uso dos corretivos e fertilizantes já foram estabelecidos principalmente para regiões de baixa fertilidade. Portanto, a tecnologia disponível atualmente já permite ao produtor de soja, cultivá-la economicamente, obtendo rendimentos iguais ou superiores aos obtidos nas regiões temperadas, onde esta cultura é tradicionalmente cultivada.

ANÁLISE DO SOLO

O cultivo da soja deve ser evitado em solos arenosos (teor de argila menor que 20%) ou em solos argilosos, com drenagem difícil ou impedida. Também solos rasos como material rochoso próximo à superfície não devem ser cultivados pela dificuldade de mecanização e conservação.

Para que se possa avaliar o nível de fertilidade do solo, é necessário analisá-lo. Assim, os resultados desta análise é que indicarão a necessidade ou não de aplicação de corretivo e fertilizante ao solo em questão.

A fidelidade de um resultado de análise depende principalmente da amostragem do solo, tendo em vista que das pequenas quantidades colhidas se obtém resultados que serão utilizados em áreas extensas. Assim, as instruções para amostragem devem ser seguidas cuidadosamente, para conseguir-se uma amostra representativa, sem a qual, os resultados da análise, impossibilitam uma boa recomendação de adubação.

* Engenheiro Agrônomo, PhD em Fisiologia de Produção e Fertilidade de Solos, Pesquisador da CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil.

A extensão da área a ser amostrada varia com a uniformidade da gleba de cultivo. A topografia, tipo de solo, vegetação e histórico de utilização da lavoura dividem a área em manchas homogêneas.

A diferenciação topográfica é feita pela intensidade de declive e as manchas de solo são representadas pelo topo da elevação, encosta de declive suave, encosta de declive intenso e baixada.

Os tipos de solos são identificados pela textura e cor superficial, e pela seqüência dos horizontes no perfil. Se houver variação de tipo de solo em uma mancha considerada uniforme pela topografia, haverá necessidade de nova subdivisão e, conseqüentemente, deverá ser amostrada separadamente.

Áreas homogêneas em tipo de solo e topografia, mas com vegetação diferentes, devem ser também separadas.

O histórico da área de cultivo ditará a divisão em manchas diferentes, de acordo com os tratamentos recebidos. Por exemplo, uma mancha homogênea adubada ou cultivada diferentemente deverá ser amostrada segundo os tratamentos recebidos. As amostras compostas nunca devem ser colhidas em áreas que ultrapassem dez ha.

A amostra composta é obtida de diversos locais de uma mancha homogênea de solo para obter-se uma amostragem representativa.

Cada uma das tomadas é denominada de subamostra e, a mistura destas, constituirá uma amostra composta.

A amostra representativa compõe-se de 10 a 20 subamostras, distribuídas de tal forma que cubram

toda a mancha amostrada. Cada subamostra deve ter volume semelhante.



A figura ao lado dá indicação das separações em manchas homogêneas de solo.

As amostras devem ser embaladas em sacos de plásticos ou papel, limpos, os quais não tenham sido utilizados para fertilizantes, inseticidas, herbicidas ou outros produtos químicos.

Uma amostra de aproximadamente 500 g, é quantidade suficiente para o laboratório.

Na etiqueta de identificação da amostra deve constar o número da amostra correspondente a cada mancha de solo, nome do proprietário, localidade, cultura pretendida e indicação do uso anterior de corretivos e fertilizantes.

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Em geral os solos tropicais, e mais precisamente os Latossolos apresentam solos bastante ácidos associados ou não a elevados teores de alumínio tóxico às plantas.

Para a cultura da soja, além dos danos provocados pelo alumínio ao desenvolvimento normal do sistema radicular, a acidez destes solos prejudica drasticamente a nodulação das plantas com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, pois a atividade biológica no solo é bastante reduzida.

Além do alumínio, o manganês também pode ocorrer em níveis tóxicos à planta quando o pH do solo for abaixo de 5,0 (Sousa et al. 1985 e Quaggio et al. 1982).

A calagem tem sido a prática mais empregada nas lavouras de soja nos Cerrados, para corrigir a acidez, eliminar o alumínio tóxico e elevar os teores de cálcio e magnésio para as plantas. Esta prática pode proporcionar ganhos até de 1500 kg/ha de grãos, já no primeiro ano de cultivo (Figura 1).

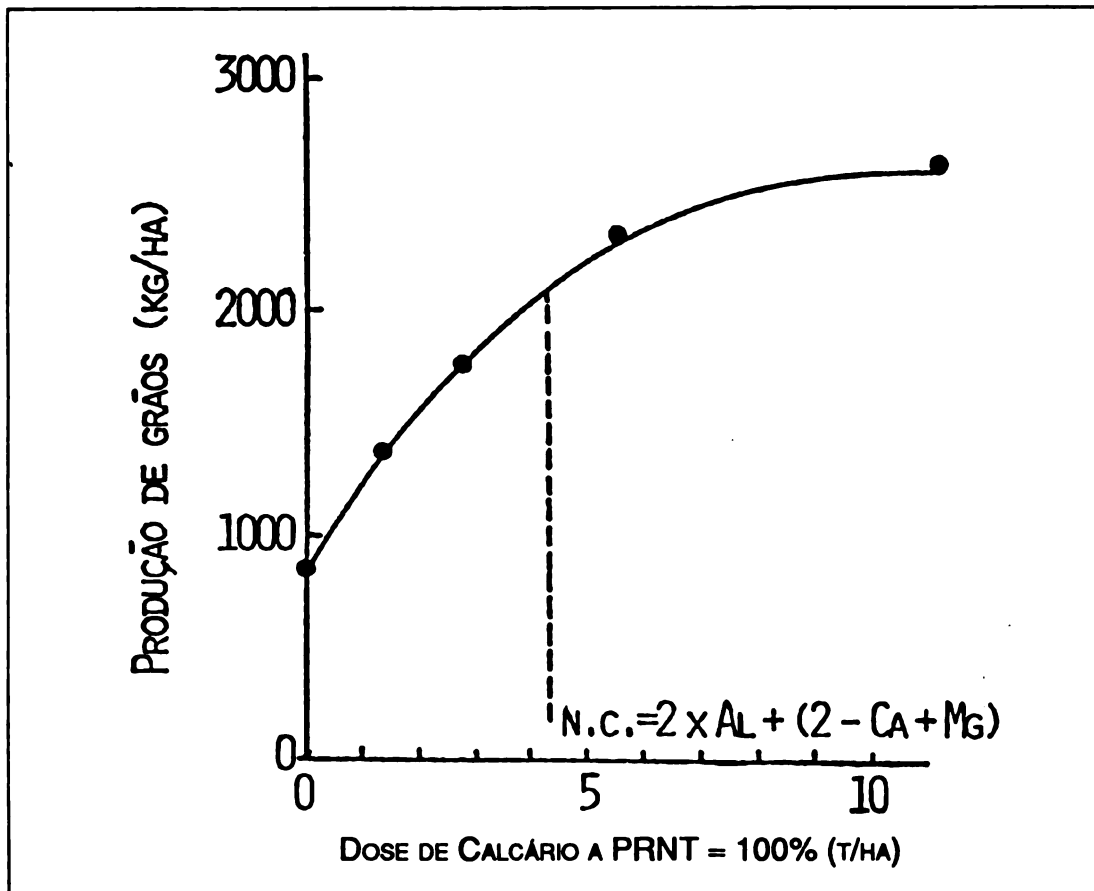


Figura 1. Produção de grãos de soja (Cultivares IAC 2), em função de doses de calcário aplicado a lanço em um LE argiloso. Fonte: Sousa, D.M.G., 1984.

Ao elevar-se o pH do solo com a calagem aumenta-se o CTC (cargas negativas) e os teores de cálcio e magnésio, favorecendo a atividade biológica e o aproveitamento mais eficiente dos adubos adicionados ao solo (Sousa et al. 1985). Com o aumento das cargas negativas obtém-se maior retenção de cátions e conseqüentemente menor perda de nutrientes por lixiviação.

Métodos e cálculos da quantidade de calcário

A quantidade de calcário a ser aplicada em uma lavoura de soja vai depender das características químicas do solo. O método baseado no teor de alumínio, cálcio e magnésio extraídos com uma solução normal de cloreto de potássio é o mais usado para estimar a necessidade de calcário/ha (N.C.) na região tropical dos Cerrados. Esse método utiliza uma fórmula, mais ou menos empírica, onde multiplica-se o teor de alumínio trocável (expresso em me/100 ml de solo) pelo fator 2 e ainda adicionando-se um outro valor na

estimativa, o qual visa manter um teor mínimo de 2,0 me/100 ml de solo para cálcio + magnésio (Equação 1), para solos com teor de argila maior que 20 por cento.

Equação 1. $N.C. (t/ha) = (2 \times A1) + 2 - (Ca + Mg)$

O objetivo desta estimativa (N.C.) é neutralizar o alumínio trocável e fornecer cálcio e magnésio para a cultura.

No caso de solos arenosos onde o teor de argila é inferior a 20 por cento, Sousa & Scolari (1986) recomendam que a N.C. utilizada seja dada pelo maior valor encontrado de uma das Equações (2 e 3) abaixo:

Equação 2. $N.C. (t/ha) = (2 \times A1)$

Equação 3. $N.C. (t/ha) = 2 - (Ca + Mg)$

Outro método também utilizado é baseado na correlação do pH com a saturação de base e para isso

torna-se necessário a determinação de Ca, Mg, K e as vezes Na, além da determinação de H + A1 extraíveis em acetato de cálcio a 1 N a pH 7,0. Este método pode as vezes não ser muito adequado, pois a determinação do H + A1 apresenta algumas dificuldades de execução em laboratório de rotina.

De acordo com Goedert et al (1987) a escolha da saturação de bases a ser utilizada no solo é feita através da relação pH em água e/ou Ca Cl₂ 0,01 M, com este parâmetro. Assim para atingir um pH em água em torno de 5,5 a saturação de bases será em torno de 50 por cento. Portanto, no uso da saturação de bases é necessário obter-se a relação entre H + A1 extraído em acetato de cálcio 1N a pH 7,0 e o pH SMP para os solos da região, além da relação do pH em água e em Ca Cl 0,01 M com a saturação de bases.

Assim, a fórmula utilizada é a seguinte:

$$N.C. = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{100} = \text{ton. de calcário/ha}$$

CTC = É a capacidade de troca de cátions obtida através da soma de bases (Ca, Mg, K e Na) e H + Al extraídos com acetato de cálcio 1N a pH 7,0.

V₁ = É a saturação de bases do solo obtida através da soma de bases x 100/CTC.

V₂ = É a saturação de bases desejada sendo no caso da soja sugerida 50 por cento (pH = 5,5)

Escolha do método de cálculo da N.C.

Na escolha do método de estimar a necessidade de calagem é necessário se determinar as relações existentes entre a produção da soja versus doses de calcário, e analisa-las economicamente. O método que estimar a N.C. que mais se aproximar do melhor retorno econômico deverá ser o escolhido para a região.

Tipo e método de aplicação do calcário

Os calcários muitas vezes disponíveis são em geral de baixo PRNT (Poder Relativo de Neutralização

Total), índice que indica a qualidade efetiva de um calcário, portanto sempre é necessário fazer-se a correção da N.C. tendo em vista que os valores obtidos através das Equações 1, 2 e 3 que são expressos para um PRNT = 100 por cento.

$$\text{ex.: } NC(t/ha) = (2 \times A1) * (2 - (Ca + Mg)) \times \frac{1}{PRNT}$$

De acordo com o teor de Ca + Mg os calcários se classificam como calcíticos, magnesianos e dolomíticos. Sousa et al. (1985) mostram na Figura 2 que a importância do calcário está não só na correção da acidez do solo como também na necessidade de quantidade adequadas de cálcio e magnésio no mesmo.

Assim, para os solos tropicais deficientes em Mg, o calcário mais indicado é o dolomítico por possuir altos teores de Mg. Contudo pode-se utilizar o calcário calcítico desde que se adicione Mg ao solo na forma de termofosfatos magnesianos, sulfato de magnésio e outros (Sousa et al. 1985).

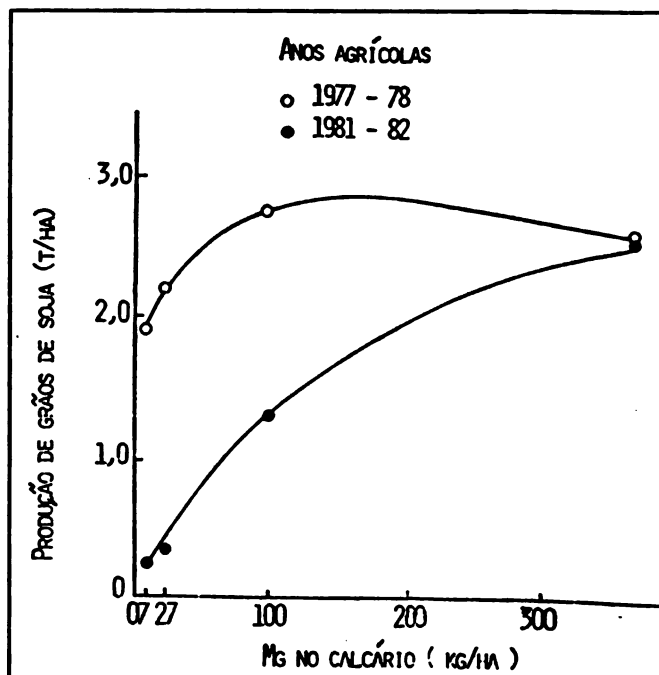


Figura 2. Produção de grãos de soja, em dois anos agrícolas, em função de doses de magnésio (calcário com diferentes teores de Mg) aplicadas em um LE argiloso. Fonte: Goedert, W.J. (ed.), 1985.

Na Figura 3 observa-se que quando se aplica ao solo quantidades de calcário adequadas para elevar o pH de 5,5 a 6,0, estes valores são alcançados aproximadamente com 100 dias de reação do solo. Assim o mais adequado é se aplicar o calcário com a antecedência suficiente para que a reação ocorra no solo antes do estabelecimento da soja. Como nos Cerrados é típica a ausência de chuvas no período de maio a setembro, fato este que limita a reação do calcário aplicado no ano agrícola do estabelecimento da cultura, portanto uma opção seria a aplicação do calcário imediatamente após o desmatamento ou também, aumentando-se a quantidade de calcário para atingir o pH desejado em um período mais curto de tempo (Sousa et al. 1985).

Quanto ao método de aplicação de calcário utiliza-se comumente distribuí-lo uniformemente ou incorporá-lo com máquina, sendo que para melhor uniformidade de incorporação pode-se aplicar metade antes da lavração e a outra metade após a lavração, antes da gradagem (Sousa et al. 1985). Quanto a aplicação de

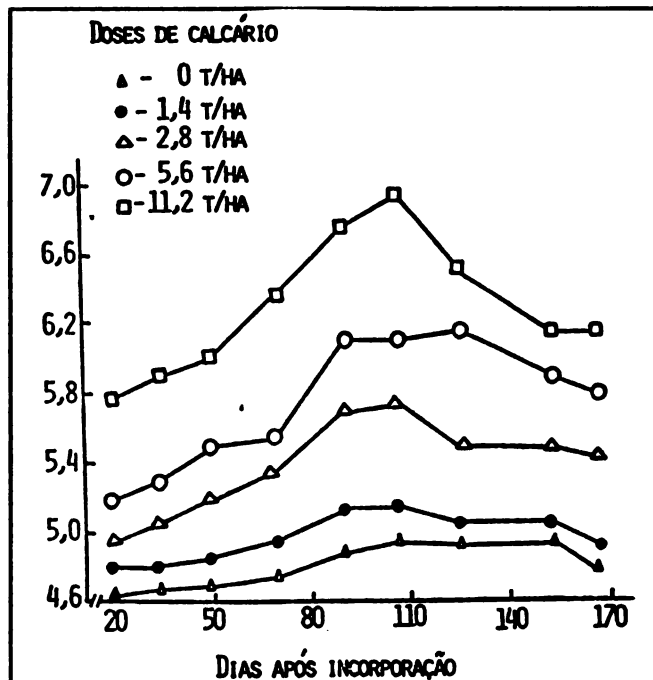


Figura 3. Dados de pH em água (1:1) de um solo LE, em função do tempo, após a incorporação de diferentes doses de calcário (PRNT=100%). Fonte: Goedert, W.J. (ed.) 1981.

calcário no sulco só é recomendável quando se trata de suprir a cultura com Ca + Mg sendo então necessário a aplicação em torno de 500 kg/ha.

A correção profunda do solo (até 30 cm) propicia uma redução da saturação de alumínio em um volume maior de solo e conseqüentemente um maior e mais profundo desenvolvimento radicular, fato este que permite às plantas uma maior absorção de água e nutrientes do solo.

De acordo com Sousa et al. (1985) o efeito da calagem se perde com o tempo sendo portanto necessária a reaplicação. Esta perda de eficiência é devida à extração de Ca e Mg pelas plantas, lixiviação destes nutrientes no solo e adição de adubos que promovem a acidificação do solo, seja pela produção do H⁺ ou pela lixiviação das bases (Figura 4). Embora o efeito residual da calagem dependa da textura do solo e da quantidade de calcário nele aplicada, o período mínimo de persistência do efeito residual da calagem, quando se utiliza a quantidade correta de calcário, é de cerca de quatro a cinco anos.

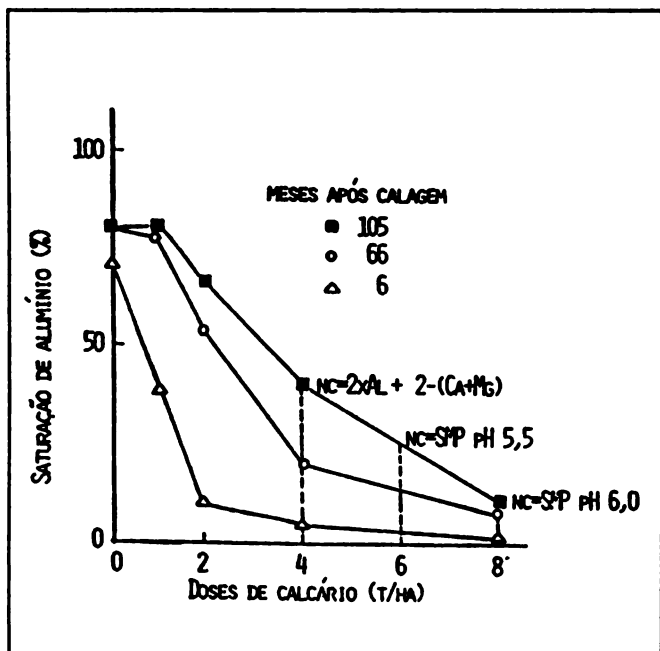


Figura 4. Percentagem de saturação de alumínio (0-15 cm), em função de doses de calcário aplicadas a lanço, em um LE argiloso, em tres épocas de amostragem. Fonte: Goedert, W.J. (ed.) 1985.

Para avaliar a necessidade e quantidade de reaplicação do calcário deve-se considerar a saturação de Al (quando superior a 20% torna-se necessário uma nova calagem) e o teor de Ca + Mg (quando inferior a 2 me/100g de solo deve-se efetuar nova calagem, Sousa et al. 1985). Geralmente a N.C. nestes casos é menor que a primeira calagem efetuada.

NTROGÊNIO

Embora a cultura da soja apresente resposta à doses elevadas de adubação nitrogenada esta prática não é recomendada, tendo em vista a simbiose que a cultura mantém com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, através da qual as necessidades de N são supridas à planta (Suhet et al. 1985). Apesar de ser plenamente comprovada a eficiência da fixação do N₂ pelo B. japonicum para o suprimento de N à soja, ainda um grande número de produtores no Brasil utilizam fórmulas com baixos níveis de N. Trabalhos desenvolvidos por Vargas et al. (1982) e Peres et al. (1981) demonstram esta prática é desnecessária (Quadro 2).

Quadro 2. Adubação nitrogenada na soja em solos de Cerrado.

Varietade	Adubação Nitrogenada (kg/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	N Total do grão (kg/ha)
Solo LV ¹			
IAC-2	0	1.921	102
	10	1.963	100
	20	2.039	107
	30	2.023	106
Solo LE ²			
Paraná	0	2.190	108
	150	2.034	115
Santa Rosa	0	2.818	187
	150	2.817	202
UFV-1	0	3.443	221
	150	3.527	230

1 Latossolo Vermelho-Amarelo. Primeiro cultivo com soja. N aplicado no plantio 1979/1980.

2 Latossolo Vermelho-Escuro. Segundo cultivo com soja, N dividido em três aplicações, 1977/78.

Fonte: Goedert, W.J. (ed.), 1985.

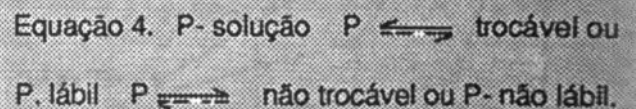
Neste quadro a aplicação de níveis de N até 30 kg/ha na semeadura da soja não aumentou o rendimento de grãos. Também não se observou nenhum incremento significativo na produção de três cultivos de soja, quando em um solo LE de segundo ano de cultivo aplicou-se parceladamente 150 kg de N/ha.

Devido a fatores adversos ao estabelecimento do *Bradyrhizobium japonicum* em solos distróficos cultivados pela primeira vez com a soja, Vargas & Suhet (1980) sugerem utilizar-se doses maiores de inoculante (1,0 kg de inoculante por 40 kg de sementes de soja) e o emprego de solução de sacarose 25 por cento (açúcar cristal para o preparo da pasta de inoculante).

FÓSFORO

Conforme Goedert et al. (1985) a maioria dos Latossolos tropicais possuem baixo teor de fósforo total e bastante baixo fósforo disponível para as plantas. Em geral estes solos contém de 50 a 350 ppm de P total, caracterizando assim a pequena reserva de fósforo comum destes solos. Outra característica desses solos é a baixa concentração de P na solução, a qual é comumente inferior a 0,1 ppm.

Na solução do solo o fósforo (P-solução) está em equilíbrio com o P na fase sólida (P-sólida) conforme pode ser observado na Equação 4 (Goedert et al. 1986).



Assim, na aplicação do adubo fosfatado no solo, o P-solução aumenta, contudo, a maior parte do P é adsorvida pela fase sólida do solo ou se precipita formando compostos menos solúveis.

Na Figura 5 expressa a magnitude entre as formas de fósforo nos solos de Cerrado. O teor de fósforo na solução é muito baixo (< 0,1%) sendo que a maior parte (> 90%) encontra-se com o P-não trocável ou P-não lábil. Isto mostra que solos com P-total em torno de 200 a 300 ppm podem ser extremamente deficientes deste nutriente para a cultura.

Entre as várias propriedades que podem afetar o P no solo estão como as principais a quantidade e tipo de mineral, pH do solo a presença de ânions que podem competir com o íon-fosfato. Lopes e Cox (1979) observaram em seus trabalhos que o processo de absorção de P pelos óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, foi o principal fator envolvido na fixação de fósforo. Sob o ângulo agrônomo, a percentagem de argila dos solos bem drenados

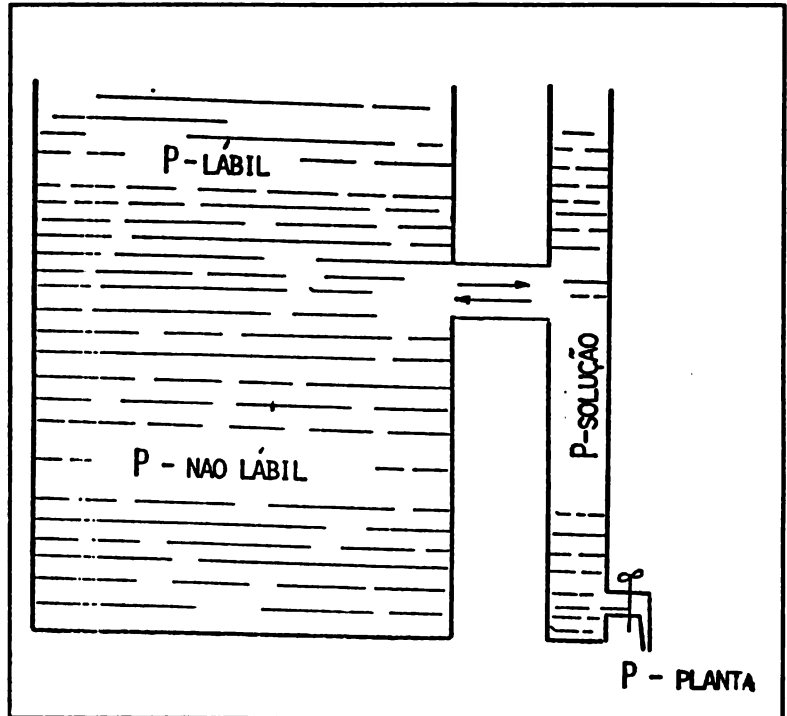


Figura 5. Diagrama ilustrando as relações entre as formas de fósforo, conforme mostrado pela Equação 1.

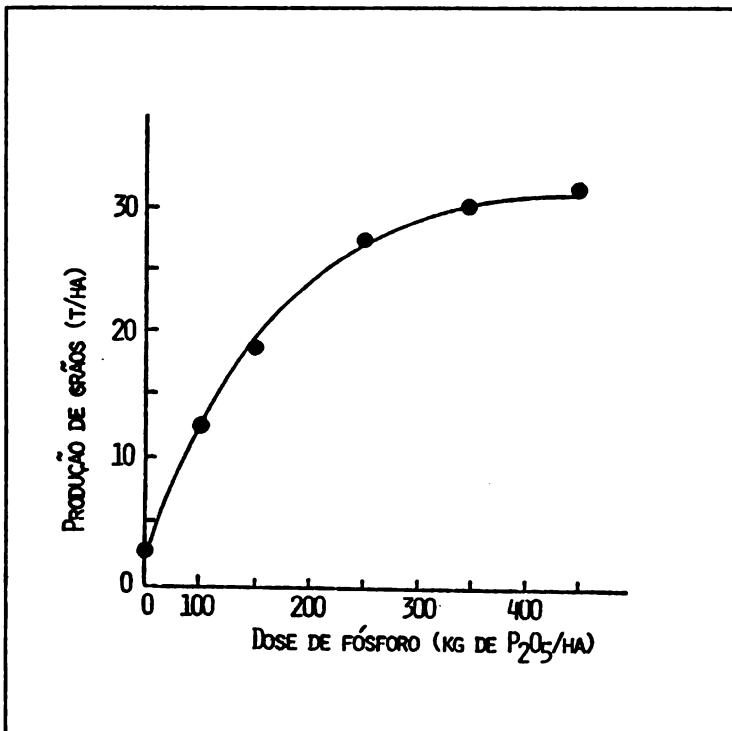


Figura 6. Produção de grãos de soja (cv. Cristalina), em função de doses de fósforo (superfosfato triplo), aplicadas a lanço, em LV argiloso. Fonte: Sousa, D.M.G., 1984.

dos trópicos é a variável mais adequada para estimar a capacidade de fixação de fósforo, pois, de um modo geral o teor de óxidos de ferro e alumínio está relacionado diretamente com o teor de argila.

As principais práticas que minimizam a fixação do fósforo são o aumento do pH e eliminação do alumínio através da calagem, o uso de adubo em grânulos ao invés de pó, incorporação localizada.

A Figura 6 expressa a resposta da soja a diferentes níveis de fósforo aplicados a lanço onde pode se observar um grande incremento na produção de grãos até a dose de 300 kg/ha de P₂O₅.

Analisando-se outras características da planta da soja em relação ao fósforo, observa-se na Figura 7 que o peso de grãos, altura de planta e altura de

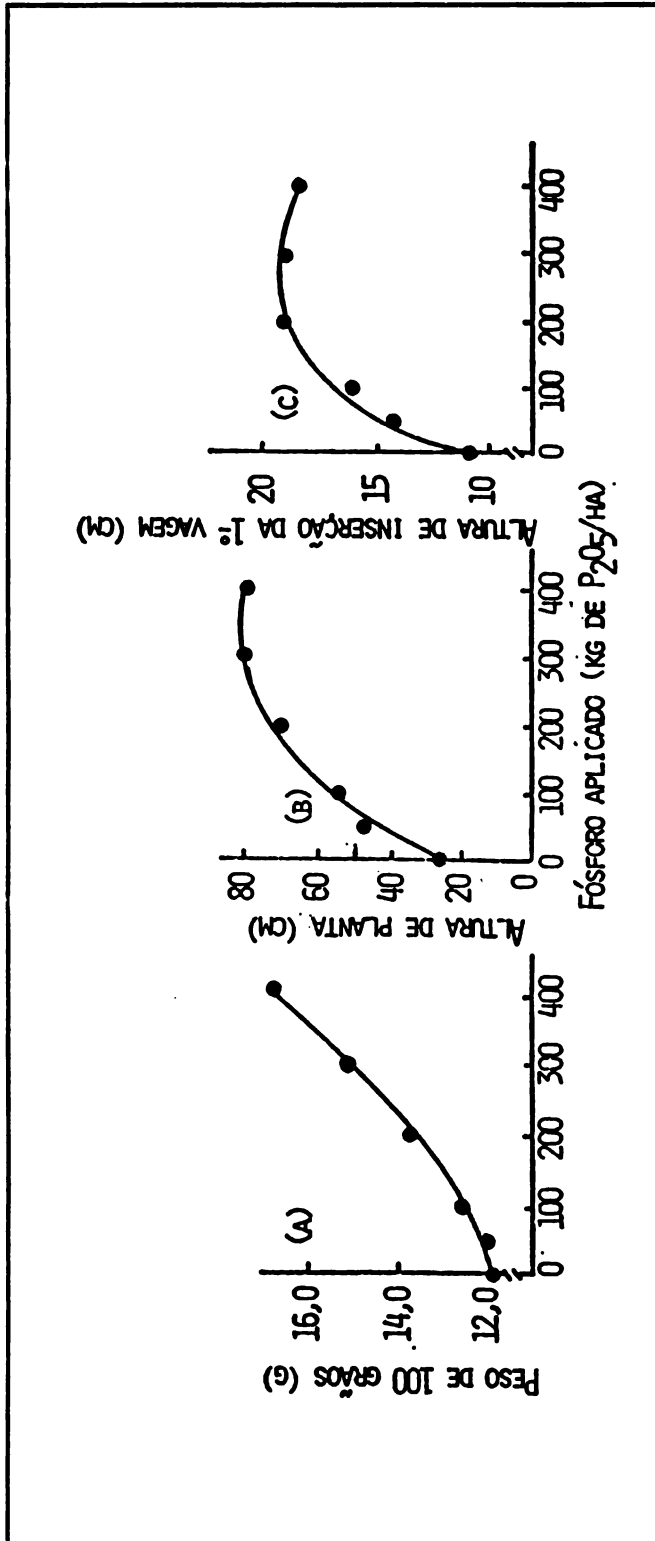


Figura 7. Peso de grãos (a), altura de planta (b) e altura de inserção da 1ª vagem (c) da variedade de soja Cristalina, em função de doses de superfosfato triplo, aplicadas a lanço, em solo LV argiloso. Fonte: Sousa & Lobato 1982

inserção da primeira vagem estão estreitamente ligados a quantidade de adubo fosfatado aplicado ao solo.

Na recomendação ou decisão de adubação fosfatada para os solos tropicais, duas situações devem ser consideradas: a primeira objetiva elevar o teor de fósforo disponível no solo de uma só vez, portanto chamada de adubação corretiva, e a segunda que visa manter o nível de fertilidade após cada cultivo (adubação de manutenção).

Apesar da complexidade na tomada de decisão quando se deseja optar pela melhor dose, fonte e método de aplicação, na prática baseia-se essencialmente em três informações: 1) Resultados das análises químicas e físicas do solo da camada arável obtida através de amostras do solo. 2) Histórico de uso da área (produções obtidas, insumos aplicados etc.) 3) Nível desejado de produção (Goedert et al. 1985).

Conforme o Autor acima, a análise de solo é ainda o instrumento mais utilizado para definir a necessidade de adubação fosfatada a nível de produtor. Contudo, recomendações somente com base em resultados de análise de solo estão sujeitas a grandes erros, especialmente em áreas cultivadas e que receberam adubação fosfatada no sulco.

O método de Mehlich é o mais usado nos laboratórios da região, e o nível crítico considerado é o nível de P-extraível necessário para se obter 80 por cento da produção máxima.

No estabelecimento da correção do fósforo no solo, caso haja menor disponibilidade de recursos financeiros, pode-se utilizar como alternativa para a correção da deficiência de fósforo, a adubação corretiva gradual. Esta técnica consiste em se aplicar a mesma quantidade de fósforo necessária para a correção, mas de forma gradual, ou seja, através de aplicações anuais de fósforo maiores que a adubação de manutenção. Assim o excedente vai acumulando-se no solo até atingir o nível desejado (Souza, 1984).

Apesar de serem poucos os estudos de calibração para os solos tropicais, Sousa et al (1987) dividindo os solos em chaves de resposta de acordo com teor de

argila e teor de P, sugere a adubação corretiva para diferentes grupos texturais (Quadro 3).

Normalmente, devido as limitações de recursos aos produtores, a adubação gradual tem sido a opção mais utilizada.

Na escolha da fonte de fósforo o aspecto mais importante é o custo da unidade P_2O_5 e de sua eficiência em suprir as plantas. De uma maneira geral recomenda-se fontes totalmente solúveis em ácido cítrico ou citrato de amônio neutro.

Tendo em vista a baixa eficiência dos fosfatos naturais e o alto custo do transporte, o uso dos mesmos em geral não é indicado para soja.

As fontes de fósforo mais utilizadas são o superfosfato triplo e o superfosfato simples. Sempre que possível é sugerido o uso de superfosfato simples, fórmulas menos concentradas em P_2O_5 tendo em vista que contenham enxofre. O superfosfato simples contém 60 por cento, em peso, de gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) sendo portanto também fonte dos nutrientes Ca e S, além de P, todos de grande importância para os Latossolos distróficos. Além disso a adição do ion SO_4^{2-} promove a lixiviação de cálcio e outros nutrientes para camadas inferiores propiciando então um melhor e mais profundo sistema radicular (Goedert et al 1985).

POTÁSSIO

Muitos dos Latossolos tropicais de América são pobres em minerais de argila tipo 2:1 (montmorilonita, vermiculita e outros) e também em minerais primários, os quais através de decomposição são capazes de suprir potássio às plantas (Vilela et al. 1985). Nos solos em que predominam argilas minerais como a caulinita e a gibbsita, o teor de potássio total em geral é muito baixo (Mielniczuk 1977).

Segundo Ritchey (1979), normalmente para recomendações de adubação potássica determina-se o potássio extraído da amostra pelo método de Mehlich (K-extraível) ou com acetato de amônio (K-trocável) os quais são semelhantes em Latossolos de Cerrado, sendo que nesses solos o potássio trocável é a principal fonte de suprimento deste nutriente para as plantas.

Lopes (1975), estabelecendo o valor de 60 ppm de K como nível crítico, observou em seu trabalho com 518 amostras de solos dos Cerrados que 85 por cento das mesmas apresentaram teores de K abaixo do nível crítico estabelecido e em 48 por cento os teores foram inferiores a metade do nível crítico. Portanto, tendo em vista que este trabalho abrange várias regiões dos Cerrados, confirma-se a afirmação de que os solos de Cerrado são deficientes em potássio.

Quadro 3. Interpretação da análise de solo e recomendação de adubação corretiva de fósforo para solos com diferentes teores de argila. CPAC, 1982-1985²

Teor de argila (%)	Análise de solo (PPM)				Adubação corretiva (kg de P_2O_5 /HA)			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Total		Gradual	
					P muito baixo	P baixo	P muito baixo	P baixo
>80	-	-	-	-	300	-	-	-
61-80	0-1,0	1,1- 2,0	2,0 - 3,0	3,0	240	120	100	90
41-60	0-3,0	3,1- 6,0	6,1- 8,0	8,0	180	90	90	80
21-40	0-5,0	5,1-10,0	10,1-14,0	14,0	120	60	80	70
<20 ¹	0-6,0	6,1-12,0	12,1-18,0	18,0	100	50	70	60

¹Não se recomenda agricultura intensiva sobre solos deste grupo textural.

²Sousa, D.M.G. et al (1987).

O nível crítico de K para a soja em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso foi determinado por Ritchey (1979), através do método Mehlich, o qual indicou ser de 50 ppm, nível este equivalente a 80 por cento da produção máxima obtida.

A resposta da cultura da soja a adubação potássica é bastante grande, conforme podemos observar na Figura 8, onde um simples incremento de 24 para 45 ppm no teor de potássio (K) no solo proporcionou de 840 kg de grãos/ha. Este aumento na produtividade foi obtido aplicando-se ao solo 100 kg/ha de K_2O .

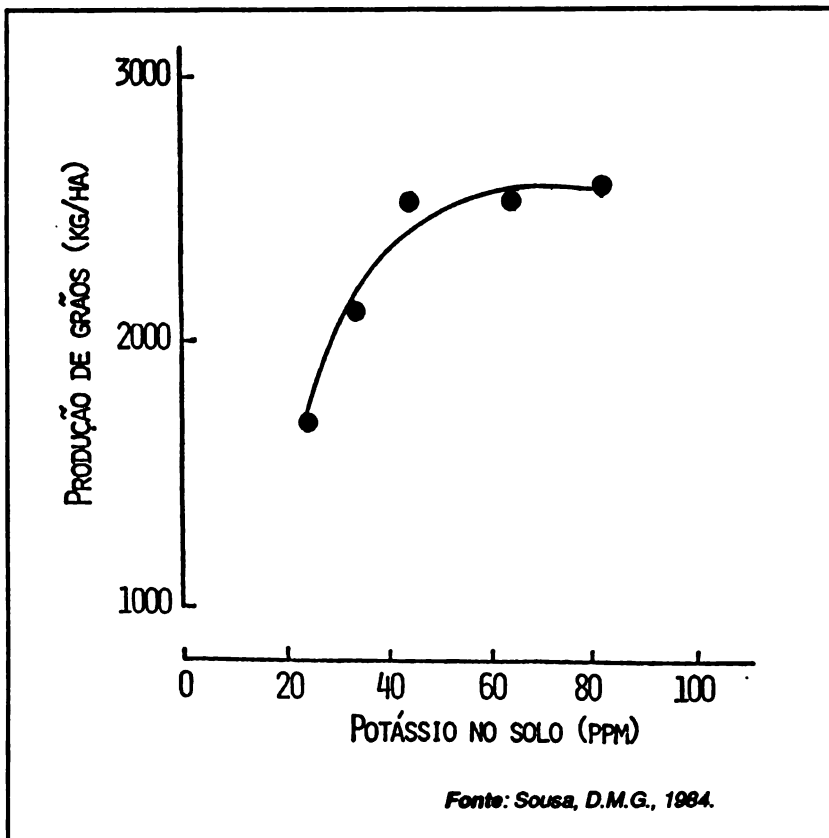


Figura 8. Produção de grãos de soja (cultivar Santa Rosa), em função do potássio extraível (método Norte Carolina-acido duplo) em LE argiloso.

O potássio é um elemento que pode ser lixiviado no solo. Esta lixiviação depende principalmente do teor deste elemento no solo (K-solução), bem como da quantidade de água que percola através do perfil do solo. Entre os principais fatores que influem na

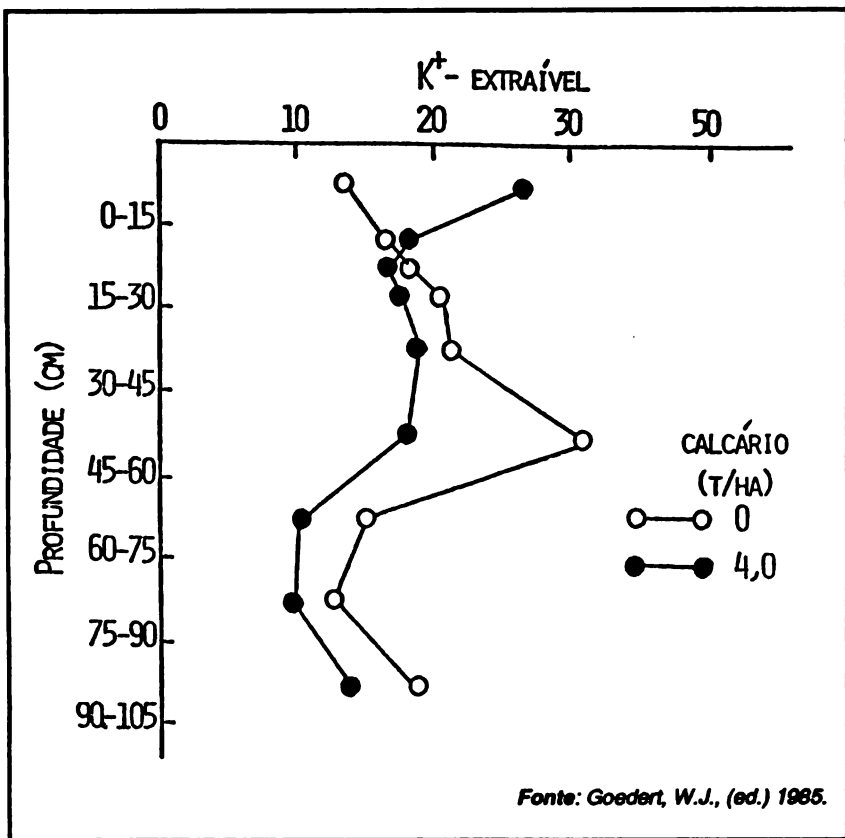
concentração de K na solução estão: a capacidade de troca de cátions (CTC) e a força de adsorção de K no solo. Esta força de adsorção depende basicamente da natureza das superfícies de troca (tipo de argila, óxidos, hidróxidos e matéria orgânica) e da percentagem de sítios de troca ocupados por K no número total de pontos de troca. Como em solos de Cerrado a CTC efetiva e a força de adsorção de K são normalmente baixas, um manejo mal conduzido poderá proporcionar ou aumentar as perdas de K por lixiviação (Vilela et al. 1985).

O uso da calagem, do método de aplicação adequado (no sulco, a lanço ou parcelado) e fontes menos solúveis são técnicas que podem reduzir as perdas de K por lixiviação.

Para a soja a calagem é até então a prática que maior benefício traz na diminuição de perdas de K, pois aumenta a capacidade de troca de cátions, devido ao aumento do pH, e conseqüentemente, proporciona mais sítios de troca para a retenção do K na camada arável do solo. Na Figura 9 e comparado o K-extraível do solo com e sem calcário e verifica-se um maior teor de K na camada de 0-15 cm de profundidade, onde se aplicou o calcário, enquanto que no solo sem calagem o maior teor de K localizou-se na camada de 54 - 60 cm de profundidade, observação esta que caracteriza o efeito benéfico do calcário em relação ao K, bem como a movimentação deste elemento.

Na recomendação da quantidade de adubação potássica deve-se considerar principalmente a quantidade retirada pela soja, as perdas por lixiviação e as reservas minerais do solo (Vilela et al 1985).

Se os teores de K estiverem abaixo do nível crítico estabelecido (50 ppm), sugere-se uma adubação corretiva a lanço conforme a Quadro 4, para solos com teor de argila maior que 20 por cento.



Fonte: Goedert, W.J., (ed.) 1985.

Figura 9. Influência da aplicação de calcário na lixiviação de potássio em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de Cerrado (experimento em coluna).

Cuadro 4. Sugestão de adubação corretiva de potássio para um Latossolo Vermelho - Escuro argiloso.

K extraível (Mehlich I) (ppm)	K ⁺ a aplicar (kg/ha)
0 a 25	100
26 a 50	50
>50	0

Fonte: Goedert, W.J. (ed.) 1985

Devido ao comportamento diferencial do K em relação aos diferentes tipos de solos de Cerrados (potencial de lixiviação) o uso desta tabela acima não pode ser generalizado.

Quando o teor de K no solo for igual ou acima do nível crítico deve-se proceder somente a adubação de manutenção no sulco de plantio. Como a cultura da soja retira aproximadamente 20 kg de K₂O/t de grãos sugere-se efetuar uma adubação de manutenção de 60 kg/ha de K₂O para uma expectativa de produção de três toneladas de grãos/ha, independente da textura do solo.

ENXOFRE

O enxofre se constitui em um elemento essencial para as plantas e animais. A quantidade deste elemento absorvida pelas plantas é igual ou até superior às quantidades utilizadas de fósforo. É um componente muito importante na estrutura dos tecidos das plantas (Couto e Ritchey, 1985). Sua maior presença nos solos está ligada aos componentes orgânicos, os quais, em alguns solos, chegam a deter até 98 por cento do total deste elemento (Tabatabai & Bremner, 1972).

Portanto, por ser o enxofre orgânico a reserva mais importante deste elemento no solo, o teor de matéria orgânica, bem como sua taxa de mineralização são de extrema importância na disponibilidade deste elemento para as plantas.

A resposta positiva no rendimento de grãos da cultura da soja, aplicação de enxofre ao solo de Cerrado (Latosolo), bem como sua necessidade, é mencionada por vários autores (Freitas et al. 1964; Mascarenhas et al. 1967, 1974; Sousa, D.M.G. 1984).

A aplicação intensiva de fertilizantes concentrados com baixo e nenhum teor de S, aumenta a probabilidade de falta deste elemento limitar os rendimentos da cultura da soja. Portanto é recomendável a aplicação de adubos que contenham teores de S suficiente para suprir 20 a 30 kg/ha por ano, uma vez que as deficiências desde elemento não são ainda adequadamente detectadas por análises de rotina, bem como os sintomas visuais de deficiência são bastante difíceis de serem identificados.

MICRONUTRIENTES

A grande maioria dos trabalhos de pesquisa para avaliar deficiências nutricionais na cultura da soja em Latossolos dos Cerrados tropicais está ligada aos macronutrientes e calagem, enquanto que os poucos trabalhos com micronutrientes não mencionam os níveis no solo ou no tecido vegetal que permitam avaliar melhor a sua disponibilidade. Além disso a maioria dos trabalhos com micronutrientes referem-se a mistura dos mesmos e poucos se detém ao efeito do micronutriente isoladamente. Estudos de calibração de métodos de análise do solo, modo de aplicação, fontes, efeitos residuais e interações, praticamente inexistem (Galdrão 1985).

Nos Latossolos Tropicais, respostas em incremento da produção de grãos da cultura da soja em relação a micronutrientes foram, em sua grande maioria, observadas com aplicações de zinco. Logicamente, isto não afasta a possibilidade de dependendo o tipo de solo e intensividade de cultivos sucessivos surgirem problemas relacionados a deficiência de outros micronutrientes.

Freitas et al. (1958) observaram um aumento de 141 por cento na produção de soja pela aplicação de seis kg/ha de zinco em um Latossolo -Vermelho Escuro de Anápolis (GO).

Também o efeito residual de doses de zinco na produção de soja é mostrado na Figura 10. Nesse experimento o zinco foi aplicado a lanço na forma de sulfato de zinco apenas por ocasião do primeiro cultivo e após três cultivos de milho cultivou-se soja (Galdrão 1985). Observou-se que a resposta crescente na produção de grãos frente aos aumentos da quantidade de zinco aplicada no solo. A adição de nove kg/ha de zinco (Zn propiciou um incremento de 1500 kg de grãos de soja por hectare).

Aplicações exageradas de calcário podem dar origem a problemas de disponibilidade de micronutrientes. No caso do zinco, altas doses de calcário podem provocar redução e conseqüentemente uma menor disponibilidade deste elemento às plantas. Em experimento em que aplicou-se calcário para atingir o pH 6,5 a soja apresentou sintomas visíveis de deficiência de zinco e manganês (Sousa, 1984).

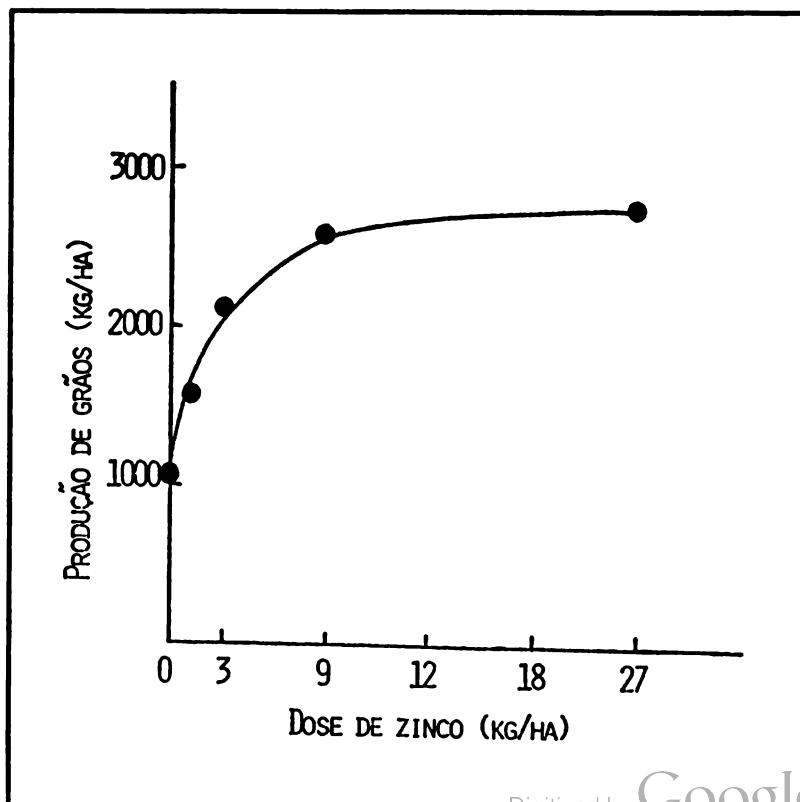


Figura 10.
Produção de grãos de soja (var. IAC 2), em função de doses de zinco aplicados a lanço (efeito residual - adubação com zinco feita no ano agrícola 1972/1973) em LV argiloso.
Fonte: Goedert, W.J., (ed.) 1985.

LITERATURA CITADA

- COUTO, W. & RITCHEY, K.D. 1985. Enxofre. In: GOEDERT, W.J. ed: Solos do Cerrado: Tecnologia e estratégia de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel, p. 223-235.
- FAO-UNESCO. 1971. Soil Map of the World, Vol. IV: South America. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, Paris.
- FREITAS, L.M. de; McCLUNG, A.C. & LOTT, W.L. 1958. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. São Paulo, Instituto de Pesquisa IRI, 28 p. (Boletim 2).
- FREITAS, L.M.M.; MIKKELSEN, D.S. & McCLUNG, A.C. 1964. Ensaio de calagens e adubação em solos de campo cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO CERRADO, 1., Sete Lagoas 1961. Recuperação do Cerrado, Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícolas.
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes In: GOEDERT, W.J. ed. 1985. Solos dos Cerrados: Tecnologia e estratégia de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel.
- GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. 1985. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. ed. Solos dos Cerrados: Tecnologia e estratégia de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel, pl 29-166.
- , SOUZA, D.M.G.; SCOLARI, D.D.G. 1987 Critérios para recomendação de calagens e adubação. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 55 p. (EMBRAPA/CPAC. Circular Técnica nº 25).
- LOPES, A.S.A. 1975. Survey of the fertility status of soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. Raleigh, North Carolina State University. 138 p. Tese de Mestrado.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. 1979. Relação de características físicas, químicas mineralógicas com fixação de fósforo em solos sob Cerrados. R. Bras. Ci solo 3:82-8.
- MASCARENHAS, H.A.A.; KIIHL, R.A.S. & NAGAI, V. 1974. Aplicação de enxofre em soja cultivados em Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa de Cerrado. Bragatia, Campinas, 33: 62-65, Julho.
- ; MIYASAKA, S.; FREIRE, ES. & IGUE, T. 1967. Adubação da soja, VI - Efeito do Enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe e Mo), em Latossolo Roxo com Vegetação de Cerrado. Bragatia, Campinas, 26 (29): 273-9.
- MIELNICZUK, J. 1977. Formas de potássio em solos do Brasil. R. Bras Ci Solo. 1:55-61.
- PERES, J.R.R. & VIDOR, C. 1981. Relação entre concentração de célula no inoculante e competição por sítio de infecção modular entre estirpes de *Rhizobium japonicum* em soja. R. Bras Ci Solo, 4: 139-43.
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. & BATAGLIA, D.C. 1982. Resposta da soja a aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de cerrado. II - Efeito residual. R. Bras Ci. Solo, 6:113-118.
- RITHEY, K.D. ed 1979. Potassium fertility in oxisols and ultisols of humid tropics. ITHACA, Cornell University, 45 p. (Cornell International Agriculture, Bulletin, 37).
- SOUZA, D.M.G. de. 1984. Calagem e Adubação para a cultura da soja nos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 9 p. (Comunicado Técnico, 38).
- ; CARVALHO, L.J.C.B.; MIRANDA, L.N. de. 1985. Correção de acidez do solo. In: GOEDERT, W.J. ed Solo dos Cerrados: Tecnologia e estratégia de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel, p. 99-127.
- & LOBATO, E. Adubação fosfatada In: Simpósio, sobre o Cerrado 6º. Brasília. Savanas: alimento e energia, Brasília (no prelo).
- & SCOLARI, D. 1986. Correção da acidez em solos da região dos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 6 p. (Comunicado Técnico, 49).
- & MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. 1987. Interpretação de Análise de Terra e Recomendação de Adubos Fosfatados para Culturas Anuais nos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 7p. (Comunicado Técnico, 51).
- SUHET, A.R.; PERES, J.R.R.; VARGAS, M.A.T. 1985. Nitrogênio. In: GOEDERT W.J. ed Solos dos Cerrados: Tecnologia e estratégia de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel, p. 167-202.
- TABATABAI, M.A. & BREMNER, J.M. 1972. Distribution of total and available sulfur in sepected soils and soil profiles. Agron. J., 64: 40-4.
- VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R. & SUHET, A.R. 1982. Adubação nitrogenada inoculação e época de aplicação de calcário para a soja (*Glycine max* L.) em um solo sob Cerrado. Pesq. Agropec. Brasileira, 17 (18): 1127-32.
- & SUHET, A.R. 1980. Efeito de tipos e níveis de inoculante na soja cultivada em um solo de Cerrados. Pesq. Agrop. Bras., 15(3): 343-7.
- VILELA, L.; SILVA, J.E. da; RITHEY, K.D. & SOUSA, D.M.G. de. 1985. Potássio In: GOEDERT, W.J. ed. Solos dos Cerrados: Tecnologia e estratégias de manejo. Planaltina, EMBRAPA/CPAC/São Paulo, Nobel, p. 203-222.

El fósforo en la producción de soja *

por Carlos Galarza **

El cultivo de soja es considerado por muchos como uno de los más extractivos de P del sistema.

Los requerimientos para lograr rendimientos máximos van de 11 kg/ha hasta 16 kg/ha para producir una tonelada de granos.

De esas cantidades totales de nutrientes, aproximadamente dos tercios, son exportados por el grano cosechado. En nuestro sistema productivo, una cosecha de 24 quintales/ha, extraería entre 17 y 25 kg/ha de P (38 - 60 kg/ha de P_2O_5).

El P en la planta se encuentra como azúcares y nucleótidos fosforados (ATP y GTP). Los primeros intervienen en el transporte de metabolitos, principalmente hacia el grano, y los nucleótidos participan en la transferencia y reserva de energía. Es por estas funciones que el 70 por ciento del P demandado por la planta ingresa en ella a partir de plena floración y hasta madurez fisiológica.

Los suelos de la Región Pampeana contienen de 0,02 a 0,08 por ciento de fósforo total (\approx 200 - 800 ppm \approx 500 - 2.000 kg/ha), siendo 1.000 - 1.500 kg de P/ha los valores más frecuentes para la capa arable. De este fósforo total sólo del uno al 10 por ciento estará disponible para el cultivo durante el ciclo. La cantidad de P en la solución del suelo tiene valores que van de 0,1 a 0,6 kg/ha y la demanda máxima del cultivo de soja puede llegar a 1,35 kg/ha/día. Esto nos indica que el nutriente debe ser repuesto constantemente a la solución a partir del complejo de intercambio iónico. La capacidad propia de cada suelo de reponer éste y otros elementos poco solubles a la solución, es la

capacidad Buffer, característica muy estable, que juega un papel importante en la nutrición de las plantas.

El fósforo es un elemento poco móvil, que se fija en diferentes porciones del suelo. Navarro C.A. en 1973 realizó estudios en diferentes suelos de la Región Pampeana y encontró que, a similares contenidos de P total, correspondían diferentes proporciones de las fracciones en que se encuentra el P, según sea el régimen hídrico o térmico. A mayor proporción de P_1 , mayor es la disponibilidad de iones $H_2PO_4^-$, principal forma en que este elemento ingresa a la planta.

En gran parte de la Pampa Húmeda se presentan niveles bajos de fósforo disponible, especialmente en las regiones Sur - Sureste y Este de la misma, relacionados principalmente a su génesis y evolución.

Numerosos ensayos realizados en las zonas Centro y Centro-Este de la Región muestran incrementos poco consistentes de los rendimientos de soja por el agregado de P.

Sólo Amma A.T. y González J. en 1985 mencionan incrementos importantes (430 kg/ha) en los rendimientos de soja de segunda, por el efecto residual de 60 kg/ha de P_2O_5 aplicados a la siembra del cultivo de trigo que le antecedió, en cuatro ensayos sobre un total de doce realizados en suelos muy deficientes del área de San Pedro.

Si bien los resultados de la fertilización de la soja hasta hoy son poco promisorios, el uso de los suelos bajo sistemas agrícolas cada vez más intensivos, y el deterioro físico-químico que esto ocasiona, así como la constante expansión del cultivo, hace pensar en la necesidad de intensificar los trabajos de conservación de suelos y de identificación de zonas, donde la degradación ya existente demande prácticas de fertilización complementaria para su recuperación.

* Recopilación realizada en agosto de 1990.

** Ingeniero Agrónomo, INTA, Argentina

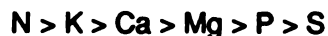
Nutrientes en el cultivo de soja

por José Luis Tau *

INTRODUCCIÓN

La composición mineral de las plantas de soja puede variar considerablemente de acuerdo a la fertilidad del suelo y es afectada cuando hay desequilibrios entre nutrientes en el suelo.

El Carbono, el Hidrógeno y el Oxígeno del aire constituyen el 90 por ciento de la producción de materia seca. Sin embargo, estos no pueden ser asimilados a menos que los otros macro y micronutrientes estén presentes en cantidades suficientes en el suelo. El orden de importancia de estos elementos esenciales es:



Un estudio publicado por Hanson (1977) indica la cantidad de elementos contenidos en los granos y en toda la planta (excluyendo las raíces) Cuadro 1.

El análisis foliar es de gran valor cuando se interpretan los resultados de las experiencias de fertilización y sirve para controlar la aplicación de fertilizantes. Como los contenidos de los nutrientes de las plantas varían con la edad de la misma (menor cantidad de nutrientes a medida que envejecen los tejidos) se hace necesario estandarizar el método de muestreo. Se considera un buen momento de muestreo a comienzo de floración. Hay que extraer al menos 30 hojas maduras en la tercera posición desde el extremo del brote apical. Los valores utilizados para la interpretación de los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Nutrientes en el grano y en la planta entera

Rendimiento kg/ha		1020	2040	3060	4080	5100
N	Grano	58,6	116	178	238	295
	Planta entera	88,2	176	269	359	445
P ₂ O ₅	Grano	6,6	15,8	34,3	45,8	59
	Planta entera	8,9	21,3	46,2	61,6	79
K ₂ O	Grano	21,7	41,4	66,7	89	122
	Planta entera	40,4	77	124	165	227
Ca	Grano	2	4	5,3	6,7	8,5
	Planta entera	9,3	18	24,2	30,6	38,3
Mg	Grano	1,6	3,5	5,8	7,7	9,7
	Planta entera	4,2	8,8	14,6	19,4	24,2
S	Grano	3,6	6,4	8,8	13,3	16,6
	Planta entera	11	19,5	26,5	40,2	50,3

Fuente: Hanson, 1977.

* Ingeniero Agrónomo, INTA, Argentina

Cuadro 2. Análisis foliar: niveles de diagnóstico

	Deficiente	Bajo	Suficiente	Alto	Excesivo
N %	4,0	4,0 - 4,5	4,5 - 5,0	5,5 - 7	7 +
P	0,15	0,16 - 0,15	0,26 - 0,5	0,5 - 0,8	0,80 +
K	1,25	1,25 - 1,7	1,7 - 2,5	2,5 - 2,75	2,75 +
Ca	0,2	0,2 - 0,35	0,35 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 +
Mg	0,1	0,1 - 0,25	0,25 - 1,0	1,0 - 1,5	1,5 +
B ppm	10	11 - 20	21 - 55	56 - 80	80 +
Cu	4	5 - 9	10 - 30	31 - 50	50 +
Fe	30	31 - 50	51 - 350	350 - 500	500 +
Mn	14	15 - 20	21 - 100	101 - 150	250 +
Mo	0,4	0,5 - 0,9	1 - 5	5 - 10	10 +
Zn	10	11 - 20	21 - 50	50 - 75	75 +

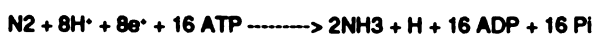
Fuente: Ohirogge and Kanprath, 1968.

NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE SOJA

El nitrato es la mayor fuente de Nitrógeno (N) disponible en el suelo para las plantas de soja. Antes de ser metabolizado por la planta debe ser reducido a amonio. Este importante proceso llamado nitrato-reducción consiste básicamente en dos etapas: la reducción de nitrato a nitrito y la reducción de nitrito a amonio.

Otra fuente importante de N para la planta de soja es el producto de la fijación simbiótica de Nitrógeno que se manifiesta a través de la asociación que existe entre la planta y bacterias del género *Bradyrhizobium* (*B. japonicum*). La planta le suministra Hidratos de Carbono a la bacteria y ésta le proporciona a la planta amonio, producto de la reducción de nitrógeno atmosférico. Este proceso se cumple a través de la siguiente ecuación:

Nasa



Las diferentes etapas que deben sucederse para la formación del nódulo y la fijación de Nitrógeno pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Reconocimiento entre el *Rhizobium* y la planta huésped.
2. Deformación del pelo radicular.
3. Proceso de infección.
4. Inducción del primordio nodular.
5. Inducción de la diferenciación del tejido central (Nódulo).
6. Fijación del Nitrógeno en el nódulo.

La especificidad de las bacterias fijadoras de Nitrógeno con respecto a la planta huésped la podemos observar en el Cuadro 3.

Los nódulos de acuerdo a su crecimiento se pueden clasificar en Determinados e Indeterminados. Las principales diferencias se pueden observar en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Especificidad de bacterias fijadoras de Nitrógeno

Género	Especie	Biovars	Planta huésped
<i>Rhizobium</i>	<i>R. leguminosarum</i>	<i>trifolii</i> — —	<i>Trifolium</i>
		<i>phaseoli</i> — —	<i>Phaseolus</i>
		<i>viciae</i> — —	<i>Pisum, Lathyrus, Vicia, Lens</i>
	<i>R. meliloti</i>	— —	<i>Melilotus</i> <i>Medicago</i> <i>Trigonella</i>
	<i>R. loti</i>	— —	<i>Lotus, Lupinus, Anthyllis,</i> <i>Cicer, Ornithopus</i>
	<i>R. fredii</i>	— —	<i>Glycine</i>
<i>Bradyrhizobium</i>	<i>B. japonicum</i>	— —	<i>Glycine, Macroptilium</i>
	<i>B. spp.</i>	— —	<i>Vigna, Lotus, Lupinus, Cicer</i>

Cuadro 4. Diferencias entre nódulos de crecimiento Determinado e Indeterminado.

	Determinado	Indeterminado
	<i>Glycine, Vigna,</i> <i>Phaseolus</i> <i>Desmodium, Centrosoma</i>	<i>Pisum, Vicia, Trifolium</i> <i>Medicago, Melilotus</i>
Origen Geográfico	Tropical-Subtropical	Templado
Intercambio gaseoso realizado por:	Lenticelas formadas por el cambium central	Espacios intercelulares
Meristema	Sin persistencia	El meristema apical persiste algunas semanas se puede ramificar
Células de Transferencias Vasculares	Ausente	Presente
Principal producto Nitrogenado Exportado	Alantoínas Ac. Alantoico	Glutamina Asparagina
Forma dominante	Esférica	Tubular

Las plantas con nódulos de crecimiento Determinado (de forma esférica) almacenan los compuestos nitrogenados en forma de Ureídos (Alantoína y Ac. Alantoico), mientras que las que poseen nódulos de crecimiento Indeterminado (de formar tubular) lo hacen a través de compuestos tales como la Glutamina o la Asparagina.

La realización de ensayos en la región de cultivo de soja es imprescindible para poner de manifiesto la importancia de la fijación simbiótica de Nitrógeno. De acuerdo a las experiencias realizadas en la región podemos citar ensayos conducidos por el INTA de Castelar en Pergamino dónde los tratamientos inoculados con cepas eficientes manifiestan una buena competencia con las cepas naturalizadas, de acuerdo a los siguientes resultados (Cuadro 5):

Cuadro 5. Nitrógeno total en Kg/Ha en el cultivo de soja (R2)

Tratamiento	Año 1986	Año 1987
Sin inocular	130,6	130,8
Cepa E104	144,0	158,0
Cepa E110	167,5	141,9

La Estación Experimental Agropecuaria del INTA de Marcos Juárez, está llevando a cabo experiencias con el fin de seleccionar genotipos de soja que tengan una alta capacidad fijadora de Nitrógeno.

Otra línea importante a investigar es la eficiencia de la fijación de Nitrógeno de la población de cepas naturalizadas que hasta el presente es desconocida.

Semeadura: Cultivares, época, densidade, tratamento de sementes e inocuidade

por Antonio Garcia *

INTRODUÇÃO

No ato de instalação de uma lavoura de soja o produtor pode estar definindo o sucesso ou o fracasso dessa lavoura, em função da observância ou não de alguns pontos fundamentais como a escolha correta da cultivar, o uso de sementes de boa qualidade, a época de semeadura, a densidade de plantas e seu arranjo, adubação correta e controle de plantas daninhas. Anteriormente à semeadura deve ter sido preparado e corrigido bem o solo e posteriormente deverá haver um cuidado especial com pragas e, em muitos casos, mais operações de controle de plantas daninhas.

Se todos estes pontos forem corretamente observados apenas as adversidades climáticas poderão impedir que o produtor tenha uma boa colheita, uma vez que estes são pontos que, no conjunto ou isoladamente, sempre estão associados aos casos de baixa produtividade no cultivo da soja.

Neste capítulo sobre semeadura da soja serão discutidos os seguintes pontos: cultivares, época de semeadura, espaçamento e densidade e tratamento de sementes.

CULTIVARES

A soja é cultivada no Hemisfério Sul entre as latitudes 5° S, no norte do Brasil, e 38° S, na Região Pampeana Sul da Argentina.

Para as regiões situadas em latitudes maiores que 24°S, foi e continua sendo de significativa importância a contribuição de cultivares de soja introduzidas dos Estados Unidos. Para estas regiões, os programas de melhoramento, inicialmente, se basearam em introduções de genótipos originários dos programas de melhoramento daquele país. Os cruzamentos dirigidos passaram a ser feitos no Brasil somente a partir da década de cinquenta e mais intensamente a partir da década de sessenta (Kilhi, 1987).

A expansão da soja para regiões mais ao norte só foi possível com programas direcionados para desenvolver cultivares com boas características agronômicas para aqueles regiões. Para tanto, foi de fundamental importância a contribuição dos programas de criação de cultivares conduzidos no Brasil. O desenvolvimento de cultivares de soja com menor sensibilidade ao foto periodismo e/ou com período juvenil mais longo viabilizou a cultura da soja em várias regiões brasileiras e outros países situados em baixas latitudes, a Bolívia, a Venezuela e a Nicarágua, por exemplo.

Sendo a soja uma espécie de dias curtos - de noites longas, pois é a duração do período de escuro que controla a floração - e de alta sensibilidade ao fotoperíodo, esse aspecto se torna o mais importante na seleção de uma cultivar para uma determinada região ou na determinação da melhor época de semeadura de uma determinada cultivar.

Peio sistema americano, as cultivares são classificadas em dez grupos de maturação, em função da duração do ciclo (período da emergência à maturação). Os grupos de maturação variam de 000 (as mais precoces) a X (Johnson, 1987). As cultivares

* Engenheiro Agrônomo. CNPSa/EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil

mais precoces são adaptadas a regiões de maiores latitudes ou de dias mais longos e as cultivares mais tardias são para as regiões mais próximas do equador ou de dias mais curtos. O Quadro 1, sobre a recomendação de cultivares para a Argentina, exemplifica o exposto. Observa-se que uma cultivar, pertencente a um determinado grupo de maturação, pode ser de ciclo longo, médio ou curto, conforme a região onde seja cultivada. Até aproximadamente uns quinze anos atrás as cultivares mais tardias pertenciam ao grupo VIII. Ocorre que, assim como foi necessário criar cultivares mais precoces que o Grupo 0, o 000, para regiões do Canadá, houve necessidade também de cultivares mais tardias que as do Grupo VIII de classificação americana. No caso específico da Argentina, a cultivar do Grupo IX é a UFV-1, selecionada no Brasil. Existem cultivares recomendadas no Brasil de ciclo mais longo que UFV-1, que, pelo sistema de classificação americano, seriam do Grupo X. É o caso das cultivares Tropical, Teresina e Carajás, recomendadas para regiões de baixas latitudes (<15° S).

Sempre que uma determinada cultivar semeada numa região de menor latitude (dias mais curtos) que aquela para a qual é recomendada, florescerá mais cedo e reduzirá a duração do ciclo e a altura das

plantas. Se cultivada em latitudes maiores ocorrerá o contrário.

As cultivares são diferentes quanto à sensibilidade ao fotoperíodo ou a outros fatores como a temperatura, são diferentes também quanto à duração do período juvenil. Cultivares menos sensíveis e/ou com período juvenil mais longo normalmente se adaptam a uma amplitude maior quanto a latitude e também quanto à época de semeadura.

Além da latitude, a altitude também influencia o comportamento da soja pela variação da temperatura. Para uma mesma latitude, altitudes maiores apresentam temperaturas mais baixas, o que retarda a floração, aumenta a duração do ciclo e a altura da planta de uma determinada cultivar. Por exemplo, a cultivar Bragg (Grupo VII), por ser de hábito determinado bem acentuado, reduz muito seu crescimento quando semeada em outubro em altitudes menores que 500 m, nas regiões norte e oeste do Paraná, Brasil. Porém, acima de 800 m, pode ser cultivada a partir de meados de outubro sem limitações de altura. Nestas condições, a floração atrasa de cinco a dez dias e a altura, conseqüentemente, aumenta.

Transferindo-se uma cultivar de 15 para 10° S poderia significar uma redução de apenas 12 minutos

Quadro 1. Relação entre grupos de maturação e duração do ciclo segundo a região, para as condições da Argentina.

Ciclo	Região	Região	Região
	Norte 22 a 30° Latitude Sul	Pampeana Norte 30 a 36° Latitude Sul	Pampeana Sul 36 a 38° Latitude Sul
Ciclo curto	Grupo VII	Grupo V	Grupo II
Ciclo médio	Grupo VIII	Grupo VI	Grupo III
Ciclo longo	Grupo IX	Grupo VII	Grupo IV

Fonte: Modificado de Lattanzi, 1987.

no fotoperíodo do dia 20 de novembro. Entretanto, um deslocamento de 45 para 40o S significaria um decréscimo de aproximadamente 35 min no fotoperíodo do mesmo dia (Quadro 2). Considerando-se esse aspecto, poderia se dizer que variedades adaptadas a baixas latitudes teria uma maior amplitude de adaptação que uma variedade adaptada para altas latitudes. Isto é o que ocorre, na realidade, com algumas exceções, tanto no Hemisfério Sul como no Hemisfério Norte.

Quadro 2. Duração aproximada do fotoperíodo em várias latitudes em 20 de novembro e 20 de março, no Hemisfério Sul.

Latitude	Fotoperíodo				diferença	
	20 de novembro		20 de março			
	hora	min	hora	min	hora	min
10°	13	22	12	52	0	30
15°	13	34	12	55	0	39
20°	13	45	12	58	0	47
25°	14	12	13	00	1	12
30°	14	40	13	00	1	40
35°	15	15	13	08	2	07
40°	15	45	13	12	2	33
45°	16	20	13	12	3	08

Fonte: Modificado de Hartwig, 1973.

Outras considerações sobre a sensibilidade de cultivares ao fotoperíodo e sobre a duração do período juvenil são apresentadas no item sobre época de semeadura.

Caracterização de cultivares e estádios de desenvolvimento

As características qualitativas como cor de flor, de pubescência, de hilo, de vagem e de tegumento, são mais importantes como descritoras das cultivares. As características quantitativas como duração do ciclo,

altura da planta, componentes do rendimento (número de vagens/planta, número de grãos/vagem e peso dos grãos) e rendimento de grãos são as mais importantes na eleição ou escolha das cultivares para cultivo. A seguir são relatadas e comentadas as principais características consideradas nas descrição e seleção de cultivares de soja.

Cor da flor

Pode ser identificada assim que as plântulas emergem do solo, em função da cor do hipocótilo (região do colo das plantas entre o solo e os cotilédones). Hipocótilos com pigmentação roxa identificam plantas com flores roxa. Hipocótilos de cor normal, verde, identificam plantas de flores brancas.

Cor da pubescência

Somente se torna bem diferenciável durante o período reprodutivo das plantas, após o desenvolvimento das vagens. Às vezes é difícil identificar com segurança a cor da pubescência antes das plantas iniciarem a maturação. A maior ou menor intensidade na cor da pubescência pode ser devido a densidade e comprimento dos pelos ou à cor das vagens. Vagens escuras e pubescência marrom acentuam essa cor. Vagens claras com pubescência cinza intensificam o tom claro.

Número de grãos por vagem

É uma característica genética. Podem ser encontradas, numa mesma planta, vagens com um, dois, três e quatro grãos, porém, para a maioria das cultivares, a média situa-se entre 1,5 e 3,0 grãos, porém, para a maioria das cultivares a média situa-se entre 1,5 e 3,0 grãos por vagem. Essa característica é pouco afetada pelo ambiente (Garcia, 1979 e Quelroz, 1975).

Cor do tegumento da semente

É variável na espécie, podendo ser preta, verde, marrom e amarela. As cultivares utilizadas apresentam

sementes de cor amarela, podendo ser brilhante ou fôscó (sem brilho).

Cor do hilo

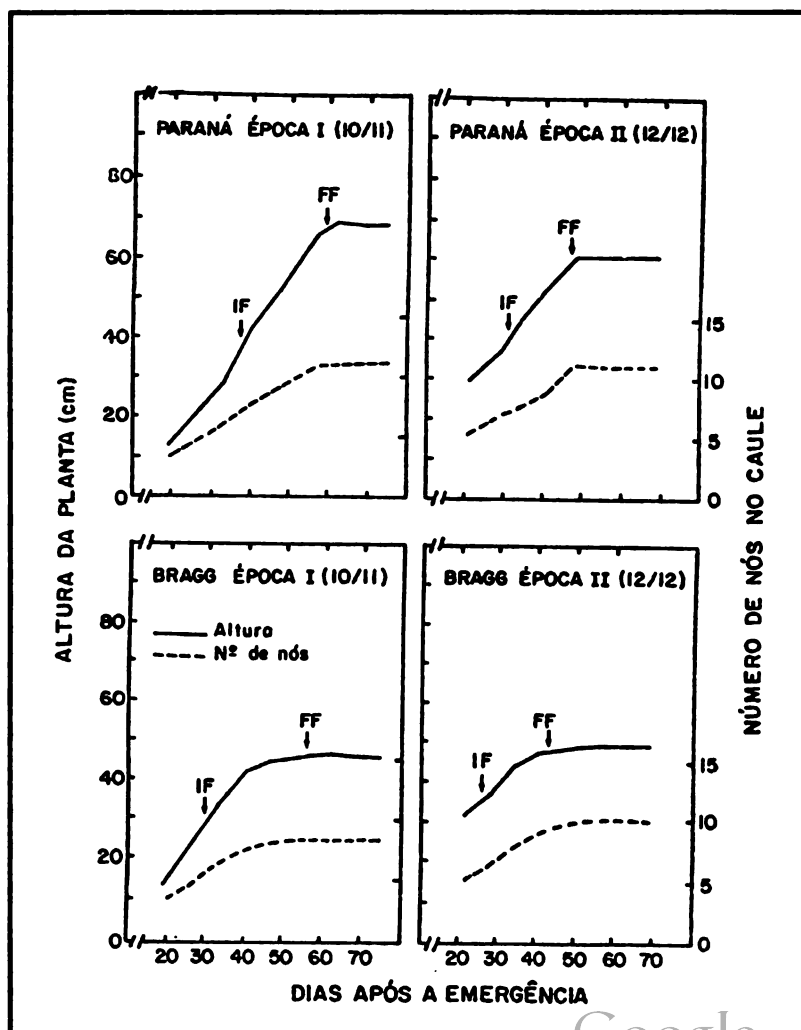
As cores mais comuns são preta e marrom. Podem apresentar variações para marrom-claro e escuro entre cultivares e para uma mesma cultivar. Existem também as cultivares com hilo preto imperfeito. Ou seja, a cor preta só cobre a parte interna do hilo e o anel externo é da cor do tegumento. A cor do hilo pode ser mais ou menos intensificada conforme o ambiente. Em regiões mais frias as cores são mais acentuadas.

Hábito de crescimento

As cultivares de soja podem ser de hábito determinado, indeterminado e semi-determinado. A diferença básica entre os tipos determinado e indeterminado é a taxa de crescimento após o início do período reprodutivo das plantas. Cultivares de hábito de crescimento determinado reduzem acentuadamente a taxa de crescimento após o início da floração. As de hábito de

crescimento indeterminado podem crescer mais de 50 por cento da sua altura final durante o período reprodutivo. O grau de determinação do crescimento é diferente entre as cultivares de um mesmo grupo. Na Figura 1 são mostradas as curvas de crescimento em altura das cultivares Paraná e Bragg, ambas de hábito de crescimento determinado. Nota-se que Bragg tem um grau de determinação mais acentuado que Paraná que apresentou significativo crescimento após iniciar o florescimento. A cultivar Paraná, devido a esta característica é menos sensível à época de semeadura que Bragg. A Figura 2 mostra a curva de crescimento das cultivares UFV-1 e IAC-2, determinada e indeterminada, respectivamente. Pelas figuras nota-se que o crescimento em altura encerra juntamente com o final de floração. Garcia, 1979 observou que a

Figura 1.
Altura da planta e número de nós no caule em função da idade da planta, para as cultivares de soja Paraná e Bragg semeadas em duas épocas, em Viçosa, MG, em 1977/78 (IF = início de floração; FF = Fim de floração)



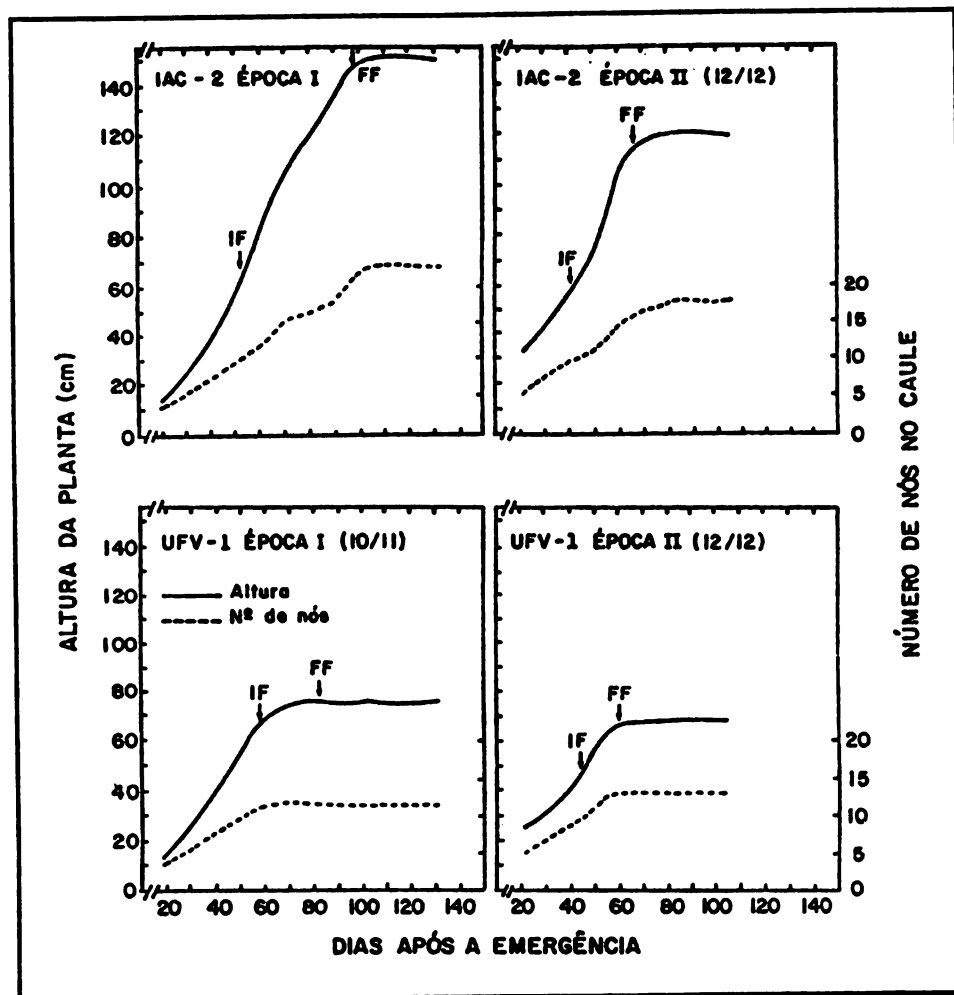


Figura 2. Altura de planta e número de nós no caule em função da idade da planta, para as cultivares de soja IAC-2 e UFV-1, semeadas em duas épocas, em Viçosa, MG, em 1977/78 (IF = início de floração; FF = Fim de floração).

indeterminado são próprias para condições onde outras cultivares de mesmo ciclo apresentam limitações de altura de planta.

Duração do ciclo

altura final e o fim da floração ocorreu em torno do estágio R4 (Fehr e Caviness, 1977) em dez cultivares estudadas, em duas épocas de semeadura.

Não há nenhuma cultivar semi-determinada recomendada no Brasil. Além da taxa de crescimento, a morfologia das plantas também é diferente. Plantas de hábito determinado normalmente apresentam racemos terminais e axilares com mais vagens que as de hábito indeterminado. Nestas as folhas terminais são menores e com pecíolos mais curtos. Em geral, a maior produção das plantas de hábito indeterminado ocorre na metade inferior da planta, ao contrário do que ocorre com as de hábito determinado. A maioria das cultivares utilizadas no Brasil são de hábito de crescimento determinado. As de crescimento

Período em dias da emergência da planta até o estágio R8 da escala de Fehr e Caviness, 1977 (Quadros 3 e 4). A duração do ciclo é variável entre as cultivares e, em função disso, são classificadas em precoce, semi-precoce, de ciclo médio, semi-tardia e tardia. Esse tipo de classificação só têm valor para uma determinada região, pois cultivares precoces numa região podem se comportarem como tardias em outras regiões, em função de fatores ambientais como fotoperíodo e temperatura. Tanto a duração do período vegetativo (emergência-floração) como do período reprodutivo (floração-maturação) são influenciados pelo fotoperíodo. A duração do ciclo da soja pode variar de 70 a 200 dias, em função da cultivar, da época de semeadura e da latitude onde for cultivada. As cultivares mais utilizadas na maioria das regiões produtoras de soja do Brasil variam de 90 a 160 dias de ciclo.

Quadro 3. Descrição dos estádios vegetativos da soja, segundo Fehr e Caviness (1977).

Símbolo	Título abreviado	Descrição
VE	emergência	cotilédones acima da superfície do solo;
VC	cotilédone	folhas unifolioladas suficientemente desenvolvidas, com os bordos não se tocando;
V ₁	primeiro nó	folha trifoliolada completamente desenvolvida (bordos não se tocando) acima das folhas unifolioladas;
V ₂	segundo nó	duas folhas trifolioladas completamente desenvolvidas (bordos não se tocando) acima das folhas unifolioladas;
V _(n)	enésimo nó	número n de nós do caule principal com folhas trifolioladas completamente desenvolvidas (bordos não se tocando).

Fonte: Finardi, 1979.

Quadro 4. Descrição dos estádios reprodutivos da soja, segundo Fehr e Caviness (1977).

Símbolo	Título abreviado	Descrição
R ₁	início do florescimento	uma flor aberta em qualquer nó do caule principal
R ₂	florescimento	flor aberta em um dos dois nós mais elevados do caule principal;
R ₃	início de legumes	legumes com cinco milímetros de comprimento em um dos quatro nós mais elevados do caule principal;
R ₄	legume desenvolvido	legume com dois centímetros de comprimento em um dos quatro nós mais elevados;
R ₅	início de grão	grão com três milímetros em um legume dos quatro nós mais elevados;
R ₆	grão desenvolvido	legume contendo um grão verde que enche sua cavidade em um dos quatro nós mais elevados;
R ₇	início de maturação	um legume normal que tenha alcançado sua cor de legume maduro;
R ₈	maturidade completa	95% dos legumes que tenham alcançado a cor de legumes maduro.

Fonte: Finardi, 1979.

Teor de óleo e proteína

Os teores de óleo e proteína em soja geralmente somam 60 por cento do peso do grão seco. O teor de óleo varia de 12 a 24 por cento, sendo mais comum encontrar valores em torno de 20 por cento, nas cultivares. O teor de proteína pode variar de 30 a 46 por cento, sendo mais comum encontrar teores ao redor de 40 por cento nas cultivares utilizadas. Tanto o teor de óleo como o de proteína podem apresentar variações por efeito de ambiente. Whigham e Minor (1978) citam que o teor de proteína é menos afetado pela variação da temperatura que o teor de óleo. Aqueles autores mencionam que obtida uma variação de 19,5 por cento para 23,2 por cento no teor de óleo quando se variou a temperatura durante o enchimento de vagens de 21°C para 29°C, respectivamente. Danos causados nos grãos por percevejos tem sido também relacionados a redução no teor de óleo. Até o momento foi dado mais ênfase para o desenvolvimento de cultivares com alto teor de óleo nas sementes que de proteína. Como o mercado asiático é promissor para soja usada na alimentação direta e há grande interesse por sementes com alto teor de proteína, algum esforço tem sido feito pela EMBRAPA-CNPSo neste sentido. Como fonte de alto teor de proteína para cruzamentos, tendo sido utilizadas a cultivar Abura e as linhagens D60-7965, D60-8107 e D67-4823, que apresentam teores de proteína de 43 a 48 por cento.

Altura da planta

É a distância entre o colo da planta e a extremidade superior da haste principal, por ocasião da maturação. A altura ideal situa-se entre 0,60 e 1,00 m. Plantas menores dificultam a colheita mecânica, proporcionando perdas de grãos nessa operação. Plantas muito altas normalmente apresentam maiores índices de acamamento. É uma das características mais afetadas pelo ambiente (época de semeadura, local, umidade, temperatura e fertilidade do solo). Assim, quando utilizada como descritora de cultivares deve ser citado em que condições foi obtida a informação. De modo geral cultivares de ciclo mais longo e/ou de hábito indeterminado apresentam maior altura. Cultivares com período juvenil mais longo apresentam maior

número de nós e maior altura na floração que outra de mesmo ciclo, mas de período juvenil mais curto.

Acamamento

Embora exista uma relação entre altura, ciclo e acamamento, pode existir cultivar precoce e de porte médio com maior tendência ao acamamento. Davis, OCEPAR 4 = Iguacú, Paranaíba e Santa Rosa são cultivares de ciclo diferentes que podem apresentar severo acamamento em determinadas condições. As condições que permitem rápido crescimento, permitem uma mais rápida cobertura do solo, uma supressão do crescimento de plantas daninhas, mas aumenta a tendência ao acamamento. Estas condições ocorrem no Brasil para semeaduras de final de novembro, sob condições de solos férteis e boa disponibilidade hídrica. Em áreas de clima temperado onde essas condições ocorrem, a prática da semeadura direta tem favorecido o acamamento. Nestas condições deve-se dar preferência por cultivares de menor porte ou reduzir a população de plantas.

Qualidade da semente

Existe diferença entre as cultivares quanto à qualidade fisiológica das sementes. Cultivares de melhor semente toleram mais as condições adversas no campo durante o período de maturação sem trazer significativas perdas no potencial de germinação e vigor das sementes produzidas. FT-2 e Doko são dois exemplos de cultivares com boa qualidade de semente. As cultivares que apresentam baixa qualidade de semente exigem ambiente mais favorável para produção de semente, especialmente quanto à temperatura. Essa característica é muito importante nas regiões tropicais onde maturação da soja ocorre sob altas temperaturas. A cultivar Doko, além de ser muito rústica, é muito preferida porque representa garantia tanto ao produtor de grãos como ao produtor de sementes, pela alta qualidade da semente.

Tamanho da semente

A unidade padrão usada para caracterizar tamanho de semente em soja é o peso de 100 sementes em

gramas. De modo geral, as cultivares brasileiras apresentam sementes com tamanho variável entre 13 a 21 g.

No Quadro 5 é apresentada uma relação de cultivares entre as recomendadas para cultivo no Estado do Paraná os seus pesos de 100 sementes obtidos em ensaios conduzidos em 1988/89, em Londrina.

O tamanho da semente é uma característica que sofre muito efeito do ambiente, principalmente umidade. Há uma forte associação de sementes pequenas com ocorrência de "déficits" hídricos durante o período de enchimento dos grãos. De modo geral as cultivares de ciclo longo apresentam sementes menores, possivelmente parte disso seja devido a veranicos de fevereiro- março que afeta mais essas cultivares que as precoces.

Reação a doenças e pragas

Existe variabilidade genética para tolerância e resistência a uma série de inimigos naturais da soja. Os programas de melhoramento das instituições brasileiras procuram usar as fontes de resistência existentes para criar cultivares menos suscetíveis ou resistentes a uma série de enfermidades.

Hoje no Brasil são recomendadas cultivares resistentes às seguintes doenças: "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*), "pústula bacteriana" (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*) e "fogo selvagem" (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*). A mancha "olho-de-rã" é um sério problema nas regiões tropicais do Brasil.

Pesquisa-se hoje a possibilidade de seleção de cultivares tolerantes a insetos mastigadores e

Quadro 5. Peso de 100 sementes de algumas cultivares recomendadas para o Estado do Paraná. Dados obtidos no ano agrícola 1988/89, em Londrina. EMBRAPA-CNPSo.

Ciclo Precoce		Ciclo Médio		Ciclo tardio/ semi-tardio	
BR-4	17,8	BR-1	13,2	FT-4	16,8
BR-13	18,5	BR-14	18,0	FT-5	17,1
BR-16	20,2	BR-23	18,2	IAC-4	14,0
BR-24	17,6	BR-29	20,2	Santa Rosa	15,0
FT-1	15,1	BR-30	15,3	Viçosa	13,7
OC3=Primavera	21,0	FT-2	16,8	Cristalina	13,9
OC4=Iguaçu	17,1	FT-10	15,2		
FT-6	16,3	OC2=Iapó	18,8		
Paraná	15,8	OC9=SS1	15,0		
Bragg	18,5	Bossier	14,5		
Davis	17,9				
OC8	16,8				

sugadores. Neste sentido existe um programa para resistência a danos por percevejos sendo executado no CNPSo e no Inst. Agrônomo de Campinas.

Escolha de cultivares

A escolha ou definição das cultivares mais adaptadas a uma região depende de resultados de testes experimentais. Na falta destas informações, pode-se introduzir cultivares de regiões de mesmas latitudes, independente se do Hemisfério Norte ou Sul. Como exemplo, cultivares utilizadas na região central do Brasil são bem adaptadas na Bolívia e cultivares vindas do sul dos Estados Unidos são semeadas no sul do Brasil e no Paraguai e Argentina.

As principais conseqüências da utilização de cultivares não adaptadas referem-se à duração do ciclo, altura da planta e rendimento de grãos, sem considerar os aspectos de ordem fitossanitária. Assim, o mais correto é seguir as recomendações locais ou regionais suportadas em experimentação. Os testes regionais de cultivares podem não serem tão eficientes na indicação de cultivares muito superiores, mas são uteis na identificação das más qualidades de muitas delas.

Na escolha de cultivares devem ser considerados também o tamanho da lavoura, disponibilidade de máquinas para semear e colher, prazo e época disponível para a semeadura dentro do período recomendado, disponibilidade de sementes, fertilidade do solo e etc.

Recomenda-se a utilização de mais de uma cultivar e de ciclos diferentes, com a finalidade de escalonar a semeadura e a colheita, e evitar expor toda a lavoura à possíveis adversidades climáticas. Esta prática é mais segura para obtenção de maior ampliação no período de colheita que apenas a variação na época de semeadura. Devido à influência do fotoperíodo, a amplitude entre épocas de colheita em função de épocas de semeadura, pode ser muito reduzida, depende da cultivar e das datas de semeadura (ver "Época de semeadura").

Deve-se evitar o uso de cultivar muito precoce ou muito tardia (ciclo longo) em relação às cultivares

utilizadas na região, principalmente onde os danos por percevejos são comuns. Caso contrário, deve-se tomar as devidas precauções para o controle dessa praga. Isto não quer dizer que cultivares de ciclo longo não sejam produtivas, pelo contrário. Em geral, cultivares cuja duração do ciclo cobre toda a estação de crescimento são potencialmente mais produtivas, principalmente se não forem muito sensíveis à época de semeadura e puderem ser semeadas no início da primavera (Wigham e Minor, 1978; Garcia et al, 1981).

Quanto à sensibilidade à época de semeadura existe grande diversidade entre as cultivares. Assim, em função do tamanho da lavoura a ser implantada o interessado pode necessitar iniciar a semeadura mais cedo ou encerrá-la mais tarde, e nessas situações a diversificação de cultivares pode ajudar.

Na região central do Brasil, as duas cultivares mais utilizadas são Cristalina e Doko. Recomenda-se iniciar a semeadura em outubro com Doko, que é menos sensível à época e semear em novembro a Cristalina, que é mais produtiva mas pode apresentar limitações de altura de planta quando semeada em outubro.

No Estado do Paraná, no sul do Brasil, uma série de cultivares, incluindo-se Bragg, IAS-5, Davis, Pérola etc., crescem pouco em semeaduras de outubro. Por outro lado, as cultivares OCEPAR 3=Primavera, OCEPAR6, OCEPAR8, OCEPAR9=SS1, BR-23 e Paranagolana, podem ser semeadas de 15 a 30 dias antes de 15 de outubro, sem limitações de altura de planta e com boa produtividade.

Cultivares como Santa Rosa, FT-2, IAS-5 e OCEPAR5=Iguaçu têm mostrado menor redução no rendimento em solos de fertilidade mais baixa. Por outro lado essas cultivares, exceto IAS-5, podem apresentar acamamento em condições de solos férteis, em anos mais úmidos, em regiões temperadas. Nestas condições, a cultivar BR-16, por exemplo, seria a mais indicada por ser mais resistente ao acamamento. Estas considerações são válidas para as condições do Estado do Paraná. Esses comentários pretendem apenas exemplificar a necessidade de se conhecer as peculiaridades das cultivares, no sentido de tomar mais objetivo o planejamento da lavoura quanto à escolha de cultivares.

Os testes de cultivares realizados em diferentes épocas são muito importantes na orientação de escolha de cultivar. Esses devem ser realizados em todas as regiões produtoras em ação conjunta de órgãos governamentais e empresas privadas, inclusive produtores.

A diversificação de cultivares numa propriedade ou o uso de diversas cultivares numa região só é possível se houver um trabalho no sentido de convencer os produtores a provar novas cultivares em pequenas áreas em comparação com sua lavoura. As pequenas parcelas demonstrativas como aquelas usadas em experimentos são menos efetivas para convencer produtores, servindo mais como demonstração para técnicos. Essa experiência tem sido comprovada no Brasil.

ÉPOCA DE SEMEADURA

É época de semeadura, é a prática de manejo que, sem envolver alterações no custo de produção, pode ocasionar maiores diferenças no comportamento da soja e conseqüentemente no rendimento econômico.

A resposta da soja á época de semeadura está associada às condições ambientais subseqüentes à data de semeadura. Os três principais fatores do ambiente envolvidos são temperatura, comprimento do dia (fotoperíodo) e distribuição da umidade (chuva).

A temperatura atua sobre todos os processos vitais da planta de soja, interagindo com umidade e fotoperíodo desde a germinação das sementes até a maturação das plantas. A temperatura ótima para uma rápida germinação está próximo a 30°C. As mínimas e máximas temperaturas para germinação estão em torno de 5° e 40°C, respectivamente. Semeaduras antecipadas (antes de novembro) encontram solos com temperaturas mais baixas e podem até dobrar a duração do período semeadura-emergência que, em semeaduras de novembro, em Londrina, tem duração de cinco a sete dias.

A temperatura atua na embebição da semente e no alongamento do hipocótilo. Temperaturas acima de

40°C inibem a germinação e abaixo de 10°C reduzem consideravelmente a taxa de alongamento do hipocótilo (Wigham e Minor, 1978).

A taxa de desenvolvimento da soja, segundo Brown (1960), é próxima a zero em 10°C é maximizada em 30°C. Acima dessa temperatura volta a declinar. Temperaturas abaixo de 18°C podem aumentar o aborto das vagens. Temperaturas abaixo de 24°C normalmente atrasa o florescimento em dois a três dias para cada decréscimo de 0,5°C (Wigham e Minor, 1978).

De modo geral, as diferenças na duração dos períodos vegetativo e reprodutivos de uma cultivar, em diferentes anos, quando cultivada num mesmo local e data, é devido à variação da temperatura.

Uma suficiente umidade do solo por ocasião da semeadura é condição fundamental para um bom estabelecimento de lavoura. Segundo Hunter e Erikson (1952) a semente de soja requer 50 por cento do seu peso em água absorvida para uma eficiente germinação, mais exigente que milho e arroz. Expresso em termos de tensão de umidade do solo, o milho germina a uma tensão de 12,5 atm, enquanto a soja não germina em tensões superiores a 6,6 atm.

A disponibilidade hídrica no solo atua também como estimulante ou inibidor do crescimento da soja.

De modo geral, 700 a 800 mm de água bem distribuídos entre a semeadura e o completo enchimento dos grãos é volume suficiente para se alcançar altas produtividades com a maioria das cultivares.

A umidade ou falta dela tem significada influência no crescimento das plantas. Assim, "déficits" hídricos durante o período vegetativo vão determinar plantas mais baixas. A falta de umidade durante o período que se estende da floração até o enchimento das vagens reduzem o rendimento quer pela redução do número de vagens, quer pela redução no tamanho dos grãos ou por ambos.

Em trabalhos conduzidos com a cultivar Bragg em Taquari, Rio Grande do Sul, Bergamaschi e Bertato

(1979) encontram um consumo de água para a cultura de 840 mm durante o ciclo total, com um consumo médio diário de 5,8 mm. O subperíodo que apresentou a maior evapotranspiração, na média de três anos,

situou-se desde o máximo surgimento de vagens até que 50 por cento das folhas estivessem amarelas, com 43 por cento da evapotranspiração total (Quadro 6).

Quadro 6. Evapotranspiração nos diversos subperíodos e ciclo da cultivar de soja, 'Bragg', ano 1974/75, 1975/76 e 1976/77 Taquari, RS.

Subperíodos	Evapotranspiração (mm)			
	1974/75	1975/76	1976/77	Média
----- Total -----				
Semeadura-emergência	18	14	15	16
Emergência-início floração	237	273	287	266
Início floração-máximo-surgimento vagens	149	152	181	160
Máximo surgimento vagens-50% folhas amarelas	365	362	359	362
50% folhas amarelas-maturação	36 ^a	40	31	36
Ciclo	805	841	873	840
----- Diária -----				
Semeadura-emergência	2,3	2,3	2,1	2,2
Emergência-início floração	4,4	5,2	5,7	5,1
Início floração-máximo - surgimento vagens	7,1	7,6	7,5	7,4
Máximo surgimento vagens - 50 folhas amarelas	6,5	6,6	6,7	6,6
50% folhas amarelas - maturação	3,6 ^a	4,0	3,4	3,7
Ciclo	5,4	5,8	6,1	5,8

^aValor estimado pela média dos anos 1975/76 e 1976/77
 Fonte: Modificado de Berlato e Bergamaschi, 1978.

A longa duração do período de floração da soja parece torná-la menos suscetível a períodos secos que o milho. No entanto, as maiores flutuações verificadas no rendimento médio das várias regiões produtoras, nos últimos anos, têm mostrado uma relação com a distribuição de chuvas.

O escalonamento de épocas e cultivares de ciclo diversos tem sido indicado, ao lado de técnicas que

reduzam a perda d'água do solo, como forma de diminuir a exposição das lavouras, em suas fases mais críticas, e riscos por adversidades climáticas como as secas.

O fotoperíodo, isoladamente ou em interação com a temperatura, é o fator climático mais associado à adaptação da soja a uma região ou ao efeito de época de semeadura.

A soja é espécie de dias curtos, ou seja, recebe a indução floral somente quando a duração do dia (período de luz) atinge um máximo crítico, acima do qual a indução floral não se processa.

O efeito do fotoperíodo é observado controlando diversos processos de crescimento e desenvolvimento da soja. Seu efeito mais marcante é sobre a duração do ciclo vegetativo, exercendo influência também sobre a duração do período reprodutivo (Johnson, 1960).

Diversos autores têm citado serem as cultivares de ciclo longo mais suscetíveis ao fotoperíodo que as de ciclo curto (Finardi, 1979; Law e Byth, 1973; e Wigham e Minor, 1978). Isto tem sido comprovado em diversos experimentos com época de semeadura (Queiroz, 1979; e Finardi, 1979). Conforme pode ser observado nas Figuras 3 e 4 cultivares de ciclo mais longo apresentaram maiores variações na duração dos subperíodos vegetativos, reprodutivos e ciclo total. Resultados semelhantes foram obtidos por Finardi (1979). Este autor observou também uma redução no

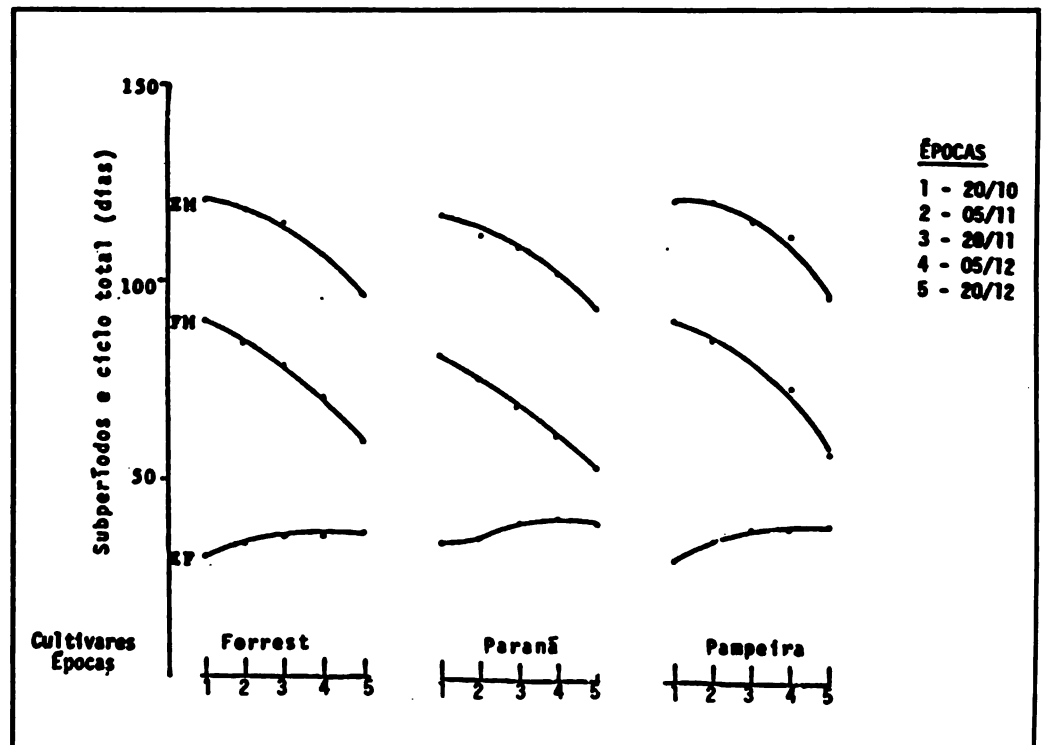
período de florescimento (início ao final) pelo atraso na época de semeadura a partir de início de outubro. A mesma tendência foi obtida por Garcia (1979), conforme Quadro 7.

Nas regiões temperadas, a estação quente é mais curta, e a temperatura do solo é limitante para iniciar a semeadura mais cedo. Nas regiões mais próximas do equador, o início das chuvas é o fator determinante da época de semeadura (Wigham e Minor, 1978).

De modo geral a semeadura da soja no Hemisfério Sul é realizada entre outubro e dezembro, havendo maior concentração em novembro, quando se consegue boa altura de planta e as mais altas produtividades.

Semeaduras mensais entre dez de outubro e dez de janeiro realizadas em Londrina, durante sete anos, mostraram, para média de três cultivares de ciclo diferentes, que as maiores produtividades são obtidas naquele local em semeaduras de outubro e novembro

Figura 3. Subperíodos emergência-floração (EF), floração-maturação (FM) e ciclo total (EM) de três cultivares de soja semeadas em cinco épocas. Londrina 1978/79. CNPSoja. (.) Pontos observados. (—) Tendência aproximada. Fonte: Queiroz et al, 1979



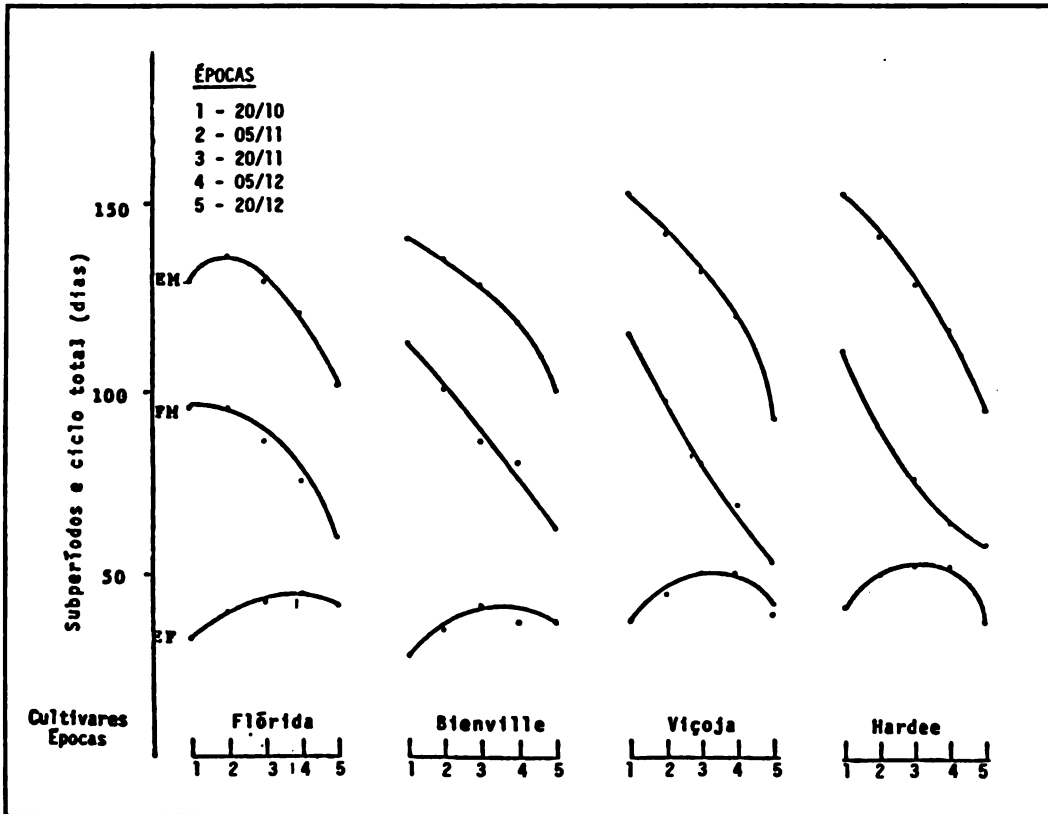


Figura 4. Subperíodos emergência-floração (FM) e ciclo total (EM) de quatro cultivares de soja semeadas em cinco épocas. Londrina 1978/79. CNPSoja. (.). Pontos observados (.). Tendência aproximada. Fonte: Queiroz, et al, 1979.

Quadro 7. Valores médios da duração do ciclo, do período vegetativo, reprodutivo e de floração e da relação período reprodutivo/período vegetativo, em dez cultivares de soja e duas épocas de semeadura (10/11 e 12/12)¹

Cultivares	Duração do ciclo (dias)		Período vegetativo (dias)		Período reprodutivo (dias)		Período de floração (dias)		Período reprodutivo/período vegetativo	
	10/11	12/12	10/11	12/12	10/11	12/12	10/11	12/12	10/11	12/12
Paraná	110 e	101 e	38 d	41 ef	72 bc	60 c	22 e	16 d	1,92 c	1,46 cde
Pérola	105 e	102 e	36 d	40 f	68 c	62 c	28 cd	15 d	1,88 cd	1,55 cd
Bragg	110 e	99 e	30 e	36 g	79 b	63 c	26 de	17 cd	2,59a	1,75a
Bossier	123 d	110 d	43 c	42 def	79 b	68 b	26 de	19 bc	1,79 cde	1,60 bc
Viçoja	130 c	113 cd	37 d	44 d	93a	69ab	37 b	19 bc	2,52a	1,57 c
Santa Rosa	130 c	116 c	54 ab	48 c	76 b	68 b	32 c	20 b	1,40 f	1,40 ef
São Luiz	128 cd	116 c	40 c	43 de	88a	73a	31 c	20 b	2,18 b	1,72ab
IAC-2	142 b	121ab	52 b	51 b	90a	70ab	46a	26a	1,76 cde	1,36 ef
UFV-1	150 a	124a	58 a	54a	92a	70ab	24 de	16 d	1,58 ef	1,29 f
UFV-2	141 b	120 b	54 ab	50 bc	87a	70ab	32 c	19 bc	1,63 def	1,41 def
Médias	127	112	44	45	82	67	30,4	18,7	1,92	1,51
C.V. (%)	1,73	1,36	3,73	1,84	3,12	2,96	5,75	6,35	5,42	3,76

¹ Em cada coluna, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Garcia, 1979

(Gaudêncio et al, 1973). Semeaduras de dezembro e janeiro apresentaram decréscimo de rendimento em relação a novembro de 21 por cento e 41 por cento, respectivamente. Semeaduras de outubro apresentaram limitações quanto à altura de planta (Quadro 8). Resultados similares foram encontrados por Carrato et al (1984) trabalhando em Cascavel. Estes autores evidenciaram em seu trabalho que a altura de planta em plantios realizados em outubro é a maior limitação dessa época, principalmente para cultivares precoces.

Nos Quadros 9 e 10, são mostrados resultados de épocas sequenciadas de semeadura de setembro a janeiro em experimento conduzido por Garcia et al. Observa-se que os maiores rendimentos foram obtidos em semeaduras realizadas de 20 de outubro a 20 de novembro. Cultivares mais tardias como Cristalina, IAC-7, Doko e Paranagoiana apresentaram altos rendimentos a partir de semeaduras de setembro,

Quadro 8. Rendimento médio de três cultivares (Paraná, Bossier e Santa Rosa) e retorno financeiro da soja cultivada em sucessão com o trigo, em Sete Safras. EMBRAPA/CNPSo. Londrina, PR. 1983.

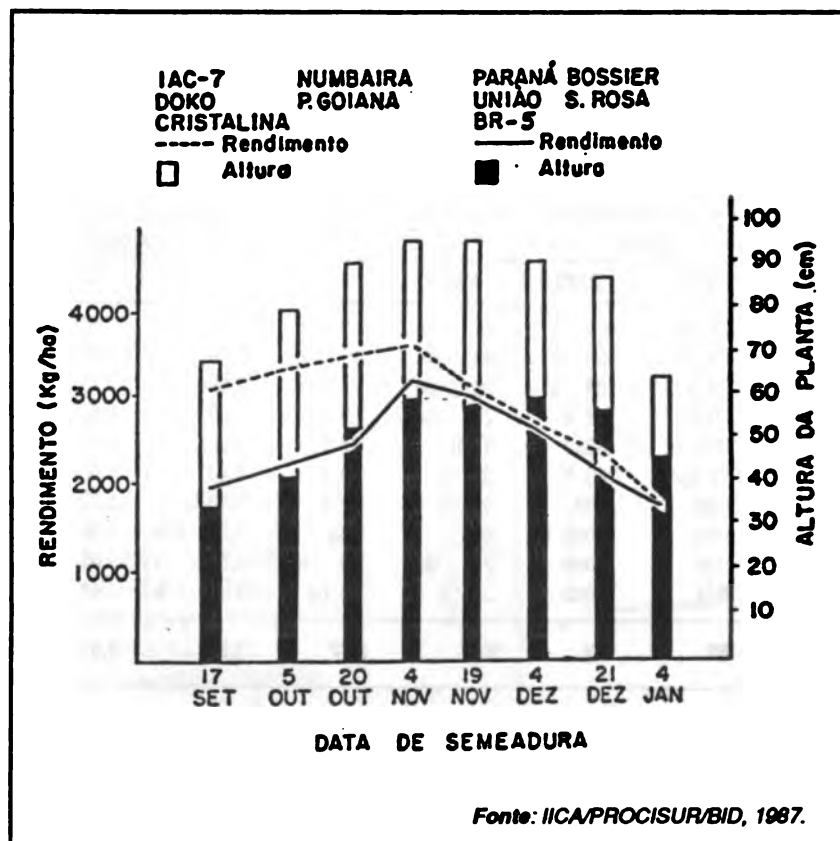
Data de semeadura (prevista)	kg/ha	%	Altura (cm)	Custo ¹	Receita ²	Retorno
I. 10-10	2.370	98	51	129.640,00	171.825,00	42.185,00
II. 10-11	2.420	100	65	129.640,00	175.450,00	45.810,00
III. 10-12	1.920	79	66	129.640,00	139.200,00	9.560,00
IV. 10-01	1.430	59	49	129.640,00	103.675,00	- 25.965,00

¹ Custo de produção da soja em dados da Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná para 1982/83.

² Soja: CR\$ 72,50

Fonte: Gaudêncio et al, 1983.

com médias compatíveis com aquelas obtidas em novembro com cultivares mais precoces, sem limitação de altura das plantas.



Na Figura 5 são apresentados em colunas, rendimentos de grãos e altura de plantas de dois grupos de cultivares caracterizados cultivares utilizadas na região tradicional de soja, no sul do Brasil, e região em expansão, no Brasil Central. Observa-se que, com o uso de cultivares que crescem bem e apresentam alto rendimento a partir de setembro, é possível ampliar o período de semeadura em mais de vinte dias, garantindo alta produtividade.

Figura 5. Rendimento e altura de planta de dois grupos de cultivares de soja em semeaduras quinzenais.
 - - - Cultivares utilizadas em regiões de baixas latitudes.
 — Cultivares utilizadas na região tradicional de cultivo de soja. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1981/82.

Quadro 9. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (kg/ha) de 18 genótipos de soja. EMBRAPA/CNPSo. Londrina, PR. 1981/82.

Genótipo	Data de semeadura e de emergência								
	17/09	05/10	20/10	04/11	19/11	04/12	21/12	04/01	05/02
	22/09	12/10	25/10	09/11	24/11	10/12	26/12	10/01	09/02
Paraná	2036	2467	2489	3222	2586	2102	2058	1582	998
União	2090	1908	2166	3610	3588	2618	1896	1896	834
LO 75-21R	3124	2306	2694	3814	3384	2542	2232	1767	758
BR-5	2467	2295	2446	2478	2604	2493	2385	1550	978
BR-1 Fosca Tardia	2856	1918	3018	3494	3696	2612	2194	1625	998
Bossier	1625	2295	2220	3146	3177	2806	1876	1680	844
Santa Rosa	1659	2446	3131	3772	3082	3044	1983	2261	802
IAC-8	2608	2242	3249	3446	2633	2450	2140	1768	1067
IAC-7	3157	2564	3155	3697	2726	2306	2328	1204	844
Hardee-R	1595	2284	3296	3580	3056	2688	2636	1666	665
Numbaira	2540	2514	3944	3284	2938	2726	2230	1790	602
Paranagolana	3340	3114	3566	3513	3118	2646	2560	1610	1030
Cristalina	3414	3180	3581	4378	3543	2704	2237	2137	1270
Doko	3304	3296	3568	3437	3692	2802	2528	2061	1061
IAC 73-4074	3190	2748	3075	3114	2982	2301	2274	1964	728
IAC-6	2486	2806	2503	3018	2690	1864	1898	1620	782
UFV-1	2864	3079	3171	3394	3093	2730	1808	2102	591
Tropical	3142	2454	2156	2802	2346	1564	1620	1598	964
Média	2639	2551	2968	3400	3052	2501	2160	1771	869

Fonte: Garcia et al. 1982.

Quadro 10. Efeito da época de semeadura sobre a altura de planta (cm) de 18 genótipos de soja. EMBRAPA/CNPSo. Londrina, PR. 1981/82.

Genótipo	Data de semeadura e de emergência								
	17/09	05/10	20/10	04/11	19/11	04/12	21/12	04/01	05/02
	22/09	12/10	25/10	09/11	24/11	10/12	26/12	10/01	09/02
Paraná	39	38	54	54	49	47	56	37	36
União	35	35	46	59	55	56	51	47	36
LO 75-21R	55	48	67	74	70	82	76	53	42
BR-5	42	52	61	56	59	62	60	51	42
BR-1 Fosca Tardia	48	55	65	78	82	86	74	54	41
Bossier	27	44	44	52	50	56	58	40	39
Santa Rosa	31	40	62	79	78	81	64	54	32
IAC-8	57	59	81	84	79	88	87	69	64
IAC-7	69	87	96	105	98	86	79	47	47
Hardee-R	36	44	56	87	79	85	79	52	36
Numbaira	51	67	89	92	81	92	82	60	44
Paranagolana	86	86	98	94	107	95	96	76	72
Cristalina	67	78	77	97	94	87	83	64	47
Doko	74	89	99	97	103	01	97	78	58
IAC 73-4074	70	78	92	88	92	81	81	66	41
IAC-6	74	86	97	104	120	103	102	73	61
UFV-1	38	45	54	68	72	79	75	52	32
Tropical	93	103	110	112	110	101	101	99	87
Média	55	63	75	82	82	82	78	60	48

Fonte: Garcia et al. 1982.

Nesse sentido, o programa de melhoramento de plantas da EMBRAPA- CNPSo vem trabalhando na produção de cultivares de ciclo precoce a médio que apresentem período juvenil mais longo e conseqüentemente, mais adaptado para ampliação da época de semeadura.

Hoje existem seis cultivares recomendadas para o Estado do Paraná que permitem iniciar a semeadura de 15 a 30 dias antes de 15 de outubro (Quadro 11).

perdas na colheita como conseqüência. Isto é válido para muitas regiões situadas em latitudes menores 24°S.

Em regiões de baixas latitudes (<18°S) tem-se praticado a semeadura da soja na entressafra sob condição de irrigação. Esta tem sido uma prática usada no Estado de Goiás, próximo ao rio Formoso, como forma de viabilizar a produção de sementes de boa qualidade fisiológica em regiões tropicais.

Quadro 11. Indicação de cultivares para semeadura antecipada, no Paraná. Ano agrícola 1989/90.

Cultivar	Ciclo	Época	Espaçamento (cm)	Densidade (pl/m)	População (pl/ha)
OCEPAR 3 = Primavera ¹	Precoce	01/10 a 15/12	0,40 a 0,50	16 a 20	400.000
OCEPAR 6	Precoce	01/10 a 15/12	0,40 a 0,50	16 a 20	400.000
OCEPAR 8	Precoce	01/10 a 15/12	0,40 a 0,50	16 a 20	400.000
OCEPAR 9 = SS1	Médio	15/09 a 15/12	0,40 a 0,50	16 a 20	400.000
BR-23	Médio	15/09 a 15/12	0,40 a 0,50	16 a 20	400.000
Paranagolana	Tardio	15/09 a 05/11	0,40 a 0,50	10 a 15	250.000

¹ Em solos de baixa fertilidade ou mal manejados, evitar a semeadura desta cultivar em setembro.

Fonte: OCEPAR/EMBRAPA, 1989 (não publicado).

Na maioria das regiões produtoras brasileiras, as semeaduras da segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro são as que apresentam plantas mais altas sendo inclusive responsáveis pelos maiores índices de acamamento em lavouras. Isto ocorre porque há uma associação de altas temperaturas com maior disponibilidade hídrica na fase de máximo crescimento das plantas. Nem sempre esse fato correspondê a altos rendimentos, o que muitas vezes frustra os produtores que esperam uma produtividade proporcional à exuberância das lavouras.

Por isso, cultivares que apresentam limitações de altura, ou em situações de solos de baixa fertilidade, sugere-se semear de meados a final de novembro para evitar a produção de plantas muito baixas e altas

No citado projeto, cultiva-se soja em sucessão ao arroz e aquela é colhida próximo à época da semeadura de verão, não havendo necessidade de armazenamento da semente, que após beneficiada, é enviada para as fazendas que cultivam soja no verão.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE

Teoricamente, uma cultura deveria produzir o mais alto rendimento em espaçamentos equidistantes. Em certos países, onde a mão-de-obra é suficientemente barata pode-se praticar esse tipo de semeadura. Entretanto, na maioria das áreas produtoras de soja do mundo, seu cultivo só é economicamente viável quando as operações de semeadura, cultivo e colheita são

mecanizadas. Isto impõe o uso de semeadura em fileiras espaçadas entre si, de modo a permitir a ação das máquinas e implementos.

A soja tolera uma ampla variação no espaçamento entre plantas na linha, alterando mais a sua morfologia que o rendimento de grãos (Queiroz, 1975; Gilloli et al, 1979; Costa e Pendleton, 1979; Barni et al, 1982; Demuner et al, 1989).

Queiroz (1975), Costa e Pendleton (1979) e Cholaky e Fernández (1989) apresentam uma vasta revisão

Quadro 12. Dados médios do rendimento da soja em diversos espaçamentos e linhas duplas nos dois períodos agrícolas (1975/77) em dois locais^a.

Local	Espaçamento (cm)	Fileira simples	Fileiras duplas (cm)			Média
			10	15	20	
Santa Helena	40	1954	2012	1871	1696	1883 ^a
	60	1971	2032	1893	1944	1960 ^a
	80	1635	1884	1859	1769	1883 ^b
	Média	1853 ^a	1976 ^a	1874 ^a	1802 ^a	
% CV 16,8						
	40	2734	2442	2878	2787	2628 ^a
Goiânia	60	2679	2424	2603	2603	2599 ^b
	80	2389	2415	2483	2483	2416 ^b
	Média	2600 ^a	2427 ^a	2539 ^a	2624 ^a	
% CV 17,5						

^a Veja notação ao pé do quadro 3.

Fonte: Monteiro et al, 1978.

sobre as relações da soja com a variação na população e espaçamento.

De modo geral a maior resposta se verifica para a variação nos espaçamentos entre fileiras de planta, com uma tendência de maiores rendimentos nos menores espaçamentos (Schapovaloff e Bogado, 1989; Bodrero et al, 1989; Monteiro et al, 1979; Cholaky e Fernández, 1989). Os Quadros 12, 13 e 14 mostram, em resumo, resultados de estudos conduzidos em distintos locais, evidenciando efeito da redução do espaçamento sobre o aumento do rendimento da soja.

Quadro 13. Efeito do espaçamento sobre o rendimento. CRIA. Cap. Miranda

Tratamento (m)	Ano			Média
	1983/84	1984/85	1985/86	
Bragg				
0,30	4.549	4.207	4.435	4.397
0,45	3.652	3.814	3.707	3.724
0,60	3.824	3.708	3.305	3.612
Paraná				
0,30	3.451	4.186	3.816	3.817
0,45	3.181	3.437	3.445	3.355
0,60	2.900	3.371	3.312	3.194

Fonte: Modificado de Schapovaloff e Bogado, 1989.

Quadro 14. Efeito do espaçamento sobre o rendimento e outras características da soja. Balcarce, 37°45'S.

Tratamento (cm)	TCC (kg/ha/dia)	TAN (g/m ² /dia)	Rendimento (kg/ha)	Vagens por planta	Sementes por vagem
70	97,5 a	2,1 a	2.594 a	17,3 a	2,56 a
35	112,2 b	2,8 b	2.894 b	18,9 b	2,62 b

Fonte: Bodrero et al. 1989.

A menor resposta da soja a população se deve a sua capacidade de compensação e uso do espaço entre plantas. O componente da planta que contribui para a maior tolerância da soja à variação na população é o número de vagens por planta que varia inversamente com o aumento ou redução da população. Queiroz (1975), trabalhando com quatro cultivares de ciclo diferentes e populações de 10, 30, 50, 70 e 90 plantas/m², obteve reduções drásticas no número de vagens por planta quando a população variou de 10 para 30 plantas/m², tendo todas cultivares reagido semelhantemente. O número de ramificações e de nós no caule e o diâmetro do caule também reduziram com o aumento da população. O número de grãos por vagem, como era esperado, não apresentou variação por efeito da população. Esta é a tendência normal esperada nos estudos de densidade de semeadura.

Pelo fato das plantas reduzirem o diâmetro do caule em altas populações, as cultivares mais suscetíveis ao acamamento requerem maior controle da população de plantas. Assim, em locais onde a fertilidade do solo ou o clima condicionam exuberante crescimento das plantas, deve-se tomar maior cuidado com a densidade de plantas ou usar cultivares mais baixas. O inverso não é de todo verdadeiro. Nem sempre se consegue aumentar significativamente a altura de planta com aumento da densidade, principalmente em semeadura fora da melhor época.

As respostas da soja à variação no espaçamento e densidade de plantas não são, via de regra, consistentes, variando de ano para ano e em função de cultivares e outras condições ambientais.

De modo geral, populações de 300 a 500 mil plantas por hectare e espaçamentos de 40 a 60 cm tem sido os mais praticados no Brasil. Nos países onde se utilizam espaços entre fileiras mais largos normalmente existem outras razões de ordem prática ou de tradição dos produtores.

Os resultados experimentais têm mostrado que espaçamentos mais estreitos sombreiam o solo mais cedo. Este argumento tem sido usado também por produtores de soja do Brasil para justificar o uso de espaçamentos que chegam até 30 cm em alguns

casos. O controle complementar das plantas daninhas tem sido a maior justificativa. Isto é possível hoje por existirem herbicidas pós-emergentes que dispensam a capina mecânica. Em países como a Argentina e mesmo os Estados Unidos, onde ainda é bastante praticada a capina mecânica, há maior resistência dos produtores na adoção de espaçamentos mais estreitos.

Um outro fator a considerar é a necessidade de um número mínimo de sementes por metro para garantir suficiente força para romper o solo, principalmente onde ocorre crosta (planchado). Como a redução no espaçamento implica em redução no número de sementes por metro linear para se manter o consumo de semente, em muitos casos não se utiliza espaçamentos mais estreitos até por questão de economia de sementes.

Cultivares de ciclo mais longo normalmente apresentam maior porte e podem até responderem negativamente ao aumento da população que cultivares precoces. No Brasil, até a década de setenta se utilizava muito as cultivares de ciclo mais longo. O espaçamento entre fileiras era de 50 a 60 cm e o consumo de semente variava entre 70 e 80 kg/ha. Hoje, com a predominância de cultivares precoces e mais tolerantes a altas densidades, os espaçamentos foram reduzidos para 35 a 50 cm. Como os produtores não reduziram proporcionalmente a quantidade de sementes, é comum a utilização de 100 kg/ha de sementes ou mais.

A campo uma série de fatores pode interferir na obtenção da população desejada de plantas. Entre estas a eficiência e o manejo da máquina semeadeira e o preparo do solo são pontos fundamentais.

Ainda se utiliza muitas máquinas convencionais próprias para semeadura de cereais de grãos pequenos. Nestas máquinas, os mecanismos distribuidores de sementes não são adequados para grãos maiores e exigem, portanto, maior cuidado no seu manejo. O controle de profundidade de semeadura é outro ponto que deixa a desejar nestas máquinas mais antigas.

As principais conseqüências da má distribuição de sementes é a desuniformidade da lavoura. Embora a

soja tenha boa capacidade de uso dos espaços deixados na fileira, a ocorrência de falhas provoca prejuízos por meios indiretos como redução no crescimento da soja e menor competição com plantas daninhas onde as falhas ocorrem.

Torres et al (1987) encontrou alta correlação entre a porcentagem de área de lavoura de soja tomada por falhas maiores de 30 cm e o rendimento de grãos (Figura 6).

Outros fatores como a qualidade fisiológica e patológica da semente e a umidade e temperatura do solo podem estar relacionadas com casos de obtenção de baixo ou desuniforme "stand". Além de procurar utilizar semente de boa qualidade, o lavoureiro pode usar do tratamento químico da semente, nos casos em que tiver que semear em condições menos favoráveis.

A máquina a ser usada deverá ser adequadamente regulada para distribuir o número de sementes suficientes para proporcionar a densidade desejada. Para se calcular este número de sementes, é necessário que se conheça o poder germinativo do lote de sementes a ser utilizado. Esta informação geralmente é fornecida pela empresa onde as sementes foram adquiridas, porém, este valor (% germinação), superestima o valor de emergência das sementes no campo; por isso, recomenda-se que se faça um teste de emergência em campo procedendo-se da seguinte forma:

Coleta-se no lote de sementes uma amostra e retira-se desta 500 sementes sem serem escolhidas. Estas sementes deverão ser semeadas no campo, que já está preparado, em 15 m de fileira. Se não houver umidade no solo, deve-se fazer uma boa irrigação antes ou após o plantio. Faz-se a contagem

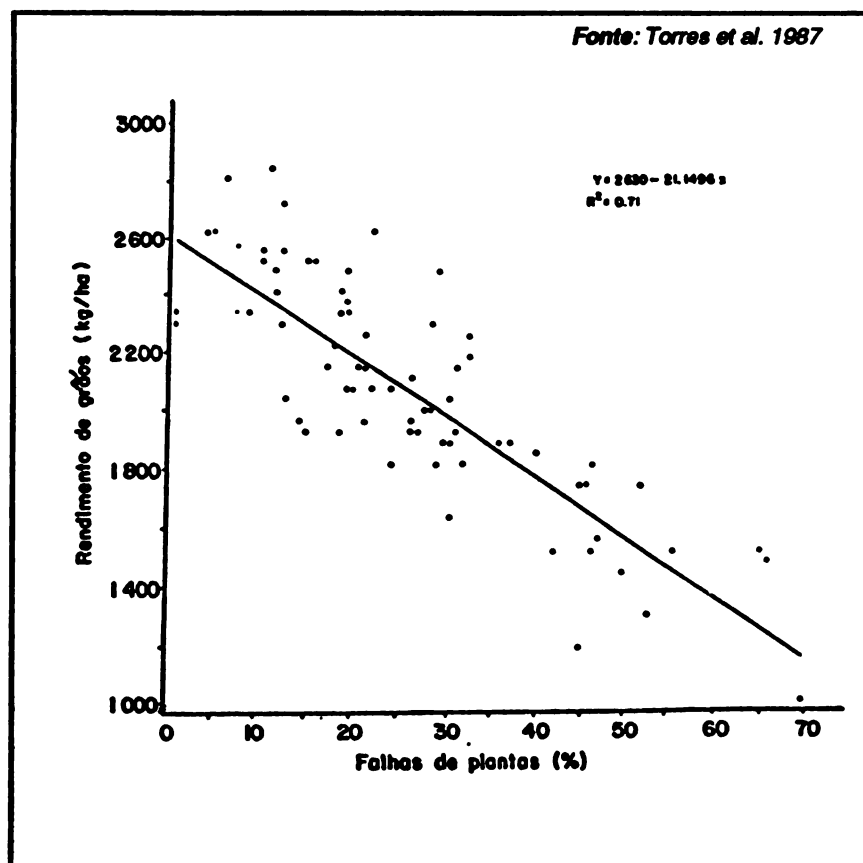


Figura 6.
 Efeito de falhas (maiores que 30 cm) de plantas nas linhas de semeadura sobre o rendimento de grãos da cultivar FT-2. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR, 1986.

quando as plantas estiverem com o primeiro par de folhas completamente aberto considerando-se apenas as vigorosas (aproximadamente 10 a 15 dias após o plantio). Calcula-se em seguida a percentagem de emergência do lote.

$$\% \text{ emergência em campo} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas} \times 100}{500}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de plantas/m} = \frac{\text{pop/ha} \times \text{espaçamento (m)}}{10.000}$$

De posse destes valores, calcula-se o número de sementes por metro de sulco:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de sementes por metro} =$$

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas/m que se deseja} \times 100}{\% \text{ de emergência em campo}}$$

Para se estimar a quantidade de semente que será gastada por ha, pode-se usar a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{1000 \times P \times D}{G \times E}$$

onde:

Q = Quantidade de sementes em kg/ha

P = Peso de 100 sementes em gramas

D = N^o de plantas /m que se deseja

G = % de emergência em campo

E = Espaçamento utilizado em cm

A profundidade de semente varia de acordo com o tipo de solo disponível. Em solo seco, leve ou arenoso, recomenda-se sementeiras mais profundas que podem variar de cinco a oito cm, conforme o caso. Isto proporciona às sementes, maior garantia de umidade suficiente para o processo de germinação.

Em solos mais pesados e argilosos e que, geralmente são sujeitos à formação de crosta na superfície, o plantio deve ser menos profundo, na ordem de três a cinco cm.

TRATAMENTO DE SEMENTES

Freqüentemente a sementeira não é realizada em condições ideais, o que resulta em sérios problemas à emergência da soja havendo, muitas vezes, a necessidade de replantio. Em tais circunstâncias, o tratamento da semente com fungicida oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura a custos bastante reduzidos.

A recomendação do tratamento de semente é específica para as seguintes situações:

- quando a sementeira é efetuada em solo com baixa disponibilidade hídrica; nesta circunstância, a melhor opção para o agricultor será efetuar a sementeira à profundidade normal (4-5 cm) e tratar a semente com fungicida apropriado;
- quando há falta de semente de boa qualidade, sendo o agricultor obrigado a utilizar semente com vigor médio ou baixo (padrão B); e
- quando a sementeira é efetuada em solos com baixa temperatura ou altos teores de umidade, sendo esta última comum em "terras baixas" de arroz no Rio Grande do Sul.

Em todas estas situações, as velocidades de germinação e de emergência da soja são reduzidas e a semente fica mais tempo no solo exposta a microrganismos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. (principalmente *F. semitectum*), *Aspergillus* spp. (*A. flavus*), entre outros, que podem causar sua deterioração ou morte de plântulas (tombamento).

Além disso, em semente oriunda de lavouras com suspeita de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, o tratamento com thiram ou thiabendazol pode ser adotado como medida preventiva à disseminação e à introdução deste patógeno em áreas ainda não infestadas. Recomendação semelhante é feita para o fungo *Cercospora sojina* Hara em soja.

O tratamento de semente deve ser realizado imediatamente antes da sementeira, uma vez que esta prática, quando efetuada antes ou durante o período de armazenagem, além de inoportuna, impede

que os lotes tratados e não comercializados sejam destinados à industrialização.

A operação de tratamento deve ser feita antes da inoculação, em tratadores de semente na unidade de beneficiamento ou empregando um tambor giratório com eixo excêntrico (Figura 7). Para tal, são adicionados de 200 a 250 ml de água por 50 kg de semente, dando algumas voltas na manivela para umedecer uniformemente as sementes. Após, o fungicida é acrescentado na dose recomendada (Quadro 15), quando o tambor é novamente girado para a perfeita cobertura das sementes pelo fungicida. O inoculante é adicionado a seguir. Não é recomendado o tratamento de sementes diretamente na caixa da semeadeira, devido à baixa eficiência.

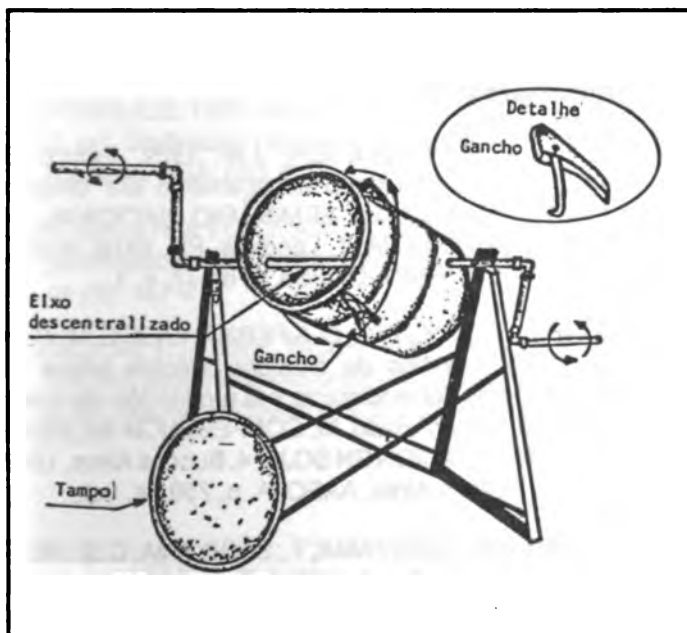


Figura 7. Tambor rotativo com eixo descentralizado, para inocular grandes quantidades de sementes.

É bom ressaltar que nenhum dos fungicidas recomendados (Quadro 15) exerce qualquer efeito negativo sobre a fixação simbiótica do nitrogênio.

Quadro 15. Fungicidas indicados para o tratamento de semente de soja. EMBRAPA-CNPSO, Londrina, PR. 1987.

Nome Técnico	Dose g/100 kg de Sementes		
	Nome Comercial ¹	Produto Comercial	Ingrediente Ativo
Captan	Captan 750 TS	200	150
	Captan 250 Moly	500	125
	Orthocide 50 PM	300	150
Carboxin	Vitavax 750 PM	200	150
Carboxin+ Thiran	Vitavax 200 ² (Vitavax-thiram)PM-BR	200	75 + 75
Thiabendazol	Tecto 100	200	20
Thiram	Rhodlauran 700	200	140
Tiofanato metílico + Thiram	Cercoran 80 ²	300	140 + 90

¹ Além destas, podem existir outras marcas com o mesmo princípio ativo, que poderão ser utilizadas, desde que seja mantida a dose do princípio ativo.

² Misturas já formuladas

Cuidados: Para a manipulação dos fungicidas, devem ser tomadas todas as precauções, inclusive evitando a ingestão de bebidas alcoólicas. A utilização de avental, luvas e máscara contra pó é recomendada para evitar o contato com a pele e a inalação do pó.

Fonte: OCEPAR/EMBRAPA, 1988. Adaptado de Henning et al., 1984.

INOCULAÇÃO

É prática recomendada a inoculação das sementes com o *Rhizobium japonicum* previamente ao plantio. A inoculação das sementes deve ser feita anualmente, pois novas estirpes de *Rhizobium japonicum* mais competitivas e eficientes quando a fixação de nitrogênio são incorporadas ao inoculante. A inoculação deve ser feita da seguinte maneira:

- Dissolver 250 g de açúcar cristal (treze colheres de sopa) em um litro de água;
- Misturar essa solução com um kg de inoculante (cinco doses);
- Para a soja cultivada em solos de primeiro ano, recomenda-se o uso de um kg de inoculante/40 a 50 kg de sementes. Após o primeiro

plântio, esta dose pode ser reduzida para 250 g/40 a 50 kg de sementes;

- d) Misturar bem com a semente e deixar secar à sombra;

Com uma inoculação bem feita, dispensa-se o uso de nitrogênio na formulação do adubo.

Cuidados com o inoculante

- Não usar inoculante com prazo de validade vencido. Na embalagem consta a data de vencimento;
- Ao adquirir o inoculante, certifique-se que o produto estava conservado em condições satisfatórias e, após a aquisição, conservá-lo em geladeira ou em lugar fresco e arejado até o dia da inoculação;
- Adquirir o inoculante embalado em isopor e a esterilização da turfa deve ser com radiação gama.

Cuidados com a inoculação

- Fazer a inoculação à sombra e, preferencialmente, pela manhã;
- O plântio deve ser interrompido quando se aquecer em demasia o depósito de sementes, pois, altas temperaturas eliminam as bactérias inoculadas;
- As sementes a serem inoculadas não devem ser tratadas com produtos mercuriais (neantina, merpacine etc.) ou com furadan.

LITERATURA CITADA

BARNI, N.A.; GOMES, J.E. da S. & GONÇALVES, J.C. 1982. Influência do tamanho de semente, profundidade e densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, DF, 1981. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, p.207-25. V. 2. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 1).

BERLATO, M.A. & BERGAMASCHI, H. 1979. Consumo de água da soja. I. evapotranspiração estacional em condições de ótima disponibilidade de água no solo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR, 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, v. 1. p. 53-8.

BODRERO, M.L.; DARWICH, N.; ANDRADE, F. & NAKAYAMA, F. 1989. Intercepción de radiación fotosintéticamente activa y productividad de soja de seguridad sembrada a distintos espaciamientos entre surcos. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4. Buenos Aires, 1989. Actos... Buenos Aires, AASOJA, v. 2. p. 799-804.

BROWN, D.M. Soybean ecology, I. Development-temperature relationships from controlled environment studies. Agronomy Journal, 52 (9): 293-6, 1960.

CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, A. & BAIIRÃO, J.F.M. 1984. Efeito da época de semeadura sobre altura e rendimento de doze cultivares de soja em Cascavel (PR). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3, Campinas, SP., 1984. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, p. 70-81. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 17).

COSTA, J.A. & PENDLETON, J.W. 1979. Estudo de população de plantas e espaçamento em diversos genótipos de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR. 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, p. 67-77. v. 1.

CHOCACKY, L.; GIAYETTO, O. & FERNÁNDEZ, E.M. 1989. Épocas y modelos de siembra: efectos sobre los componentes del rendimiento y la producción de la soja de hábito indeterminado. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4, Buenos Aires, 1989. Actos... Buenos Aires, AASOJA, p. 759,64. v.2.

DEMUNER, A.M.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; REIS, M.S. & ARAUJO, P.R.A. 1989. Influência de la época de siembra, distancia entre hileras y población de plantas bajo regimen de riego suplementario en el cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4, Buenos Aires, 1989. Actos... Buenos Aires, AASOJA, p. 781-7.

FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. 1977. Stages of soybean development. Iowa, Iowa State University, Cooperative Extension Service, 11p. (Special Report, 80).

FINARDI, C.E. 1979. Comportamento fenológico de dezesseis cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de diferentes grupos de maturação, em sete épocas de semeadura na depressão do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 80p. Tese mestrado.

- GARCIA, A. 1979. Estudo do índice de colheita e de outras características agrônômicas de dez cultivares de soja, *Glycine max* (L.) Merrill, e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeadura. Viçosa, UFV, 76 p. Tese mestrado.
- ; KIIHL, R.A.S.; GAUDÊNCIO, C.A. & QUEIROZ, E.F. 1981. Práticas culturais para maximizar o aproveitamento dos fatores climáticos. In: EMBRAPA/CNPSO, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1980/81. Londrina, p.55-65.
- ;KIIHL, R.A.S.; CARRARO, I.M.; TORRES, E.; GAUDÊNCIO, C.; DEMONER, C.A. & TOMAS, J.C. 1982. Práticas culturais para maximizar o aproveitamento dos fatores climáticos. In: EMBRAPA/CNPSO, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1981/82. Londrina, p. 171-178.
- GILIOLI, J.L. & PALUDZYSZYN FILHO, E. 1979. Efeitos da interação densidade de semeadura e adubação fosfatada sobre algumas características agrônômicas da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR. 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, p. 39-50. v.I.
- HARTWIG, E.E. 1973. Varietal development. In: CALDWELL, B. ed. Soybeans: improvement, production, and uses. Madison, ASA, cop. 6.
- HUNTER, J.R. & ECICKSON, A.E. 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agronomy Journal*, 44 (3): 107-9.
- JOHNSON, R.R. 1987. Crop management, In: WILCOX, J.R. ed. Soybeans; improvement, production, and uses. 2. ed. Madison, ASA, crop. 9. p. 355-90. (*Agronomy*, 16).
- KIIHL, R.A. 1987. Melhoramento genético da soja no Brasil. In: MOLESTINA, C. J. ed. Manejo del cultivo, control de plagas y enfermedades de la soja. Montevideo, IICA, p. 73-6. (IICA, Diálogo XXI).
- LATTANZI, A.R. 1987. Manejo del cultivo de soja em Argentina. In: MOLESTINA, C.J. ed. Manejo del cultivo, control de plagas y enfermedades de la soja. Montevideo, IICA, p. 7-30. (IICA, Diálogo XXI).
- MONTEIRO, P.M.F.O.; COSTA, A.V. & JARDIM, P.M: 1979. Efeito do espaçamento entre fileiras e do plantio em linhas duplos em soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR. 1978. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, v.1. p. 109-16.
- QUEIROZ, E.F. de 1975. Efeito de época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônômicas de quatro cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill. Porto Alegre, EMMA, 108 p. (Tese mestrado).
- SCHAPOVALOFF, A. & BOGADO, S.F. 1989. Efecto del espaciamento de hileras y plantas sobre el rendimiento de los cultivares de soja Paraná y Bragg. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACIONES EN SOJA, 4, Buenos Aires, 1989. Actos... Buenos Aires, AASOJA, v.2 p. 788,92.
- TORRES, E.; GARCIA, A. & NEUMAIER, N. 1987. Efeito das falhas de plantas em lavouras sobre o rendimento de grãos de soja. In: EMBRAPA/CNPSO, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1985/86. Londrina, p. 380-1 (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 20).
- WHIGHAM, D.K. & MINOR, H.C. 1978. Agronomic characteristics and environmental stress. In: NORMAN, G. ed. Soybean physiology, agronomy, and utilization. New York, Academic Press, cap. 4. p. 77-118.

Siembra de soja

por Mario Bragachini*; Rodolfo Gil* y Luis Bonetto**

INTRODUCCIÓN

El grano de soja, importante fuente de proteína y aceite, constituye un extraordinario aporte a la agricultura mundial del siglo XX.

Según la mayoría de los investigadores la soja (*Glycine max* (L) Merrill), se originó en China, lugar donde antes de la era cristiana ya se la conocía como alimento humano.

De China pasó a los países de Asia y luego a Europa, siendo introducida en América a fines del siglo pasado.

En nuestro país, el cultivo de la soja ha adquirido una creciente importancia en los últimos diez años, siendo actualmente el cuarto productor mundial.

El volumen total de la producción mundial es de 89 millones de toneladas, de las cuales EEUU, primer productor, aporta 50,5 millones (57%) y Argentina 6,6 millones (7,4%).

Los rendimientos más altos del mundo se registran en los dos países mencionados con 1950 kg/ha, superando la media mundial.

Una gran proporción del volumen cosechado se destina a exportación, totalizando 26 millones de toneladas. La Argentina se constituye en el segundo

exportador mundial de granos (11,4%), a continuación de EEUU (77%). Es de destacar la participación de nuestro país en las exportaciones de aceite, con el 11,1% del total.

Nuestras principales áreas destinadas a esta leguminosa se encuentran en Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires, con un 38,8 por ciento, 27,8 por ciento y 25,4 por ciento de la superficie sembrada nacional, respectivamente.

La producción en las mencionadas provincias en el mismo orden es de 2,5 millones de toneladas (41,7%) 1,73 millones de toneladas (28,8%) y 1,39 millones de toneladas (23,2%). Estos datos corresponden a la campaña 1983/84.

Como se observa en un lapso muy reducido, la soja se convirtió en uno de los cultivos principales para la Argentina, motivando desde sus comienzos numerosas investigaciones sobre su fisiología, genética, características de la planta y todos los aspectos agronómicos que hacen al manejo de este cultivo.

Los resultados de gran parte de estas investigaciones se pusieron en práctica en forma casi inmediata. Es por ello que se consideró conveniente la confección de este trabajo cuyo propósito es aportar en forma ordenada, sintética y de fácil interpretación elementos de juicio para optimizar la siembra y posterior implantación del cultivo de soja, en función de las distintas situaciones que pudieran presentarse.

Consiste básicamente en una descripción sobre los fundamentos para lograr una buena siembra e implantación: preparación del suelo, características de la semilla y sistemas de siembra; destacando luego los aspectos principales para el equipamiento, regulación y puesta a punto de las máquinas sembradoras.

* Ingenieros Agrónomos, Técnicos de la Sección Experimental y Producción de Semilla, EEA Manfredi/INTA, Córdoba, Argentina.

** Licenciado en Ciencias de la Información - Sección Comunicaciones de la EEA Manfredi/INTA, Córdoba, Argentina.

Planteo Agrícola

La soja puede perfectamente incluirse en un sistema de rotación de cultivos siguiendo a alguno de verano como sorgo y maíz o de invierno como trigo, cebada, centeno. De acuerdo a esto se pueden distinguir dos alternativas de producción soja de primera siembra y soja de segunda siembra respectivamente.

La primera alternativa se presenta cuando se siembra en fecha óptima, luego de un adecuado período de barbecho, durante el cual el suelo almacena agua.

En la soja de segunda la fecha de siembra demora con respecto a la fecha óptima, tanto como el momento de cosecha del cultivo antecesor lo permita. La seguridad de cosecha y el rendimiento son menores que en soja de primera y dependen casi exclusivamente de las lluvias durante el ciclo del cultivo; por lo tanto, las técnicas del manejo en este caso deben considerarse de modo especial.

La integración de la soja en un sistema de rotación permitió encontrar respuestas a problemas difíciles de resolver, especialmente cuando en un planteo agrícola se incluyen solamente cultivos anuales.

Facilita el control de ciertas malezas, especialmente las perennes que resultan difícil de controlar en otras especies de verano. Puede romper ciclos de enfermedades o plagas que atacan a los cultivos. Al incorporar nitrógeno atmosférico al suelo, aumenta la posibilidad de obtener mejores rendimientos en los cultivos que le siguen; sin embargo esta propiedad no alcanza a suplir una práctica de fertilización para un suelo agotado, ni tampoco a mejorar las características físicas del mismo. Es decir que aún cuando se cultive soja, un campo con problemas de compactación y planchado los seguirá teniendo. Permite un alto grado de mecanización y todas las operaciones culturales, desde la preparación del suelo hasta la cosecha, pueden llevarse a cabo con las máquinas e implementos que se utilizan comúnmente.

Por último la soja presenta grandes posibilidades de producción y comercialización, colocándose al mismo nivel que los demás cultivos tradicionales.

Laboreo y preparación del suelo

Antes de elegir la maquinaria a utilizar y el sistema a adoptar, debe prestarse especial atención a aquellos factores determinantes, como el tipo de suelo, disponibilidad de agua, secuencia de cultivos, malezas predominantes, riesgo de erosión, presencia de piso de arado, recursos disponibles, y cuál de las alternativas soja de primera o soja de segunda se llevará a cabo.

Sobre esta base se elegirá el método de labranza más adecuado, a fin de lograr una cama de siembra que en general reúna las siguientes características:

- Buena humedad superficial para asegurar una germinación rápida y uniforme.
- Permitir a la máquina sembradora colocar las semillas en forma pareja y a una misma profundidad.
- Estar libre de malezas anuales y perennes, tanto para evitar la competencia con el cultivo por luz, agua y nutrientes, como para facilitar las posteriores operaciones de cosecha, separación y limpieza.
- Presentar una superficie del suelo apropiada que facilite la infiltración del agua de lluvia e impida el planchado que afecta la emergencia de la planta.

Cualquiera sea el sistema que finalmente se utilice, el obtener un ambiente adecuado para la germinación, emergencia rápida y buen crecimiento posterior, constituye el primer paso para la obtención de una buena cosecha de soja.

La semilla

La semilla de soja, generalmente de forma oval consiste en un embrión protegido por una fina cubierta seminal, tegumento o pericarpio. (Figura 1)

Esta cubierta protege al embrión contra hongos y bacterias tanto antes como después de la siembra.

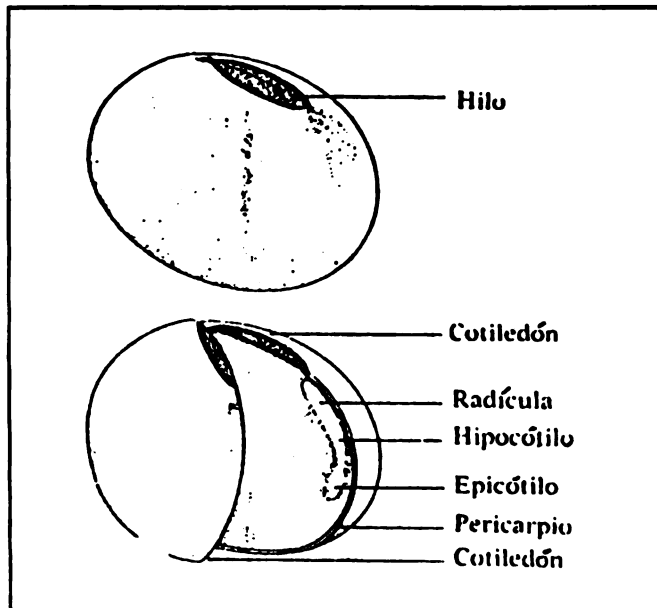


Figura 1

Si la misma se resquebraja, la semilla tiene pocas posibilidades de desarrollarse y convertirse en una plántula sana.

El embrión está compuesto por dos cotiledones, el epicótilo y el eje hipocótilo-radicular.

Los cotiledones, que representan casi la totalidad del volumen y peso de la semilla, suministran alimento a la plántula en el período de germinación y durante las primeras etapas de desarrollo, aproximadamente unas dos semanas.

Germinación

La germinación es un proceso metabólico y fisiológico complejo que se desencadena con ciertas condiciones del ambiente que rodea a la semilla.

El porcentaje máximo de emergencia se produce en condiciones óptimas de humedad, temperatura, gases (oxígeno) y estado físico del suelo.

El contenido de humedad del suelo durante el período de germinación resulta de importancia decisiva. La semilla de soja requiere para germinar un contenido de humedad cercano al 50 por ciento de su peso,

mientras que en las mismas condiciones la de maíz sólo necesita absorber el 30 por ciento de su peso en agua.

Un exceso de humedad en el suelo puede limitar la disponibilidad de oxígeno y crear un ambiente favorable para la aparición de organismos causantes de podredumbre radicular o de la propia semilla.

Con temperaturas del suelo de 30°C, la soja germina y emerge en poco tiempo, mientras que a 20°C se produce un retraso en estos procesos y a 10°C se vuelven sumamente lentos. Además la capacidad de germinar y emerger se encuentra muy ligada a los diferentes cultivares, debiéndose tal vez a variaciones en la tolerancia al frío o al distinto grado de alargamiento del hipocótilo.

En siembras tempranas con temperaturas bajas la emergencia puede llevar hasta dos o tres semanas, mientras que en siembras más tardías con temperaturas más elevadas, el proceso puede reducirse a tres o cinco días.

Las temperaturas mínimas y máximas para la germinación de la semilla están en alrededor de cinco y 40°C respectivamente.

En general se recomienda sembrar a partir del momento en que la temperatura del suelo, medida a la profundidad de siembra y durante tres días consecutivos a las nueve horas supere los 18°C.

Incidencia de las condiciones del suelo sobre la emergencia

La emergencia de las plántulas de soja puede restringirse en condiciones físicas del suelo desfavorables.

Con pocas costras firmes la emergencia se reduce al 70 por ciento, a medida que la humedad del suelo disminuye hasta un 25 por ciento del agua disponible.

Mientras que con muchas costras firmes la emergencia puede disminuir a un 30 por ciento, con niveles comparables de humedad del suelo.

Debe tenerse en cuenta que tanto la planta de soja como de girasol deben desplazar con sus cotiledones una superficie de suelo mucho mayor que el diámetro de su tallo, pudiendo ejercer sólo una reducida presión que le impide emerger normalmente ante la presencia de una costra.

Este inconveniente puede sortearlo con más facilidad el maíz pues, el empuje que los tallos de gramíneas ejercen en suelos con costras de alta resistencia, es mucho mayor por estar concentrado en un punto de carga.

Cuando se advierten estos problemas de encostramientos que dificultan la emergencia de las plántulas de soja, será conveniente recurrir a una rastra rotativa para eliminarlo, aún a riesgo de perder algunas plantas.

Elección del cultivar

La primera decisión del agricultor debe ser la de sembrar sólo los cultivares recomendados. Las Estaciones Experimentales dedican mucho tiempo en la evaluación de los cultivares de soja, en varias localidades ubicadas dentro de su área de influencia.

Los datos recogidos y publicados son útiles para identificar las ventajas visibles de un cultivar determinado, cuales cultivares no se adaptan bien y cuales son decididamente inferiores.

Cualquier cultivar aún no recomendado, puede sembrarse, pero debe restringirse a una pequeña siembra experimental.

Calidad de semilla

Los límites superiores del rendimiento están determinados por la calidad de la semilla a sembrar. Si es de mala calidad no se pueden esperar rendimientos elevados aunque las condiciones del cultivo sean excelentes.

Debe haber muy poca semilla abierta o quebrada y las cubiertas seminales deben estar intactas. Libre de semillas de malezas y todo tipo de impurezas.

El poder germinativo de la semilla debe ser superior al 85 por ciento, preferiblemente de un 95 por ciento.

La uniformidad de tamaño es importante para una buena distribución en la línea de siembra. Además las semillas de soja de igual tamaño tienen más probabilidad de dar plántulas de similar vigor, por lo tanto producirán plantas de tamaño también uniforme que tienden a competir entre sí en forma pareja.

Debe comprobarse la pureza varietal, teniendo la certeza que la semilla responda a las características propias: ciclo vegetativo, color de la flor, color de la pubescencia, tamaño y forma de la hoja, color, tamaño y forma de la semilla, color del hilo. La mayor seguridad de respuesta al cultivar, se tendrá con el uso de semillas fiscalizadas.

La semilla que cosecha el agricultor puede utilizarse para las siembras de los años siguientes. En este caso tiene que seleccionar el material sano, clasificarlo por pureza y eliminar toda impureza.

Fecha de siembra

La respuesta de la planta de soja a la fecha de siembra depende de las condiciones ambientales posteriores a la misma. En este aspecto los tres factores más importantes son:

- temperatura
- longitud del día (fotoperíodo) y
- humedad

La soja se debe sembrar tan pronto como la temperatura del suelo y la longitud del día lo permitan. En general la siembra de primera se realiza en el mes de noviembre con adecuada humedad y con una temperatura del suelo superior a los 18°C. La siembra de segunda debe efectuarse en forma inmediata a la cosecha del cultivo de invierno, siempre que el suelo contenga la humedad necesaria.

En la medida que se atrasa la fecha de siembra convendrá aumentar la densidad o bien elegir un cultivar que se adapte más a las nuevas condiciones.

Cuando más tardía sea la siembra las plantas serán más bajas menor la altura de inserción de las chauchas y mayor el riesgo que no lleguen a madurar.

Densidad de siembra y distancia entre hileras

La soja como los demás cultivos, convierte la energía de la luz solar en energía química, o sea materia seca. Para que este mecanismo resulte eficiente es importante interceptar tanta luz como sea posible. En este aspecto, el momento crítico tiene lugar cuando la planta pasa del estado de floración y comienza a formar la semilla. Bajo este concepto es conveniente que la canopia cierre el espacio entre las hileras en el momento de floración, a fin de obtener altos rendimientos.

Con variaciones relativamente amplias en la cantidad de semillas utilizadas para la siembra, el rendimiento resulta muy poco afectado. Esto se debe a que las plantas de soja tienen suma habilidad para compensar la falta de número, aumentando la cantidad de ramas siempre y cuando el espacio entre ellas no sea demasiado grande. (Figura 2)

Una siembra de baja densidad favorece la producción de ramas laterales de mayor tamaño y la inserción de chauchas más cerca del suelo que pueden perderse en la cosecha.

Por el contrario un aumento excesivo en la densidad provoca un menor número de ramificaciones laterales, menor cantidad de chauchas por planta y menor número de semillas por chaucha.

Ligero aumento de la altura de las plantas, mayor tendencia al vuelco y poco a ningún cambio en el tamaño de la semilla y porcentaje de proteína o tenor de aceite.

El rango aceptable oscila entre 25 a 30 semillas por metro lineal de surco, para llegar a cosechar con 18 a 22 plantas. Esto dependerá de la latitud, la fecha de siembra y la elección del cultivar considerando el grupo de maduración y el tipo morfológico.

Para un mismo cultivar a medida que aumenta la latitud se hace más breve el ciclo de la planta, es

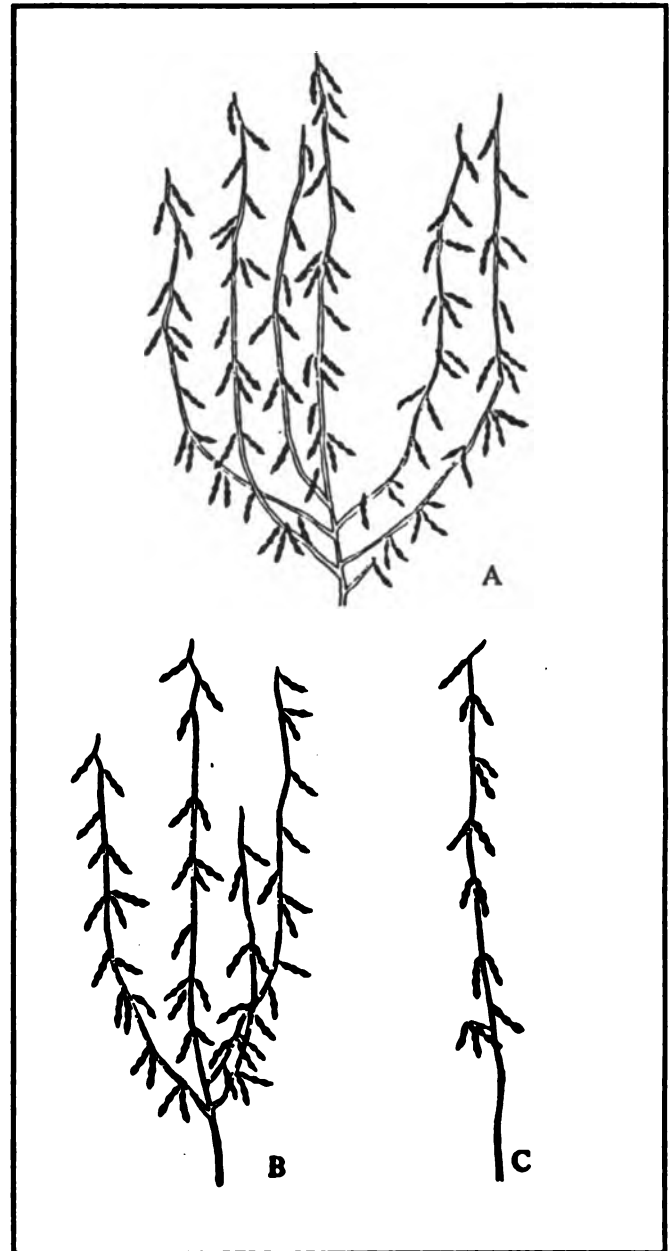


Figura 2

menor el crecimiento vegetativo anterior a la floración y mayor la necesidad de estrechar las hileras o aumentar la densidad de siembra. Pero se debe tener en cuenta que lo más conveniente en este caso, es cambiar por el cultivar que mejor se adapte.

Cuando se atrasa la fecha de siembra debe aumentarse la densidad para mantener los rendimientos o disminuir la distancia entre surcos.

Los cultivares precoces son de plantas más pequeñas y generalmente con menor número de hojas. Por lo tanto se comportan mejor cuando se siembran en hileras más cercanas o se aumenta la densidad.

Algunos cultivares de buen potencial de rendimiento pero escaso potencial de ramificación responden más favorablemente a un acortamiento entre hileras que los tipos convencionales.

Es factible aumentar la densidad de siembra cuando se presentan suelos pobres de baja fertilidad, condiciones climáticas desfavorables posible competencia de malezas o daños por insectos. Estos factores pueden impedir a las plantas crecer, ramificarse y emitir suficiente cantidad de flores como para provocar mermas en los rendimientos ante una baja población.

No siempre una disminución de la distancia entre hileras trae aparejado necesariamente un aumento proporcional del stand de plantas por hectárea. Trabajos de investigación demuestran que es conveniente aumentar sólo entre un 10 a un 30 por ciento la cantidad de semilla por metro lineal, según el distanciamiento elegido entre surcos.

En determinadas condiciones el sembrar con distancias inferiores a 70 cm entre surcos implicaría un mejor aprovechamiento de la luz, sobre todo en los primeros estadios del desarrollo del cultivo disminución de la competencia entre plántulas en el surco al estar mejor distribuidas; cobertura del suelo más temprana y por lo tanto mayor competencia del cultivo contra la malezas; mejor aprovechamiento del agua y un menor tiempo del suelo desprotegido.

Pero se debe tener presente que para adoptar esta técnica es necesario contar con una máquina sembradora adaptada y por otra parte al no poder realizarse laboreos mecánicos para el control de malezas hay que recurrir a un mayor uso de herbicidas, lo que frecuentemente eleva los costos.

Uniformidad y profundidad de siembra

Si bien la uniformidad de siembra no resulta un factor crítico, dado la capacidad que presenta la soja

para compensar los espacios libres entre plántulas, aumentando el número de ramas, es fundamental en cambio, el control de la profundidad de siembra.

Una excesiva profundidad demora la emergencia y a veces, incluso, no la permite, ya que las sustancias de reserva de la semilla se agotan antes que los cotiledones puedan emerger.

El peligro de los daños ocasionados por insectos y enfermedades se agrava en el caso de emergencia lenta, hecho que se dará también con la competencia de malezas que lograrán anticiparse al desarrollo del cultivo.

Cuando la siembra es profunda y una lluvia compacta el suelo, es posible que durante la emergencia se produzca la rotura del arco del hipocótilo debido al encostramiento.

La profundidad de siembra adecuada depende del tipo de suelo, su preparación y contenido de humedad. Se aconseja que la semilla se ubique entre 2,5 y 5 cm. Esa profundidad debe permanecer constante a lo largo de cada uno y en todos los surcos.

En el Cuadro 1 puede observarse la disminución en el porcentaje de germinación se medida que se aumenta la profundidad de siembra.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación en función de la profundidad de siembra

Profundidad en cm	Porcentaje de germinación
1,9	85,5
2,5	100
3,7	99,5
5,0	95,5
6,2	55,2

Suelo franco-arenoso. EEUU.

Cuidando este aspecto se conseguirá una emergencia rápida y pareja permitiendo que todas las plantas adquieran igual porte y altura, al mismo tiempo se podrán realizar las labores mecánicas de desmalezado en el momento propicio sin provocar daños.

Preparación de la cama de siembra

El grado de eficiencia con que se realice la siembra puede condicionar el éxito del cultivo. Por lo tanto la preparación de la cama de siembra debe realizarse de la mejor manera posible, independientemente del sistema a adoptar.

Soja de primera siembra

Labranza convencional: implica la incorporación de los rastrojos con rastra doble de discos o múltiple de discos, después de la cosecha del cultivo anterior o después de un pastoreo corto; si es necesario se repite para un mejor control de malezas.

A fin del invierno se procede a arar con arado de rejas.

La preparación de la cama de siembra se realiza con rastras de discos, vibrocultivador o rastra de dientes.

Una excesiva remoción y pulverización del suelo puede traer serios problemas en áreas susceptibles de ser erosionadas por el agua o el viento.

Labranza bajo cubierta: consiste en no invertir la capa arable de manera tal que los residuos permanezcan sobre la superficie en una gran proporción.

Los residuos del cultivo anterior deben desmenuzarse con triturador de paja o con rastra doble de discos. En este caso se reemplaza el arado de rejas por el de cinceles.

Las labores secundarias de control de malezas y preparación de la cama de siembra se realizan con rastra de discos o cultivadores.

Esta cama de siembra reunirá las mismas condiciones que la labranza convencional excepto la cubierta de residuo.

Este método de labranza es particularmente recomendable en áreas con problemas de erosión o bien en aquellas zonas que presenten serios inconvenientes de encostramiento del suelo.

El objetivo principal de estos dos sistemas, consiste en almacenar suficiente humedad en el suelo mediante la realización de un barbecho prolongado.

Soja de segunda siembra

En este caso no existe barbecho y las labranzas se limitan a preparar una cama de siembra lo más rápido posible, para no demorar la fecha de siembra.

Labranza convencional: consiste en arar con reja el rastrojo del cultivo anterior y preparar la cama de siembra con rastra de discos, de dientes o cultivadores.

Para facilitar el manejo de residuos estos deben ser bien desparramados en la cosecha y cuando su volumen es muy elevado es aconsejable desmenuzarlo con triturador hélice o rastra doble de discos previo a la arada.

Labranza reducida: La preparación de la cama de siembra se realiza con rastra doble de discos, sin usar arado de rejas.

Al igual que en el caso anterior los residuos deben ser prolijamente desmenuzados y desparramados.

Este método permite reducir el tiempo de preparación del suelo, adelantar la fecha de siembra y mantener la superficie cubierta de residuos; por lo que resulta particularmente recomendable en zonas con problemas de erosión.

Siembra directa

Consiste en sembrar directamente en suelos no preparados abriendo una ranura o banda estrecha de

un ancho y profundidad suficiente como para obtener una colocación y cobertura adecuada de la semilla.

Este sistema ofrece ciertas ventajas como son: una buena retención de humedad del suelo; menor escurrimiento del agua de lluvia, menor erosión por viento y por agua, menor compactación del suelo por las máquinas; mayor oportunidad de siembra y cosecha, disminución de los costos por laboreo, y reducción de ciertos riesgos climáticos.

Cabe resaltar, que este método de siembra no garantiza buenos resultados si se omiten o emplean en forma inadecuada el resto de las prácticas de producción.

En este sistema, el factor más crítico tal vez sea lograr un correcto control de malezas, el que depende casi exclusivamente del uso de productos químicos. Aunque se haga un buen manejo de la paja residual el material resultante interfiere en la colocación del herbicida sobre el suelo, de modo tal que muchas plantas indeseables logran escapar y crecer.

Aparte de las malezas, difíciles de eliminar y de gran importancia local, otro gran problema lo constituye el guachaje del cultivo antecesor.

Siempre que las condiciones climáticas y edáficas lo permitan puede combinarse el control químico con la utilización de un escardillo que, además del control esperado, realiza una suave remoción superficial, mejorando la aireación del suelo.

La siembra sobre un suelo cubierto no resulta una práctica difícil si se acondiciona eficientemente el rastrojo y se utiliza un equipo de siembra adaptado.

Al cosechar se debe efectuar el corte del cultivo anterior lo más alto posible y equipar a la cosechadora de un triturador, a fin de obtener un mejor desmenuzador y distribución de la paja.

Curado de la semilla

La mejor protección contra enfermedades y plagas de las plántulas radica en el uso de la semilla de buen vigor y alta calidad.

Quando se siembra en condiciones desfavorables que dificultan una rápida germinación y emergencia, es necesario el tratamiento químico con productos fungicidas sistémicos y/o de contacto.

Nunca aplicar productos mercuriales pues inhiben el desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno.

En caso de comprobarse la existencia de insectos de suelo es conveniente el uso de productos curasemillas combinados - fungicidas- insecticidas- que se consiguen en el comercio, brindando así una doble protección a la semilla.

Siempre que se realicen estos tratamientos debe tenerse la precaución de leer minuciosamente las indicaciones descritas en las etiquetas de los envases.

Inoculación

Esta operación tiene por finalidad poner en contacto la semilla con las bacterias fijadoras de nitrógeno del aire que es aprovechado por la soja para su desarrollo y luego incorporado al suelo. Existen diversos tipos de inoculantes siendo más fácil de aplicar los líquidos y a base de turba.

Existen algunas recomendaciones generales que deben tenerse en cuenta:

- 1) No inocular más semilla que la que se va a sembrar en el día.
- 2) Inocular a la sombra pues la luz directa del sol destruye las bacterias.

En los inoculantes a base de turba debe adoptarse el método húmedo, agregando a la semilla un poco de agua azucarada o leche, para que el producto quede bien adherido.

- 3) La semilla inoculada que por cualquier motivo no pudo ser sembrada en el día debe utilizarse al día siguiente repitiendo la operación pues las bacterias tienen un tiempo muy corto de vida.

SEBRADORA

Para que la semilla de soja tenga buena posibilidad de transformarse en plántula normal, la sembradora debe realizar de manera eficiente las siguientes operaciones: (Figura 3)

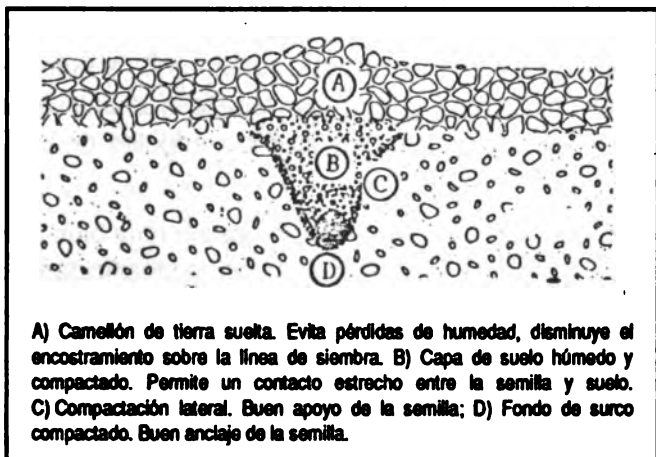


Figura 3

- Distribuir uniformemente la semilla sin producir alteraciones a la misma por efectos mecánicos.
- Colocar la semilla a profundidad requerida, manteniendo la misma en forma constante.
- Depositar la semilla en un fondo de surco compactado lateralmente y en profundidad, permitiendo de esta manera un buen contacto de la semilla con el suelo y el posterior anclaje de la plántula.
- Cubrir la semilla con la delgada capa de tierra húmeda, y compactarla para producir una rápida hidratación de la semilla y comenzar el proceso de germinación.
- Realizar un camellón con tierra suelta sobre la línea de siembra en forma de V invertida, para impedir, en caso de lluvia, el encostramiento sobre la línea, que dificultará la normal emergencia de la plántula.
- Estos aspectos pueden cumplirse perfectamente empleando una sembradora que reúna las siguientes características:

Diseño de las tolvas

Existen dos sistemas de almacenaje de semillas en la sembradora:

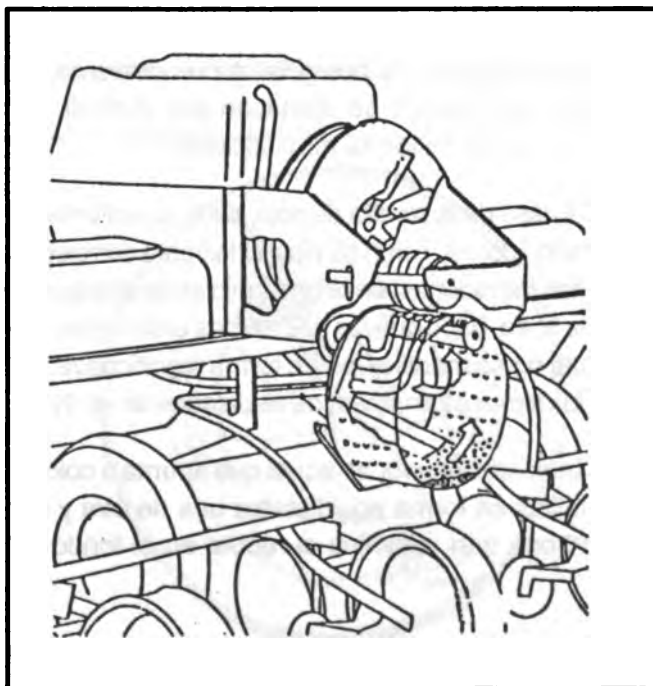
Tolvas Individuales y Sistema monotolva

El sistema monotolva ofrece la ventaja de una mayor autonomía de trabajo, evitando paradas innecesarias especialmente en siembras de alta densidad como la soja. Además de mantener un volumen constante de semilla sobre el dosificador, se eliminan las posibles variaciones de presión de carga sobre el mismo, que harían alterar la densidad de siembra. Las tolvas individuales cuentan con un contrafondo o chapón normalizador de presiones.

Ambos sistemas deben presentar un diseño que facilite la descarga total de la semilla.

Dosificador de la semilla

En la actualidad existen dos sistemas de dosificación de la semilla: el neumático por presión (Figura 4), o vacío (Figura 5), y el mecánico.



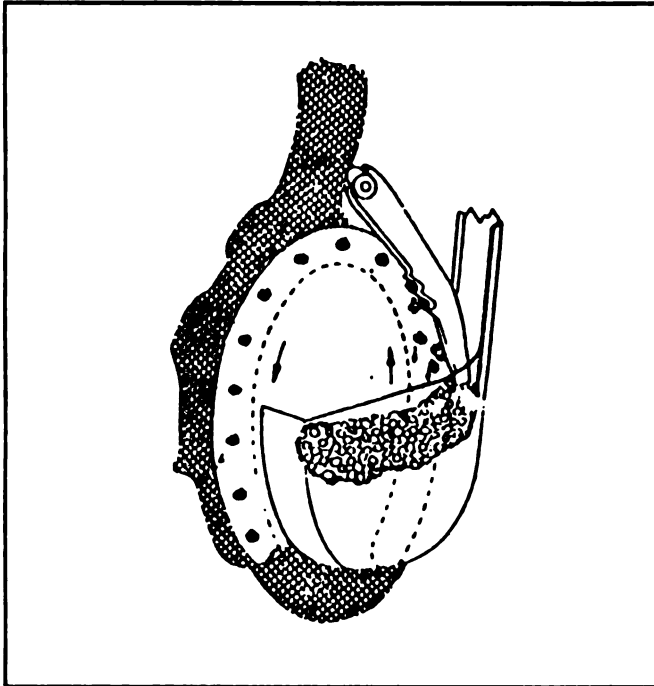


Figura 5

La densidad, tamaño, forma de la semilla y las características de desarrollo del cultivo, justificarán optar por algunos de estos sistemas.

Así, en el caso de maíz y girasol, donde las semillas presentan forma y tamaño irregular y donde las plantas exigen un distanciamiento determinado y uniforme para que expresen su potencial de rendimiento, los sistemas neumáticos se destacan por cumplir con estos requisitos en forma muy eficiente.

En el caso de la semilla de soja, dado su uniformidad de tamaño y forma, como su plasticidad para compensar pequeñas variaciones, en la uniformidad de distribución sobre la línea, hace que las diferencias entre estos dos sistemas no se manifiesten en forma significativa. Tal como lo demuestran ensayos realizados en el INTA.

Un buen dosificador es aquel que apunta a colocar las semillas en forma equidistante una de otra y con una entrega que minimice el rebote en el fondo del surco.

Esto se logra con una mínima velocidad de giro y óptima capacidad de carga de la placa de siembra; y una menor velocidad de caída de la semilla.

Para reducir la velocidad de caída, es conveniente que los dosificadores se encuentren colocados a la menor altura posible del suelo.

Dentro de los sistemas mecánicos de dosificación los más comúnmente utilizados, en el actual parque de sembradores, son los de tipo placa ya sea de posición horizontal o inclinada.

La mejor capacidad de carga y la mínima velocidad de giro de la placa se consigue aumentando el número de alvéolos, para lo cual es necesario disminuir el espacio entre los mismos, distribuyéndolos en una, dos o tres hileras.

Existe un dosificador que se adapta muy bien a la siembra de soja, que se destaca por la simplicidad de funcionamiento y principalmente por la ausencia total de daños mecánicos a la semilla. consta de un disco con ondulaciones en su parte posterior y de un interruptor registrable que orienta los granos hacia el tubo de descarga. (Figura 6)

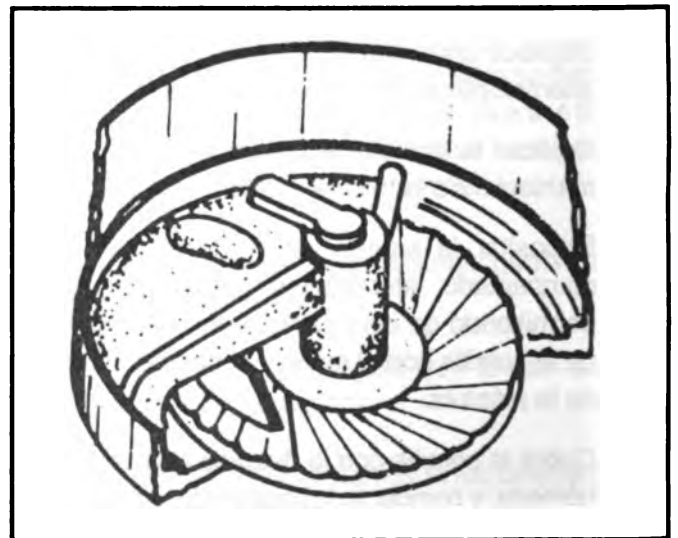


Figura 6

Otro sistema que cumple con los requisitos de una buena dosificación y distribución es el dosificador a cinta. Consiste en una banda o correa perforada a la misma distancia de siembra que exige el cultivo y que trabaja a una velocidad comparable con la de avance de la máquina. Esto sumado a que se encuentra ubicada al ras del suelo, permite eliminar casi en su totalidad el rebote de la semilla en el fondo del surco (Figura 7)

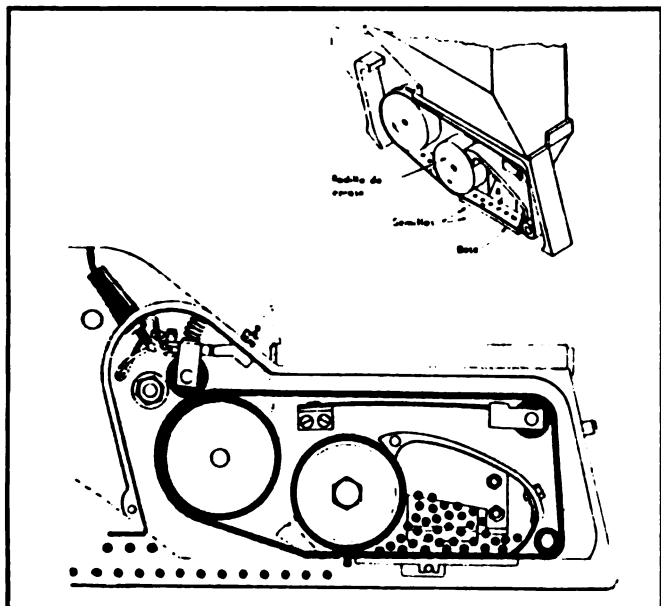


Figura 7

Elección correcta de la placa de siembra

En la elección de la placa de siembra, se debe relacionar la medida de la semilla con la del alvéolo, observando que quede una luz entre semilla-alvéolo de un poco más de un milímetro. (Figura 8)

Si se piensa sembrar a mayor velocidad que la normal, será conveniente aumentar esa tolerancia para facilitar la carga en la celda, pero cuidando que no entren dos semillas juntas.

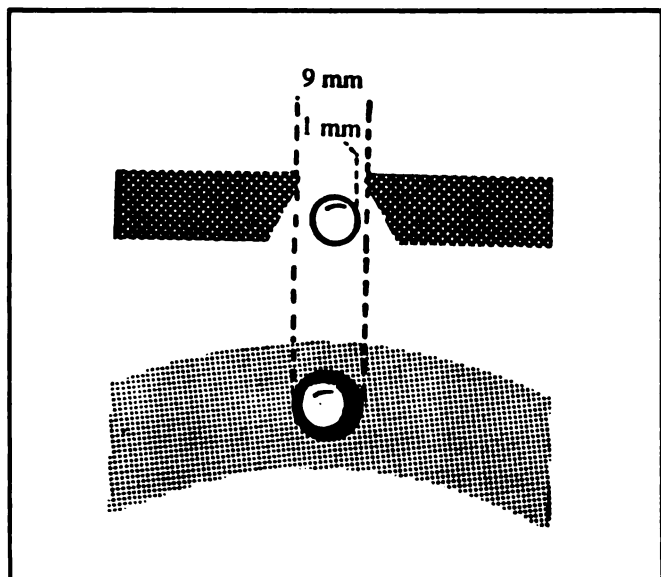


Figura 8

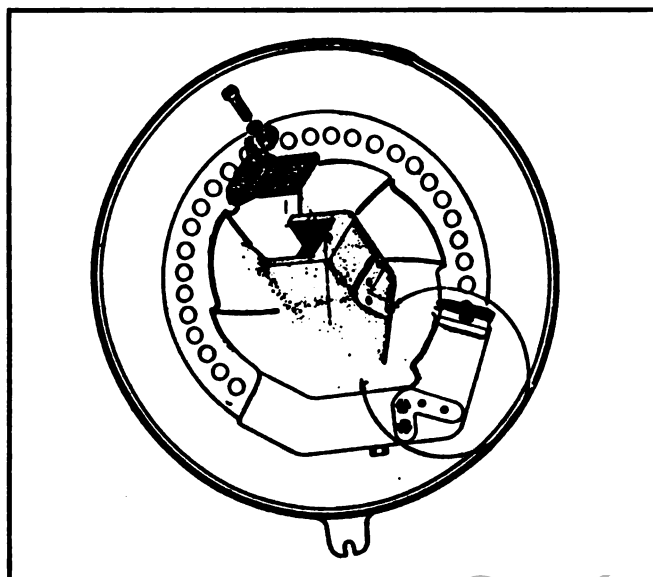
En general y teniendo en cuenta las posibles diferencias de tamaño de semilla entre cultivares, y de un mismo cultivar a través de los años, pueden establecerse medidas de alvéolos de 9 mm de diámetro y 6,5 mm de espesor; para placas inclinadas el espesor resulta algo menor de 5 a 5,5 mm.

Un método práctico para seleccionar la placa más conveniente consiste en pasar la misma por una muestra del material a sembrar y verificar que no más del dos por ciento de los alvéolos queden obturados con semilla, las que con una leve presión pasan normalmente. Si no queda ningún alvéolo obturado, debe cuidarse que el diámetro del mismo no permita el paso de más de una semilla a la vez.

El plato de siembra tiene que fijarse teniendo en cuenta que la fresadura del alvéolo se encuentre hacia abajo. Luego se pondrá la placa portacepillo apretando firmemente pero sin llegar a trabar todo el conjunto, observando el libre giro de la placa.

El bisel de entrada del alvéolo no debe mostrarse gastado ni presentar filo que pueda lesionar la semilla.

A diferencia del maíz o girasol la semilla de soja no tolera la acción mecánica del gatillo enrasador y expulsor. En este caso se reemplazan ambos por un cepillo de cerda o plástico que se ubica sobre el orificio de salida. El mismo no debe presentar desgaste ni estar abierto en su parte medida. (Figura 9)



Digitized by Google Figura 9

La regulación del cepillo, consiste en colocarlo de manera que apenas roce el plato de siembra; una sobrepresión contra la placa significará un gran daño a la semilla y un rápido desgaste del cepillo.

En los dosificadores de placa inclinada el engrase se efectúa por gravedad y la expulsión de la semilla por medio de una rueda dentada, cuyos dientes penetran dentro del alvéolo expulsando aquellas que pudiesen atascarse.

Es aconsejable que dicha rueda sea de plástico con dientes redondos para evitar daños.

Diseño y orientación del tubo de bajada

En las sembradoras mecánicas el diseño y orientación del caño de bajada debe minimizar el efecto de rebote de la semilla que llega al fondo del surco.

Está comprobado que los tubos de sección rectangular con orificio de entrada mayor que el de salida cumplen perfectamente dicho objetivo.

Los sistemas de descarga lateral con caño de bajada orientado hacia atrás facilitan la trayectoria normal de caída de la semilla, evitando rebote alguno. (Figura 10)

Ubicación de la semilla en el suelo

Organos abresurcos

Existen tres tipos de órganos abresurcos.

- Abridor fijo sin movimiento propio. **Azadón.**
- Abridor móvil con movimiento propio. **Doble disco.**
- Combinación de ambos. **Doble disco con Azadón Intermedio.**

La adopción por uno u otro sistema va a depender exclusivamente de las características que presente la cama de siembra.

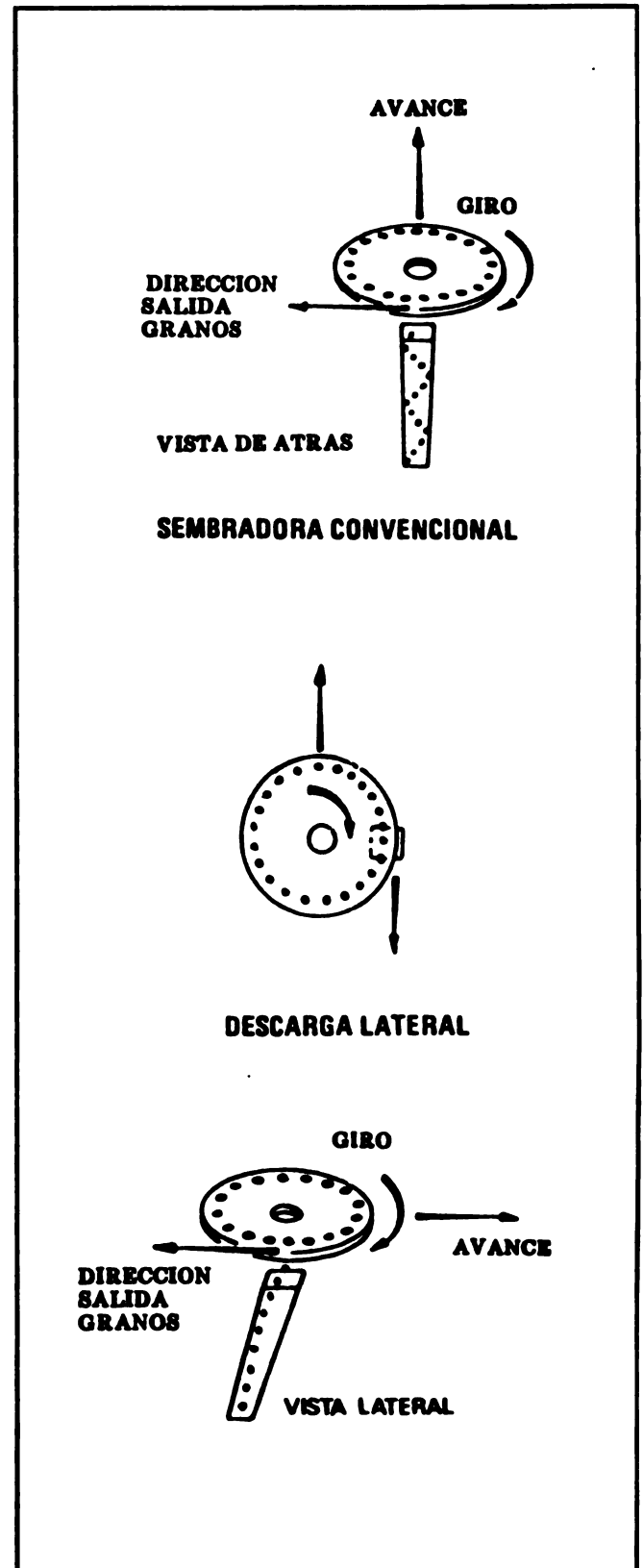


Figura 10

El abresurco debe realizar un fondo en forma de V cerrada con su base adaptada al tamaño del grano, a fin de que el mismo quede bien calzado.

Un azadón de buen diseño consiste en una pieza de metal con perfil carenado o quilla, que realice un fondo de surco para un calce perfecto de la semilla (Figura 11).

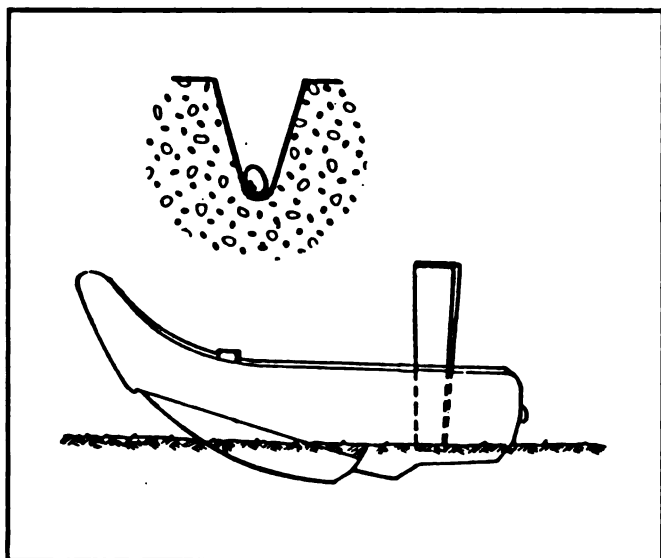


Figura 11

En su parte posterior se abre en dos alas entre las cuales desemboca el tubo de descarga. Estas deben ser lo suficientemente largas como para apartar el suelo seco y grueso depositando, por el contrario, una capa de suelo fino y húmedo sobre la semilla: facilitando además el libre trabajo de la rueda compactadora.

Este elemento es recomendado en particular para suelos sueltos y limpios, no aconsejándose su uso sobre suelos pesados y con rastrojo en superficie.

En caso de que la cama de siembra presente rastrojo en superficie es conveniente colocar una cuchilla delante de este órgano abridor.

El doble disco está compuesto por dos discos dispuestos en forma de V cerrados hacia adelante encontrándose entre ambos el tubo de descarga de semilla. Se adapta bien para suelos pesados y con restos de vegetación, aunque no llega a confeccionar

un surco perfecto ya que puede formarse una punta debajo de la semilla que impide el estrecho contacto de la misma con el suelo. (Figura 12)

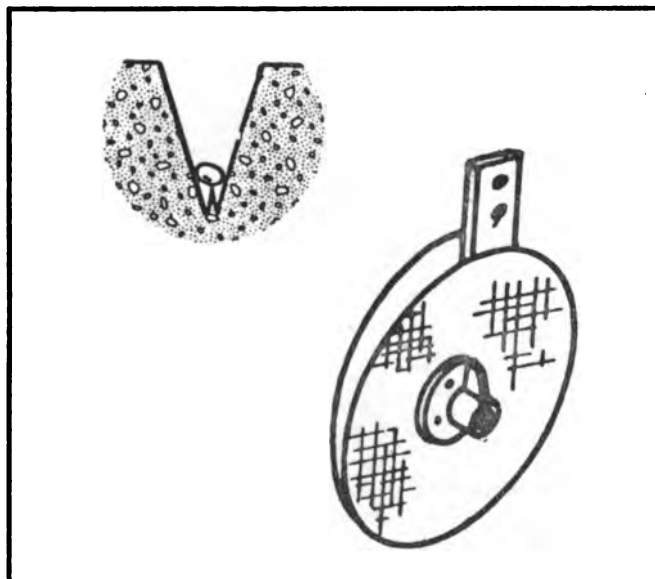
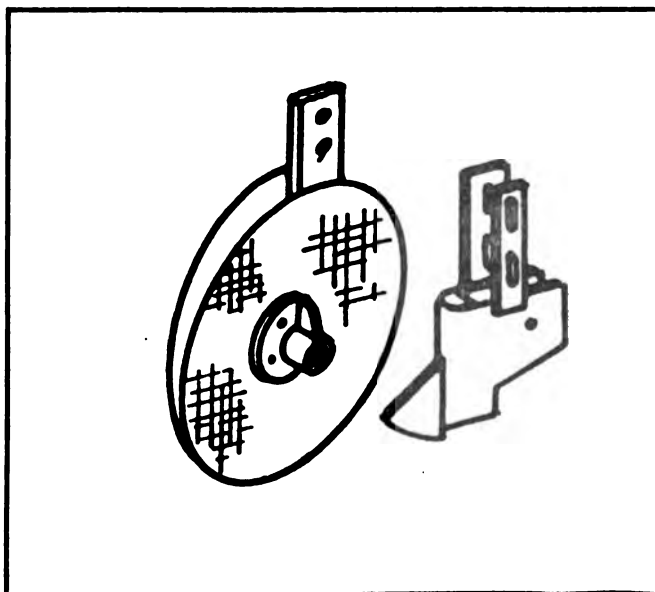


Figura 12

La combinación de doble disco con azadón detrás reúne las ventajas de ambos sistemas ya que el doble disco corta el rastrojo en superficie y el azadón intermedio conforma el fondo de surco con las ventajas antes mencionadas (Figura 13)



Una nueva variante en órgano abresurco consiste en la combinación de un doble disco en forma de V con sus correspondientes ruedas neumáticas de presión cero (Figura 14).

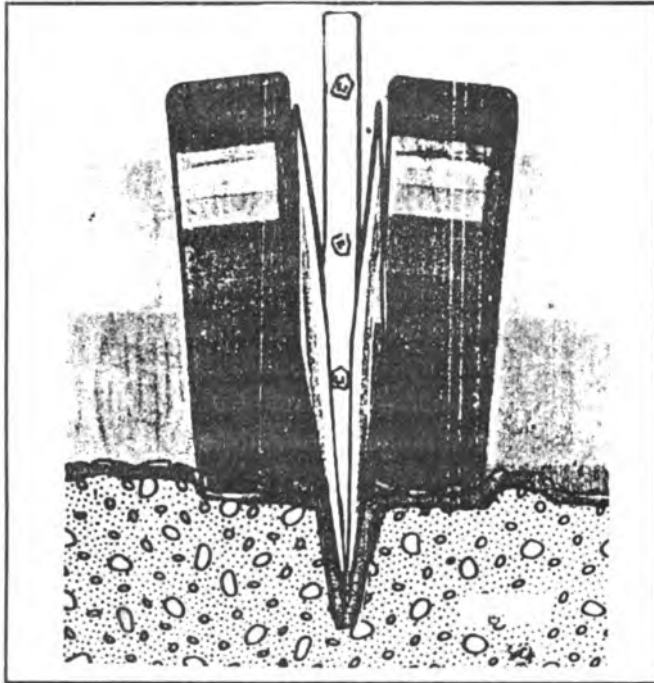


Figura 14

Todo el conjunto disco-rueda funciona en forma simultánea de tal manera que las ruedas limitan la profundidad de siembra, compactan y moldean la franja evitando el desmoronamiento de las paredes del surco.

Esto permite además mantener la semilla en íntimo contacto con el suelo húmedo al eliminar las posibles cámaras de aire, típicas de un suelo flojo, cascotudo o con mucho rastrojo en superficie.

Compactado de la semilla

Para realizar esta operación se aconseja la utilización de ruedas neumáticas de presión cero con bordes rectos, colocados detrás del órgano abresurco.

La presión de carga de dichas ruedas, en el caso particular de la soja, debe ser muy limitada ya que una

excesiva compactación podría ocasionar problemas en la emergencia.

Cobertura de la semilla

Se logra mediante elementos de cobertura ubicados detrás de las ruedas compactadoras. Cumplen la función de efectuar aportes de tierra relativamente floja en forma de V invertida sobre la línea de siembra, impidiendo así un posible planchado y desecación del fondo del surco.

Existen distintos tipos según las condiciones de trabajo. Para una cama de siembra convencional pueden consistir en **pequeñas palas** o bien **ruedas conformadoras**.

Para el caso particular de siembra directa o con mucho rastrojo en superficie, éstas últimas son reemplazadas por discos dentados, de ángulo variable.

Profundidad de siembra

Una profundidad uniforme se logra comenzando con una adecuada preparación y nivelación del terreno.

El equipo sembrador contará con limitadores de profundidad ubicados junto al abridor de surco, haciendo que el mismo copie las irregularidades de la cama de siembra.

Existen tres tipos de limitadores de profundidad:

- Sunchos para abresurco de doble disco.
- Patines.
- Ruedas neumáticas de presión cero.

Los **sunchos** limitadores, cumplen muy bien su función pero al ser fijos presentan el inconveniente de no poder variar la profundidad en relación al cultivo que se quiera sembrar. (Figura 15)

Los **patines** son de construcción sencilla y bajo costo. Pueden atascarse en sementeras flojas con mucho rastrojo en superficie. En suelos muy arcillosos y húmedos, por adherencia se va acumulando tierra

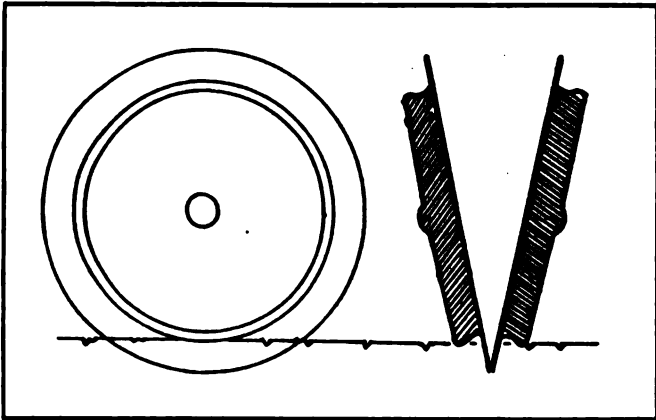


Figura 15

en la parte inferior que hace variar la profundidad elegida.

De acuerdo a las experiencias realizadas el limitador de profundidad más eficiente es la rueda neumática de presión cero, pues se adapta a las más diversas situaciones de preparación de la cama de siembra.

La capacidad de copiado del terreno va a estar en íntima relación con el número y ubicación de las ruedas para cada tren de siembra. Deben encontrarse ubicadas de a pares haciendo coincidir su centro con el caño de bajada de la semilla.

Además para que este sistema trabaje bien es fundamental que el cuerpo sembrador esté obligado a penetrar por la presión de un resorte.

De esta manera el sistema estará constantemente estabilizado aún en presencia de microrrelieves como cascotes o pequeñas depresiones en la cama de siembra.

Entre las ruedas y el órgano abresurco tiene que existir una separación tal que impida el atascamiento de paja o cascotes.

A diferencia de las ruedas macizas, las neumáticas permiten una autolimpieza evitando la adherencia de tierra húmeda sobre las mismas que haría variar la profundidad de siembra.

Maquinaria para Siembra Directa

Una máquina de siembra directa debe reunir los siguientes requisitos básicos:

- Ser lo suficientemente fuerte y pesada como para sembrar en condiciones de suelos desfavorables y poder cortar a través de los residuos de los cultivos previos.
- Efectuar la preparación de una pequeña banda para depositar la semilla.
- Colocar la semilla a una profundidad uniforme.
- Cubrir y compactar la tierra alrededor de semilla para asegurar la germinación. La compactación es necesaria para reducir los espacios vacíos entre terrones y mantener una humedad adecuada.

El corte de la cubierta vegetal y una primera remoción del suelo se logra mediante el uso de cuchillas, que pueden ser:

- lisas,
- corrugadas u
- onduladas. (Figura 16)

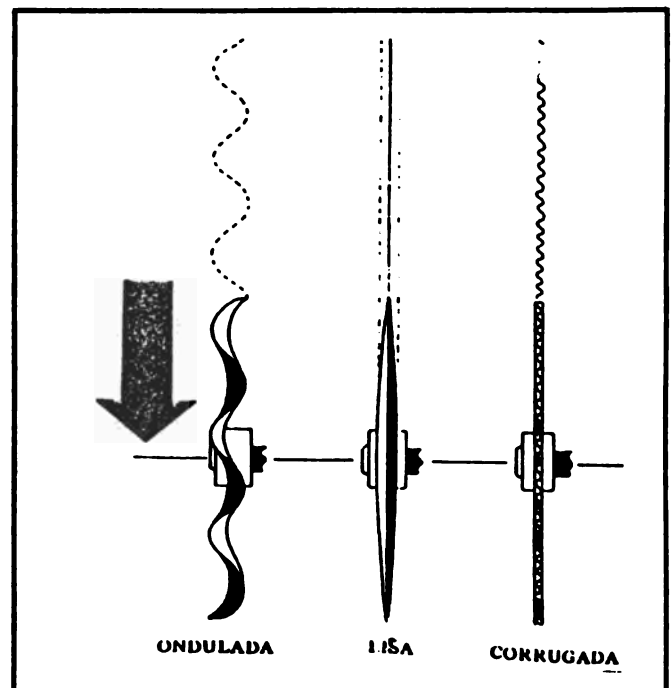


Figura 16

Para su penetración necesitan un peso que oscila entre 80 y 200 kg por unidad, variando según la resistencia de los suelos y, el tipo y tamaño de la cuchilla.

Cuanto mayor sea el ondulado de las cuchillas, mayor será la banda removida, pero mayor será el peso requerido para su penetración.

Para conformar el surco de siembra en este sistema existen dos tipos de **abresurcos**:

- azadón y
- doble disco

El primero se adapta perfectamente cuando el rastrojo es escaso. Para facilitar su penetración es conveniente adosar al mismo una rejita con ángulo de succión vertical.

El doble disco se adapta bien en suelos con alto volumen de rastrojo en superficie aunque en terrenos muy compactos puede dificultarse su penetración.

Una profundidad uniforme se logra mediante el uso de los limitadores de profundidad convencionales (ruedas, patines o sunchos) o bien puede colocarse un patín junto con la cuchilla lisa, cumpliendo ambas funciones de limitar la profundidad de siembra y mejorar el corte del rastrojo. (Figura 17)

El firme contacto entre semilla-suelo-humedad es de suma importancia en este sistema de siembra directa, dado que la competencia de las malezas es mayor y obliga a asegurar la rápida germinación y desarrollo del cultivo. Igual que en la sembradora convencional, las **ruedas neumáticas de presión cero** cumplen perfectamente dicho objetivo.

Cuando el surco queda abierto conviene usar ruedas tapadoras de discos dentados con ángulo variable, que pican las paredes del surco y tapan la semilla. Si es necesario, deberá adicionarse a estas ruedas un peso extra.

Otros aspectos

El avance tecnológico que experimentó la maquinaria agrícola en nuestro país no omitió a las sembradoras.

En los últimos años aparecieron en el mercado máquinas con gran ancho de labor, comandadas por un sistema hidráulico, que permite pasar de la posición de trabajo a transporte en un tiempo reducido y con el mínimo esfuerzo por parte del operario.

Otros adelantos observados son los monitores o dispositivos electrónicos, que colocados a la vista del tractorista le permiten controlar las condiciones de trabajo del equipo sembrador, individualizando cada tren de siembra. Algunos consisten básicamente en la colocación de una célula fotoeléctrica en cada uno de los caños de bajada, detectando por medio de una señal el normal pasaje de la semilla por el distribuidor, su atoramiento o bien la falta de entrega del dosificador.

Existen otros aparatos más complejos que además de la información antes mencionada detectan la cantidad de semilla que distribuye cada cuerpo sembrador, en un amplio rango de densidades. Esta densidad de siembra puede modificarse desde la cabina del conductor sin detener la marcha del equipo.

Mediante un sistema de autocontrol reacciona automáticamente ante un cambio o irregularidad en la

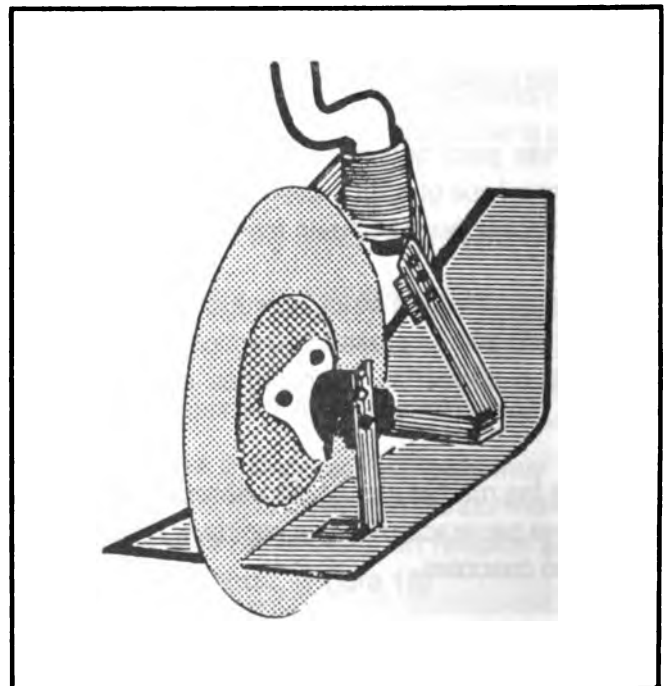


Figura 17

entrega de semilla, manteniendo de esta manera la densidad elegida en forma constante.

Cualquier falla que se presente en algunos cuerpos sembradores es inmediatamente transmitido por una alarma luminosa, y una sonora a la vez.

Aplicación de herbicidas en banda en forma simultánea con la siembra

Aunque el sistema de pulverizar junto a la sembradora requiere de cierta experiencia, ofrece sin lugar a dudas ventajas al agricultor, especialmente en lo que a exactitud de aplicación y disminución de costos se refiere. En este sistema los picos aspersores mantienen una altura uniforme sobre el suelo y además desaparecen los traslapes o franjas sin aplicación de herbicidas.

Estos equipos incorporados a la sembradora tratan sólo la banda de aproximadamente 30 a 35 cm sobre la línea de siembra. Así se consigue abaratar sensiblemente el tratamiento químico sin perjudicar el control de malezas, ya que las mismas son controladas entre hileras mecánicamente. (Figura 18)

Al adoptar esta técnica debe prestarse especial atención a ciertos aspectos que permitan una eficiente aplicación del herbicida, evitando interferir el normal funcionamiento de la sembradora.

Los tanques deben ubicarse fuera de la sembradora ya que la colocación de un peso adicional sobre la máquina más aún teniendo en cuenta que éste no es constante, trae aparejado problemas en la uniformidad de profundidad de siembra. Por ello deben ir colocados en la parte frontal o lateral del tractor.

Es conveniente que la autonomía del equipo sembrador-pulverizador sea comparable, para evitar paradas innecesarias.

Por tratarse de la aplicación de herbicidas preemergentes, los cuales no requieren necesariamente una incorporación mecánica, los picos aspersores deben colocarse de manera tal que la banda aplicada no sea alterada por ningún movimiento de tierra posterior.

Es así que los picos deben colocarse detrás de los órganos tapadores (palas tapadoras o ruedas conformadoras), y sostenidos por un soporte de altura regulable, que permita variar el ancho de la banda. (Figura 19)

Para no condicionar la operación de siembra a situaciones de viento desfavorable para la pulverización

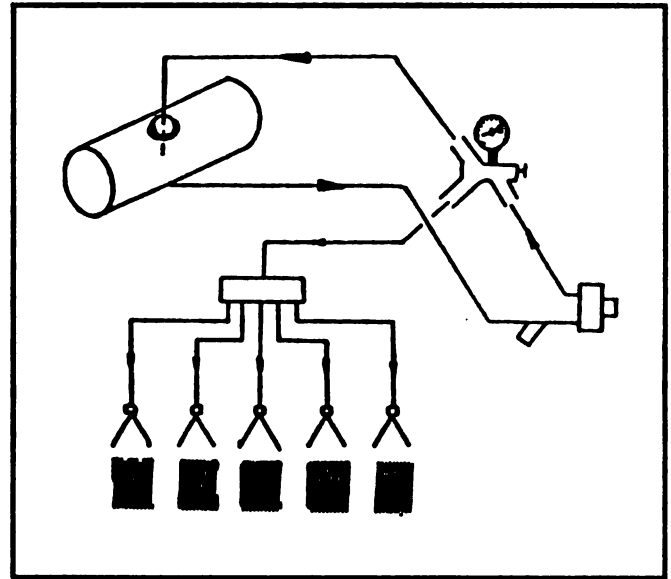


Figura 18

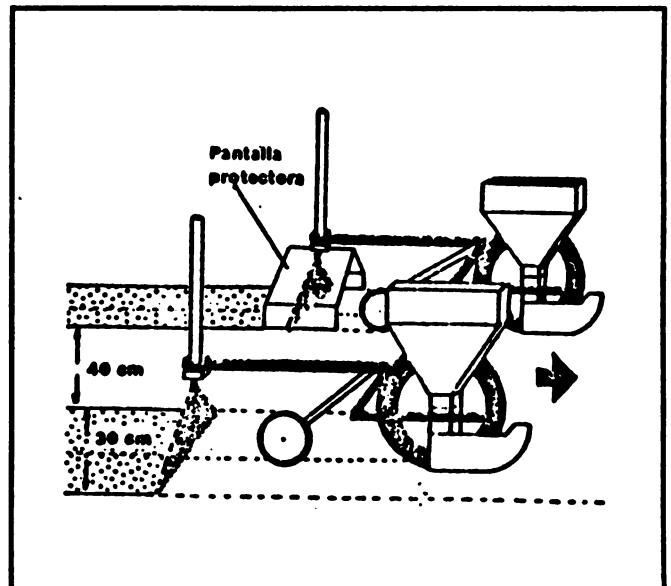


Figura 19
Digitized by Google

debe adosarse a cada pico aspersion una pantalla protectora, con el objeto de no alterar la uniformidad de aplicación por efecto de la deriva.

Los controles como llave de corte, regulador de presión y manómetro estarán a la vista y alcance del operador.

Siendo una operación relativamente delicada, el productor debe asesorarse en la elección de la pastilla, caudal a pulverizar, como así también de la regulación y calibración del equipo.

Preparación del tractor antes de la siembra

Teniendo en cuenta las exigencias para la siembra con respecto a humedad del suelo y profundidad, es imprescindible que todos los cuerpos de la sembradora trabajen en las mismas condiciones de cama de siembra. Por lo tanto es muy importante regular "la trocha" del tractor, para que la pisada de la rueda no coincida con la línea de siembra.

Para evitarlo se recomienda utilizar sembradoras con numeros pares de cuerpos de siembra. Cuando el equipo es de número impar deberemos adaptar la trocha del tractor de manera que no coincida con la hilera.

Enganche y nivelación de la sembradora

La barra de tiro del tractor debe permanecer fija, para que no se produzcan oscilaciones laterales.

La nivelación de la sembradora es óptima cuando en condiciones de trabajo las tolvas, controladas en sus tapas, quedan horizontales.

De esta manera los distribuidores y los abresurcos trabajan correctamente produciendo una siembra uniforme.

Esto se logra utilizando las perforaciones de las placas de amarre de la sembradora o invirtiendo la grampa de enganche del tractor. (Figura 20)

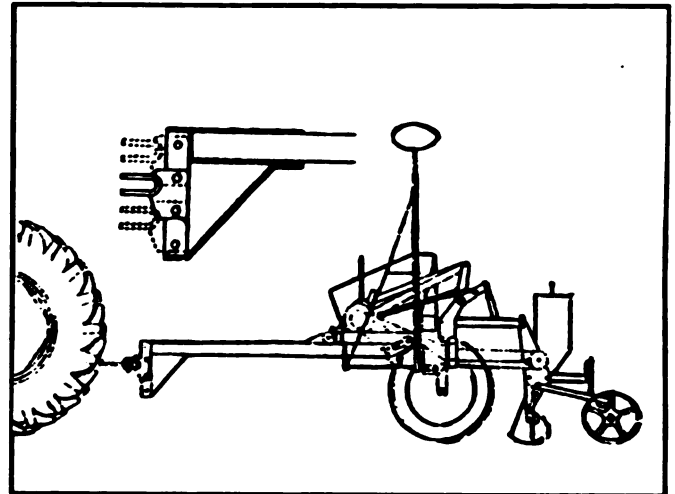


Figura 20

Regulación de los marcadores

Los marcadores bien regulados evitarán espaciamientos desuniformes entre hileras.

Para su colocación se debe calcular el ancho efectivo de trabajo de la máquina multiplicando el número de cuerpos por la distancia media entre los mismos, para luego trasladar esta distancia desde la mitad de la sembradora hasta el borde cortante del marcador.

Ejemplo: si el ancho de trabajo es de siete metros se debe ubicar el centro de la máquina y desde allí se mide hasta el disco marcador siete metros. (Figura 21)

Cálculo de la densidad de siembra

Velocidad de siembra:

La sembradora, la cama de siembra y el cultivo en sí, determinan la velocidad de trabajo para una siembra uniforme.

Al sobrepasar los 6-7 km/h aparecen dispersiones en la línea de siembra, originadas por la falta de carga de la placa, rotura de semilla, rebotes y rodamiento de la semilla en el fondo del surco.

Estudios realizados demuestran que a mayor frecuencia de entrega de semilla mayor posibilidad de falla.

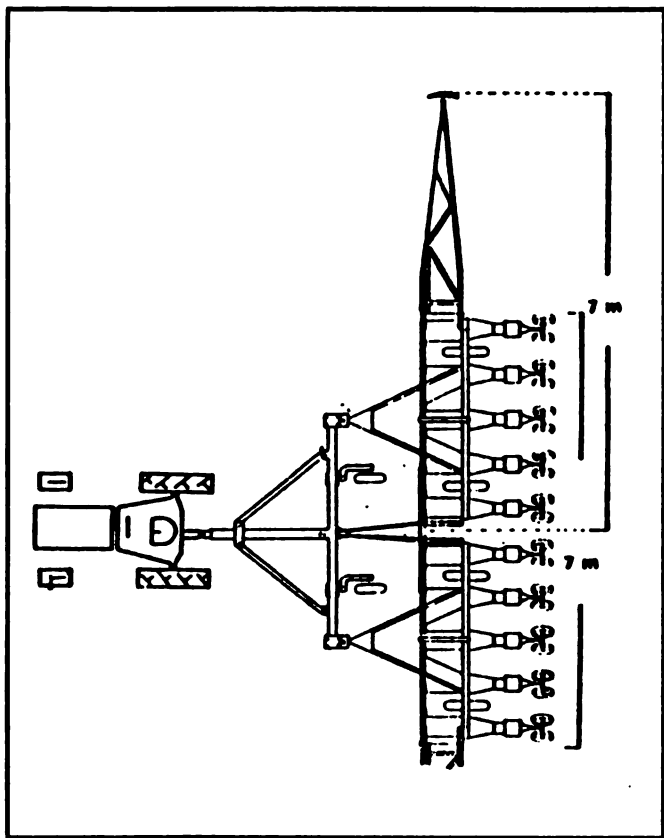


Figura 21

sembradora pierde estabilidad produciendo pequeños saltos. La capacidad de trabajo esta en función de su ancho efectivo y de la velocidad de avance de la máquina. Al trabajar con equipos de mayor ancho de labor- 10 a 14 cuerpos-, se evitan los inconvenientes antes mencionados, conservando la capacidad operativa, sin necesidad de aumentar la velocidad.

Regulación de la densidad de siembra

Los mandos de regulación de densidad de siembra deben caracterizarse por la facilidad y rapidez de operación.

Se buscarán aquellas máquinas que tengan una relación de transmisión modificable mediante el reemplazo de una mínima cantidad de engranajes ubicados en un lugar accesible y sin tener que recurrir a una herramienta manual para su accionamiento; o bien contar con cajas selectoras de marchas.

Es conveniente que todos los fabricantes de máquinas sembradoras adjunten un manual de instrucciones lo suficientemente práctico y de fácil interpretación.

Al mismo tiempo la máquina debe tener una tabla de siembra ubicada a la vista del operador, quien la considerará como punto de partida para la regulación y calibración a campo, verificando la entrega de semilla por metro lineal de surco.

Para ello existen dos métodos de control.

Uno de ellos consiste en:

- elegir la placa de siembra y colocar los engranajes adecuados para la relación de transmisión requerida;
- marcar la placa de siembra en un punto periférico;
- hacer avanzar la máquina embragada, al mismo tiempo observar que la placa cumpla un giro completo, y detener la marcha,
- medir sobre el terreno cuando avanzó la máquina en ese giro completo de la placa.

Frecuencia:

Semilla/metro x Velocidad de avance (m/seg).

Ejemplo: Semillas de soja por metro lineal de surco: 28; velocidad de avance 7 km/h = 1,94 m/seg.

Frecuencia: 28 sem/m x 1,94 m/seg = 54 semillas por segundo.

Este ejemplo nos permite clarificar que dada la alta frecuencia de entrega que requiere la siembra de soja, al superar el límite de velocidad de 7 km/h, aumentan considerablemente los riesgos de falla de la línea y rotura de la semilla.

Exagerar la velocidad de avance trae además problemas en la uniformidad de profundidad de siembra, debido a que al superar dicho límite de velocidad, la

Luego relacionando dicha distancia con el número de alvéolos por placa se obtiene el espaciamiento entre semilla.

$$\text{Espaciamiento: } \frac{\text{cm avance de la máquina}}{\text{n}^\circ \text{ alvéolos/placa}}$$

con lo cual se deduce la densidad expresada en semillas por metro lineal de surco

$$\text{Sem/m lineal} = \frac{100 \text{ cm/m}}{\text{espaciamiento (cm)}}$$

Este método es válido sólo para placas de siembra con alvéolos que alojan una sola semilla.

Otro método consiste en:

- Cargar la máquina con la semilla a sembrar.
- Colocar la relación de transmisión según lo indique la tabla de siembra de la sembradora.
- Avanzar unos metros con la máquina embragada para que se carguen los distribuidores.
- Siempre con la máquina embragada pero desclavada se avanzará con el tractor unos 20 m a velocidad de siembra.
- Luego se hará un recuento de la semilla arrojada en cinco metros lineales de dos de los distribuidores, para después promediar y saber con exactitud si es necesario modificar la relación de transmisión.

Verificación de la uniformidad de la distribución de la semilla

Una forma práctica y sencilla de comprobarla consiste en hacer pasar uno de los cuerpos de la sembradora sobre una plancha de madera engrasada y semienterrada. De esta manera la semillas quedarán perfectamente adheridas, simulando la posición que adoptarían en el fondo del surco al no existir el efecto de rebote sobre el mismo.

CONSIDERACIONES GENERALES

- 1) No utilizar rastra de dientes detrás de la sembradora, pues se remueve el suelo y varía la profundidad y distancia entre semillas.
 - 2) Los neumáticos de la sembradora deben tener una presión de inflado de 28 libras.
- Variaciones en la presión, influirán directamente sobre la:
- regulación de entrega de la semilla.
 - profundidad de trabajo y
 - nivelación lateral de la sembradora.
- 3) Nunca deberá adquirirse una máquina sembradora pensando en sus virtudes como cultivadora. Para tal fin será conveniente utilizar algún cultivador especialmente diseñado.
 - 4) Debe contemplarse la posibilidad de adosar una tolva fertilizadora sin requerir modificación alguna en la estructura o funcionamiento de la sembradora.

De incluirse esta técnica se deberá cuidar que el fertilizante no sea depositado junto con la semilla, sino por debajo y al costado de la misma.

- 5) El descuido en el armado y mantenimiento de la sembradora y la falta de atención durante el trabajo, llega a ocasionar dificultades que frecuentemente se manifiestan en una siembra incorrecta.

Seguridad de traslado de la sembradora

Para seguridad propia y de los demás, cada vez que se desplace la máquina por caminos públicos, debe identificarse la misma con el emblema universal de "Vehículo de movimiento lento". Este símbolo se ubicará en la parte trasera en un lugar bien visible y a una altura no menor de 0,60 m y no mayor de 1,80 m del suelo. (Figura 22)

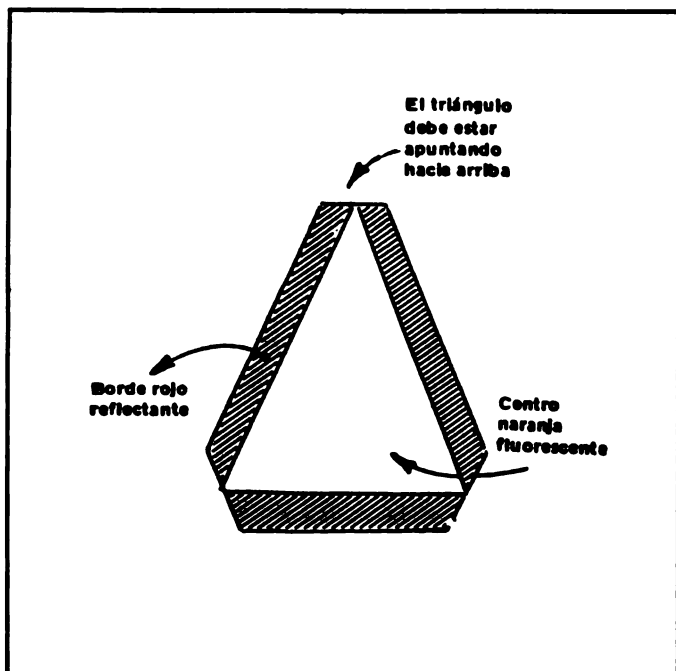


Figura 22

LITERATURA CONSULTADA

BAYER. 1984. La siembra sin labranza. Correo Fitosanitario. BAYER 2/84. pp. 18-21.

BRAGACHINI, M. 1982. Regulación de la sembradora de grano grueso para la siembra de soja. In: Jornada Técnica sobre Cultivo y Producción de Soja. oct. 29, 1982. Manfredi (Argentina). INTA - EEA Manfredi, 6p.

-----, 1982. Aplicación de Herbicidas en banda en forma simultánea con la siembra. Técnico sobre el cultivo y producción de soja. oct. 29. Manfredi (Argentina). INTA-EEA. Manfredi. 6 p.

BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES. Anuario Estadístico 1983/84. Buenos Aires 1984.

DELAFOSSÉ, R.M. 1982. Novedades técnicas en la siembra de soja. Rev. Asoc. Arg. de la Soja 2(4): 2-4, 6-8, oct.

-----, BOGLIANI, M.P., TURATI, R. y MELENDEZ, C.H. 1983. La siembra de precisión; Parte I: Aspectos biológicos y densidad de siembra. Carpeta del Departamento de Ingeniería rural (Castelar, Bs. As.). Información Técnica nº 8. Serie: Sembradoras, 5p.

-----, BOGLIANI, M.P. TURATI, R. y MELENDEZ, C.H. 1983. La siembra de precisión; Parte II. Aspectos técnicos. Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs.As.). Información Técnica nº 10. Serie Sembradoras. 6 p.

-----, BOGLIANI, M.P. TURATI, R. y MELENDEZ, C.H. 1983. La siembra de precisión; Parte III: Aspectos técnicos y económicos. Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs.As.). Información Técnica nº 11. Serie: Sembradoras, 4p.

----- y MELENDEZ, C.H. 1983. Algunos conceptos referidos a la elección y uso de máquinas sembradoras. Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs.As.). Información Técnica nº 7. Serie: Sembradoras, 6p.

-----, TURATI, R. BOGLIANI, M.P. y MELENDEZ, C.H. 1984. Sembradoras neumáticas para grano grueso. Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs.As.). Información Técnica nº 14. Serie: Sembradoras. 6p.

FAO. Anuario Estadístico 1982/83.

FERRANDO, J.C. 1983. Consideraciones básicas en el equipo de siembra para la técnica de "labranza cero". Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs.As.). Información Técnica nº 12. Serie: Sembradoras. 6p.

GEOFFRY NORMAN, A. 1983. Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. Traducido por Fedora C. Zyngier de Resnik. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 247 p.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1980. El cultivo del Maíz Buenos Aires, INTA (Colección Principales Cultivos de la Argentina) 163 p.

-----, Servicio Nacional de Fomento. 1978. El cultivo de la soja. Buenos Aires, INTA. Serie Agricultura Oleaginosas nº 4801, 28 p.

JOHN DEERE. Drawn and integral planters. 31 p.

-----, 1974. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Seguridad de la maquinaria agrícola. Illinois, Deere and Company, 326 p.

LARRAGUETA, O. 1982. Pulverizaciones en banda; su cálculo y ejemplo de aplicaciones. Carpeta del Departamento de Ingeniería Rural (Castelar, Bs. As.). Información Técnica nº 1. Serie: Pulverizadoras, 3p.

MIGUENS, M. 1981. Aplicación de plaguicidas. Cuaderno de Actualización Técnica CREA (Argentina) nº 29, 43 p.

NOACCO, N.E. Labranza vertical; arado de cinceles, cultivador de cinceles y vibrocultivadores. 2 ed. Cuaderno de Actualización Técnica CREA (Argentina) nº 28, 68 p.

ORTIZ CAÑAVALE, J. 1980. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Madrid, Mundi-Prensa. 490 p.

- PHILIPS, S.H. y YOUNG, H.M. (h). Agricultura sin labranza; labranza cero. Traducida por Ing. Agr. Enrique Marchesi. Montevideo (Uruguay), Hemisferio Sur, 223 p.
- PIQUIN, A. 1973. Resultados de la red nacional de ensayos con soja. In: Tercera Reunión Nacional de Soja, IDIA (Argentina) n° 306-8: 3-43.
- REMUSSI, C.; PASCALE, A.J. y SAUMELL, H. 1973. La soja, su cultivo y utilización. Buenos Aires, IADO-Facultad de Agronomía- FIAT. 16 p.
- ROJAS, A.L., MIGUENS, M. y BELLOSO, C. 1984. Producción de soja, 1ª parte. La Chacra: Suplemento Especial (Argentina) 53 (646): 1-39. sep.
- ; MIGUENS, M. y BELLOSO, C. 1984. Producción de soja. 2ª parte. La Chacra; Suplemento Especial (Argentina) 53 (647): 1-39. oct.
- ROHM AND HAAS. Manual de Blazer (carpeta técnica).
- SAUMELL, H. Soja; información técnica para su mejor conocimiento y cultivo. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 143 p.
- SCOTT, W.O. y ALDRICH, S.R. 1975. Producción moderna de soja. Traducida por Andrés O. Bottaro. Buenos Aires, Hemisferio sur. 142 p.

Cultura da soja: Aspectos de manejo

por Plínio Itamar de Mello de Souza *

INTRODUÇÃO

Estudos realizados pela ONU expressam que a população mundial estimada em 1976 em quatro bilhões, deverá dobrar até aproximadamente o final deste século. Diante desta perspectiva, a produção de alimento tem sido uma das maiores preocupações dos dirigentes em todo o mundo. A soja, que no passado como no presente tantos benefícios tem trazido à humanidade, inclusive nas fases críticas de conflitos mundiais, é apontada com ênfase, com um dos grãos mais importantes na solução deste grave problema.

Atualmente a soja é matéria primária empregada na elaboração de muitas centenas de produtos que vão desde os mais conhecidos como o óleo, farelo, lecitina, sabão, margarina e remédios, até papel, adesivos, ingredientes para veiculação de inseticidas e muitos outros. Enquanto os cereais são basicamente fontes de energia e os animais fontes de proteína, a soja ocupa ambas posições, pois em geral supera os cereais e os animais, quanto aos níveis de energia e proteína, além de ser fonte de vitaminas e alguns minerais, tais como ferro e cálcio.

Nos países orientais como China e Japão, a soja é utilizada como um dos principais alimentos. Apesar do Brasil não ter hábitos nutricionais dos orientais, dificilmente um brasileiro, em sua alimentação diária, deixa de ingerir um pouquinho de soja, seja na forma

de óleo, margarina, queijos, iogurtes, biscoitos, macarrão, proteínas texturizadas, carnes de animais alimentados com rações, etc. Além disso, a soja, principalmente através do seu leite, vem sendo muito utilizada em programas nutricionais e alimentação escolar.

Até a década de 70 o cultivo da soja em região tropical era considerado utópico. Contudo o governo brasileiro investiu maciçamente na pesquisa desta cultura, resultando no fato atual de que o Brasil é o primeiro país no mundo, detentor de tecnologia adequada para o cultivo da soja em larga escala nos trópicos.

Além da adaptação desta cultura para os trópicos, selecionaram-se no Brasil, estirpes de bactérias para os solos tropicais que em simbiose com a planta, substituem totalmente a adubação nitrogenada. Também selecionou-se um vírus específico para controlar a lagarta da soja, a qual se contitue normalmente na principal praga das regiões produtoras.

Tendo em vista que a região tropical do Brasil possui muitas características de solos e clima bastante semelhantes a outros países de clima tropical, torna-se evidente a viabilidade do cultivo da soja nesses países através do uso de tecnologia brasileira.

Ainda dentro das vantagens proporcionadas pelo cultivo da soja, merecem destaques os vários benefícios que a soja proporciona ao solo quando comparada com outras culturas, tais como milho, trigo, algodão, arroz, mandioca, feijão e etc. Assim, as perspectivas econômicas, nos Latossolos tropicais do Brasil, de grandes lavouras de milho, trigo, sorgo e outros cereais, são questionáveis quando não precedidas pela cultura da soja.

* Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Fisiologia de Produção e Fertilidade de Solo. Pesquisador da CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil.

SOJA COMO CULTURA

Principais características

A origem, bem como a história dessa planta, perderam-se na obscuridade, contudo, sabe-se ser de origem asiática, estando seus primeiros cultivos provavelmente na China, Japão, Coréia ou Manchúria.

A soja, botanicamente, pertence à família *Leguminosae*, subfamília *Papilionoideae*, tendo como gênero a espécie *Glycine max* (L.) Merrill.

Trata-se de um vegetal herbáceo, de clima quente, anual, com seu ciclo variando com as variedades entre 100 a 160 dias. Em geral nos trópicos as variedades atuais de soja não ultrapassam a marca dos 130/140 dias de ciclo.

A raiz é pivotante, de onde partem raízes secundárias, que se ramificam formando um sistema axial fasciculado. O caule é do tipo herbáceo, ereto, pubescente e ramificado com uma altura variando de 0,30 a 1,50 m. As folhas são de três tipos: cotiledonares, primordiais (lâminas simples) e, finalmente, as folhas compostas trifolioladas características da soja. As flores são completas ou perfeitas, isto é, possuem perianto e os órgãos sexuais na mesma flor. É uma planta de autofecundação e as inflorescências nascem nas axilas das a folhas ou, às vezes, no ápice do caule. A semente, em número de um a quatro por vagem, apresenta tamanho, cor e forma peculiares a cada variedade.

No campo a soja compõe lavouras, caracterizando-se portanto, como uma cultura totalmente mecanizada.

Potencial da soja

A planta da soja, a exemplo de outras culturas, possui suas exigências específicas em termos de temperatura, luz, nutrientes etc.

Como a soja se originou e sempre foi mais trabalhada em regiões onde no verão os dias são bastante longos, até a década pasada, o fator que impedia o cultivo desta cultura nas regiões tropicais era o comprimento do dia, ou mais precisamente, o fotoperíodo. A medida

que nos aproximamos do Equador, os dias, no verão, são mais curtos, aproximando-se das 12 horas de luz, e, por este motivo, qualquer variedade adaptada às regiões tradicionalmente produtoras, como as dos E.U.A., China, Sul do Brasil, não cresce e é pouco produtiva quando cultivada próxima ao equador ou em paralelos menores que 20°.

Entretanto, a pesquisa agrícola brasileira criou recentemente e continua melhorando, variedades que se adaptam a fotoperíodos menores e, conseqüentemente, às condições tropicais. Com este "break-through" na tecnologia de produção da soja, abre-se uma nova possibilidade que é o cultivo da soja nos trópicos, duas vezes ao ano, pois a temperatura, que é o fator limitante no inverno das regiões tradicionais, é perfeitamente adequada à soja, durante todo o ano, nas regiões tropicais.

Dentro desse prisma e com pequenos ajustes de manejo, várias regiões nos trópicos podem cultivar soja com altos rendimentos, não somente nas épocas chuvosas como também nas épocas secas sob condições de irrigação.

Situação da soja no mundo

A soja em grão é a oleaginosa mais importante no mundo, sendo responsável por cerca de metade da produção mundial das dez principais oleaginosas. Seguindo-se à soja, as oleaginosas mais importantes são o algodão, amendoim, girassol e colza.

Os principais países produtores de soja em grão são Estados Unidos, Brasil, República Popular da China e Argentina.

No conjunto, esses quatro países, são responsáveis por quase 94 por cento do total mundial na safra 1976/1977, posição praticamente inalterada na safra 1982/1983.

Estados Unidos, Brasil e Argentina são os principais países exportadores de soja em grão, os quais, em conjunto, respondem por aproximadamente 95 por cento das exportações de soja.

Como principais países importadores de soja em grão estão Japão; Alemanha, URSS, Nova Zelândia, Espanha e Itália. O Japão é sistematicamente o maior importador seguido pela Alemanha Ocidental.

O consumo de soja em grãos cresceu continuamente entre 1976/1977 e 1981/1982, passando de 61,8 para 89,0 milhões de toneladas, com aumento de 44 por cento.

Uma das cotações utilizadas como referência para o mercado internacional de soja em grão é o preço CIF, em dólares por tonelada métrica, no porto de Rotterdam (Holanda), grande centro re-exportador de diversos grãos, óleos e farelos. A partir de 1973, essas cotações estiveram entre US\$ 200,00/t e US\$ 300,00/t considerando-se a média anual.

Com relação ao óleo e farelo de soja novamente, os principais produtores e exportadores são os Estados Unidos e o Brasil. Também como produtores de óleo e farelo nota-se a presença de países importadores da soja em grão, tais como Alemanha Ocidental, Japão, Nova Zelândia, Espanha e Itália.

O consumo mundial de óleo de soja tem crescido continuamente estando, atualmente, em torno de 15 milhões de toneladas expressando um acréscimo de mais de 50 por cento sobre a produção de 1976/1977. Também o consumo mundial de farelo de soja tem mostrado acréscimo semelhante de aproximadamente mais de 60 por cento em relação à produção de 1976/1977 que foi de 40,8 milhões de toneladas.

ESCOLHA DA VARIEDADE DE SOJA

O principal fator de adaptação de uma variedade de soja a determinada região é sua resposta ao comprimento do dia, pois, em nenhuma outra cultura o fotoperíodo exerce tão importante papel. O comprimento do dia é determinado pela latitude.

Até o final da década de 70 praticamente inexistiam variedades que garantissem o cultivo da soja nos trópicos economicamente. Isto ocorria pelo fato de que o fotoperíodo diário, que basicamente define o ciclo e altura das variedades, é bastante menor nos

trópicos, quando comparado com as regiões tradicionalmente exploradas de soja, tais como: o sul do Brasil, Estados Unidos e China. Isto que dizer que qualquer variedade de soja adaptada para as regiões de maiores latitudes ou temperadas não se adapta às condições tropicais. Devido a este problema limitante, a pesquisa agrícola brasileira concentrou esforços na área de genética e melhoramento, resultando então na criação de variedades específicas para as regiões tropicais, bem como sua tecnologia de produção.

A escolha ou definição das variedades mais adaptadas para as diferentes condições tropicais depende, obviamente, de testes experimentais nas regiões de cultivo. Entretanto, considerando a latitude das diferentes regiões pode-se preliminarmente sugerir variedades brasileiras para regiões de mesma latitude.

Também na escolha da variedade devem ser considerados o tamanho da lavoura, disponibilidade de maquinaria, prazo e época disponível para o plantio dentro do período recomendado, disponibilidade de semente e nível de fertilidade do solo etc.

Até o ano de 1977, poucas eram as opções de variedades para as regiões tropicais do Brasil fato este que constitua uma real limitação para a expansão da soja.

O germoplasma existente se limitava às variedades IAC-2, UFV-1, Júpiter e Santa Rosa.

Estas variedades foram criadas e adaptadas para latitudes maiores, ou seja, para regiões mais distantes do Equador. A simples transferência desse material para o ecossistema dos Cerrados de baixa latitude resultou, de modo geral, em baixas produções, pois as plantas não se desenvolviam bem e/ou não apresentavam altura adequada à colheita mecanizada. Contudo, em curto espaço de tempo, foram obtidas variedades de maior produtividade, melhor porte e melhor adaptação à região, em relação ao germoplasma existente. Apesar de não existirem ainda boas opções de variedades de soja precoce para cultivo nos trópicos, já existe um número bastante grande de variedades de ciclo longo, altamente produtivas e perfeitamente adaptadas à região.

No Quadro 1, observa-se as variedades disponíveis para o cultivo em diversas regiões do Brasil, em função do nível de fertilidade do solo e da latitude.

Quadro 1. Variedades de soja preliminarmente sugeridas para as diferentes latitudes

Latitudes	Solos de 1ª e 2ª, anos de cultivo (fertilidade parcialmente corrigida)	Solos de 3ª, ou mais anos de cultivo (fertilidade corrigida ou solos férteis)	Plantio de outono/verão em solos corrigidos
Menores que 13° Sul	Tropical	BR-10 (Teresina) BR-11 (Carajás) BR-27 (Cariri) BR-28 (Seridó) Timbira Tropical EMGOPA 303	BR-10 (Teresina) BR-11 (Carajás) BR-27 (Cariri) BR-28 (Seridó) Timbira Tropical EMGOPA 303
Entre 13° e 22° Sul	Doko IAC-8 BR-9 (Savana)	Doko BR-9 (Savana) EMGOPA 301 IAC-7 Numbaira FT-11 (Alvorada) Cristalina Paranagoiana UFV-9 (Sucupira)	BR-9 (Savana) Doko IAC-8 Numbaira
Entre 22° e 28° Sul	Santa Rosa Bossier UFV-1	Santa Rosa Davis BR-6 (Nova Bragg) FT-4 FT-5 (Formosa) BR-13 (Maravilha) BR-16 OCEPAR 2 (Iapó)	
Entre 29° e 33° Sul	Bossier Santa Rosa	BR-1 Cobb BR-4 BR-6 (Nova Bragg) BR-8 (Pelotas) Planalto BR-12	

A variedade Doko é, atualmente, a mais cultivada na região central do Brasil vindo a seguir a variedade Cristalina. As variedades Cristalina e Savana são materiais que apresentam alta produtividade, além da característica de também possuírem uma grande estabilidade de produção dentro do período de plantio da cultura, isso é, desde que não haja um veranico

acentuado, estas duas variedades não apresentarão variações significativas na produção, permitindo ao produtor uma maior flexibilidade na época de plantio.

As variedades adaptadas para latitudes maiores em geral são mais sensíveis ao fotoperíodo e portanto apresentou uma faixa de adaptação menor. Por esse motivo, variedades para as regiões tropicais apresentam uma faixa de adaptação bem menor que as variedades de clima subtropical e temperado.

As variedades dentro de uma determinada faixa de latitude se classificam em precoces médias e tardias de acordo com o comprimento do ciclo que apresentam. Em geral as variedades precoces devem ser plantadas mais cedo e em solos mais férteis, já as variedades tardias podem ser plantadas mais tarde e nos solos de menor fertilidade da lavoura, pois dispõe de um período maior para o crescimento.

Assim, imaginando-se que vamos estabelecer uma lavoura, a escolha da variedade a plantar fica em função dos seguintes fatores:

- Época de semeadura: de acordo com o período que se vai realizar a semeadura, se dará preferência por variedades de ciclo curto, médio ou longo.
- Deve-se fazer um escalonamento de variedades que permita não somente realizar o plantio em um período amplo, mas principalmente efetuar a colheita em um período relativamente longo, para um melhor aproveitamento da maquinaria e evitar a ocorrência de maturação na mesma época.
- Escolher variedades resistente ao acamamento e que apresentem porte e altura de inserção da primeira vagem adequadas a colheita mecânica.
- Variedades de maior resistência a deiscência das vagens para que se possa efetuar a colheita em um período maior.
- Resistência a doenças: deve-se escolher as variedades que sejam resistentes ou de maior tolerância as principais doenças da região de plantio.
- Qualidade de semente: a variedade a ser escolhida, deve ter boa qualidade de semente, para que a germinação e ausência de invasoras esteja garantida.

Uma boa semente deve apresentar pelo menos um elevado poder germinativo, não possuir sementes de invasoras e outras variedades.

SEMENTE

O custo da semente representa em geral uma parte muito pequena no custo total da lavoura. Contudo o uso de uma semente ruim pode ocasionar a perda total da lavoura.

Na escolha de uma boa semente deve-se geralmente exigir os seguintes padrões:

- Poder germinativo superior a 80 por cento;
- Ausência de sementes de plantas invasoras;
- Ausência de sementes de outras variedades;
- Umidade do grão inferior a 14 por cento, pois, valores mais altos predispõem a uma rápida perda do poder germinativo.

A quantidade de semente necessária para semear determinada área da lavoura pode ser calculada com bastante precisão utilizando-se da fórmula:

$$Q = \frac{1.000 \text{ P.A.D.}}{GE} \quad \text{onde:}$$

Q = Quantidade de semente a ser utilizada em kg

P = Peso de 100 sementes, em g, da variedade a ser semeada

A = Área a ser cultivada em hectare

D = Densidade (nº de plantas) por metro de linha

G = Poder germinativo da semente

E = Espaçamento entre linhas, em cm.

Exemplo: Un produtor de soja deseja semear 200 ha com a variedade Doko, utilizando um espaçamento de 60 cm entre linhas e uma densidade de planta de 23 plantas por metro linear. A semente que ele pretende adquirir apresenta 91 por cento de poder germinativo e o peso de 100 sementes é de 15,1 g. Quantos sacos de 60 kg de semente serão necessários para a lavoura?

Sabe-se que:

P = 15,1; A = 200 ha; D = 23 plantas/metro;
G = 91% e E = 60 cm.

Assim temos que:

$$Q = \frac{1000 \times 15,1 \times 200 \times 23}{91 \times 60} = \frac{69460000}{5460} = 12.721 \text{ kg}$$

INOCULAÇÃO DA SEMENTE

A inoculação é o processo pelo qual se adicionam bactérias (*Rhizobium japonicum*) chamadas rizóbios, às sementes de soja, antes de serem semeadas. Isto possibilita o aparecimento de nódulos nas raízes das plantas. Esses nódulos, contendo os rizóbios inoculados, são responsáveis pelo aproveitamento do nitrogênio do ar, o que permite dispensar totalmente o emprego de adubos nitrogenados, como uréia, sulfato de amônia, nitrocálcio etc. O uso desta tecnologia proporciona uma grande economia aos produtores de soja, tendo em vista que o inoculante é de baixíssimo custo em relação aos demais insumos da lavoura.

O Brasil selecionou estirpes de bactérias específicas para suas regiões produtoras, fato este que lhe permite uma economia anual de um bilhão de dólares na compra ou elaboração de adubos nitrogenados.

A inoculação é uma operação simples e fácil. Consiste em misturar as sementes com o inoculante diluído em água ou outro veículo líquido.

O procedimento de inoculação pode ser feito sobre lona ou plástico, ou ainda em um tambor rotativo de eixo descentralizado (Figura 1). Para pequenas quantidades pode-se lançar mão de sacos plásticos, de uma bacia ou de baldes limpos.

Para se obter sucesso na inoculação da soja deve-se à observar alguns fatores, tais como:

- Uso de inoculantes de boa procedência e dentro do prazo de validade.
- Armazenamento do inoculante em lugar fresco e à sombra.

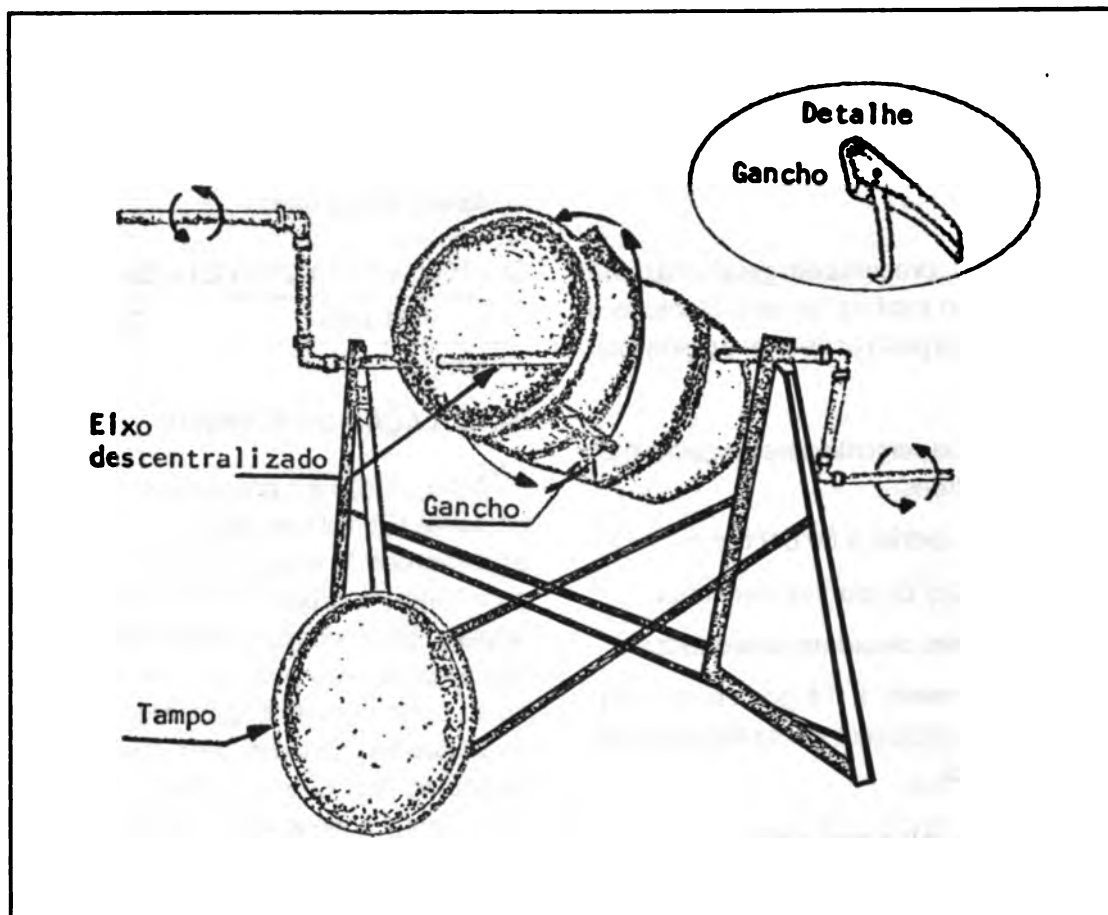


Figura 1. Tambor rotativo com eixo descentralizado, para inocular grandes quantidades de sementes.

- Uso de doses mais elevadas de inoculante quando se trata de solos de savana de primeiro ano de cultivo.
- Correção do solo. Em solos bem corrigidos verifica-se melhor nodulação.
- Modo de inoculação. Existem diversas maneiras de se fazer a inoculação, sendo mais comum misturar o inoculante com água e açúcar e aplicar sobre a semente.

TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS

Cerca de 46 patógenos (fungos, bactérias, vírus e nematóides) são relatados como transmissíveis através de sementes de soja. Cerca de 14 destes micro-

organismos além de causar danos à semente e plântulas, podem também servir como fonte inicial de inóculo em novas áreas de cultivo (Quadro 2). Uma vez estabelecidos, estes patógenos irão causar doenças nas partes aéreas da cultura (caule, folhas, vagens e sementes), contribuindo para redução da produtividade e dando origem, por sua vez, a sementes infestadas com altos índices de patógenos (Nasser, et al. 1978).

Utilização e vantagem do tratamento químico

O tratamento de sementes de soja com fungicidas, na maioria dos casos, não resulta em aumento de rendimento estatisticamente significativo. Entretanto, apresenta outras vantagens, como: evita a introdução

Quadro 2. Relação dos principais patógenos transmitidos por sementes de soja e causadores de doenças nas partes aéreas da soja.

Doenças	Microorganismos
Podridão ou murcha	<i>Fusarium</i> spp
Queima das hastes e vagens	<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>sojae</i>
Cancro da haste	<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i>
Antracnose	<i>Colletotrichum dematium</i> var. <i>truncata</i>
Podridão negra da raiz	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Mancha púrpura da semente	<i>Cercospora kikuchii</i>
Mancha "olho-de-rã"	<i>Cercospora sojae</i>
Mildio	<i>Peronospora manshurica</i>
Septoriose ou mancha parda	<i>Septoria glycines</i>
Podridão de sementes	<i>Myrothecium roridum</i>
Podridão branca da haste	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Crestamento bacteriano	<i>Pseudomonas glycinea</i>
Pústula bacteriana	<i>Xanthomonas phaseoli</i> var. <i>sojensis</i>
Mosaico comum	Virus

Fonte: Nasser et al. 1985.

de patógenos em áreas não contaminadas; eleva a percentagem de emergência; possibilita o plantio de grandes áreas, mesmo em solo seco, pois protege as sementes contra os microorganismos da microflora do solo; e evita o replantio, com economia do uso de máquinas e sementes, além de se estabelecer a lavoura na época desejada.

As sementes portadoras de patógenos, normalmente, não manifestam sintomas visíveis. Isso faz com que, geralmente, passem como sadios todos os lotes de sementes com alto poder de germinação.

A decisão sobre o tratamento, bem como sobre o fungicida utilizado para cada lote de semente, deve ser

tomada com base em avaliações quantitativas e qualitativas dos patógenos associados à semente.

Apesar do grande número de fungicidas, existe grande variação de especificidade entre os mesmos, e o seu uso incorreto pode comprometer a eficiência do tratamento. O Quadro 3 lista os mais indicados para o tratamento das sementes, suas dosagens e os patógenos e doenças controladas pelos mesmos.

Os fungicidas sistêmicos e suas misturas com os não-sistêmicos, como indicado no Quadro 3, constituem medida eficaz para erradicar o inóculo localizado no interior das sementes, ampliando assim, a eficiência do tratamento químico.

Quadro 3. Fungicidas¹ mais indicados para o controle de patógenos nas sementes de soja na região de savanas.

Nome Técnico/comercial	Doses por 100 kg de sementes (g)		PATÓGENOS					
	Produção comercial	Ingrediente ativo	Diaporthe spp (Phomopsis) queima das hastes e vagens	Colletotrichum dematium antracnose	Cercospora kikuchii mancha púrpura	Cercospora soja mancha olho-de-rã	Sclerotinia sclerotiorum podridão branca das hastes	Fusarium spp murcha ou podridão
Benomil/Benlate	220	100	+	+	+	+	+	+
Thiabendazol/Tecto	200	20	+	+	+	+	+	+
Thiofanato metílico/Cercosan	300	150	-	+	-	-	+	-
Carboxin/Vitanax 75pm	200	100	-	-	-	-	+	-
Thiran/Ehodlauran	300	210	0	-	0	0	-	0
PCNB/Bassicol/Semetol/Kobutol	150	-	112,5	0	-	-	0	-
PNCB+Captafol/Folseed	400	120+120	-	-	-	-	-	-
Tionafato metílico+Thiran/Cercoran	300	150+90	-	-	-	-	-	-
Caboxin+Thiran/Vitanax 200	200	75+75	-	-	-	-	-	-

¹ Esta listagem não é definitiva. Outros fungicidas continuam sendo testados e, se registrados, poderão vir a ser recomendados. Existem outros produtos comerciais com os mesmos princípios ativos, que poderão ser utilizados, desde que se ajuste a dose em função de sua concentração.

(+) Fungicidas sistêmicos

(0) Fungicidas não-sistêmicos

(-) Mistura - vide produtos isolados

Fonte: Nasser et al, 1985.

Cuidados na manipulação do fungicida

Os fungicidas recomendados para o tratamento de semente são de baixa toxidez. Todavia, devem ser tomadas algumas precauções na sua manipulação, tais como: a) evitar inalar o produto; b) realizar o tratamento em locais ventilados; c) não fumar ou comer durante a operação; d) destruir e enterrar as embalagens no final de cada operação; e) usar chapéu, máscara, macacão de mangas compridas e botas; f) ao final do dia, os operadores deverão tomar banho de água fria com sabão e trocar de roupa.

POPULAÇÃO DE PLANTAS (ESPAÇAMENTO E DENSIDADE)

A definição da população de plantas por hectare vai depender de vários fatores. A variedade, latitude, arquitetura de planta, quantidade e tipo de invasoras, distribuição de chuvas, época de semeadura e fertilidade do solo são fatores que devem ser considerados ao se eleger a população de plantas.

Estabelecida a população de plantas mais adequadas para a época de plantio e variedade escolhida, o espaçamento entre linhas e número de plantas dentro

da linha poderão variar, desde que a população de plantas por hectare seja mantida a mesma. O espaçamento entre linhas poderá variar de acordo com a semeadeira disponível, ocorrência de plantas invasoras etc. Em geral os espaçamentos entre linhas variam de 35 cm a 60 cm dependendo dos fatores já mencionados acima.

Em condições normais de época de semeadura e precipitação pode-se utilizar uma população média de 400.000 plantas/ha a qual poderá ser mantida em várias combinações de espaçamento e densidade: 0,60 m, 0,50 m e 0,40 m espaçamento com as densidades de 24, 20 e 16 plantas por metro linear, respectivamente. Novamente, em condições normais pode-se dizer que populações de plantas entre 300.000 e 500.000 plantas/ha não modificam a produção. Contudo, em região com solos de baixa retenção de

umidade ou onde ocorram com freqüência, períodos de estiagem (veranicos), a população de plantas não deve ser aumentada (>400.000 plantas/ha) pois, se aumentarmos o número de plantas estaremos aumentando também a evapotranspiração da área e conseqüentemente diminuindo o período que a planta poderia suportar o estiagem (veranico).

Já em casos de uso de variedades de porte baixo ou em semeaduras tardias sugere-se aumentar a população de plantas, para que as mesmas tenham uma maior altura, permitindo assim, uma colheita mecânica adequada, sem muitas perdas devido a altura de inserção de vagens.

Nas Figuras 2 e 3 pode-se observar o comportamento de variedade de soja quando plantadas em diferentes populações de plantas.

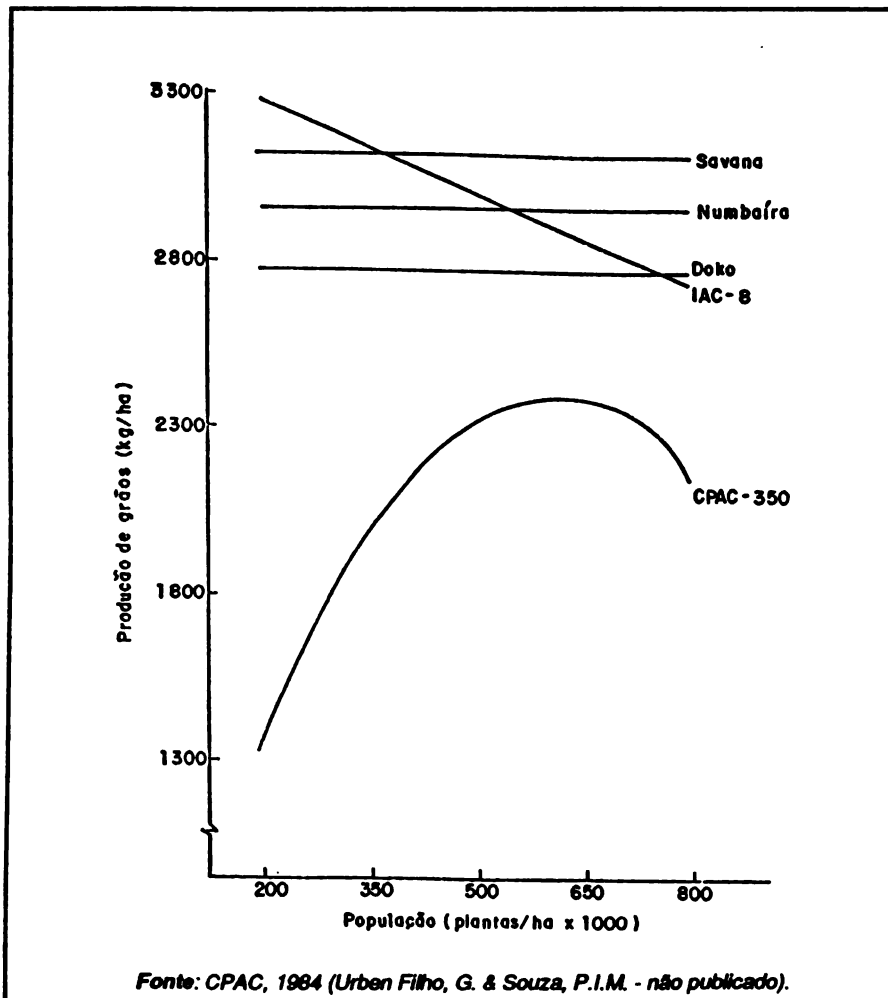


Figura 2. Efeito da população de plantas sobre a população de grãos de cinco variedades de soja cultivadas sob irrigação na entressafra.

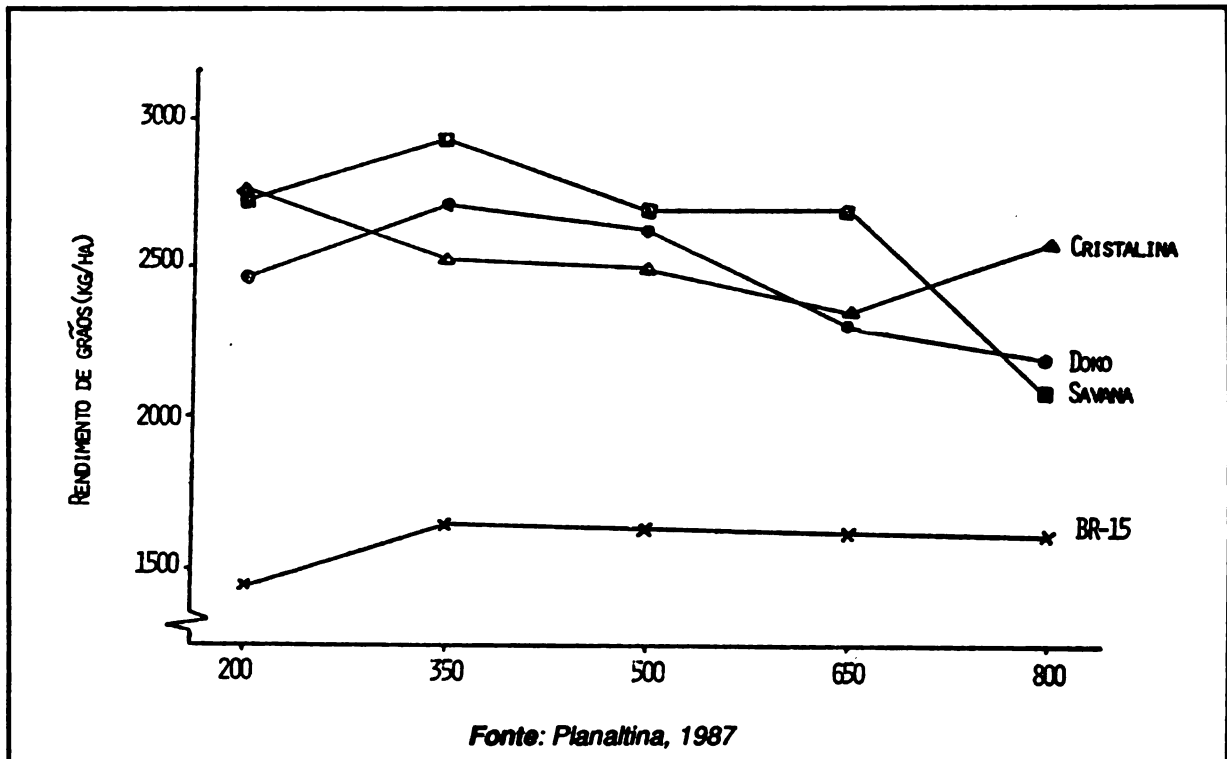


Figura 3. Efeito da população de plantas sobre o rendimento de grãos de quatro cultivares de soja semeadas na época seca de 1987.

ECOLOGIA E ÉPOCA DE SEMEADURA

Dentre os fatores que influenciam o desenvolvimento da soja três são de destacada importância: temperatura, umidade do solo e fotoperíodo.

A temperatura tem grande influência sobre a germinação, crescimento vegetativo, florescimento, maturação, composição química e qualidade do grão de soja. Em geral somente temperaturas médias superiores a 30°C e inferiores a 15°C é que podem trazer prejuízos à cultura da soja.

De um modo geral, considera-se que 700 mm de precipitação bem distribuída, seja um suprimento adequado de umidade durante o ciclo para a soja expressar um bom desenvolvimento e conseqüentemente rendimentos satisfatórios. Portanto, se a precipitação é bem distribuída na região de cultivo, a cultura da soja não terá nenhuma limitação por falta de água.

A soja responde de maneira diversa aos diferentes comprimentos do dia, que variam com a latitude, e, numa mesma latitude, com a época do ano. Portanto, considerando as variações dos fatores determinantes da adaptação da soja com a época do ano e também, a reação da soja a estas variações, principalmente, as fotoperiódicas, provavelmente nenhum outro fator de manejo isoladamente é mais importante para a produção da soja do que a época de semeadura.

Considerando-se as variedades existentes e o fotoperíodo pode-se dizer que, em geral, para América do Sul a época mais adequada para a semeadura da soja é o mês de novembro, podendo-se, entretanto, de acordo com a região, semear nos meses de outubro e dezembro.

Obviamente que dependendo da variedade, o período de semeadura mais adequado poderá variar. Assim, como exemplo, temos que em geral as variedades precoces para uma região tendem a crescer e produzir

mais quando semeadas no início da época de plantio, isto é, outubro-novembro, já as variedades tardias podem em geral, ser semeadas até final de dezembro.

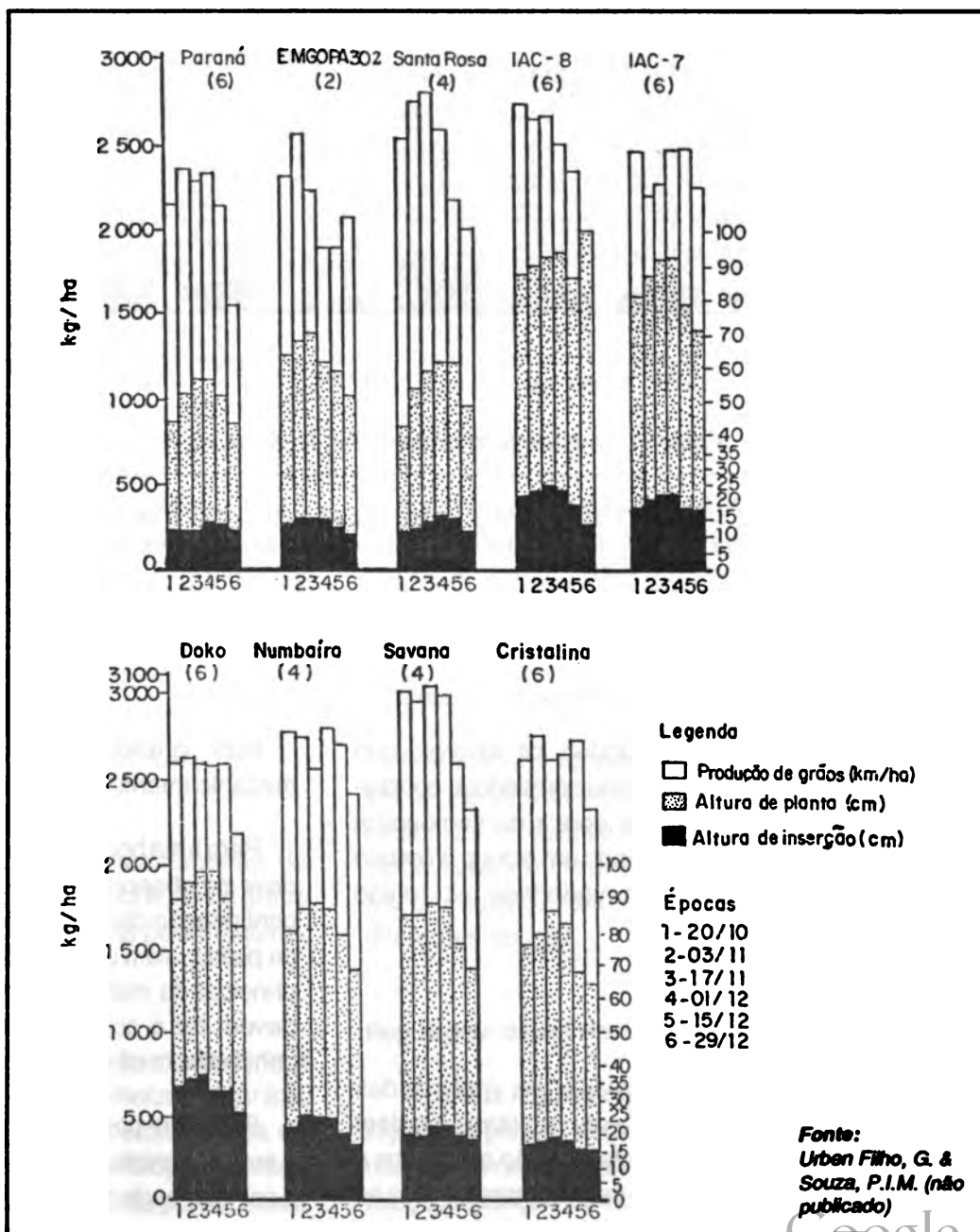
Outro fator de grande importância na definição da época de semeadura é a precipitação pluviométrica pois existe uma grande variação de região para região. Deve-se neste caso considerar três situações:

1) Semear somente na época em que as chuvas já estiveram normai.

2) Tentar evitar com que o período de foreshimento e formação dos grãos ocorra na mesma época das pequenas estiagens ou veranicos.

3) Principalmente para a produção de semente, tentar evitar que a colheita ocorra em época de intensa precipitação.

Nas Figuras 4 e 5 a seguir podemos observar o comportamento diferencial entre variedades e entre as diferentes épocas de semeadura.



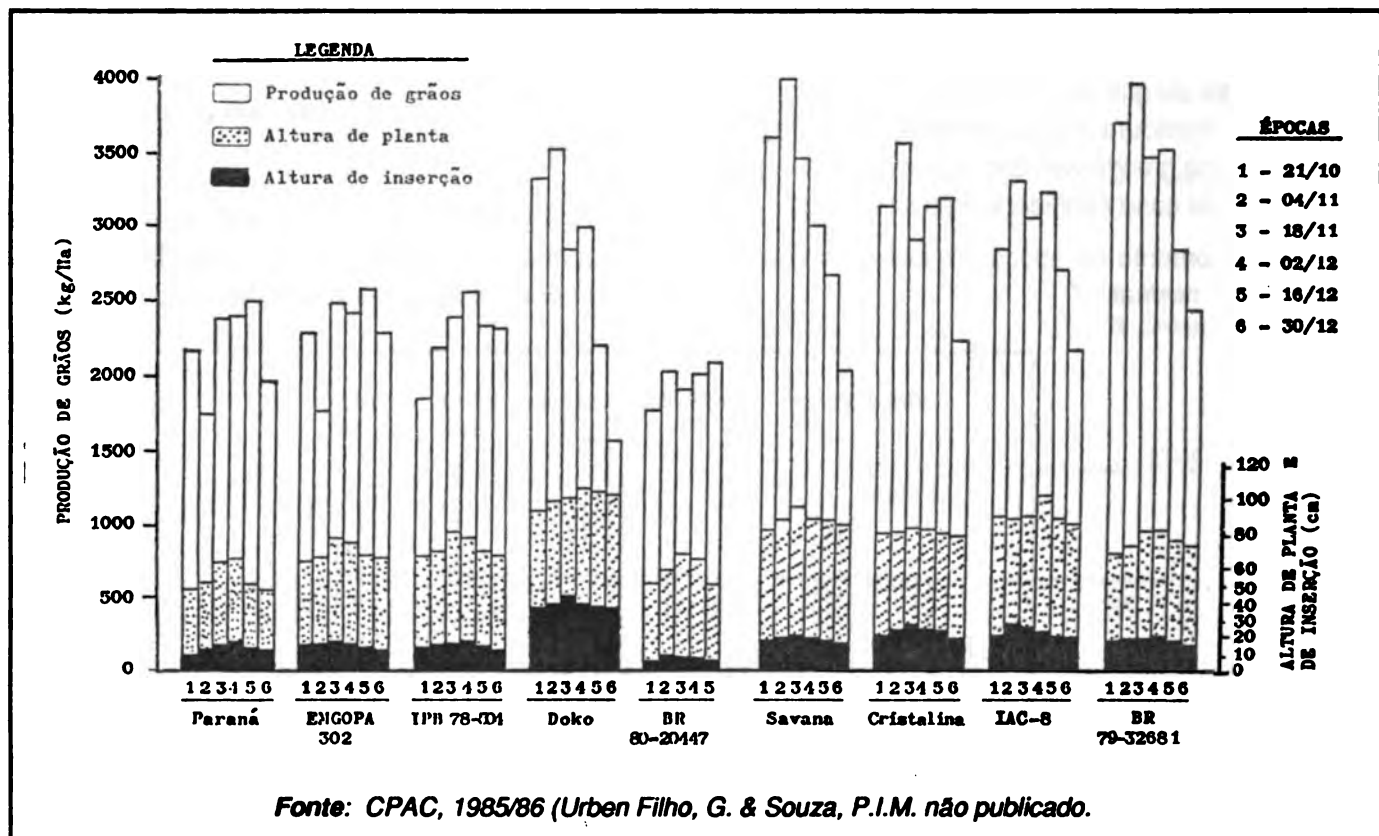


Figura 5. Produção média de grãos, em kg/ha, altura de planta e de inserção dos primeiros legumes, em cm, de nove variedades de soja semeadas em seis épocas.

Assim, considerando-se todos os fatores que influenciam a escolha da época de semeadura, conclui-se que a definição da melhor época de semeadura somente poderá ser efetuada após um estudo criterioso do comportamento de cada variedade na região específica de cultivo.

COLHEITA

A colheita da soja é efetuada, na maioria das variedades, quando todas as plantas perdem completamente as folhas. Nesta ocasião as vagens e as hastes apresentam cor que vai do amarelo palha ao marrom, dependendo da variedade.

Nas grandes lavouras a colheita é feita mecanicamente com automotrizes ou combinadas.

Para uma boa colheita, em quantidade e qualidade, deve-se observar diversos fatores. Primeiramente, a confirmação da maturação apresentada pelo aspecto da planta: além da perda total das folhas, característica principal da maturação, os grãos, dentro da vagem, devem ter a coloração própria da variedade e com consistência dura.

Se houver possibilidade, por amostragem, determinar o teor de umidade. Se este for inferior a 15 por cento a colheita pode ser iniciada. Para isto, deve-se regular a automotriz ou combinada que vai ser usada.

Embora os catálogos da maioria das máquinas tragam as indicações necessárias, convém observar os seguintes tópicos:

- Reduzir a rotação do cilindro.
- Dar uma maior abertura para não quebrar os grãos.
- As peneiras não devem dar retorno ao grão.

Deve-se fazer regulagens na automotriz: uma pela manhã e outra à tarde. Explica-se esta medida porque pela manhã a soja tem um teor de umidade e à tarde outro mais baixo.

Os seguintes resultado experimentais enfatizam o problema:

Turno	% Umidade	% Danificação	% Germinação
manhã	14,6	1,87	91,5
tarde	13,5	13,50	86,5

Constatou-se que a máquina regulada encontrou a soja de manhã com um teor de umidade de 14,6 e ocasionou um dano de 1,87; à tarde o teor de umidade baixou para 13,5 por cento e os danos foram de 13,5 por cento.

Ocorrência de perdas

Anteriores à colheita

São as perdas resultantes do retardamento da colheita, por debulha natural ou deterioração de grãos e hastes soltas que não são recolhidas pela máquina.

Recolhimento

Falhas na ação do molinete e na barra de corte e baixa adaptação da lavoura à colheita mecânica, representa a maior proporção das perdas (cerca de 80%). As seguintes características morfológicas afetam adaptação à colheita mecânica: altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de ramificações,

acamamento e diâmetro do caule. Estas características são afetadas por população de plantas, época de semeadura, cultivar e fertilidade do solo. Altura de planta e de inserção da primeira vagem aumentam com a população. A época de plantio, além de influir no porte das plantas, pode afetar o número de ramificações. Em experimentos realizados no Brasil, verificou-se que para 60 por cento de acamamento houve uma perda de 15 por cento. O acamamento pode ser diminuído com o uso de populações adequadas.

Trilha

São as perdas que ocorrem no cilindro bateador ou nas peneiras que separam o grãos de palha. Em geral, estas perdas são menores que as de recolhimento. Quando se colhe com alto teor de umidade, ocorrem grandes perdas no cilindro bateador. Também, má regulagem das peneiras e ventilador, causa perdas adicionais.

Redução das perdas na colheita

Manejo da lavoura

É o produto de um conjunto de fatores quais sejam: utilização de cultivares, época de semeadura, população de plantas, controle de invasoras, adubação e preparo do solo.

Diversificação de cultivares e épocas de semeadura

São comuns as flutuações anuais de rendimento em consequência de variações climáticas. Contorna-se semeando dois ou mais cultivadores de diferentes ciclos. Isso permite escalonamento da colheita. Deve-se, em adição, semear os diferentes cultivares em diferentes épocas.

Regulagem da colhedeira

A correta regulagem da colhedeira é extremamente importante para se evitar perdas na colheita. Os aspectos mais importantes nesta tarefa são: velocidade de rotação e posição do molinete, barra de corte, velocidade da máquina, cilindro, peneiras e ventilação.

Colheita de lavoura para semente

Na produção de grãos para semente deve-se observar o seguinte:

- Limpar rigorosamente a colhedeira e outros equipamentos utilizados;
- Colher quando as plantas estiverem secas, evitando sempre que possível, retardamento;
- Manter os campos livres de ervas daninhas;
- Colher com velocidade constante;
- Ajustar côncavo e cilindro para completa trilha;
- Diminuir a rotação do cilindro e aumentar a abertura do côncavo nas horas mais quentes do dia.
- Verificar constantemente o aspecto da semente que está sendo colhida;
- Semente que sofreu retardamento de colheita deve ser trilhada com umidade entre 13 e 15 por cento e menor rotação do cilindro.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A monocultura ou o cultivo sucessivo de uma mesma cultura tende, com o passar dos anos, a provocar sensível queda na produtividade, não só por alterar as características do solo, como também proporcionar condições mais favoráveis para a permanência e desenvolvimento de doenças, pragas e plantas invasoras, além de aumentar o risco de erosão pelo preparo sempre igual do solo.

Na região tropical, cujo clima é quente e favorável ao desenvolvimento de pragas, doenças invasoras comovem outras regiões, sugere-se que, pelo menos a cada dois ou três anos de soja, se utilize o plantio de outra cultura preferencialmente uma gramínea tal como o milho, arroz ou sorgo. Isto beneficiaria os cultivos subsequentes de soja pela a interrupção de ciclos de pragas e doenças bem como melhoraria o solo beneficiando também a gramínea cultivada através dos nutrientes residuais deixados pela soja, como é o caso do nitrogênio.

Bioecología, sistemas de alarma y control de orugas cortadoras en cultivo de girasol, maíz y soja

por EEA Marcos Juárez *

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han intensificado notoriamente los ataques de orugas cortadoras a los cultivos de maíz, girasol y soja en varias provincias de la región pampeana. Los ataques de estos insectos reducen la población de plantas jóvenes destruyendo totalmente el cultivo en caso de ataques severos. Estudios efectuados en la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez han permitido identificar las principales especies, su ciclo biológico, dinámica poblacional, factores que favorecen las infestaciones y los métodos de control. Además se ha desarrollado un sistema de alarma basado en el uso de cebos tóxicos que permite estimar el grado de ataque y el estado de desarrollo de la plaga.

ESPECIES PRINCIPALES

El grupo de orugas cortadoras que atacan a los cultivos de girasol, maíz y soja en el Este y Sur de Córdoba se compone de tres especies principales: la "oruga áspera" (*Agrotis malefida* Guen.), la "oruga parda" (*Porosagrotis gypaetina* Guen.) y la "oruga grasienta" (*Agrotis ipsilon* Hufnagel). En forma aislada se detectó la presencia de la "oruga variada" (*Peridroma saucia* Hübner).

En las praderas de alfalfa y tréboles las especies predominantes con *A. malefida* y *P. gypaetina*, las cuales se caracterizan por tener una sola generación por año. Ambas especies pasan el invierno como larvas pequeñas y activan su desarrollo en la primavera. Cuando lotes de praderas infestadas se roturan en forma tardía, estos insectos atacan a los cultivos que

se siembran posteriormente en ellos cortando plantas jóvenes al nivel o debajo de la superficie del suelo. Estas especies terminan su ciclo de larva u oruga activa en los meses de octubre y noviembre y pasando el verano en un estado de reposo llamado diapausa estival o prepupas, enterradas a pocos centímetros de la superficie del suelo y se transforman en pupas en el mes de marzo. Producida la metamorfosis, los adultos emergen en el otoño, principalmente en mayo, para comenzar su nuevo ciclo. Estas mariposas o polillas de hábito nocturno viven 10-15 días y las hembras pueden oviponer entre 1000 y 2000 huevos. Los adultos de *A. malefida* además de colonizar praderas de leguminosas son también atraídos a los rastrojos de soja en los cuales se registra una gran oviposición, siendo la especie predominante que a fines de setiembre y octubre ataca a los cultivos de verano que se siembran en esos lotes. Esta situación se repite, pero en menor proporción con *P. gypaetina*. Ambas especies pueden alimentarse, además de los cultivos, de gran diversidad de malezas, las que permiten su supervivencia en los lotes mal trabajados.

La otra especie importante de este grupo, *A. ipsilon* tiene un promedio de cuatro generaciones anuales en el Sudeste y Sur de Córdoba, siendo la primera de ellas la más peligrosa porque afecta a cultivos de verano en el período de germinación y emergencia. Esta primera generación tiene gran variabilidad en su aparición y abundancia. En algunos años puede comenzar a fines de octubre y en otros a fines de noviembre. Los adultos también oviponen en suelos con residuos de rastrojos de soja y lotes enmalezados. Las larvas de esta especie de menor tamaño máximo que las anteriores, son muy activas y agresivas. Las primaveras húmedas favorecen los ataques de esta especie principalmente en áreas bajas (ver Figura 1 con diagrama de época de ataque).

* INTA, Córdoba, Argentina

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Oct	Nov	Dic	Cultivos antecesores que favorecen las infestaciones
				(oviposición)				Mayor daño			<ul style="list-style-type: none"> - Praderas de leguminosas y en menor proporción rastrojos de soja
				(oviposición)				Mayor daño			<ul style="list-style-type: none"> - Praderas de leguminosas - Rastrojos de soja
									M. daño		<ul style="list-style-type: none"> - Rastrojos de soja - Lotes con malezas <p>La primera generación presenta gran variación en la época de su aparición y las posteriores tienen gran superposición.</p>

Figura 1. Diagrama de la distribución anual de las principales orugas cortadoras que atacan los cultivos de girasol, maíz y soja en el sudeste y sur de Córdoba. EEA/Marcos Juárez/INTA 1985.

SISTEMAS DE ALARMA

La comprobación tardía del ataque de orugas cortadoras a los cultivos de verano en la etapa de germinación e implantación del cultivo, principalmente en girasol y maíz, dan como resultado que cuando se efectúan los tratamientos de control, la plaga ya ha provocado un daño considerable a la población de plantas, situación que en algunos casos obliga a la resistencia del lote, con los consiguientes perjuicios.

Entre los métodos que se mencionan para detectar y evaluar la presencia de orugas cortadoras, sin tener que revisar la capa superior de grandes superficies de tierra, se cita la observación de malezas y plantas "guachas" atacadas en las cuales se concentra la plaga y la siembra anticipada de franjas para observar el grado de ataque que sufren.

La literatura extranjera al respecto, cita varios métodos de muestreo, varios de los cuales consisten en el uso de cebos no tóxicos distribuidos en diferentes formas y sistemas. Estos permiten capturar luego de

varios días las orugas cortadoras que convergen de las cercanías atraídas por el cebo y en base a la captura se infiere el nivel de ataque. Mientras estos métodos son evaluados, tanto en su eficiencia como en su factibilidad, se aconseja el uso de un sistema de alarma basado en la distribución de cebos tóxicos en pequeñas parcelas de muestreo, en las cuales es posible efectuar el recuento de insectos afectados que permanecen sobre la superficie del suelo.

Con este método se puede estimar la población real de orugas cortadoras por metro cuadrado, especies presentes y su estado de desarrollo, permitiendo detectar rápidamente aquellos lotes con alto grado de infestación. Esta información permite efectuar ajustes en la tarea de siembra y efectuar el control de la plaga antes que se produzca el daño al cultivo. También se está desarrollando un método de pronóstico a largo plazo en base al muestreo de adultos en trampas de luz. Por las características de su ciclo biológico, la intensidad de los ataques de las especies de una generación anual, podrían ser anticipadas con varios meses de adelanto en las áreas vecinas al lugar de muestreo.

TAMAÑO, NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

Se sugieren parcelas de 9 m² (cuadros de 3 x 3 o áreas circulares de 3,40 m de diámetro). Es necesario que la superficie tratada con cebo tóxico sea algo mayor que la indicada para tener una bordura (0,5 - 1 m de ancho) donde se acumulen las orugas cortadoras atraídas desde zonas linderas. Las malezas o plantas "guachas" presentes en las parcelas deben ser retiradas manualmente. En lotes de hasta 20 hectáreas se aconseja establecer seis a ocho estaciones de muestreo. Estas deben estar distribuidas en forma equidistante, de tal forma que cubran la totalidad del lote.

TIPO, COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL CEBO TÓXICO

Es aconsejable un cebo húmedo de alta atractividad a base de trigo partido, melaza o azúcar, insecticida y agua (ver el Cuadro 1). Si bien es posible lograr el control satisfactorio de la plaga hasta con un gramo/m², es conveniente incrementar esa cantidad a cuatro o cinco g/m² para asegurar una alta mortalidad.

EPOCA DE APLICACIÓN

Desde antes de la siembra hasta la emergencia de las plantas. A partir de entonces hasta que el cultivo pase al estado de mayor susceptibilidad a la plaga, la determinación del umbral de daño económico en base al porcentaje de plantas dañadas y a la captura de un número mínimo de larvas activas, servirá como indicador de la necesidad o no de efectuar un tratamiento de control.

MOMENTO Y FORMA DE APLICACIÓN

El cebo tóxico se distribuirá en horas de la tarde en las estaciones de muestreo y se revisarán en horas de la mañana de los dos días siguientes. En suelos planchados por lluvias, el recuento de las larvas afectadas se facilita y de acuerdo a los ensayos efectuados se podrán contabilizar entre un 70 y 80 por ciento de la población real en el primer día de muestreo. En suelos sueltos y desperejos esta tarea se dificulta y se requiere más tiempo que en la situación anterior.

Cuadro 1. Lista de productos insecticidas que pueden ser utilizados para la preparación de cebos tóxicos.

Producto activo, y formulación (*)	Tipo de insecticida	Nombre comercial	Gramos o cm ³ de formulado para 10 kg de grano partido
CARBARYL 38% SL	Carbamato	Sevimol	400
CLORPIRIFOS 48% E	Fosforado	Lorsban	70
CYPERMETRINA 25% E	Piretroide	Cymbush	16
DELTAMETRINA 2,5% E	Piretroide	Decis	30
ENDOSULFAN 35% E	Clorado	Thiodan, Thionex	80
FENVALERATO 30% E	Piretroide	Belmark	40
PERMETRINA 50% E	Piretroide	Ambush, Thornade	16
TRICLORFON 95% PM	Fosforado	Dipterex	80

(*) SL: Suspensión líquida; E: Emulsionable; PM: Polvo mojable.

ALTERNATIVAS DE CONTROL CUANDO SE DETECTAN ALTOS GRADOS DE INFESTACIÓN

Se considera alto grado de infestación, la presencia de una o más orugas cortadoras (mayores de 1,5 cm) en tres a cinco m² como promedio en las diferentes estaciones de muestreo (nivel preliminar y tentativo).

- Controlar la plaga por medio de cebos tóxicos o aspersión de insecticidas piretroides en tratamientos de presiembra o preemergencia en cobertura total. Ensayos preliminares indican también buenos resultados con el insecticida fosforado clorpirifos.
- Controlar la plaga por medio de tratamiento de semilla con insecticidas sistémicos (maíz).
- Demorar la siembra si se estima que la población de orugas terminará pronto su estado activo.
- Aumentar la densidad de siembra.

ALTERNATIVAS A SEGUIR EN CASO DE NO DETECTAR ATAQUES

- Observar siempre los lotes en la etapa de emergencia de las plantas.
- En caso de detectar un ataque que supere el umbral de daño económico en base al porcentaje de plantas dañadas y un número mínimo de insectos activos (2-3 orugas/100 plantas), proceder a su control por medio de cebos tóxicos o pulverizaciones en banda o cobertura total con insecticidas (carbamatos, clorados autorizados, fosforados o piretroides). Esta situación puede ser el resultado de las siguientes causas:
 - Presencia de orugas cortadoras pequeñas no atraídas por el cebo tóxico.
 - Reducido número de insectos por unidad de superficie (densidad inferior al nivel mínimo sugerido para efectuar tratamientos preventivos y suelos sueltos desparejos, situación que impidió detectar su presencia).
 - La plaga está concentrada en malezas aisladas o en manchones ubicados lejos de las estaciones de muestreo.
 - Bajas temperaturas, que detienen la actividad de la plaga.

UMBRALES DE DAÑO ECONÓMICO (TENTATIVOS)

Maíz

Cinco a siete por ciento plantas dañadas + dos orugas/100 plantas (equivalente teórico a la densidad de 60.000 plantas/ha: 1 oruga/8,3 m²).

Las orugas deben buscarse cuidadosamente al pie de las plantas cortadas o con síntomas de haber sido dañadas debajo de la superficie del suelo. Los datos bibliográficos extranjeros sobre el potencial de corte de una oruga como *Agrotis ipsilon* en maíz son amplios, pero muy variables (desde 3 hasta 14 plantas/larva). En el Departamento de Patología Vegetal del CNIA-INTA Castelar se determinó que una larva de esta especie, corta como mínimo 15 plántulas de maíz, lo que indica su alta peligrosidad. Debe tenerse en cuenta que cuando el corte de la plántula de maíz se produce sobre el ápice de crecimiento, el cual está muy protegido por las hojas envainadas, existe la posibilidad de recuperación de la planta afectada. La contribución al rendimiento final del cultivo de esa planta varía de acuerdo a numerosos factores entre los cuales se citan el estado de desarrollo del insecto, la edad de la planta, el lugar donde se produjo el daño, densidad de siembra y condiciones ambientales. En suelos sueltos y secos los daños son mayores, ya que las larvas afectan con más frecuencia el ápice vegetativo.

Girasol

Tres a cinco por ciento plantas cortadas + dos orugas/100 plantas. Los valores para este cultivo son menores que los indicados para maíz, teniendo en cuenta que la mayor parte del daño provocado por las orugas cortadoras en girasol consiste en el corte de las plántulas debajo de los cotiledones, provocando la muerte de las mismas. Por otro lado, la ubicación de las plantas dañadas no es uniforme, sino que una sola larva puede provocar la muerte de muchas plantas contiguas.

Soja

10- 15 por ciento plantas cortadas + tres larvas/100 plantas. La mayor densidad de siembra de esta

oleaginoso y su gran capacidad para compensar la reducción en el número de plantas/ha permiten una mayor tolerancia al daño provocado por la plaga.

MÉTODOS DE CONTROL CULTURAL

Técnicas de labranza

La roturación anticipada del suelo y las periódicas labores posteriores, que permiten mantener el lote libre de malezas, evitan la oviposición de los adultos y/o la supervivencia de las larvas chicas en los meses de invierno y principio de primavera. La utilización de implementos agrícolas que invierten la capa arable, si bien es efectiva en el control de la plaga cuando los trabajos se efectúan en forma temprana, no es método aconsejable teniendo en cuenta los beneficios de las labores del suelo tendentes a conservar y aumentar la materia orgánica y considerando el fácil control de la plaga cuando se toman las precauciones debidas.

Fecha de siembra

En los lotes no infestados por las orugas cortadoras de una sola generación anual, pero con posibilidades de especies de aparición más tardía como *A. ipsilon*, las siembras tempranas de cultivos de girasol y maíz escaparían al ataque de las mismas (ver Figura 1). En el caso de lotes destinados a la siembra de soja que estén infestados por orugas cortadoras de una sola generación anual, las cuales terminan la etapa de larva activa a mediados de noviembre a la latitud del centro y Sur de Córdoba, se evitarán las siembras de principios de noviembre por dos o tres semanas. De acuerdo a estudios efectuados sobre fechas de siembra de esta oleaginoso, este atraso en la implantación del cultivo no incidirá sobre los rendimientos.

CONTROL QUÍMICO

El control químico de las orugas cortadoras se puede efectuar por medio de cebos tóxicos y aspersiones de insecticidas. Además en los últimos años ha comenzado el desarrollo de técnicas de tratamientos de semilla con insecticidas sistémicos. Los ensayos de control de este tipo de insecto por medio de insecticidas han puesto de manifiesto que un elevado número de productos tienen gran efectividad en su control. (Ver Figura 2 con alternativas de tratamientos).

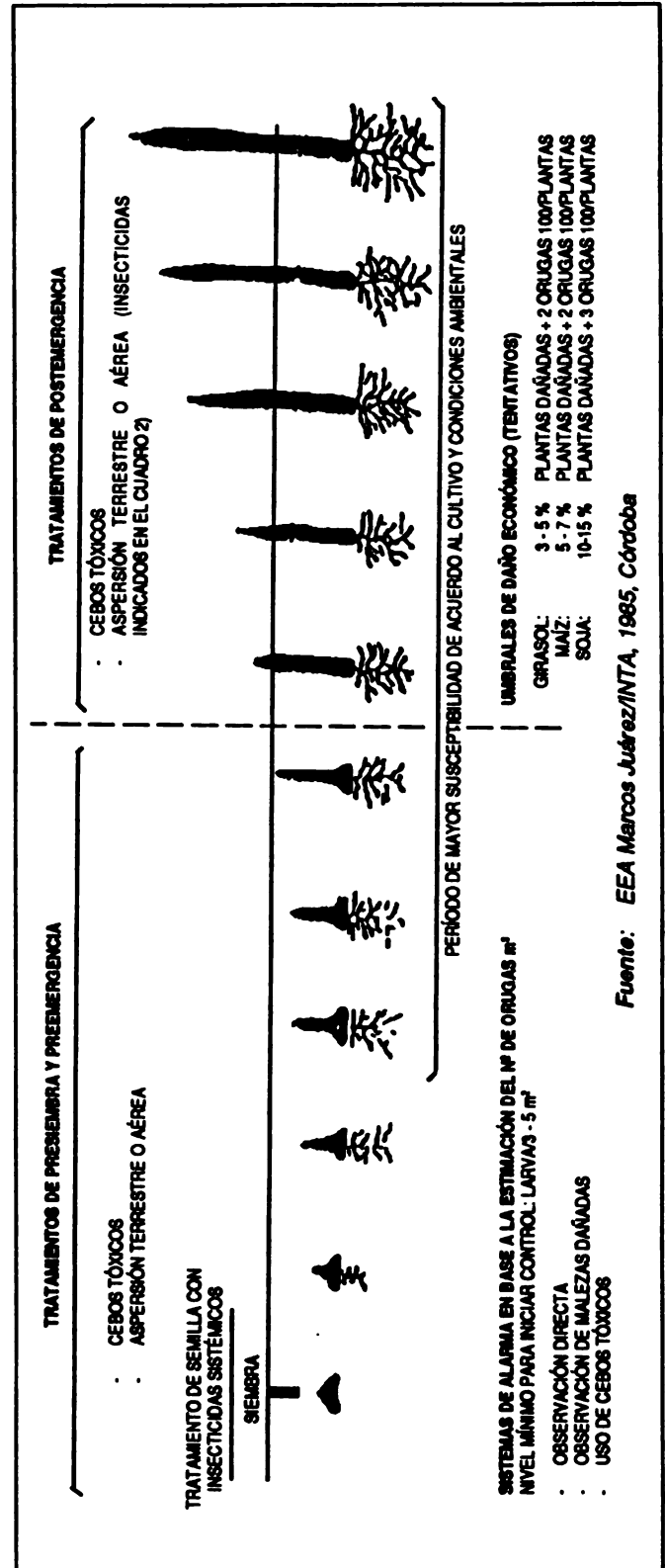


Figura 2. Diagrama de la evolución del ataque de orugas cortadoras y los sistemas de evaluación, umbrales de daño económico y alternativas para su control químico en los cultivos de girasol, maíz y soja.

Uso de cebos tóxicos

En el Cuadro 1 (pág.147) se mencionan algunos de los insecticidas que pueden ser utilizados para su preparación en base a ensayos efectuados en la EEA Marcos Juárez. Con los cebos tóxicos se pueden lograr excelentes resultados en el control de orugas cortadoras con bajas concentraciones de insecticidas, las que expresadas en gramos de principio activo por hectárea pueden representar reducciones de tres a diez veces las cantidades empleadas respecto al mismo producto aplicado por aspersión.

Procedimiento

La cantidad de producto recomendado se disolverá en 1,2 litros de agua con 0,5 a 0,6 kilogramos de azúcar.

Luego de efectuada la disolución, ésta se agregará al grano partido, con preferencia trigo (producto que ha demostrado ser muy atractivo para la plaga) por medio de un pulverizador, removiendo el material hasta obtener un producto homogéneo. El uso por hectárea puede variar de 10 a 20 kg. Con suelos sueltos y secos es conveniente utilizar más cantidad de cebo tóxico que en condiciones óptimas, como ocurre con suelos planchados por la lluvias, situación que obliga a una gran cantidad de orugas cortadoras a moverse sobre la superficie del suelo.

Ventajas de los cebos tóxicos

- **Eficacia:** En condiciones favorables se puede lograr un 80-90 por ciento de control a las 48 horas luego de la aplicación en suelos libres de vegetación. Por otra parte, los cebos bien preparados ejercen sobre las orugas cortadoras más atracción que las plantas huéspedes cuando se presenta esta alternativa.
- **Economía:** Con 10-20 kg/ha el costo de la aplicación de cebos tóxicos es muy reducido, teniendo en cuenta las concentraciones de insecticidas utilizadas y el valor de los demás elementos empleados para su preparación.

- **Fácil aplicación:** Para la distribución de los mismos se puede utilizar diversos equipos (sembradoras, distribuidoras de fertilizantes etc.), incluso con condiciones climáticas no aptas para efectuar aspersiones.
- **Baja contaminación ambiental:** Para preservar los animales domésticos y la fauna silvestre se deben utilizar insecticidas de baja toxicidad y de rápida degradación evitando así la acumulación de residuos tóxicos. Se aconseja por lo tanto **NO UTILIZAR INSECTICIDAS CLORADOS O FOSFORADOS DE ALTA TOXICIDAD Y/O RESIDUALIDAD.**

Inconvenientes que puede plantear el uso de cebos tóxicos

- Reducida eficacia, cuando las orugas se mueven y cortan las plantas debajo de la superficie del suelo, situación que se presenta con sequía y/o suelos sueltos.
- Sensibilidad al lavado y destrucción por las lluvias.
- Dificultades en la preparación y distribución en grandes superficies.
- Posibilidad de introducir semillas de malezas.

Tratamiento de semilla

El desarrollo de insecticidas sistémicos incorporados a la semilla es una técnica eficaz que permite asegurar un control adecuado de la plaga desde que se inicia la germinación. En ensayos efectuados con el insecticida fosforado ACEFATO 80 por ciento P.M. (ORTHENE[®]) se logró un buen resultado en maíz con 750 gramos de producto comercial en 100 kg de semilla.

Utilización de aspersiones (aéreas o terrestres)

En el Cuadro 2 se indican algunos de los insecticidas y dosis que puede utilizarse para efectuar el control de orugas cortadoras en tratamientos de postemergencia. Estas recomendaciones están basadas en ensayos

de control de las orugas cortadoras *A. malefida*, *A. ipsilon* y *Porosagrotis sypaetina* mediante el uso de equipos terrestres con 100 litros de agua/ha, picos de cono hueco y 40 p.s.i.

En los tratamientos de presiembra y preemergencia han dado buenos resultados los insecticidas Clorpirifos, Cypermetrina, Fenvalerato, Deltametrina, Permetrina.

Recientemente se han efectuado ensayos cuyos resultados preliminares han demostrado la posibilidad de lograr un control satisfactorio de orugas cortadoras, en cultivos de verano, por medio de la incorporación al suelo de los insecticidas piretroides ya mencionados (en dosis 50 % mayores a las máximas indicadas en el Cuadro 2). Esta nueva alternativa en aplicación de insecticidas permitiría la disminución de los gastos de aplicación si se los utiliza con herbicidas de presiembra y con el ajuste de las dosis utilizadas se lograría reducir aún más los costos de los tratamientos. Si bien

este grupo de insecticidas no son recomendados como insecticidas de suelo ya que son inactivados a los pocos días de su incorporación por la acción de los microorganismos, la alta acción de contacto de los mismos provoca un buen control de la plaga.

Aspectos a tener en cuenta para el control químico

- El volumen mínimo en equipos aéreos sugeridos es de 12-15 litros de agua/ha.
- El volumen mínimo en equipos terrestres convencionales es 60-70 litros de agua/ha.
- Se recomienda usar picos de cono hueco con una presión de 30-40 libras/pulg.²
- Se deben respetar todas las indicaciones de las etiquetas de los productos referentes a las restricciones y manejo de los insecticidas.

Cuadro 2. Lista de insecticidas y dosis que pueden ser utilizados para el control de orugas cortadoras en cultivos de girasol, maíz y soja.

P r o d u c t o			Concentración y formulación (*)	Dosis cm ³ /ha
Nombre técnico	Tipo de insecticida	Nombre comercial		
Carbaryl + melaza	Carbamato	Sevimol	38 % SL	2000 - 2500
Cipermetrina	Piretroide	Cymbush	25 % E	45 - 50
Cipermetrina	Piretroide	Ripcord	40 % E	28 - 32
Clorpirifos	Fosforado	Lorsban	48 % E	900 - 1000
Delmetrina	Piretrina	Decis	2,5 % E	110 - 120
Endosulfan	Clorado	Thionex, Thiodan	35 % E	900 - 1000
Fenvalerato	Piretroide	Belmark	30 % E	150 - 170
Fenvalerato	Piretroide	Derifen	20 % E	225 - 250
Monocrotofos	Fosforado	Azodrín, Nuvacron	60 % LS	600 - 700
Permetrina	Piretroide	Ambush, Tornade	50 % E	45 - 50

(*) SL: Suspensión líquida; E: Emulsionable; LS: Líquido soluble

LITERATURA CONSULTADA

- ARCHER, T. L. y MUSICK, G.J. 1977. Evaluation of sampling methods for black cutworm larvae in field corn. J. Econ. Entomol. 70: 447-49.
- y MUSICK, G.J. 1977. Cutting potential of the black cutworm on field corn. Ohio Agricultural Research and Development Center. J. Econ. Entomol. 70: 745-47.
- GHOLSON, L.E. y SHOWERS, W. B. 1979. Feeding behavior of black cutworm on seedling corn and organic baits in the greenhouse. Environ. Entomol. 8: 552-57.
- HARRIS, C. R.; SVEC H.J. y CHAPMAN, R.A. 1978. Potential of pyrethroid insecticides for cutworm control. J. Econ. Entomol. 71: 692-96.
- LEGG, D.E. y KEASTER, A. J. 1984. Comparison of day and evening crop strategies control black cutworm (Lep.: Noctuidae) larvae in corn. J. Econ. Entomol. 77: 757-61.
- LEVINE, E.; CLEMENT, S.L.; RUBINK, W.L. y McCARTNEY, D.A. 1983. Regrowth of corn Seedlings after injury at different growth stages by black cutworm, *Agrotis ipsilon* (Lep.: Noctuidae) larvae. J. Econ. Entomol. 76: 389-91.
- SECHRIEST, E.R. y YORK, C. 1969. Evaluating artificial infestations of black cutworms. J. Econ. Entomol. 60: 923-25.
- SHOWERS, W.B.; SECHRIEST, R.E.; TURPIN, F.T.; MAYO, Z.B. y SZTMARI-GOODMAN, G. 1979. Simulated black cutworm damage to seedling corn. J. Econ. Entomol. 72: 432-36.
- STORY, R.N. y KEASTER, A. J: 1985. Modified larval bait trap for sampling black cutworm (Lep.: Noctuidae) populations in field corn. J. Econ. Entomol. 76: 622-66.
- WISEMAN B. R: y MORRISON, W. P. 1981. Components for management of field corn and grain sorghum insects and mites in the United States. U.S.D.A. Agric. Research Service. ARM - S-18 pp.

Manejo integrado de pragas da soja

por Iván C. Corso e Antônio R. Panizzi*

INTRODUÇÃO

Controle integrado de pragas é a combinação de várias estratégias para manter suas populações abaixo dos níveis de dano econômico da cultura, ou seja, níveis a partir dos quais há risco de perdas significativas na produção. O controle integrado procura maximizar a atuação dos agentes de controle natural, admitindo o uso de inseticidas somente quando necessário, visando minimizar seu efeito sobre o ambiente. Com base nestes princípios, programas de controle integrado vêm sendo difundidos e utilizados em alguns países para certas culturas, como algodão nos EUA e Brasil, cana-de-açúcar no Brasil e soja nos EUA e Brasil.

No Brasil, na soja, o programa recebeu o nome de "manejo de pragas" (MP), a partir de um programa-piloto executado a nível de agricultor, e fundamentou-se, principalmente, no conhecimento dos insetos-pragas da cultura e dos níveis de danos econômicos para estes insetos. O MP da soja considera, ainda, a população (quantidade) de pragas presentes na lavoura, os danos que causam à cultura, os períodos em que ocorrem e um fator bastante expressivo, qual seja, a grande capacidade que a planta de soja possui de recuperação de danos à sua área foliar. Dentre as vantagens do MP, podem ser enumeradas as seguintes: a) economia em inseticida, combustível, mão-de-obra e no desgaste de equipamentos; b) menor poluição ambiental; e c) maior preservação do ambiente.

Este programa foi difundido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja da EMBRAPA e pelos órgãos de assistência técnica, sendo responsável por um decréscimo superior a 50 por cento no número de aplicações de inseticidas nas lavouras em que foi utilizado.

Há muitas espécies de insetos associados à cultura da soja no Brasil, sendo poucas as que podem causar danos, do ponto-de-vista econômico, e ser consideradas pragas. Uma grande parcela dos insetos que se alimentam de soja apenas ocasionalmente atinge o "status" de praga, geralmente em áreas delimitadas de insetos úteis (parasitas e predadores) que se alimentam dos insetos-pragas e, portanto, funcionam como agentes de controle natural de suas populações. Ainda na categoria de inimigos naturais, encaixam-se os microrganismos (fungos, bactérias, vírus, etc.) causadores de doenças que debilitam ou matam as pragas. De acordo com o exposto, as espécies de insetos que ocorrem na cultura da soja podem ser classificadas em pragas principais, pragas secundárias, outros insetos e inimigos naturais.

PRAGAS PRINCIPAIS

Percevejos

São três as espécies que causam os maiores prejuízos à soja no Brasil: *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euchistus heros*. Aparecem freqüentemente na cultura, a partir da floração causando os maiores danos entre os estádios de enchimento da vagens e início da maturação fisiológica.

O ataque de percevejos à soja pode causar reduções substanciais na produção de grãos, a partir de um determinado nível populacional. As sementes atacadas

* Engenheiros Agrônomos, Pesquisadores de CNPq/EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil

apresentam-se de tamanho reduzido, enrugadas, chochas e mais escuras que o normal, podendo também apresentar doenças fúngicas como a "mancha-fermento" (*Nematospora conii*), transmitida a soja a través desses insetos. Estes efeitos podem se traduzir em uma redução significativa na qualidade e no poder germinativo das sementes. O ataque de percevejos pode, ainda, retardar a maturação das plantas, causando fenômeno de retenção foliar ("soja louca"), o qual dificulta a colheita pelo fato de, apesar de as vagens estarem secas e prontas para a colheita, as hastes e as folhas permanecem verdes.

***Nezara viridula* (L.) - percevejo verde**

O adulto, de coloração verde, exala um odor característico quando molestado, sendo também denominado de "fede-fede" ou "mariafedida". Realiza posturas geralmente na parte inferior das folhas. Os ovos são depositados em massas, em número de 100-120. São de coloração amarelo-claro, tornando-se alaranjados quando próximo à eclosão, cerca de cinco dias após a oviposição. Após a eclosão, as ninfas do primeiro estágio permanecem agregadas ao redor dos ovos. No segundo estágio, inicia-se a dispersão das ninfas, as quais causam um dano pouco expressivo. Após as ninfas ocasionam danos semelhantes aos dos adultos. Passam por cinco estádios ninfais até se transformarem no adulto, com um período de cerca de 34 dias.

***Piezodorus guildinii* (Westwood) - percevejo pequeno**

É facilmente distinguido do anterior devido ao seu tamanho, que é menor. Os adultos têm coloração verde-amarelada com uma linha estreita na base do pronoto, variando de vermelha a preta. Os ovos, de coloração preta são depositados, em geral, nas vagens, em filas duplas, em número de 15-20. Apresentam a forma de barril, e período médio da postura à eclosão é de 7,5 dias. Até a fase adulta, passam por cinco estádios ninfais, em um período médio da postura à eclosão é de 7,5 dias. Até a fase adulta, passam por

cinco estádios ninfais, em um período médio de 30 dias. Os danos causados à soja são semelhantes aos de *N. viridula*. No entanto, esta espécie parece ser de controle mais difícil que o percevejo verde, pois é sensível a um número menor de inseticidas.

***Euschistus heros* (F.) - percevejo marrom**

Esta espécie possui maior importância nas regiões situadas ao Norte do paralelo 24 S. Os adultos apresentam coloração marrom e dois espinhos na parte anterior do corpo, inclinados para frente. Os ovos (5-8), de coloração bege a verde-amarelada, são colocados em filas duplas, sobre vagens ou folhas, ocorrendo a eclosão sete dias após a postura. O período ninfal dura, em média, 24 dias, dependendo da temperatura.

Lagartas

***Anticarsia gemmatilis* Hübner - lagarta-da-soja**

É um inseto que se alimenta das folhas de soja, reduzindo, desta maneira, a área fotossintética das plantas. Dependendo da intensidade de infestação e da fase de desenvolvimento da cultura, pode ocasionar prejuízos sensíveis à produção. Em condições de alta infestação, a cultura pode ser completamente desfolhada. A fase da cultura mais sensível à desfolha é aquela compreendida entre o início do enchimento de vagens e o início da maturação fisiológica. Durante o período de crescimento vegetativo, a soja pode suportar maiores índices de desfolha, sem que ocorram reduções sensíveis na produção de grão. As lagartas são esverdeadas, podendo aparecer formas de coloração preta, quando em altas populações. Possuem listras laterais e dorsais claras, no sentido longitudinal, e quatro pares de patas abdominais, além de um par terminal. Geralmente, passam por seis estádios larvais, sendo que a área foliar consumida pelos dois últimos estádios é cerca de 90 por cento do total da alimentação de toda a fase larval. A fase de pupa é passada no solo, a uma profundidade de 0,6 cm a 5,0 cm. A coloração dos adultos (mariposas) é bastante variável, podendo-se encontrar desde formas cinzas-claras até

formas marrons-escuras. Os adultos apresentam, como característica, uma linha escura que se estende transversalmente através das asas. Possuem hábitos noturnos, podendo ser encontrados durante o dia em locais sombreados ou na base das plantas. Os ovos de coloração verde-amarelada, são colocados isoladamente, na face inferior das folhas. Após cerca de quatro dias da oviposição, nascem as lagartinhas. O estágio larval tem uma duração de aproximadamente 15 dias, durante a safra, podendo ocorrer várias gerações anuais.

PRAGAS SECUNDÁRIAS

São aqueles insetos que apenas ocasionalmente e/ou em áreas delimitadas atingem a capacidade de causar dano econômico à cultura da soja.

Elasmopalpus lignosellus (Zeller) - broca-do-colo

As lagartas desta espécie atacam as plântulas de soja, às vezes reduzindo consideravelmente o estande da lavoura. Manifestam-se com maior intensidade em solos arenosos e durante períodos de seca. Em áreas como as de cerrados, podem causar sérios prejuízos, principalmente em plantio de primeiro ano. Em áreas de infestações freqüentes, pode-se colocar mais sementes por metro linear que o normal. Evitando-se semear em períodos secos, os danos podem ser minimizados.

As lagartas iniciam o ataque logo após a germinação da soja, podendo estender-se por 30-40 dias. As plantas atacadas apresentam os folíolos murchos no pontelro. Possuem coloração esverdeada e marrom, alternando-se em cada segmento do corpo. Passam por seis estádios larvais, num período médio de 16 dias, podendo atacar até três plantas durante seu ciclo. Constroem um abrigo com grãos de terra ou areia, ligados por fios de seda, junto ao colo das plantas, onde ficam movimentando-se durante o seu desenvolvimento. Transformam-se em pupas dentro desses abrigos e, depois de dez dias, emergem os adultos.

Pseudoplusia includens (Walker) - lagarta falsa-medideira

A lagarta é verde-clara, com listras longitudinais nas laterais e dorso do corpo, apresentando dois pares de patas abdominais, além de um par terminal, o que a diferencia de *A. gemmatilis*. Locomove-se "medindo palmo", de modo semelhante às lagartas medideiras. Não se alimenta das nervuras principais das folhas, dando a estas um aspecto rendilhado. Como *A. gemmatilis*, as lagartas de *P. includens* passam por seis estádios, sendo maior o dano causado pelos dois últimos estádios larvais.

Quando completamente desenvolvidas, as lagartas tecem um casulo de seda no qual transformam-se em pupas, nas hastes ou nas folhas das plantas. Após sete dias emergem as mariposas, de cor marrom brilhante, com duas manchas circulares prateadas no par de asas anterior. Elas possuem hábitos noturnos, colocando os ovos na face inferior das folhas. Após três dias, eclodem as lagartas que possuem uma fase de aproximadamente, 15 dias.

A lagarta falsa-medideira geralmente ocorre em populações bastante inferior à de *A. gemmatilis*, sendo, portanto, de menor importância que a lagarta da soja na cultura. No entanto, *A. gemmatilis* é facilmente controlada por diversos inseticidas, mesmo em doses baixas, e *P. includens* é sensível a uma gama menor de produtos, exigindo normalmente doses maiores para seu controle.

Epinotia aporema (Walsingham) - broca-das-axilas

O ataque de *E. aporema* é facilmente identificado mesmo após o seu desaparecimento do campo. Quando ataca os brotos ou ponteiros da soja, foman um cartucho unindo os folíolos com fios de seda, permanecendo no seu interior. Quando ataca pecíolo, ramos ou caule, cava uma galeria descendente, permanecendo dentro da mesma. Devido ao ataque da broca-das-axilas, os brotos podem morrer ou desenvolver-se com deformações características. Neste caso, os folíolos apresentam uma superfície rugosa e contornos irregulares, em virtude da ausência de parte da área foliar, consumida pela lagarta. As cultivares de ciclo

longo ou aquelas semeadas tardiamente são as mais prejudicadas.

Os ovos são colocados nos brotos, isoladamente, ocorrendo a eclosão após cinco dias. As lagartas passam por uma fase larval de 20 dias. A lagarta é pequena, de coloração esverdeada, com exceção da cabeça que é preta, até o quarto estágio, a partir do qual torna-se marrom. A fase de pupa é passada no solo, com duração variável de 12 a 16 dias.

Omiodes indicata (Fabricius) - lagarta enroladeira

Esta espécie tem o hábito de enrolar as folhas do hospedeiro. É praga de leguminosas, especialmente de soja perene. Os ovos são colocados sobre as folhas de soja e a lagarta, logo após a eclosão, passa a construir uma teia sedosa, branca, que une duas folhas adjacentes, ou forma um cartucho com uma única folha. Alimenta-se do parênquima das folhas, por raspadura. A lagarta é de coloração verde-escura, com segmentos marcados, apresentando uma oleosidade característica em toda a extensão do corpo.

Spodoptera spp. - lagarta-das-vagens

Lagartas deste gênero, principalmente *S. latifascia* e *S. eridanla*, são encontradas ocasionalmente causando danos à soja. Alimenta-se de folhas e, principalmente, de vagens. São escuras, quase pretas, com listras alaranjadas ao longo do corpo e pouco sensíveis à maioria dos inseticidas químicos utilizados em soja.

Etiella zinckenella (Treitschke) - broca-das-vagens

Esta lagarta penetra na vagens e alimenta-se das sementes. Possui coloração amarela-esverdeada, com manchas negras na porção anterior do corpo, medindo cerca de 20 mm de comprimento.

Trips

São insetos pequenos, em geral com um a três mm de comprimento, e que possuem aparelho bucal

raspador-sugador. Raspando a superfície foliar com os estiletes bucais, perfuram os tecidos, provocando o extravasamento da seiva, que é, então, aspirada. São importante em algumas regiões dos Estados do Paraná e de São Paulo, por serem transmissores de uma virose (quelma-do-broto) à soja. A doença é especialmente importante quando afeta a cultura nos estádios iniciais de crescimento. Em áreas-problema, tem-se verificado redução superiores a 50 por cento na produção de grãos.

Várias espécies como *Caliothrips phaseoli* (Hood), *Frankliniella shultzei* (Trybom), *F. rodeos* (Moulton) e *Trips tabaci* (Lindeman), podem ser encontradas em soja. Estudos recentes da EMBRAPA-CNPSO indicam as espécies do gênero *Frankliniella*, especialmente *F. shultzei*, como as transmissoras da queima-do-broto.

Sternuchus subsignatus (Boheman)

Este inseto-praga, também chamado de bicudo-da-soja ou tamanduá-da-soja é um curculionídeo, cujo adulto mede cerca de 10 mm de comprimento e tem coloração parda-escura a preta, com listras amarelas estreitas no dorso e nas laterais do corpo. Caracteriza-se por se prender com as patas, firmemente, no caule ou nas ramificações da planta. A fêmea realiza a postura nestes locais, em áreas raspadas e/ou perfuradas com o aparelho bucal, e as larvas aí se desenvolvem, provocando um engrossamento, deformidade esta designada por "calo" ou "bolota". Isto, por si só, já provoca a morte da planta, quando muito pequena (5-15 cm). Quando maiores, as plantas toleram este tipo de dano, chegando a se recuperar.

As larvas são desprovidas de patas, atingem 15 mm de comprimento e apresentam coloração geral branca-amarelada, com a cabeça marrom. Alimentam-se do xilema e do lenho. Após completarem o desenvolvimento (cerca de três meses), descem ao solo, onde constroem uma câmara pupal, na camada compactada do terreno, entrando em diapausa até o final de setembro, outubro ou novembro. Aí, então passam a fase de pupa, a qual dura três a quatro

semanas. As larvas não se alimentam durante o período em que permanecem no solo.

O aumento populacional deste inseto está relacionado à sobrevivência das larvas e pupas no solo, durante o período de abril a novembro. Por isto, a aração do terreno para as culturas de inverno diminui a sua ocorrência no verão seguinte. A rotação-de-cultura da soja com milho, sorgo ou pastagem (gramíneas), durante o verão, também corta o ciclo biológico da praga, impedindo a sua ocorrência no ano seguinte. Essas práticas são mais indicadas para o controle do inseto, pois o uso de inseticida é ineficiente sobre ovos e larvas, em função do seu hábito alimentar e localização. Para os adultos, há a possibilidade do controle químico. Todavia, são necessárias muitas aplicações de inseticida, pois eles eclodem durante mais de um mês, o que onera, sobremaneira, o custo de produção da soja para o agricultor.

OUTROS INSETOS

Vários insetos ocorrem freqüentemente em campos de soja alimentando-se desta cultura, raramente possuindo importância do ponto de vista econômico. Nesta categoria, dentre outras espécies, pode-se mencionar as lagartas do complexo de geometrídeos; *Urbanus proteus* (L.); *Agrotis ipsilon* (Rottb.); os besouros *Diabrotica speciosa* (Germar) (patriota, brasileirinha), *Cerotoma* sp., *Epicauta atomaria* (Germar) (burrinho), *Colapsis* sp. (vaquinha), *Naupactus* spp. e *Lagriella villosa* (L.) (Idi Amin); os percevejos *Acrosternum* spp., *Dichelops furcatus* (Fabr.) (percevejo catarina), *D. melacanthus* (Dallas) (percevejo catarina), *Edessa mediatubunda* (Fabr.), *Thyanta perditor* (Fabr.); cigarrinhas, gafanhotos e outros.

INIMIGOS NATURAIS DAS PRAGAS DA SOJA

No ecossistema da soja, além dos insetos que se alimentam da cultura, existem insetos benéficos e microorganismos (inimigos naturais) que se encarregam de eliminar parte da população dos primeiros, exercendo, portanto, um controle natural sobre os mesmos. Alguns destes agentes são tão eficazes que, sob certas condições, mantêm as populações de insetos-pragas

abaixo do nível de dano, durante toda a safra, dispensando, assim, a necessidade de controle químico.

O grupo de inimigos naturais compreende os parasitas, os predadores e os patógenos (doenças).

Parasitas

Os parasitas são insetos benéficos que vivem parte de sua vida dentro do corpo de outro inseto, matando-o neste processo. Consomem uma única presa para completarem seu desenvolvimento. A grande maioria dos parasitas que ocorrem no Brasil pertence a dois grandes grupos: Hymenoptera e Diptera. A sua ocorrência em campos de soja é muito grande.

No parasitismo de lagartas, destaca-se a ocorrência de três espécies principais. O taquinídeo *Pateloa similis* é bastante freqüente em campos de soja. Esta espécie deposita seus ovos sobre o corpo do hospedeiro, normalmente próximo à cabeça. A larva ao emergir penetra na lagarta, onde se desenvolve até transformar-se em pupa, normalmente também no interior do hospedeiro (*A. gemmatilis*, *P. includens*, *S. latifascia*, *O. indicta*, *Semiothisa* sp.).

O ichneumonídeo *Microcharops bimaculata* ataca, preferencialmente, lagartas de *A. gemmatilis*, sendo encontrado, esporadicamente, em *P. includens* e *S. latifascia*. A larva deste parasita se desenvolve no interior da lagarta, matando-a ao sair de seu corpo para transformar-se em pupa. Milhares de adultos do parasita emergem de cada lagarta morta.

Em percevejos, o parasitismo está representado especialmente pelo díptero *Eutrichopodopsis nitens*. É comum observar-se adultos de larva, após a emergência, penetra no percevejo onde se desenvolve e, ao completar sua fase larval, sai pela extremidade posterior do corpo do hospedeiro, transformando-se em pupa no solo, matando, então, o percevejo. Outras espécies de percevejos da soja como *E. heros*, *Acrosternum* sp., *P. guildinii*, *T. perditor* e *Dichelops* spp., são esporadicamente parasitadas por esse díptero.

No Brasil, ocorrem vários microhimenópteros parasitas de ovos de percevejos que atacam a soja. As espécies *Telenomus mormideae* e *Microphanurus scuticarinatus* parasitam ovos de *P. guildinii*. Essas mesmas espécies são encontradas em ovos de *E. heros*. Na safra 1979/80, a espécie *T. mormideae* foi responsável pelo alto índice de parasitismo encontrado em ovos de percevejos da soja, atingindo 42 por cento em ovos de *P. guildinii* e 70 por cento em *E. heros*. Nesta mesma safra, foi encontrado, no Brasil, o microhimenóptero *Trissolcus basalts*, parasitando ovos de *N. viridula*.

Essas espécies depositam seus ovos nos ovos do hospedeiro, onde as larvas se desenvolvem.

Aproximadamente em 12 dias, concluem seu desenvolvimento, emergindo dos ovos os parasitas adultos ao invés das ninfas dos percevejos. Em posturas de *N. viridula* e *E. heros*, os ovos parasitados são facilmente visíveis a campo. Essa postura fica escura e, próximo à emergência do parasita, os ovos tomam coloração preta, não assumindo, assim, a cor rósea característica, próximo da emergência das ninfas. Uma única fêmea é capaz de parasitar um grande número de ovos, que são marcados, para evitar que outro parasita venha depositar seus ovos sobre uma postura já parasitada.

Na Figura 1 pode ser observada a evolução do parasitismo natural de ovos de percevejos na região de Londrina, a partir de 1978.

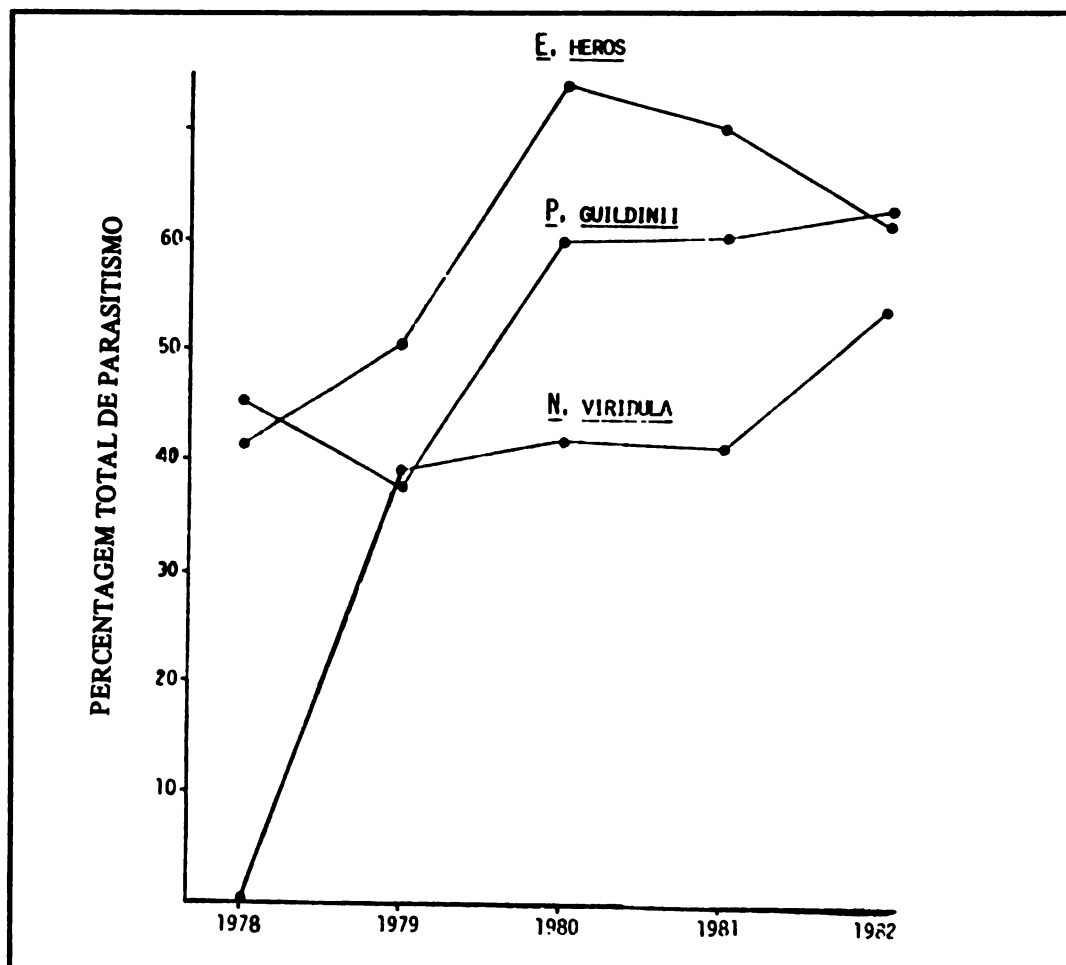


Figura 1. Incidência natural de parasitismo em ovos de percevejos-pragas da soja coletados em 1978/79/80/81/82, em alguns municípios da região de Londrina, PR. Fonte: Corrêa-Ferreira & Oliveira, 1982.

Predadores

Os predadores são espécies entomófagas que consomem mais de uma presa para completar seu desenvolvimento. Alguns predadores apenas sugam o fluido do corpo da presa enquanto outros devoram o corpo inteiro. A ocorrência de predadores em campos de soja é bastante freqüente, incluindo, principalmente, insetos da ordem Hemiptera e Coleoptera, bem como várias aranhas.

Entre os hemípteros, as espécies do gênero *Nabis* e *Geocoris* são consideradas como os predadores mais ativos em campos de soja. Ocorrem desde Goiás ao Rio Grande do Sul, sendo os nabídeos os mais abundantes. Adultos e ninfas de *Nabis* e *Geocoris* são predadores, alimentando-se de afídeos, ovos de insetos, lagartas pequenas, cigarrinhas, e outros artrópodos pequenos. Vários outros hemípteros são predadores comuns em soja, como pentatomídeos do gênero *Podisus* e a espécie *Alchaerhynchus grandis*, que se alimentam especialmente de lagartas de soja.

Entre os coleópteros-predadores, várias espécies pertencem à família Carabidae. *Calosoma granulatum* é um besouro preto brilhante, predador de lagartas e pupas de lepidópteros. É um inseto de hábito terrestre, extremamente ativo. Tanto a forma jovem quanto o adulto são predadores, podendo consumir cerca de 18 lagartas de *A. gemmatilis* por dia. Vários outros carabídeos, como *Lebia concinna*, *Callida scutellaris* e *Callida* sp são espécies-predadores, alimentando-se normalmente de ovos de insetos e lagartas pequenas.

No Quadro 1, observa-se o consumo diário de ovos-ou lagartas de tamanho médio *A. gemmatilis* para os predadores referidos.

As aranhas constituem o grupo de predadores mais comum na soja, durante toda a estação, pois são os primeiros que invadem os campos recém-plantados e persistem até o final. Existem diversas espécies que podem ser encontradas na soja, alimentando-se de diversos insetos.

Quadro 1. Consumo diário de predadores quando alimentados com ovos ou lagartas de 3o. ínstar de *Anticarsia gemmatilis*.

Predadores	Lagartas consumidas/dia		Ovos consumidos/dia	
	Média	Variação	Média	Variação
Mastigadores				
<i>Lebia concinna</i>	4,86	3 a 7	-	-
<i>Callida</i> sp.	7,58	3 a 16,4	-	-
<i>C. granulatum</i>	91,04	35,4 a 125,2	-	-
Sugadores				
<i>Geocoris</i> sp.	-	-	9,00	3,4 a 16,8
<i>Nabis</i> sp.	3,29	2,2 a 4,7	21,1	3,4 a 37,4
<i>Podisus</i> sp.	8,38	4 a 15,6	-	-
<i>A. grandis</i>	50,84	24,2 a 90,75	-	-

Fonte Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1985.

Doenças

As doenças (micoses, bacterioses, viroses, etc.) de insetos desempenham um papel importante na regulação natural de população de muitos insetos-pragas, em várias culturas de importância econômica. No caso específico da soja, as doenças têm se mostrado mais importante para o grupo das lagartas desfolhadoras.

O fungo *Nomuraea rileyi* (doença branca) é o principal agente de controle natural da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, em anos de alta umidade, chegando a praticamente dizimar populações destes insetos. Nestas condições, não é necessário o controle químico desta praga. Entretanto, em safras com períodos de seca prolongados, a ação deste agente sobre a lagarta torna-se inexpressiva. Este fungo pode ser encontrado em campos de soja, atacando outras lagartas como *P. includens*, *S. latifasciae* e *S. eridania*.

As lagartas contaminadas por *N. rileyi* reduzem gradativamente a alimentação, morrendo ao redor do sétimo dia após a infecção. No início, apresentam uma coloração branca, devido ao crescimento do micélio do fungo para o exterior do corpo das lagartas e, posteriormente, havendo condições adequadas de umidade, tornam-se esverdeadas, devido à formação de esporos. O esporo é a fase infectante do fungo, e é disseminado, principalmente, pelo vento.

Outros fungos podem ser encontrados atacando insetos da soja. Sua ocorrência sobre pragas de soja, entretanto, não é tão expressiva como a de *N. rileyi*. Assim, *Entomophthora* sp. (doença marrom) ataca *P. includens*. As lagartas mortas apresentam-se achatadas e enrugadas, com coloração geral marrom. Este fungo também necessita alta umidade e dissemina-se pelo vento, na forma de esporos. *Beauveria* spp. são comumente encontrados em percevejos, besouros desfolhadores e cigarrinhas. Os insetos mortos apresentam coloração em geral esbranquiçada.

Um vírus de poliedrose nuclear (*Baculovirus anticarsia*), que ocorre em populações da lagarta da soja, também tem controle natural. Entretanto, este

patógeno não tem a mesma eficiência que o fungo *N. rileyi* sob condições naturais. Testes realizados pela EMBRAPA-CNPSo, indicaram a viabilidade de seu potencial para uso no controle biológico dessa praga, quando o inóculo deste patógeno é aumentado artificialmente (pulverizado) em lavouras de soja. O vírus não é tão dependente de alta umidade como o fungo *N. rileyi*. Assim, em anos secos, o vírus pode ser usado para compensar a baixa eficiência do fungo no controle de *A. gemmatilis*. Visando a sua utilização pelo agricultor, o CNPSo obteve uma formulação em pó de *B. anticarsia* que será entregue a iniciativa privada para ser comercializada.

As lagartas infectadas por este vírus, praticamente, cessam a alimentação ao redor do quarto dia após a infecção, vindo a morrer em torno de seis a sete dias. A capacidade de consumo foliar de lagartas doentes é cerca de 70 por cento inferior à de lagartas sadias. No decorrer da infecção, as lagartas assumem gradativamente uma coloração amarelo-esbranquiçada e, alguns dias após a morte, podem tornar-se completamente enegrecidas devido à deterioração dos tecidos. Daí originou-se o nome comum desta virose-doença preta.

Para outras lagartas desfolhadoras da soja, como *P. includens*, *Spodoptera* spp. e *Urbanus*, também é observada a ocorrência de virose do mesmo grupo do que aquela de *A. gemmatilis*. No decorrer do tempo, será averiguado o potencial dessas viroses, para uso no controle das espécies mencionadas.

AMOSTRAGEM DE INSETOS E AVALIAÇÃO DE DANOS

A determinação das pragas e seus níveis é feita com o auxílio de um pano ou plástico branco, como um metro de comprimento e largura adaptável as fileiras de soja, tendo nos bordos dos dois lados suportes de madeira para facilitar o seu uso. O pano é colocado entre duas fileiras adjacentes da soja, com o cuidado de não perturbar os insetos presentes no ponto de tomada das amostras. A seguir, as plantas são inclinadas sobre o pano, batendo-se vigorosamente na mesma,

a fim de deslocar as pragas para a superfície do pano. Recolocam-se as plantas na sua posição original, anotando-se as pragas caídas no pano em uma ficha especial. Um modelo da ficha criada pela EMBRAPA-CNPSO encontra-se, em anexo, no final deste trabalho.

O método de levantamento de danos já causado é definido de acordo com o tipo de dano. O desfolhamento é estimado visualmente, examinando-se uma área circular, com raio aproximado de 10 m, centrado no ponto de amostragem pelo pano. No caso de ataque da broca-das-axilas, recomenda-se verificar a porcentagem de ponteiros atacado em 50 plantas, próximas ao ponto de amostragem de vagens atacadas em 20 plantas, próximas ao ponto de amostragem.

Como a decisão a respeito da utilização dos meios de controle se baseia nas amostragens, é importante que estas sejam representativas, qualitativa e

quantitativamente. Assim, os pontos de amostragem devem ser posicionados em locais representativos da lavoura e obedecer um número mínimo de seis amostragens em lavouras de até 10 hectares. Para lavouras de até 30 hectares, sugere-se a utilização de, pelo menos, oito pontos de amostragem e dez amostragens para lavouras de até 100 hectares.

TOMADA DE DECISÃO

Uma vez efetuadas as médias das populações das pragas e seus danos, deve-se comparar os valores obtidos com os níveis colocados na Figura 2. Havendo necessidade de utilização de inseticida, sugere-se que o agricultor procure um agrônomo da assistência técnica, havendo consigo os resultados das amostragens, para que seja discutido o melhor produto para cada situação.

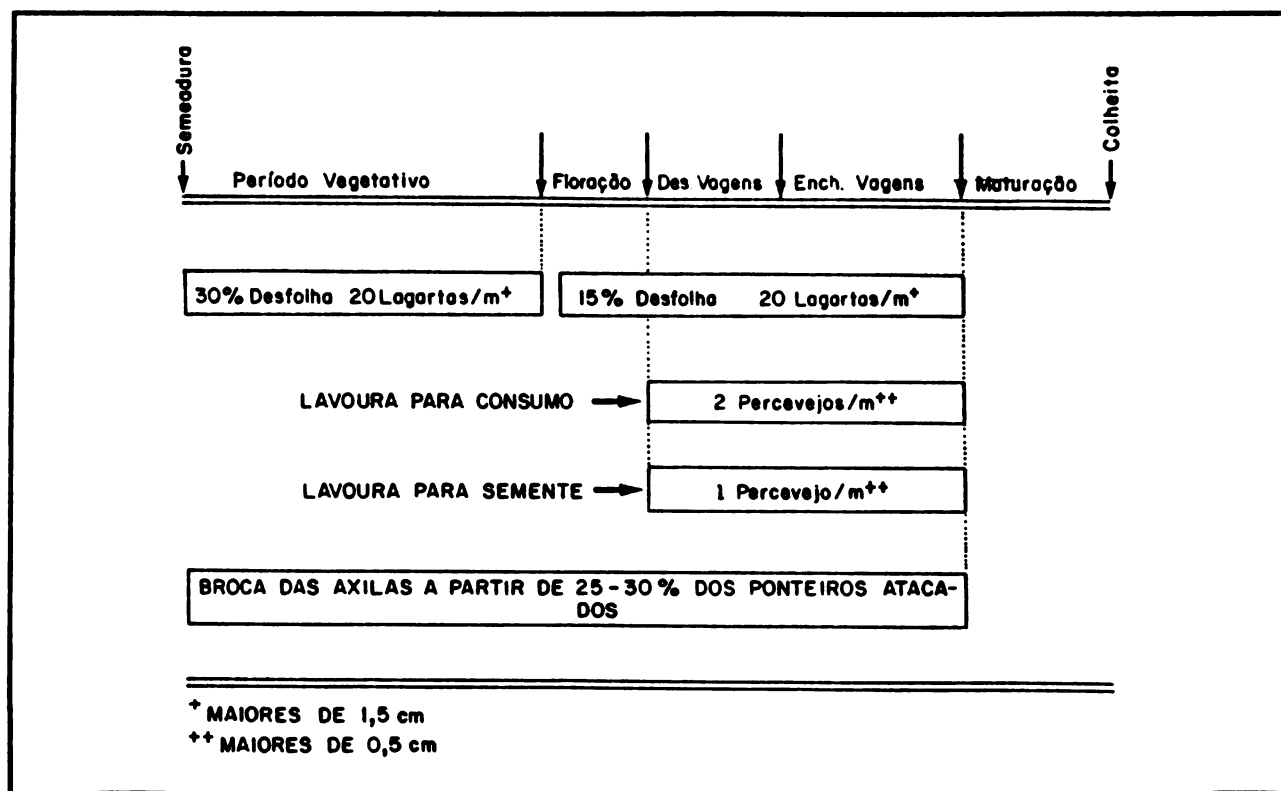


Figura 2. Níveis de ação no controle de pragas da soja. Fonte: Panizzi 1980.

ALGUNS CRITÉRIOS UTILIZADOS NA SELEÇÃO DE INSETICIDAS PARA USO NO MP DA SOJA

Interessam mais de perto, aos técnicos da assistência técnica quais os critérios utilizados na definição dos inseticidas recomendados. São os seguintes:

O inseticida deve fornecer 80-90 por cento de controle de praga visada.

Essa amplitude foi estabelecida com base em três premissas principais. Primeiramente, está é a faixa que poderia ser chamada de econômica para a maioria dos inseticidas recomendados, isto é, onde o controle obtido ainda é proporcional à dose aplicada. Por exemplo, com um litro por hectare de determinado produto consegue-se uma eficiência de 80 por cento sobre a praga que se deseja controlar. No entanto, para atingir-se 100 por cento de controle, são necessários dois ou três litros do mesmo produto. Conclusão: para os 20 por cento adicionais de controle, o custo aumentou 100 por cento ou 200 por cento. Em segundo lugar, o uso prolongado de um produto em uma dose que forneça uma alta porcentagem de controle (por exemplo, 99%) pode provocar o aumento da população resistente da praga, pela eliminação dos indivíduos suscetíveis da pressão de seleção, ao produto usado. Finalmente, se forem utilizadas as mesmas altas porcentagens de eficiência citadas anteriormente, mesmo que o inseticida seja seletivo, ocorrerá, indiretamente a redução da população de parasitas, predadores e patógenos, pela ausência de substrato para sua sobrevivência. Esses três fatores

justificam a restrição de uso de doses elevadas de produto. Não é necessário justificar o porquê de não se preconizar controles inferiores a 80 por cento obviamente insuficiente para que os objetivos desejados sejam atingidos.

Poder residual médio

Se o produto apresentar atividade de controle por um período muito curto, será rápido o desaparecimento do seu efeito na lavoura e riscos de novos ataques da praga visada poderão repetir-se. Por outro lado, um inseticida com efeito residual longo (maior a 30 dias) poderia ocasionar o surgimento de resíduos no grão, circunstância indesejável. O ideal, então, é que os produtos apresentem um poder residual médio sobre as plantas (10-15 dias).

Boa seletividade para inimigos naturais

Este critério é de fundamental importância para o MP da soja, pois a sua não observância poderá acarretar a "ressurgência de insetos-pragas", em virtude da supressão desses agentes de controle das pragas da lavoura. Deve-se, portanto, dar preferência a inseticidas que causam baixos índices de mortalidade na população de insetos benéficos. Neste trabalho apresentamos uma escala de classificação de inseticidas quanto à seletividade para inimigos naturais, baseada nos índices de mortalidade que causam à população de predadores e/ou parasitas (Quadro 2). Os inseticidas recomendados contra insetos-pragas da soja no Brasil são apresentados no Quadro 3.

Quadro 2. Escala de classificação de inseticidas quanto à suscetibilidade para inimigos naturais das pragas da soja.

Eficiência para Inimigos naturais (%)	Nota	Inseticidas	Seletividade
0 - 20	1	Seletivos	Alta
21 - 40	2	Moderadamente seletivos	Média
41 - 60	3	Pouco seletivos	Baixa
61 - 80	4	Não seletivos	Inexistente
81 - 100	5	Não seletivos	Inexistente

Fonte: Corso, 1988

Quadro 3. Inseticidas recomendados contra insetos pragas da soja no Brasil

Inseto	Inseticida	Dosagem (g L.L./ha)
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	<i>Baculovirus anticarsia</i>	50 ^a
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 ^b
	Carbaril	192
	Diflubenzuron	15
	Endossulfan	175
	Profenofós	100
	Tiodicarbe	70
	Triclorfon	400
<i>Pseudoptusia includens</i>	Carbaril	320
	Endossulfan	437
	Metilparation	300
Percevejos (<i>N. viridula</i> , <i>P. guildinii</i> e <i>E. heros</i>)	Carbaril ^c	800
	Endossulfan ^d	437
	Fenitroton	500
	Fosfamidon	600
	Metamidofós ^d	300
	Metilparation ^e	480
<i>Epinotia aporema</i>	Metamidofós	300
	Metilparation	480

- ^a 50 lagarta-equivalente.
- ^b Dosagem do produto comercial com 16.10⁹ U.I.
- ^c Recomendado contra *Piezodorus guildinii* somente.

- ^d Recomendado contra *Nezara viridula* e *P. guildinii*.
 - ^e Recomendado contra *N. viridula* e *Euschistus heros*.
- Fonte: Comissão de Entomologia da Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja 1988/89

NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE DE PRAGAS DA SOJA

A EMBRAPA-CNPSO vem pesquisando novas alternativas de controle, visando principalmente aproveitar, ao máximo, os métodos culturais e a resistência de plantas a insetos, bem como a potencialidade de agentes de controle biológico existentes nos campos de soja. A táticas que vêm sendo pesquisadas são descritas a seguir:

Uso do parasita *Trissolcus basalis* para o controle de percevejos

Em termos de projeto-piloto, está sendo testada a eficiência de liberações maciças do parasita em campos

de soja, a nível de agricultor, para reduzir populações de percevejos.

Uso de cultivares resistentes a percevejos

Estudos recentes já apontam algumas linhagens de soja, com sementes pequena, que suportam melhor os danos causados por estes insetos.


Uso de cultivar-armadilha para percevejos

Este método consiste em atrair os percevejos para uma área restrita da lavoura, através do plantio de outros hospedeiros preferencias ou soja precoce, em áreas marginais a cultura para, nestes locais, combatê-los sem haver, portanto, a necessidade de aplicar inseticida em toda a área de lavoura.







MANEJO DE PRAGAS DA SOJA

Propriedade: _____
 Data: _____
 Variedade: _____
 Município: _____

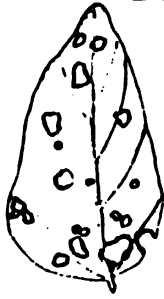
Antes da Floração
 Floração
 Desenvolvimento da semente
 Maturação





EMBRAPA
 CENTRO NACIONAL DE
 PESQUISA DE SOJA

PRAGAS			PONTOS DE AMOSTRAGEM											
Lagartas: Pequenas = menores de que 1,5 cm. Grandes = maiores de que 1,5 cm.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Média
	Lagarta da Soja (Anticarsia)	Pequenas												
		Grandes												
	Lagarta Falsa Medideira (Pseudoplusia)	Pequenas												
		Grandes												
Lagarta sem Nombradas (Doença Branca)														
Lagarta sem Vires (Doença Preta)														
	Percevejo Verde (Mecura)	Ninho												
		Adulto												
	Percevejo Pequeno (Piscedorad)	Ninho												
		Adulto												
	Percevejo Marrom (Euschistus)	Ninho												
		Adulto												
	Branca dos Panteiros (Epinotal)	Ponteiros Atacados Nº de Plantas												
Desfolhamento														

DIFERENTES NIVEIS DE DESFOLHA


5%


15%


35%



45%

Figura 3. Formulário para manejo de pragas da soja.

Doenças da soja no Brasil: Epidemiología e controle

Alvaro M.R. Almeida *

INTRODUÇÃO

A soja foi introduzida no Brasil no estado da Bahia conforme relata Dutra, em 1822. No entanto, foi somente a partir de 1970 que se verificou um aumento significativo da produção brasileira, originando, principalmente, pela expansão da área cultivada e da produtividade obtida (Quadro 1).

Se considerarmos que a população mundial calculada em cerca de quatro bilhões de pessoas em 1976, irá dobrar nos próximos trinta anos, veremos que existem sérias perspectivas quanto à falta de alimento, especialmente, fontes de proteína.

A soja tem demonstrado excepcional capacidade para substituir a proteína de origem animal, além de produzir comparativamente, maior quantidade de proteína, por unidade de área do que qualquer outra cultura.

Por outro lado, a área agricultável no Brasil pode ainda ser expandida, aumentando significativamente nossa produção (Figura 1).

No entanto, a manutenção ou elevação da produção da soja brasileira depende de vários fatores, entre eles, a ocorrência de doenças.

As doenças e algumas medidas de controle, embora conhecidas na região tradicional de cultivo, são quase

inexistentes nas novas regiões de plantio, cujas condições climáticas, temperatura e umidade, principalmente, são extremamente favoráveis ao desenvolvimento de moléstias na soja.

As avaliações desses campos de produção, realizados pelos fitopatologistas do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, desde 1975, têm demonstrado que a importância econômica de cada doença é variável com o ano de cultivo e com o local de plantio.

Embora os dados referentes às perdas causadas pelas doenças sejam escassos, observam-se que os prejuízos médios podem estar ao redor de 15 por cento. Baseados nessa estimativa e considerando a produção brasileira deste último ano (1988/89) de 21,6 milhões de toneladas, podemos dizer que ao preço interno de U\$ 185,00/t, as doenças causam prejuízos de 600 milhões de dólares.

Tem-se observado, que à semelhança de outras culturas, os maiores níveis de infecção ocorrem em regiões onde o plantio continuado (monocultura) é mais antigo. Isto demonstra, claramente, o efeito do aumento gradativo do inóculo.

Por outro lado, a expansão da cultura para novas áreas de plantio, tem favorecido a disseminação das doenças, visto que, a maioria dos patógenos são transmitidos pelas sementes. Assim, o uso de sementes certificadas, procedentes de outros estados ou países, e de cultivares de soja não testados na região, podem ocasionar a introdução de moléstias, ou raças de patógenos, ainda não existentes.

Todas as partes das plantas de soja são suscetíveis à infecção, a qual reduz a qualidade e/ou quantidade de sementes produzidas. A perda dependerá do

* Ph. D., Fitopatologista, Pesquisador do CNPSa/ EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil.

patógeno envolvido, idade da planta quando infectada, severidade das doenças, número de plantas infectadas por hectare, além de outros fatores, tais como, condições climáticas do ano do cultivo, cultivar utilizada, etc.

Devemos considerar ainda que os patógenos causadores de doenças, tais como, fungos, bactérias, vírus e nematóides, podem estar inter-relacionados entre si, ou com outros organismos (insetos, por

exemplo), formando por vezes, complexas inter-relações de difícil solução.

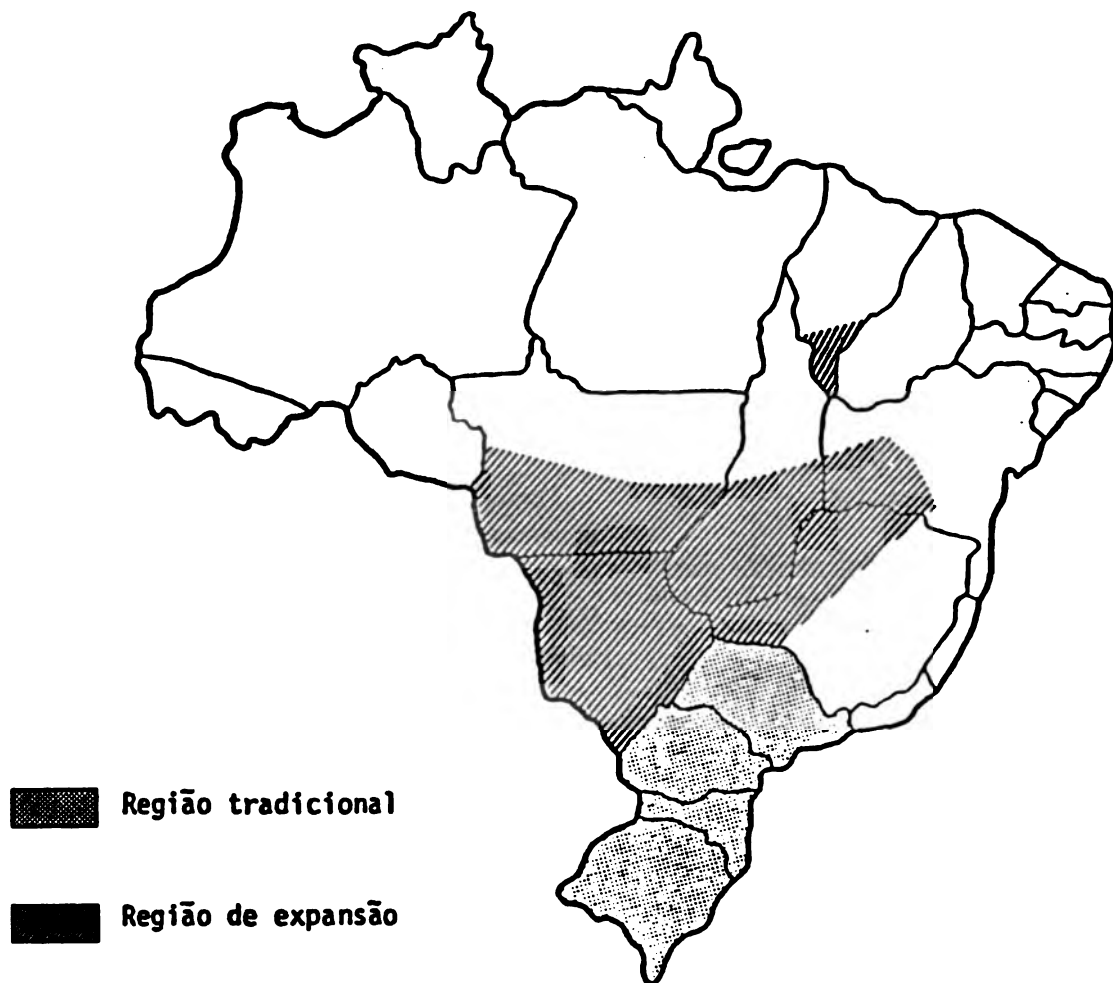
É importante comentar que os campos de cultivos podem apresentar mais de um patógeno simultaneamente.

Há também casos, em que uma doença existente de forma generalizada em um ano de cultivo, torna-se inexistente, em outro.

Quadro 1. Evolução do cultivo de soja no Brasil

	Bahia	GoIás	Mato Grosso	Mato Grosso do Sul	Minas Gerais	Santa Catarina	São Paulo	Rio Grande do Sul	Paraná	Maranhão	Brasil
1970 ha	16	7.884	5.809	-	1.579	65.956	62.152	871.202	304.211	-	1.318.809
t	25	9.817	8.995	-	1.806	52.998	90.086	976.807	368.006	-	1.508.540
kg/ha	1.563	1.245	1.548	-	1.144	804	1.450	1.121	1.219	-	1.144
1975 ha	600	55.900	194.280	-	75.781	361.475	391.200	3.113.286	1.631.897	-	5.824.419
t	540	73.392	272.624	-	87.375	467.160	678.000	4.688.521	3.624.946	-	9.892.558
kg/ha	900	1.320	1.403	-	1.153	1.292	1.733	1.506	2.221	-	1.688
1980 ha	1.906	247.390	70.041	791.890	162.389	520.401	560.767	3.987.502	2.420.000	80	8.762.366
t	2.224	445.302	116.876	1.187.844	289.542	718.764	1.099.058	5.737.170	5.225.000	96	14.821.876
kg/ha	1.166	1.800	1.669	15.009	1.783	1.381	1.960	1.439	2.159	1.200	1.691
1985 ha	100.000	734.210	795.438	1.307.840	446.848	420.130	498.553	3.637.173	2.196.370	8.129	10.144.482
t	140.000	1.356.240	1.656.039	2.558.720	882.607	563.882	960.386	5.711.149	4.413.00	9.012	18.251.035
kg/ha	1.400	1.847	2.082	1.957	1.975	1.342	1.926	1.570	2.009	1.109	1.799
1989 ha	386.000	1.026.000	1.708.000	1.306.000	585.000	438.000	574.000	3.664.000	2.400.000	22.000	12.109.000
t	598.000	1.988.000	3.638.000	2.743.000	1.140.000	613.000	1.142.000	6.156.000	4.872.000	40.000	22.930.000
kg/ha	1.550	1.929	2.130	2.100	1.950	1.400	1.990	1.680	2.030	1.800	1.892

Fonte: IBGE, *Safras e Mercados*.



Região tradicional

	1970	1980	1985	1989
ha	1.303.521	7.479.400	6.752.200	5.033.000
t	1.487.897	12.955.200	11.648.400	10.147.000
kg/ha	1.141	1.730	1.720	1.909

Região de expansão

	1970	1980	1985	1989
ha	15.288	1.294.500	3.324.000	7.076.000
t	20.643	2.200.600	5.989.000	12.783.000
kg/ha	1.350	1.700	1.800	1.775

Figura 1. Produção de soja nas regiões, tradicional e de expansão.

Doenças e Patógenos da Soja Descritos no Brasil

Devido à capacidade de serem transmitidos pelas sementes, muitos patógenos identificados nos países que cultivam a soja por mais tempo que o Brasil, também aqui já têm sido identificados.

Doenças causadas no Brasil por fungos, bactérias, vírus e nematóides são descritas nos Quadros 2, 3, 4 e 5.

A ferrugem da soja é sério problema nos países asiáticos.

No Brasil, a raça existente não é muito agressiva, ao contrário das outras raças descritas.

Outras doenças importantes e ainda não descritas no Brasil, estão enumerados no Quadro 6.

A podridão de *Phytophthora* causa sérios prejuízos nos EUA, além de exigir constante vigilância dos fitopatologistas devido à ocorrência de diversas raças.

Em relação aos nematóides não identificados no Brasil, a espécie mais importante é *Heterodera glycines* conhecido como nematóide de cisto (soybean cyst nematode). Outras espécies relatadas são (*Rotylenchus reniformis*), além do *Belonolaimus gracilis*, *B. longicaudatus*, *Hoplolaimus columbus* e diversas espécies de *Pratylenchus*.

SINTOMATOLOGIA DAS PRINCIPAIS DOENÇAS DA SOJA NO BRASIL

Mancha Olho de Rã - *Cercospora sojina* Hara

Esta doença pode ocorrer em folhas, hastes e vagens. As lesões nas folhas são bem definidas, arredondadas, um a quatro de diâmetro, de coloração variável de cinza a castanho-claro. Inicialmente, ocorrem pontuações castanho-avermelhadas que evoluem posteriormente. Na face inferior da folha pode-se notar no centro das lesões, coloração cinza, devido à formação de condióforos e conídios. Quando o ataque é intenso, pode causar severa desfolha.

As lesões em folhas variam em tamanho e número de acordo com a cultivar inoculada, isolado utilizado e concentração de esporos.

As vagens, quando atacadas normalmente originam sementes infectadas, enrugadas ou apodrecidas. o tegumento apresenta-se de cor acinzentado. A enfermidade pode ser transmitida pelas sementes e permanecer em restos de cultura. A maioria das cultivares utilizadas são resistentes (vide Quadro 7, pág. 170).

Mancha Parda - *Septoria glycines* Hemmi

Quando a infecção ocorre durante o início do desenvolvimento da cultura, as folhas primárias exibem lesões angulares um a cinco mm de diâmetro, de coloração parda avermelhada. As folhas posteriormente amarelecem e caem.

Nas folhas trifolioladas os sintomas ocorrem generalizados no limbo foliar, na forma de pontuações necróticas ou lesões pardoavermelhadas. Pode ser facilmente distinguida do crestamento bacteriano quando se observa a face inferior da folha. A bacteriose apresenta lesões negras, com exudação, ao contrário da mancha parda que tem na mesma face da folha, lesões castanho-claras.

Em plantas adultas observa-se a doença mais facilmente nas folhas baixas, com evidente amarelecimento. A doença pode ocorrer durante todo o ciclo da planta, visto que os esporos de *S. glycines* necessários para infecção, apresentam boa germinação na faixa de temperatura variável de 22-26° C, que ocorre durante o ciclo da cultura.

Nos estádios R6 em diante, é frequente haver associação com *Cercospora kikuchii*, com forte amarelecimento e necrose das folhas que caem prematuramente, podendo, em alguns casos, acelerar a maturação.

Ambos os patógenos transmitem-se pelas sementes além de permanecer no campo em restos de cultura. Não se conhece nenhuma cultivar resistente.

Quadro 2. Doenças causadas por fungos, em soja, no Brasil.

Nome comum da doença	Agente causal
Mancha olho de rã	<i>Cercospora sojina</i>
Mancha alvo	<i>Corynespora cassiicola</i>
Míldio	<i>Peronospora manshurica</i>
Mancha em reboleira	<i>Rhizoctonia solani</i>
Mancha parda	<i>Septoria glycines</i>
Mancha fermento	<i>Nematospora coryli</i>
Mancha púrpura	<i>Cercospora kikuchii</i>
Murcha de <i>Sclerotium</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>
Podridão branca da haste e da vagem	<i>Phomopsis sojae</i>
Cancro da haste	<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i>
Podridão branca da haste	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Antracnose	<i>Colletotrichum dematium</i> var. <i>truncata</i>
Podridão de roselinia	<i>Rosellinia</i> sp.
Podridão preta	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Oídio	<i>Microsphaera diffusa</i>
Ferrugem	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
Mancha de <i>Alternaria</i>	<i>Alternaria</i> sp.
Mancha de <i>Phyllosticta</i>	<i>Phyllosticta</i> sp.
Mancha de <i>Ascochyta</i>	<i>Ascochyta</i> sp.
Mancha de <i>Myrothecium</i>	<i>Myrothecium roridum</i>
Podridão radicular de <i>Cylindrocladium</i>	<i>Cylindrocladium clavatum</i>

Quadro 3. Doenças causadas por bactérias que infectam a soja no Brasil.

Nome comum da doença	Agente causal
Crestamento bacteriano	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycinea</i>
Pústula bacteriana	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>glycines</i>
Fogo selvagem	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>

Quadro 4. Viroses que infectam a soja no Brasil.

Nome comum	Vírus
Mosaico comum de soja	Vírus do mosaico comum da soja
Mosaico amarelo	Vírus do mosaico comum do feijoeiro
Mosaico cálico	Vírus do mosaico da alfafa
Queima do broto	Vírus da necrose branca do fumo
	Vírus do mosaico severo do caupi
Mosaico crespo	Vírus da clorose infecciosa das malváceas
Mosaico anão	Vírus do mosaico de Euphorbia
Mosaico suave	Vírus do mosaico angular do feijoeiro
Amarelo do broto da soja	Potyvirus não caracterizado.
–	Vírus do mosaico em desenho do feijoeiro
–	Vírus do mosaico do feijoeiro do sul
–	Vírus do mosqueado severo do caupi

Quadro 5. Espécies de nematóides parasitas da soja identificados no Brasil.

Espécie	Espécie
<i>Criconemoides</i> sp.	<i>M. bauruensis</i>
<i>Hoplolaimus</i> sp.	<i>M. inornata</i>
<i>Longidorus</i> sp.	<i>M. arenaria</i>
<i>Pratylenchus</i> sp.	<i>M. hapla</i>
<i>Scutellonema</i> sp.	<i>M. incognita</i> raça 1
<i>Trichodorus</i> sp.	raça 2
<i>Tylenchus</i> sp.	raça 3
<i>Xiphinema</i> sp.	raça 4
<i>Meloidogyne javanica</i>	

Quadro 6. Doenças e patógenos de importância econômica na cultura da soja e ainda não constatados no Brasil.

Nome comum da doença	Agente causal	Ocorrência
Podridão de Phytophthora	<i>P. megasperma</i> var. <i>sojae</i>	EUA
Podridão castanha da haste	<i>Cephalosporium gregatum</i>	EUA
Mancha foliar vermelha	<i>Pyrenochaeta glycines</i>	EUA
Murcha bacteriana	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	EUA
Queima do broto	Tobacco ringspot virus	EUA, Canadá, China
Mosqueado da soja	Bean pod mottle virus	EUA
	Peanut mottle virus	EUA, Argentina
Nanismo da soja	Soybean dwarf virus	Asia
--	Cowpea Chlorotic mottle virus	EUA

Quadro 7. Reação à mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*), ao crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*, isolado B-19, raça R3), ao nematóide da galha (*Meloidogyne incognita*, raça 4, e *M. javanica*) e reação ao vírus do mosaico comum de cultivares de soja recomendadas para semeadura comercial. EMBRAPA- CNPSo. Londrina, PR. 1988.

Cultivar	Mancha ¹ "olho- de-rã	Crestamento ¹ bacteriano	Vírus ¹ do mosaico comum	Nematóides de galhas ^{1,2}	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Andrews	R	S	S	S	S
Bienville	R	R	R	-	-
Bossier	S	S	S	S	S
Bragg	S	S	S	R	R
BR-1	R	R	S	S	S
BR-2	S	R	R	S	S
BR-3	R	S	R	S	S
BR-4	S	R	R	S	S
BR-5	S	R	S	S	S
BR-6 (Nova Bragg)	R	S	S	R	R
BR-7	S	S	S	S	S
BR-8 (Pelotas)	R	R	R	R	S
BR-9 (Savana)	R	S	R	S	S
BR-10 (Teresina)	S	S	S	S	S
BR-11 (Carajás)	S	S	S	S	S
BR-12	S	S	R	S	S
BR-13 (Maravilha)	R	S	S	S	R
BR-13 (Modelo)	R	S	R	S	S
BR-15 (Mato Grosso)	R	S	R	S	S
BR-16	R	S	R	S	S
BR-27 (Cariri)	R	-	-	R**	S**
BR-28 (Seridó)	R	S	R	-	-
Burití (MS BR-21)	R	-	-	S**	S**
Campos Gerais	R	R	R	MR	S
CEP 10	I	S	S	R	S
CEP 12 (Cambará)	S	S	R	S	S
CEP 16	R	-	-	S	S
Cobb	S + R	S	S	R	S
Coker 136	R	S	S	R	S
Cristalina	R	S	S	S	S
Davis	R	S	R	R	S
Década	S	S	S	S	S
Doko	S	S	S	S	S

Cultivar	Mancha ¹ "olho- de-rã	Crestamento ¹ bacteriano	Vírus ¹ do mosaico comum	Nematóides de galhas ^{1,2}	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Dourados	S	S	S	S	S
EMGOPA-301	S	S	S	S	S
EMGOPA-302	R	-	S	S	S
EMGOPA-303	S	-	S	R**	R**
EMBOPA-304 (Campeira)	-	-	-	S**	S**
EMGOPA-305 (Caraíba)	R	-	-	S**	S**
Eureka	R	-	-	-	-
FT-1	R	S	S	S	S
FT-2	R	S	S	S	S
FT-3	R	S	S	S	S
FT-4	R	S	S	S	S
FT-5 (Formosa)	R	S	S	S	S
FT-6 (Veneza)	R	R	S	S	S
FT-7 (Tarobá)	R	R	R	S	S
FT-8 (Araucária)	R	S	R	S	S
FT-9 (Inaê)	R	S	S	S	S
FT-10 (Princesa)	R	S	R	S	S
FT-11 (Alvorada)	R	S	S	S	S
FT-12 (Nissei)	R	S	S	S	S
FT-13 (Aliança)	R	-	R	S	S
FT-14 (Piracema)	R	S	S	S	S
FT-15	R	S	S	S	S
FT-16	R	R + S	R	-	S
FT-17 (Bandeirantes)	R	R + S	S	R	S
FT-18	-	S	-	S	S
FT-19	R	S	-	-	-
FT-20	R	S	-	S	S
FT-Cometa	R	-	-	S**	R**
FT-Jatobá	R	-	-	-	-
FT-Maracaju	R	-	-	-	-
FT-Seriena	R	-	-	S**	S**
Garimpo (MS BR-22)	-	S	-	S**	S**
Guavira (MS BR-180)	R	-	-	**	S**
Hampton	R + I	-	-	-	-

Cultivar	Mancha ¹ "olho-de-rã	Crestamento ¹ bacteriano	Virus ¹ do mosaico comum	Nematóides de galhas ^{1,2}	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Hardee	S	S	S	S	S
IAC-2	R	S	S	S	S
IAC-4	S + R	R	S	S	S
IAC-5	S	S	S	S	S
IAC-6	S	S	S	S	S
IAC-7	R + S (1:1)	S	S	S	S
IAC-7 (Nova IAC-7)	R	-	-	R**	S**
IAC-8	I	S	S	R	S
IAC-9	S	S	R	S	S
IAC-10	S	S	S	R	S
IAC-11	R	R	R	S	S
IAC-12	R	S	S	R	S
IAC-13	R	R + S	-	R	S
IAC-Foscarin 31	R	S	R	S	S
IAS 1	R	-	-	-	-
IAS 2	R	S	-	-	-
IAS 3 (Delta)	R	S	R	S	S
IAS 4	S	R	R	R	S
IAS 5	S	R	S	R	S
Industrial	R	S	S	S	MR
Invicta	R	-	-	R	S
IPAGRO-20	R	S	R	S	S
IPAGRO-21	S	R + S	-	R	S
Ipê (MS BR-20)	R	S	-	S**	S**
Ivaí	S	R	R	S	S
Ivorá	R	R	R	S	S
J-200	S	S	S	S	S
Lancer	R	S	R	R	S
LC 72-749	S	R	R	R	S
Majos	R	-	-	-	-
Mineira	S	S	S	S	S
Missões	S	R	R	R	MR
Numbaíra	R	R	R	R	S
OCEPAR 2 = Iapó	R	R	R	R	R
OCEPAR 3 = Primavera	R	S	S	S	S
OCEPAR 4 = Iguaçu	R	S	S	R	R
OCEPAR 5 = Piquiri	R	S	S	R	S
OCEPAR 6	R	S	-	-	-

Cultivar	Mancha ¹ "olho- de-rã	Crestamento ¹ bacteriano	Virus ¹ do mosaico comum	Nematóides de galhas ^{1,2}	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Pampeira	I	-	-	-	-
Paraná	R	R	S	S	S
Paranagoiana	R	R	S	S	S
Paranaíba	R	S	R	S	S
Pequi (MS BR-19)	R	-	-	R**	R**
Pérola	S	S	R	S	S
Planalto	S	S	R	S	S
Prata	S	-	R	-	-
Sant'Ana	R	S	S	R	S
Santa Rosa	R	S	S	S	S
São Carlos	R	S	R	S	S
São Luiz	S	S	S	S	S
São Gabriel	R	S	-	S**	S**
D'Oeste (MS BR-17)					
Sertaneja	R	S	S	R	S
Sulina	R	S	R	S	S
Tiaraju	R	S	S	S	S
Timbira	S	S	S	S	S
Tropical	S	S	S	R	R
UFV-1	S	S	S	S	S
UFV-2	R	S	S	R	S
UFV-3	S + R	S	S	S	MR
UFV-4	R	S	S	R	S
UFV-5	R	S	S	S	S
UFV-6 (Rio Doce)	R	S	S	S**	R**
UFV-7 (Juparanã)	R	S	S	S	S
UFV-8 (Monte Rico)	R + S	S	S	S	S
UFV-9 (Sucupira)	R	S	S	S	S
UFV-10 (Uberaba)	R	S	S	S	S
UFV-Araguaia	R	S	S	S	S
União	S	S	R	S	S
Viçosa	S	S	S	S	S
Vila Rica	S	S	S	S	S

¹ Reação: R = resistente; MR = moderadamente resistente; S = suscetível; - = falta informação.

Cultivares com misturas de plantas resistentes e suscetíveis; a primeira letra (ex: S + R) indica predominância dessa reação.

² Nematóides de galhas: ** cultivares avaliadas em apenas uma safra; as demais foram avaliadas em mais de duas safras.

Fontes: Antonio, 1988; Ferreira, 1985; Almeida 1986, 1987; e dados não publicados; OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1987; Yorinori, 1988).

Míldio*Peronospora manshurica* (Naoum.) Sydow ex Gaum

É uma enfermidade normalmente disseminada em regiões produtoras de soja.

Inicialmente formam-se pontuações amarelas, distribuídas na face superior da folha. Essas pontuações transformam-se depois em lesões maiores atingindo mais de um cm de diâmetro, com centro necrosado de cor castanho-claro e bordos cloróticos. Na face inferior e correspondente às lesões, notam-se formações cotonosas de coloração rosea, que é a frutificação do fungo.

As sementes quando infectadas apresentam-se cobertas por estrutura farinácea, branca, que corresponde aos esporos de resistência do fungo (oosporos).

A disseminação da doença ocorre através das sementes e permanece nos restos de cultura. Algumas cultivares apresentam resistência. Entretanto o fungo apresenta grande variabilidade genética, conhecendo-se cerca de 32 raças.

Mancha Alvo*Corynespora cassicola* (Berk. & Curt.) Wei

A doença ataca folhas, pecíolos, ramos, vagens, sementes e raízes. Nas folhas as lesões variam desde pequenas pontuações necróticas até manchas circulares de cor parda com 10-15 mm ou mais, de diâmetro. Normalmente observam-se na face inferior, lesões das nervuras, as quais apresentam coloração vinho típica. Plantas inoculadas artificialmente apresentaram pontuações necróticas violáceas que rapidamente tornaram-se castanho avermelhadas, circundadas por halo amarelado. No campo evidenciou-se apenas lesões castanhas, podendo apresentar ou não halo amarelado. As vezes pode aparecer lesão com halos concêntricos, semelhante a um alvo, donde se origina o nome da doença.

Nas vagens a enfermidade provoca lesões geralmente circulares com cerca de dois mm de

diâmetro, profundas, com centro violáceo e margem marrom.

O fungo pode permanecer nos restos da cultura de um ciclo para outro e é transmitido pelas sementes.

Em anos chuvosos pode infectar raízes e a haste, na região do caule, causando lesões vermelho-escuras. Abundante formação de esporos tornam a lesão negra.

Tombamento*Rhizoctonia solani* Kuhn; *Sclerotium rolfsii* Sacc.

A doença conhecida por tombamento é causada por fungos do solo, especialmente *R. solani* e *S. rolfsii*. Ocorre principalmente em períodos de muita chuva e na época da emergência. Inicialmente, observam-se lesões escuras e encharcadas na região do hipocótilo, pouco abaixo do colo. A lesão progride circundando o hipocótilo acabando por causar o tombamento da planta.

Quando a doença é causada por *S. rolfsii*, há abundante formação micelial, de cor branca, com presença de esclerócios esféricos de coloração variável de creme a castanho claro.

Quando o agente causal é *R. Solani*, o micélio formado é esparso, castanho claro e geralmente agregando partículas de solo junto à região do colo e às raízes próximas. As lesões são avermelhadas.

A disseminação para outras áreas ocorre através do arado, grade, movimentação do solo e sementes. É comum encontrarem-se plantas aparentemente saudáveis ao lado de outras infectadas. As vezes, dependendo da intensidade de infestação, torna-se necessário fazer o replantio.

Não se conhecem cultivares resistentes.

Morte em reboleira*Rhizoctonia solani* Kuhn

A doença foi descrita no Rio Grande do Sul, bem como no Paraná e São Paulo.

Inicialmente observaram-se clorose das folhas de baixo e lesões castanho avermelhadas no colo das plantas, as quais acabam por murchar e secam posteriormente. Os sintomas, iniciais ocorrem em plântulas havendo tombamento. Posteriormente, a doença se dissemina, expandindo-se na floração e formando as manchas dentro da lavoura, geralmente circulares.

Embora o fungo presente seja *R. solani* acredita-se que ocorra a interação deste fungo com *Fusarium* spp.

Não existem até o momento, cultivares resistentes. O fungo foi identificado em plantas de trigo e tremoço (*Lupinus albus*).

Podridão branca da haste

Whetzelinia sclerotiorum (Lib.) Korf & Dumond
Sin: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary.

Esta enfermidade foi observada causando consideráveis danos às lavouras de soja nas regiões de Castro e Ponta Grossa, no Estado do Paraná. A manifestação da doença está associada a períodos quentes e bastante úmidos.

Os sintomas da doença são evidenciados nas hastes, as quais apresentam manchas castanho-claras, encharcadas. As lesões se alastram através dos feixes lenhosos atingindo ramos, vagens e pecíolos. Posteriormente há desenvolvimento de micélio branco de aspecto cotonoso no qual se formarão os esclerócios. Os esclerócios são estruturas de resistência do fungo de forma variável, de cor negra e são encontrados dentro e fora das hastes.

Durante a colheita essas estruturas ficam junto das sementes ou são disseminados na superfície do solo. Assim, o fungo se dissemina na forma de esclerócios junto com as sementes ou na forma de micélio, aderido às mesmas.

A ocorrência da forma perfeita do fungo foi observado no município de Ponta Grossa, PR, em 1978 (Yamashita et al.).

Como medidas de controle recomenda-se utilizar sementes certificadas de boa qualidade, aumentar o espaçamento e diminuir a adubação possibilitando melhor aeração.

Caso um campo de produção apresente foco de infecção, deve-se isolar as áreas das demais nas operações de cultivo e colheita.

Queima da haste e da vagem

Phomopsis sojae = *Diaporthe phasolorum* var. *sojae*.

Os sintomas tornam-se bastante evidentes quando a planta está próxima do fim de seu ciclo. Os ramos e vagens apresentam pontuações negras, dispostas linearmente nas hastes e de forma irregular, nas vagens. Esta doença tem sido responsável pela baixa qualidade das sementes produzidas, na maioria dos casos onde este aspecto é observado.

É transmissível pela semente. As sementes infectadas ao germinarem, produzem plântulas doentes que morrem rapidamente. As vezes não chegam a emergir.

Condições de alta umidade do solo favorecem seu desenvolvimento. Não há relatos quanto a resistência genética.

Antracnose

Colletotrichum dematium var. *truncata*.

Da mesma forma que a doença anterior os sinais desta são bem visíveis quando as plantas estão próximas à maturação. Há formação de pontuações negras nas hastes e nas vagens. Distinguese da queima da haste por ter as estruturas negras distribuídas irregularmente nas hastes e nas vagens. As vagens bastante infectadas produzem sementes com lesões profundas e escuras. Transmite-se pela semente. Durante a germinação o fungo se desenvolve a partir das lesões nas sementes, atingindo o hipocótilo e raízes, onde pode causar o tombamento de plântulas (Ferreira et al., 1981). Não se conhecem cultivares resistentes.

Podridão negra ou Podridão cinza
Macrophomina phaseolina (Tass.) Gold

Normalmente ocorre no fim do ciclo da cultura ou quando ocorrem períodos de estiagem.

As raízes e a região do colo desprendem facilmente a casca, exibindo coloração cinza ou negra, com presença de pontuações de microesclerócios, também de cor negra ou cinza.

O fungo permanece de um ano para outro em restos de cultura da forma de esclerócios, no solo.

Não se conhece método de controle.

Crestamento bacteriano
Pseudomonas syringae pv. *glycinea*.

Ocorre geralmente no período inicial na cultura quando predominam temperaturas mais amenas. O patógeno ataca haste, folhas e vagens. Entretanto, os sintomas são mais visíveis nas folhas. Inicialmente notam-se pontuações cloróticas que posteriormente ficam encharcadas com halo clorótico. As lesões tornam-se castanho-escuros e acabam ficando negras. Quando as lesões coalescem acabam por causar rompimento do limbo foliar devido a ação do vento. Na face inferior da folha as lesões são negras, brilhantes e com exudação.

É facilmente confundida com a pústula bacteriana. Transmite-se por semente. A maioria das cultivares comerciais são suscetíveis (vide Quadro 7, pág. 170) (Ferreira et al. 1979; Ferreira, 1985).

Pústula bacteriana
Xanthomonas campestris pv. *glycines*

Sua identificação no Brasil foi feita em lavoura de soja no Estado de São Paulo.

Pode infectar ramos, folhas e vagens. Nas folhas, os sintomas são mais típicos na face inferior. As pontuações verde-amareladas tornam-se necróticas, geralmente sem halo amarelo circundante. O halo pode aparecer posteriormente nas lesões mais velhas.

Nos estágios iniciais pode-se diferenciar esta doença do crestamento bacteriano pela existência de pequena elevação esbranquiçada no centro da lesão, na face inferior da folha. Nos estágios mais avançados as duas doenças podem ser confundidas sintomaticamente. Quando o ataque é intenso as pequenas lesões coalescem, havendo rompimento do limbo foliar e queda de folhas. A pústula bacteriana foi considerada de pequena importância em São Paulo. Entretanto, suas lesões facilitam a infecção por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*.

O patógeno causador da pústula bacteriana é transmissível pela semente, podendo permanecer em restos de cultura e também na rizosfera de outras espécies vegetais.

A maioria das cultivares comerciais são resistentes a esta doença (Ferreira et al., 1979).

Fogo Selvagem
Pseudomonas syringae pv. *tabaci*.

As lesões causadas pelo fogo selvagem são de tamanho e forma variáveis, circundadas por grandes halos amarelados constituindo-se estes halos em importante característica sintomatológica da doença.

As folhas infectadas caem prematuramente.

Sua ocorrência está sempre associada à presença da pústula bacteriana, visto que o patógeno do fogo selvagem utiliza a lesão da pústula para iniciar a infecção. Desse modo, as cultivares resistentes à pústula bacteriana são resistentes ao fogo selvagem.

A doença é transmitida pela semente podendo sobreviver junto no campo em restos de cultura ou associada à rizosfera de outras espécies vegetais (Ferreira et al., 1979).

Mosalco Comum da Soja-Vírus do mosalco comum da soja

Plantas jovens quando atacadas tornam-se reduzidas em tamanho, bem como exibem redução no

tamanho das folhas e folíolos. As folhas apresentam mosaico, geralmente com bolhas verde-escuras.

Há redução do número de vagens produzidas e de sementes por vagem. As perdas dependem da incidência da doença e idade das plantas quando são infectadas no campo. As sementes produzidas em plantas doentes apresentam-se manchadas (mancha-café). Quando a infecção é tardia a incidência de sementes com mancha é menor. Estirpes fracas do vírus podem não induzir a mancha café ou pode ser reduzida a pequenos traços, próximos do hilo. A germinação das sementes manchadas não diferiu significativamente da germinação de sementes sem manchas.

Esta virose é transmitida por sementes e infecta o fedegoso (*Cassia occidentalis* L.). A taxa de transmissão observada para cultivares amostradas no Paraná variou de 1,3 a 7,8 por cento. A transmissão do vírus do mosaico comum de plantas de soja afetada para plantas sadias se dá através de pulgões: *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maydis* são os principais encontrados na região de Londrina.

Cultivares resistentes constam no Quadro 7 (pág.170).

Queima do Broto da Soja - Vírus de necrose branco do fumo

Esta fitovirose foi identificada pela primeira vez no Brasil em 1955.

Na maioria dos casos, a doença começa a aparecer nas plantações quando as plantas estão com a metade de seu tamanho ou mais. Inicialmente, observam-se manchas amarelas nas folhas de conformação irregular. Há invasão sistêmica da planta com paralização do crescimento apical, amarelecimento, curvatura para baixo e necrose. Na medula da haste pode ser notada necrose, principalmente no ponto de inserção das folhas primeiramente infectadas.

A brotação anormal é composta por folhas de menor tamanho.

O vírus tem amplo círculo de hospedeiro nas famílias das solanáceas, compostas, leguminosas e outras. Causa o mosaico tardio do algodão.

Pode ser transmitida pela semente. Foram determinadas taxas de até 10 por cento de transmissão. As sementes oriundas de plantas infectadas apresentam ruptura do tegumento e cotilédones separados. As manchas são semelhantes àquelas causadas pelo mosaico comum (mancha café).

A virose é também transmitida por trips do gênero *Frankliniella*, os quais adquirem o vírus da espécie *Ambrosia polystachya* DC, vulgarmente conhecida por cravorana.

Plantios tardios escapam do pico da população de trips e permitem o cultivo da soja em regiões onde a doença é severa (Almeida, 1989).

Não há cultivares resistentes.

Nematóides

As perdas causadas por nematóides são importantes e variam anualmente. Solos arenosos (cerrados do Brasil envolvendo Estados de MG, SP, MS e GO) têm apresentado grande infestação. No Brasil já foram identificados os seguintes gêneros e espécies parasitando a soja: *Criconeoides* sp., *Hoploblaimus* sp., *Longidorus* sp., *Pratylenchus* sp., *Scutellonema* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Tylenchus* sp., *Xiphinema* sp., *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. bauruensis*, *M. inornata*, *M. arenaria* e *M. hapla*.

Ataques severos causam nanismo das plantas e clorose interval das folhas (mancha carijó). A maioria dos nematóides que parasitam a soja não causa galhas. No Brasil, apenas o gênero *Meloidogyne* induz a formação de galhas no sistema radicular da soja.

Quando a população dos nematóides formadores de galhas é baixa, as galhas são pequenas. Em alta população, as galhas tornam-se maiores, deformando o sistema radicular, dando aspecto de cenoura. Infestações leves de *Meloidogyne* podem ser

confundidas com nodulação, quando observados por pessoas pouco treinadas. Os nódulos são mais esféricos, macios e facilmente destacáveis das raízes, sem causar lesão à mesma.

A utilização de cultivares resistentes é o método de controle mais adequado e a maioria das nossas cultivares originou-se de material Norte Americano com resistência aos nematóides (vide Quadro 7, pág. 170).

Em locais muito infestados, pode-se efetuar aração nas horas quentes do dia como medida auxiliar de controle, visto que os nematóides são altamente sensíveis à seca.

Recomenda-se trafegar com equipamentos nas áreas contaminadas após realizar os trabalhos nas áreas sem nematóides. A lavagem dos equipamentos e trator é recomendável.

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE DE DOENÇAS DE SOJA

Introdução

A importância de qualquer doença de plantas é avaliada pelos danos causados, direta ou indiretamente, a uma cultura.

Um exemplo tradicional dessa importância, dentro da fitopatologia, refere-se à ocorrência da requeima da batata, causada por *Phytophthora infestans*.

Em 1840 a Irlanda utilizava a batata como sua principal fonte de alimento. Quando esta cultura foi severamente infectada e dizimada pela requeima, houve redução drástica da produção, causando a morte de um milhão de pessoas, por fome, e forçou a emigração de outras 1,5 milhões.

Um exemplo mais recente de doenças em plantas, foi relatada em 1970, nos EUA, onde uma severa epidemia de *Helminthosporium maydis* afetou drasticamente a cultura do milho. Isto ocorreu devido ao uso, pelas companhias produtoras de milho híbrido, da macho esterilidade citoplasmática, a qual causava suscetibilidade a *H. maydis*.

Por esses exemplos, a fitopatologia tem mantido grande interesse em conhecer profundamente como

as doenças ocorrem, de modo a estabelecer medidas de controle.

O conhecimento científico destes estudos, bem como o desenvolvimento de equipamentos eletrônicos, têm colaborado para o rápido conhecimento das interações entre o patógeno, hospedeiro e o meio ambiente.

Devido à ação do homem nos processos de cultivo, a epidemiologia passou a incorporar um quarto fator, originando o tetraedro epidemiológico (Figura 2).

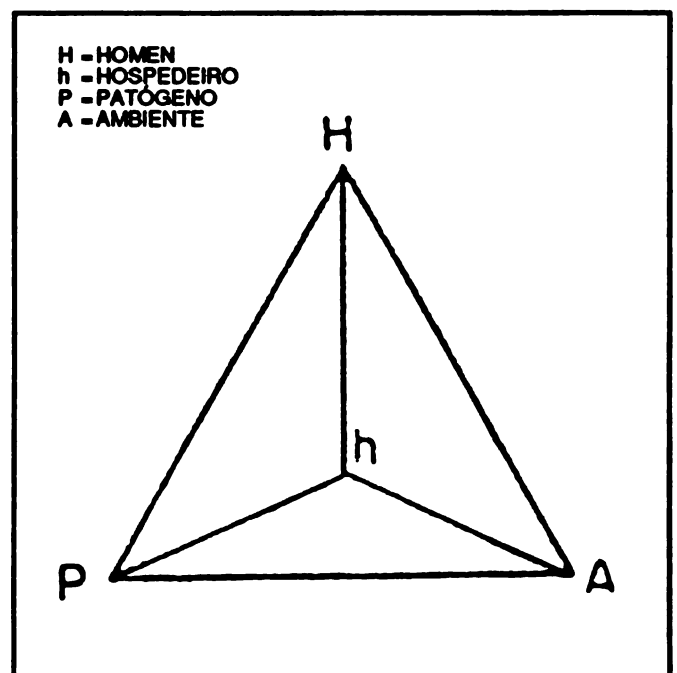


Figura 2. Tetraedro epidemiológico dos fatores e interações que afetam a ocorrência de doenças de plantas.

Fonte: Zadocks & Schein

De acordo com Nelson (1977), epidemiologia é definida como o estudo de fatores que afetam a taxa de desenvolvimento da doença numa população de plantas, num período de tempo.

Em relação ao patógeno, deve-se conhecer as condições ideais para sua instalação no tecido sadio, com posterior condições para esporular, disseminar, etc.

Em relação ao hospedeiro, é importante conhecer os aspectos que influenciam sua suscetibilidade como

data de plantio, uso de pesticidas, plantio direto ou convencional, adubação, método de irrigação etc.

Conhecendo-se estes fatores e os mecanismos de ação, pode-se estabelecer alterações de modo a reduzir ou inibir a ação do patógeno e sua sobrevivência.

Um exemplo da utilidade destes conhecimentos refere-se à infecção da soja pelo vírus da quelma do broto. Plantios tardios escapam da alta população de vetores e permitem o cultivo da soja nas regiões onde a incidência da doença chega a 100 por cento.

Conceituação sumariada de aspectos epidemiológicos

A ocorrência e manifestação de uma doença, numa população de plantas, é um processo dinâmico de interações que somente pode ser entendido quando se conhece o desenvolvimento do patógeno, do hospedeiro e de suas interações.

Normalmente, assumindo que as condições climáticas sejam favoráveis à infecção, a incidência e severidade da doença irá variar com o tempo de infecção e com o potencial de inóculo inicial (X_0). O potencial de inóculo tem grande efeito na taxa de infecção (Figura 3). Posteriormente, voltaremos a falar da taxa de infecção, conhecido como 'r' e do potencial de inóculos inicial (X_0).

Alguns patógenos reproduzem-se apenas uma vez durante o ciclo da cultura a qual infectam (ex. *Verticillium*), enquanto que outros reproduzem-se várias vezes (ex. ferrugem).

O ciclo de geração de um patógeno se completa quando após a dispersão do própágulo (esporos, grupos de esporos e fragmentos de hifas) ocorre o parasitismo, infecção, produção de novos propágulos e finalmente, nova dispersão.

O número de ciclos de geração do patógeno, por ciclo da cultura, constitui-se num importante fator de progresso da doença.

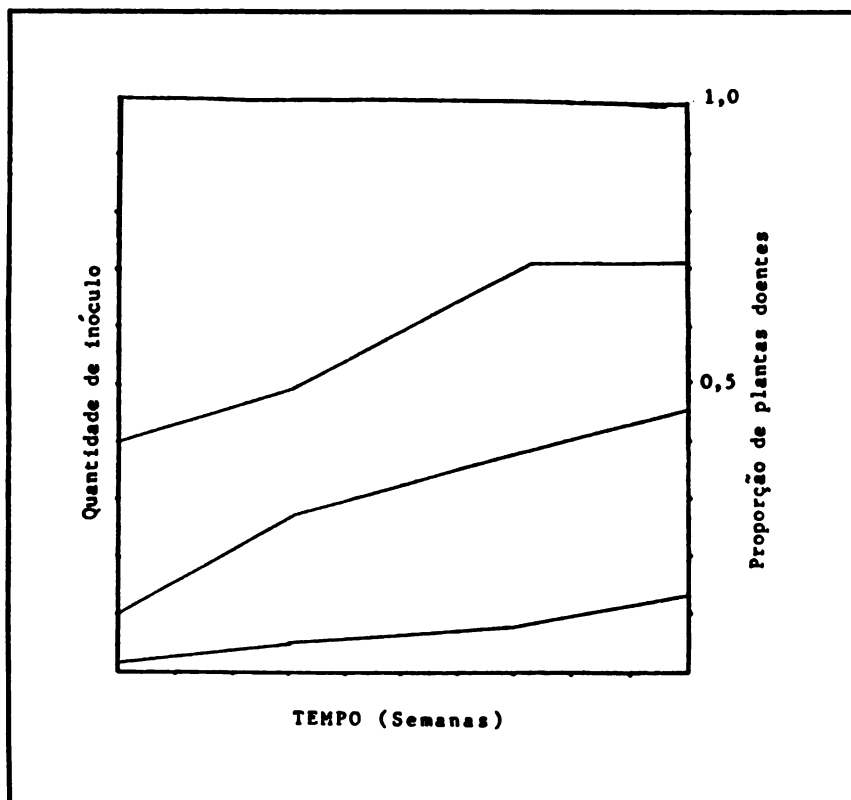


Figura 3.

Efeito do potencial de inóculo na velocidade de incidência de doença de plantas.

Patógenos Monocíclicos

Quando um patógeno completa seu ciclo, ou parte dele, num ciclo da cultura, e portanto tem apenas uma geração, é designado patógeno monocíclico.

A murcha do algodão é um exemplo. O agente causal, *Verticillium dahliae* sobrevive de uma cultura para outra, na forma de microesclerócio, que se desenvolveu em restos de culturas. No próximo plantio, assim que as raízes produzirem exudatos que estimulem a germinação dos microesclerócios e entrem em contato com as raízes, haverá infecção. Inicialmente o fungo invade o tecido cortical e posteriormente, o xilema.

Vê-se portanto que, *V. dahliae* produz inóculo que infectará apenas a próxima cultura suscetível. Conseqüentemente, haverá apenas uma geração do patógeno por ciclo de cultura. Outros exemplos de patógenos monocíclicos são *Fusarium solani* f. sp. *phaseol*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii*.

Alguns patógenos foliares são também monocíclicos. A ferrugem da maçã, causada por *Gymnosporangium juniperi-virginianae* sobrevive aos rigores do inverno do hemisfério norte, em galhas formadas em hospedeiro Intermediário ("red cedar"). Na primavera, as galhas exudam télias que produzem baridiosporos, os quais são levados pelo vento e chuvas às folhas e frutos de maçã, onde iniciam nova infecção.

Patógenos Policíclicos

Quando os patógenos são capazes de produzir mais de uma geração por ciclo da cultura, são conhecidos como patógenos policíclicos.

Um exemplo típico é *Septoria glycines*. Os esporos ou tecido micelial, sobrevivem em sementes e restos de cultura. Após as condições ambientais (temperatura e umidade) serem favoráveis à germinação e desenvolvimento, iniciam-se novas infecções. As lesões desenvolvem-se e os esporos produzidos são levados pelo vento ou respingos de água de chuva, às folhas novas onde o fungo produz novas lesões, iniciando ciclos secundários de infecção. O número de gerações dos patógenos policíclicos depende do grau de suscetibilidade do hospedeiro, além de outros fatores.

Progresso da doença

Devido à complexidade de observações necessários para se entender as infecções, os epidemiologistas têm procurado estabelecer modelos matemáticos que expliquem as inter-relações patógeno x hospedeiro, além de projetarem o futuro da infecção existente a partir de informações coletadas naquele momento. É importante considerar que, embora os modelos matemáticos contenham vários parâmetros, as respostas são próximas da realidade, visto que os parâmetros utilizados são estimativas de observações.

O progresso da doença pode ser descrito conforma Van Der Planck (1963), depois que se determinar o tipo de doença:

Doenças de juros simples

- causadas por patógenos monocíclicos (ex: *R. solani*).
- não há aumento de inóculo no mesmo ciclo da cultura.

Doenças de juros compostos

- causadas por patógenos policíclicos (ex: ferrugens).
- inóculo aumenta durante o ciclo da cultura.

No caso de doenças de juros simples, suponhamos a aplicação de NCz\$ 1.000,00 à taxa de 10 por cento ao ano. No final de 12 meses tem-se 1.000 (1 + 1/10) = NCz\$ 1.100,00.

No caso de doenças de juros compostos, há reaplicação do juro, a cada mês. Neste caso usa-se a fórmula:

$$S = P (1 + i)^n, \text{ onde}$$

- S = valor total após aplicação
- P = valor inicial aplicado
- i = % juros ao ano
- n = período de aplicação em meses

Supondo uma aplicação de NCz\$ 1.000,00 tem-se:

$$S = 1.000,00 (1 + 0,05)^{12} = \text{NCz\$ } 1.795,00$$

A analogia dos dois exemplos (juros simples e juros compostos) permite compreender a velocidade de disseminação dos patógenos policíclicos. A principal diferença é a reinoculação (ou reaplicação) que ocorre com as doenças de juros compostos, com aumento da severidade.

Devido à necessidade de se conhecer essa velocidade foi criado o termo taxa aparente de infecção, designada por 'r', e que pode ser calculado pela seguinte equação (Van Der Planck, 1963):

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log_{10} \frac{X_2 (1 - X_1)}{X_1 (1 - X_2)}$$

onde:

t_1 e t_2 são o tempo da primeira e segunda avaliação da proporção (X_2 e X_1) de plantas infectadas ou quantidade de tecido lesionado. Pela mesma equação fica claro que o tempo necessário para um nível de infecção X_1 atingir o nível X_2 e inversamente proporcional ao valor de "r".

Ex: Plantas de soja da cultivar Bragg foram inoculadas com suspensão de esporos de *Cercospora sojina*. As porcentagens de área foliar lesionada aos sete e 20 dias após a inoculação foram 15 e 50 por cento, respectivamente.

$$r = \frac{2,3}{20 - 7} \log_{10} \frac{0,5 (1 - 0,15)}{0,15 (1 - 0,5)} = \frac{2,3}{13} \log_{10} \frac{0,425}{0,075}$$

$r = 0,13$ dia ou 13 por cento de área lesionada/dia; média de 20 dias.

O valor de 'r' é extremamente útil em epidemiologia por permitir:

a) comparar diferentes epidemias do mesmo patógeno; b) comparar efeitos de vários tratamentos como efeito de fungicida, resistência genética, data de plantio; c) comparar infecção de várias raças de um mesmo patógeno.

Epidemia

Conforme as definições, epidemia refere-se ao aumento de doença limitado a um período de tempo, numa população de plantas. O processo epidêmico segue uma lógica, com início, fase de intensificação e fase de paralisação, quando a quantidade de tecido sadio a ser parasitado é nula ou extremamente reduzida. O fitopatologista precisa conhecer com suficientes detalhes o efeito do ambiente sobre os mecanismos da infecção, de modo a prevenir, atrasar ou diminuir o processo infectivo.

A epidemia é dividida em três fases. Na fase exponencial a proporção máxima de doença (tecidos ou plantas infectadas) foi arbitrariamente estabelecida em 0,05 (5%). A segunda fase, conhecida como fase logística, vai do início da infecção até quando a proporção de doença atinge 0,5. A terceira, denominada fase terminal, inicia-se quando o valor de proporção de doença atinge 0,5 e vai até o fim da epidemia.

As três fases podem ser visualizadas facilmente na Figura 4, característica das epidemias.

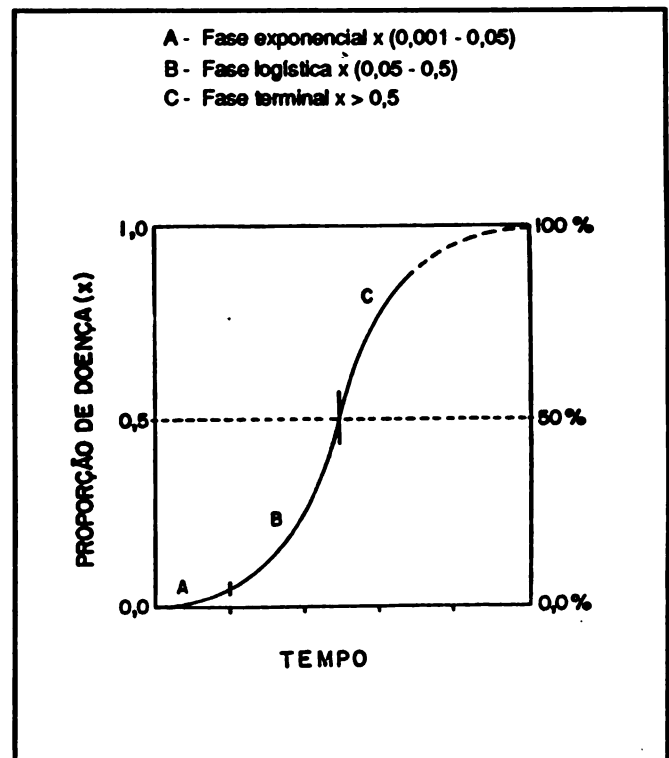


Figura 4. Curva do progresso de doenças de plantas.

Controle das doenças

Até o momento nós já conhecemos o efeito do potencial de inóculo inicial (X_0) e da taxa aparente de infecção (r) sobre a epidemia. Também já se sabe que os patógenos policíclicos podem produzir várias gerações durante o ciclo da cultura.

As medidas de controle baseiam-se nesses aspectos e constam do Quadro 8, de acordo com Zadocks & Schein (1979).

Na cultura da soja temos patógenos monocíclicos e policíclicos (Quadro 9). Os métodos de controle adequados serão discutidos a seguir e baseiam-se em reduzir ou atrasar o início da infecção ou reduzir a velocidade de infecção durante o desenvolvimento das plantas.

Quadro 9. Classificação de alguns patógenos de soja de acordo com o ciclo de geração.

Patógeno	Monocíclico	Policíclico
<i>Rhizoctonia solani</i>	+	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	+	-
<i>Macrophomina phaseolina</i>	+	-
<i>Sclerotium rolfsii</i>	+	-
<i>Phomopsis sojae</i>	+	-
<i>Septoria glycines</i>	-	+
<i>Cercospora sojae</i>	-	+
<i>Cercospora kikuchii</i>	-	+
<i>Colletotrichum dematium</i> var. <i>truncata</i>	-	+
<i>Peronospora manshurica</i>	-	+
<i>Corynespora cassiicola</i>	-	+
<i>Pseudomonas syringae</i> pav. <i>glycinea</i>	-	+
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>glycines</i>	-	+
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	-	+
Vírus do mosaico comum da soja	-	+
Vírus da queima do broto da soja	-	+

* Aparentemente monocíclica

Quadro 8. Efeito dos parâmetros taxa aparente de infecção (R) e da quantidade de inóculo (X_0) na incidência e severidade de doenças de plantas.

1. Evitar o patógeno		
a. escolha da área geográfica	Xo	R
b. escolha da época de plantio	Xo	R
c. uso de sementes/mudas livres de doenças	Xo	-
d. alteração de práticas culturais	-	R
2. Exclusão do patógeno		
a. tratamento de sementes	Xo	-
b. quarentena	Xo	-
c. eliminação do vetor	Xo	R
3. Erradicação do patógeno		
a. controle biológico	Xo	R
b. rotação de culturas	Xo	-
c. incorporação ou eliminação	-	-
d. resíduo de cultura	Xo	-
c.1 Roguing	Xo	-
c.2 eliminação dos hospedeiros alternativos	Xo	-
d. tratamento térmico	Xo	-
e. tratamento do solo	Xo	-
4. Proteção da planta	Xo	R
a. pulverização		
b. proteção cruzada	Xo	-
c. nutrição	-	R
5. Desenvolvimento de resistência		
a. resistência vertical	Xo	-
b. resistência horizontal	-	R
c. mutillinha (resistência populacional)	-	R

Fonte: Zadocks & Schein, 1979.

Uso de cultivares resistentes

A utilização de cultivares resistentes constitui a medida mais eficaz de controle de doenças e de maior economia para o produtor. Além disso, possui a vantagem de dispensar o uso de fungicidas.

No entanto, devido à quantidade de doenças que infectam a soja, à ocorrência de raças em alguns patógenos, ao reduzido dano causado por algumas delas, e especialmente, à falta de génes para resistência, esta medida de controle não pode ser às vezes aplicada.

A reação das cultivares de soja utilizadas no Brasil, em relação às principais doenças, consta no Quadro 7 (pág. 170) do capítulo referente à sintomatologia das principais doenças de soja.

A resistência genética a um determinado patógeno pode variar de baixa (o desenvolvimento do patógeno é levemente afetado) a alta (o patógeno não se estabelece no tecido sadio ou, não consegue completar seu ciclo). No primeiro caso tem-se uma ação sobre R, e no segundo, sobre X₀.

Quando a resistência de uma cultivar é moderada ou baixa, ficam caracterizados diferentes níveis de suscetibilidade, entre cultivares. Esta característica é conhecida como efeito redutor de infecção ('rate-reducing effect') e é governado por muitos gens. A Figura 5 mostra este aspecto, associado a conceitos de resistência segundo Van der Planck (1963).

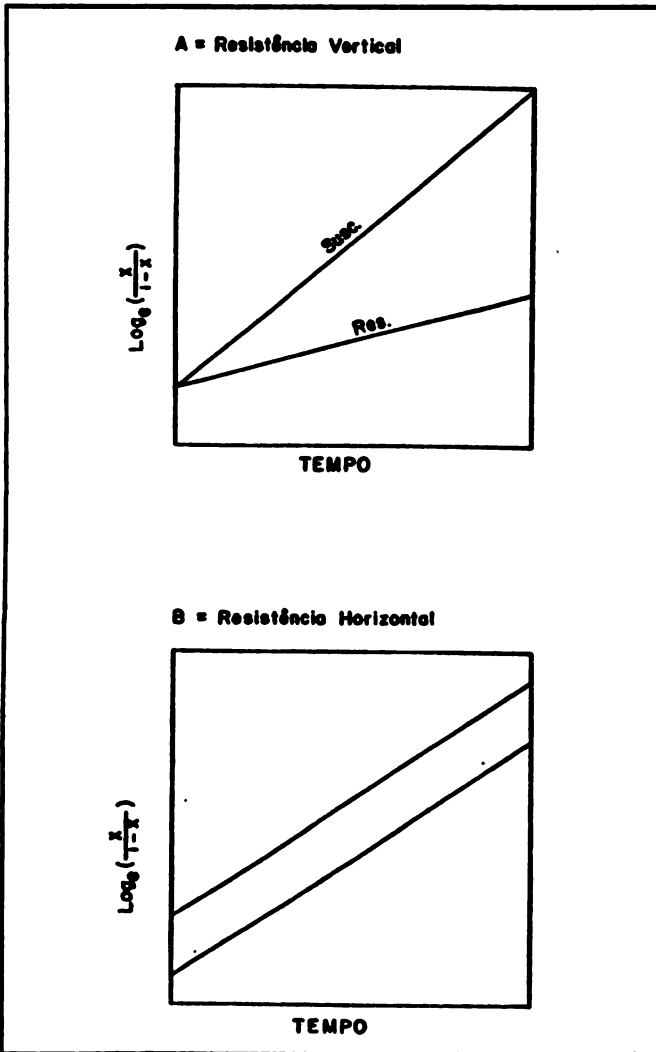


Figura 6. Efeito de gens de resistência sobre a taxa de infecção de doenças de plantas.

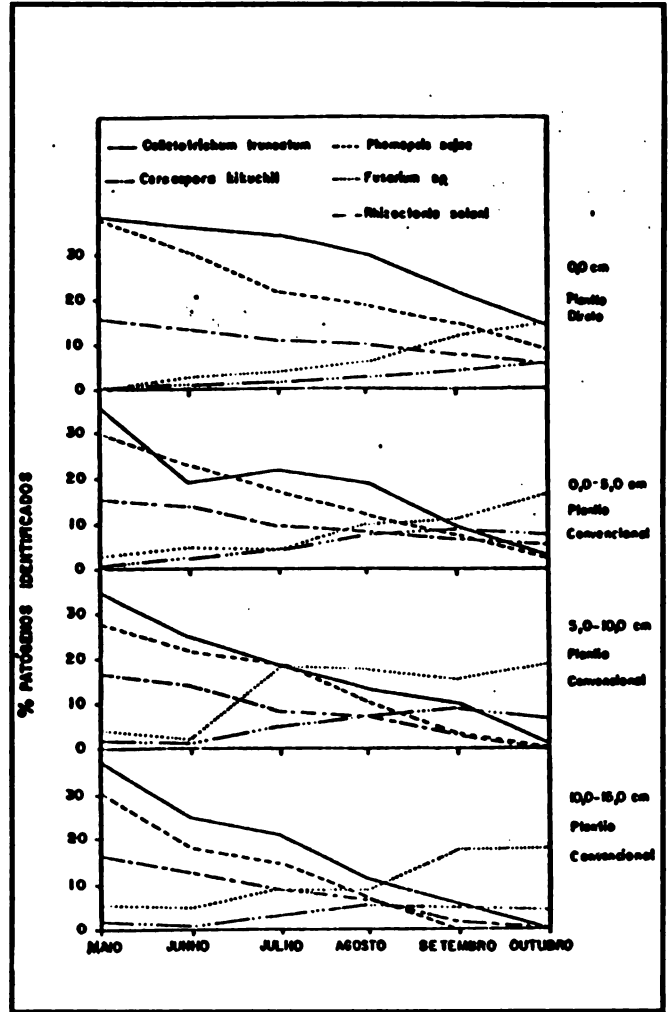


Figura 5. Sobrevivência de patógenos da soja em restos de cultura, nos sistemas de plantio convencional e direto. Londrina, PR.

Práticas Culturais

Os patógenos de soja, em geral, sobrevivem nos restos de cultura. Desse modo, qualquer medida que cause a rápida mineralização desses restos de cultura contribuirá para um rápido declínio do inóculo (X₀), favorecendo o próximo plantio.

O sistema de plantio direto (no tillage) utilizado em algumas regiões dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, principalmente, não favorecem a decomposição dos restos de cultura mas favorecem a sobrevivência de patógenos da soja (Figura 6)

A decisão de incorporação e destruição dos restos da cultura da soja, vão portanto depender de uma análise do histórico de ocorrência e severidade de doenças naquele local, determinando a necessidade de reduzir Xo.

A rotação de cultura é outra prática extremamente útil nas áreas onde fungos do solo (*Rhizoctonia*, *Sclerotinia*) e nematóides têm afetado seriamente a cultura.

A monocultura, determinada principalmente por aspectos econômicos, favorece o aumento do inóculo (Xo). A rotação de cultura procura quebrar o ciclo do patógeno, reduzindo sua sobrevivência pela ausência de tecido suscetível, ou fonte de alimento, e conseqüentemente, reduzindo o número de propágulos.

Dois fatores contudo, são obstáculos à eficiência completa deste método de controle de doenças: a) alguns patógenos possuem estruturas de sobrevivência capazes de resistir alguns anos sem fonte de alimento e vivem saprofiticamente; b) alguns patógenos possuem um amplo ciclo de hospedeiros, dificultando a implementação da rotação.

O uso de rotação de cultura deve considerar aspectos econômicos além de outros relacionados a problemas de erosão, fertilidade, etc.

Em vários estados do Brasil têm-se notado, com frequência, sérios problemas no preparo do solo. Normalmente, a camada arável é compactada, impedindo um desenvolvimento radicular profundo, tornando as plantas facilmente sensíveis a um leve déficit hídrico e, nutricionalmente deficientes. Essas condições, com certeza, predispõem essas plantas à infecção muito mais facilmente do que plantas com sistema radicular bem desenvolvido e profundo.

O uso constante de grades pesadas no cultivo mínimo leva à compactação do solo. É necessário que se façam freqüentes avaliações dessas condições sugerindo quando necessário, uso de sub-solador para quebrar a camada compactada ou aração profunda. Neste caso, o agricultor deve fazer análise do solo para avaliar a necessidade de calagem, visto que houve revolvimento da camada corrigida.

O atraso na época de plantio também tem sido utilizado.

O vírus da queima do broto tem alta incidência (até 100% de plantas infectadas) em algumas regiões do Paraná. Observou-se o pico da população do inseto vetor (trips) ocorria na época recomendada para plantio. Pesquisas conduzidas nos três últimos anos mostraram que, atrasando-se o plantio em 35-40 dias foi suficiente para reduzir a incidência de plantas infectadas ao nível de até 25 por cento, cujo efeito não foi economicamente significativo.

Tratamento químico

Até o momento, o uso de fungicidas em soja é restrito ao tratamento de sementes.

É fato conhecido que a germinação e emergência dependem de vários fatores, tais como, teor de umidade do solo, estado sanitário das sementes e nível de vigor.

Estudos conduzidos pelo CNPSo demonstraram que em todos os níveis de vigor utilizados (alto, médio, baixo e muito baixo) as sementes apresentaram melhor emergência quando tratadas com fungicidas e semeadas em solo com condições inadequadas de umidade (Pereira et al. 1981). Acredita-se que à medida que a semente fica no solo sem condições ideais para germinar e emergir, ocorrem ataques de microorganismos, estimulados por exudação de açúcares (Keeling, 1974). Dessa forma, sementes protegidas com fungicidas têm oportunidade de permanecer no solo, durante mais tempo, isentas, total ou parcialmente, da ação de microorganismos do solo (*Aspergillus* e *Penicillium*), até que ocorra umidade suficiente para completa germinação e emergência.

Considerando-se a extensão das áreas cultivadas com soja, por alguns produtores, fica difícil realizar a semeadura em condições adequadas de umidade no solo. Nestes casos, sugere-se o tratamento químico das sementes (redução de Xo).

Pesquisa conduzida no CNPSo (Henning et al., 1984) estabelece fungicidas e doses recomendadas

para tratamento de sementes de soja (Quadro 10). É importante considerar que o tratamento das sementes é recomendável em dois casos:

- quando a semeadura é feita em solo com baixo teor de umidade;
- quando houver falta de sementes de boa qualidade e for necessário utilizar sementes com vigor médio ou baixo (Padrão B).

O tratamento químico de sementes também é utilizado para evitar a disseminação de determinados patógenos, através das sementes, para regiões onde o mesmo não foi ainda identificado.

Além disso, este método de controle serve como medida preventiva, quando sementes são colhidas de campos infectados porém com alto padrão, reduzindo o inóculo inicial.

É importante considerar entretanto, antes de se fazer o tratamento das sementes, que a baixa germinação pode ter outras causas que não seja patológica. Assim, danos mecânicos ocasionados durante a colheita ou deterioração fisiológica com morte de tecidos, não serão sanados com o tratamento químico.

Devido a isso, tais sementes devem ser analisadas em laboratórios especializados de análise de sementes.

LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

ALMEIDA, A.M.R. 1980. Estudo preliminar da sobrevivência de patógenos de soja em restos de cultura coletados nos sistemas de plantio direto e convencional. In: Resultados de Pesquisa de Soja, 1979/80. EMBRAPA - CNPSo. 368p.

-----; KASTER, M. & ALBUQUERQUE, F.C. 1980. Ocorrência de *Myrothecium roridum* em soja no estado do Piauí. Fitop. Brasil., 5: 122-129.

Quadro 10. Fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de soja. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR, 1984.

Nome técnico	Nome comercial	Dose g/100 kg sementes	
		Produto comercial	Ingrediente ativo
Captan	Captan 750 TS	200	150
	Captan 250 Moly	500	125
	Orthocide 50Pm	300	150
Carboxin	Vitavax 750PM	200	150
Carboxin + Thiram	Vitavax 200 PM-BR	200	75 + 75
Thiabendazol	Tecto 100	200	20
Thiram	Rhodiauram 70	200	140
Thiofanato metílico + Thiram	Cercoran 80	300	140 +90

Cuidados: Para a manipulação dos fungicidas., devem ser tomadas todas as precauções evitando a ingestão de bebidas alcoólicas. A utilização de avental, luvas e máscara contra pó é recomendada, para evitar contacto com a pele e a inalação do pó.

- , 1981. Efeito da utilização de sementes de soja manchadas pelo vírus do mosaico comum, sobre a emergência, rendimento e porcentagem de sementes colhidas com mancha. *Pesq. Agrop. Bras.* 16:241-244.
- & SILVEIRA, J.M. 1982. Efeito da idade de inoculação de plantas de soja como o vírus do mosaico comum da soja e da porcentagem de plantas infectadas sobre o rendimento e algumas características agrônomicas. *Fitop. Bras.* 8: 229-236.
- , 1982. Mosaico cálico: nova virose da soja no Brasil. *Fitop. Brasil*, 7:133-138.
- , 1988. Epidemiologia e controle do vírus da queima do broto da soja. In: EMBRAPA CNPSo, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1987/88. p. 161-166.
- , Variabilidade do vírus do mosaico comum da soja e obtenção de fontes de resistência. In: EMBRAPA CNPSo, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1987/88. p. 169-173.
- ANTONIO, H. 1988. Reação de genótipos de soja dos nematóides de galhas: *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. In: EMBRAPA CNPSo, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1987/88. Londrina, p. 160-173.
- DIANESE, J.C.; RIBEIRO, W.R.C. & HUANG, C.S. 1984. Podridão radicular da soja causada principalmente por *Cylindrocladium clavatum*, em Brasília, Distrito Federal. *Fitop. Brasil.*, 9:316, (Resumo).
- DUTRA G. 1882. Soja. *Jornal do Agricultor*, Rio de Janeiro, ano IV, VII: 185-188.
- FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S. & ALMEIDA, A.M.R. 1979. Doenças da soja no Brasil. Circular Técnica Nº 1. EMBRAPA-CNPSo.
- ; LEHMAN, P.S. & ALMEIDA, A.M.R. 1981. Moléstias e seu controle. In: Miyasaka, S. & Medina, J.C., eds. *A Soja no Brasil*. p.603-639.
- , 1985. Pesquisa de fontes de resistência a *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. In: EMBRAPA-CNPSo, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1984/85. Londrina, p. 185-186.
- FRY, W.E. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press. 377p.
- KEELING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. & COSTA, N.P. 1984. Recomendações de fungicidas para o tratamento de sementes de soja. Londrina, PR. EMBRAPA-CNPSo, Comunicado Técnico Nº 31, 4 p.
- , 1974. Soybean seed rot and the relation of seed exudate to host susceptibility. *Phytopathology*, 64: 1445-1447.
- NELSON, R.R. 1973. Breeding plants for disease resistance. Ed. The Pennsylvania State University. 350p.
- PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; ALMEIDA, A.M.R.; SILVA, C.M. da & SARTORI, J.F. 1981. Efeito da interação de tratamento químico de sementes de soja e níveis de vigor. *Fitop. Brasil.*, 6: 159-163.
- VAN DER PLANK, J.E. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press. 349p.
- YAMASHITA, J.; NASSER, L.C.B.; ALMEIDA, A.M.R.; MACHADO, C.C. & FERREIRA, L.P. 1978. Ocorrência da fase perfeita do fungo *Whetzelinia sclerotiorum*, em lavouras de soja no estado do Paraná. In: Resumos do XI Congresso Brasileiro de Fitopatologia. *Fitop. Bras.* 3: 109. (Resumo).
- YORINORI, J.T. 1988. Doenças de soja no Brasil. In: Fundação Cargill. *A Soja no Brasil Central*. ed. Campinas, SP. p. 299-364.
- , 1988. Doenças da soja no Brasil. Curso de Produção de Soja. Santa Cruz de La Sierra, Bolívia, 4-6/1/1988. Mimeo. 20p.
- , 1988. Seleção de linhagens e cultivares de soja com resistência a *Cercospora sojina* e determinação de raças do fungo. In: EMBRAPA-CNPSo, Londrina, PR. Resultados de Pesquisa de Soja 1987/88. p. 173-181.
- ZADOCKS, J.C. & SCHEIN, R.C. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press. 427p.

Doenças da soja no Brasil *

por José Tadashi Yorinori **

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é afetada por um grande número de agentes patogênicos. No Brasil, já foram identificadas 34 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus.

A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de local para local. Existem poucos dados sobre perdas causadas por doenças no Brasil, porém, dados preliminares indicam que os prejuízos podem estar ao redor de 20 por cento. Baseada nessa estimativa, para uma produção de 17,6 milhões de toneladas em 1987, teriam sido deixadas de colher cerca de 4,4 milhões de toneladas, em um valor estimado de US\$ 968 milhões (ao preço de US\$ 220,00 t).

A introdução da soja em novas áreas, a identificação de sua produção em áreas tradicionais sob monocultura e a adoção de certas técnicas inadequadas de cultivo podem favorecer o estabelecimento de novas associações com outras espécies de patógenos. O uso de sementes não certificadas, procedentes de outros estados ou países, e de cultivares não testadas na região, podem ocasionar a introdução de moléstias, ou raças de patógenos ainda não existentes.

O sistema de plantio direto ("notillage"), que vem sendo amplamente difundido no Brasil, é uma excelente

medida para conservação do solo, porém, necessita de maiores cuidados para que possa ser adotado como prática rotineira. O plantio direto sobre a resteva da cultura anterior, sem a incorporação de matéria orgânica no solo, dificulta a decomposição do resíduo e permite a sobrevivência e a multiplicação, de um ano para outro, da maioria dos patógenos que atacam a soja. Além disso, o resíduo da soja pode servir como excelente substrato para multiplicação de fungos que atacam outras culturas, como é o caso do *Helminthosporium sativum* que ataca o trigo.

A falta de rotação de cultura e de mobilização do solo, principalmente onde ocorrem nematóides ou doenças causadas por fungos do solo, poderá favorecer o aumento da população desses patógenos, acentuando o risco à cultura.

O controle químico de doenças da soja necessita de maiores estudos para avaliar a sua viabilidade econômica. Estudos preliminares têm mostrado que existem produtos eficientes e que os níveis de aumento de rendimento podem atingir de 20 a 25 por cento. Com o progresso no desenvolvimento de novos fungicidas, mais eficientes e menos prejudiciais ao meio ambiente, e o aumento de prejuízos causados como consequência da monocultura, o tratamento de lavouras de soja com fungicidas poderá ser necessário e economicamente viável.

Atualmente, para a maioria das doenças foliares (mancha "olho-de-rã", pústula bacteriana, crestamento bacteriano e míldio), o plantio de cultivares resistentes é a forma mais econômica para se evitar prejuízos.

De maneira geral, independentemente do tipo de doença a ser controlada, a adoção da prática de rotação de cultura, o manejo do solo com preparo, adubação e calagem adequados, e uso de sementes

* A literatura citada pode-se encontrar ao final do trabalho: "Inspeção de campo visando sanidade de sementes de soja".

** Engenheiro Agrônomo, Pesquisador de CNPq/EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil.

sadias e cultivares adaptadas poderão resultar em estabilidade e aumentos da produtividade e da rentabilidade ao longo dos anos.

DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS

As seguintes doenças foram constatadas no Brasil até o momento: míldio [*Peronospora manshurica* (Naoum.) Syd.]; mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina* Hara); mancha parda (*Septoria glycines* Hemmi); mancha púrpura da semente e crestamento foliar [*Cercospora kikuchii* (Mat. & Tomoy) Gardner]; tombamento e morte em reboleira (*Rhizoctonia solani* Kühn); tombamento e murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii* Sacc.); seca da vagem (*Fusarium* sp.); queima da vagem e haste (*Phomopsis sojæ* Lehman = *Diaphorthe phaseolorum* var. *sojæ* (Lehman) Wehm); cancro da haste (*Diaphorthe phaseolorum* var. *caulivora* Athow & Caldwell); podridão branca da haste [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary]; antracnose [*Colletotrichum dematium* var. *truncata* (Schw.) Andrus & Moore]; podridão de Roselinia (*Rosellinia* sp.); podridão preta ("charcoal rot") [*Macrophomina phaseolina* (Maub. Ashby)]; mancha alvo ("target spot") [*Corynespora cassicola* (Berk. & Curt.) Wei]; mancha de levedura da semente (*Nematospora coryli* Pegl.); oídio (*Microsphaera diffusa* Cke. v. Pk.); ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi* H. & P. Sydow); mancha foliar de *Alternaria* (*Alternaria* sp.); mancha de *Phyllosticta* (*Phyllosticta* sp.); mancha foliar de *Ascochyta* (*Ascochyta* sp.); mancha foliar de *Myrothecium* (*Myrothecium roridum* Tode ex Sacc) e podridão radicular de *Cylindrocladium* (*Cylindrocladium clavatum* Hodges & May) (Almeida et al., 1980, Ferreira et al., 1979 e Yorinori, 1986)

No Quadro 1, são apresentadas as reações à mancha "olho-de-rã" das cultivares comerciais brasileiras (Yorinori, 1988).

DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS

Três doenças bacterianas são comumente observadas na soja: crestamento bacteriano [*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Coerper), Young,

Dye & Wilkie]; pústula bacteriana [*Xanthomonas campestris* pv. *glycines* (Nakano) Dye] e fogo selvagem [*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (Wolf & Foster) Young, Dye & Wilkie]. Dessas três doenças bacterianas, a mais freqüente é o crestamento bacteriano (Ferreira et al., 1979 e Yorinori, 1986).

No Quadro 1, são apresentadas as reações ao crestamento bacteriano, das cultivares recomendadas (Ferreira, 1985).

DOENÇAS CAUSADAS POR VÍRUS

As viroses mais comumente encontradas são o mosaico amarelo do feijoeiro (vírus do mesmo nome), o mosaico comum da soja (SMV) (vírus do mesmo nome), a queima do broto (vírus da necrose branca do fumo) e o mosaico anão (vírus do mosaico do amendoim bravo, *Euphorbia heterophylla* L.). No Estado de São Paulo, além dessas quatro viroses, duas outras foram identificadas: mosaico crespo (vírus da clorose infecciosa das Malváceas) e vira-cabeça (vírus do vira-cabeça das Solanáceas) (Costa, 1977). Em 1982, foi identificado o mosaico cálcico da soja (vírus do mosaico da alfafa) (Almeida, 1982).

No Quadro 1, são apresentadas as porcentagens de sementes manchadas ("mancha café"), como consequência da infecção pelo vírus do mosaico comum da soja. As cultivares com menor porcentagem de mancha são consideradas mais resistentes* (OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1987).

DOENÇAS CAUSADAS POR NEMATÓIDES

Um levantamento de nematóides da soja no sul do Brasil, realizado por Barker (1974), mostrou que, pelo menos, treze gêneros estão associados com a soja: *Meloidogyne* spp.; *Pratylenchus* sp.; *Tylenchorhynchus* sp.; *Helicotylenchus* sp.; *Trichodorus* sp.; *Xiphinema* sp.;

* Menoso (CNPSO/EMBRAPA) 1986. Comunicação pessoal.

Criconemoides sp.; *Scutellonema* sp.; *Hoplolaimus* sp.; *Longidorus* sp.; *Tylenchus* sp.; *Aphelenchus* sp. e *Radopholus* sp. De todos os nematóides, os que têm causado danos comprovados à soja são as espécies formadoras de galhas, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*.

No Quadro 1, são apresentadas as reações das cultivares comerciais brasileiras a *M. incognita* e *M. javanica* (Antonio, 1988).

DOENÇAS DA SOJA AINDA NÃO IDENTIFICADAS NO BRASIL

Além das doenças mencionadas acima, existem diversas outras que atacam a soja em outros países mas que, até momento, não foram identificadas no Brasil. Algumas dessas doenças poderão constituir sérios problemas se forem introduzidas.

Doenças fúngicas

Podridão de Phytophthora (*Phytophthora megasperma* var. *sojae* Hildeb.); podridão parda da haste (*Cephalosporium gregatum* Allington & Chamberlain); podridão de Pythium (*Pythium ultimum* Trow); murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. *glycines* Armst.); murcha de Verticillium (*Verticillium dahliae* Kleb.); "soybeansleeping blight" (*Septogloeum sojae* Yoshii Nishizawa); sarna da soja (*Sphaceloma glycines* Kurata & Kuribayashi); podridão violácea da soja (*Sphaceloma glycines* Kurata & Kuribayashi); podridão violácea da soja (*Helicobasidium mompa* Tanaka); mildio negro das Filipinas (*Trotteria venturioides* Scc.); carvão da soja (*Melanopsichium missouriense* Whitehead & Thir.); mancha foliar de Chaetoseptoria (*Chaetoseptoria wellmanii* Stev.); mancha foliar de Dactuliophora (*Dactuliophora glycines* Leaky); mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.); podridão de vagem (*Macrophoma mame* Hara); mancha foliar de Mycosphaerella [*Mycosphaerella cruenta* (Sacc.) Lan., *Mycosphaerella phaseolorum* Siemiszko e *Mycosphaerella sojae* Hori]; podridão de Ophinectria (*Ophinectria sojae* Hara); mancha foliar (*Pleosphaerulina glycines* Saw.); mancha foliar amarela (*Pyrenochaeta*

glycines R.D. Stewart); sarna da haste e vagem [*Synchytrium dolichi* (Cooke) Gaum.] e podridão de Verticillium (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold) (Sinclair, 1982).

Dentre as doenças fúngicas ainda não constatadas no Brasil, as que apresentam maior perigo em potencial são: a podridão de Phytophthora (*Phytophthora megasperma* var. *sojae* Hildeb.) e a podridão castanha da haste (*Cephalosporium gregatum* Allington & Chamberlain), que ocorrem nos Estados Unidos, e a mancha foliar vermelha de Pyrenochaeta (*P. glycines*) que ocorre nos países do sul da África (Zimbabwe e Zâmbia).

A ferrugem, embora já constatada no Brasil, aqui apresenta apenas raça pouco agressiva; o perigo está na introdução das raças muito agressivas ocorrentes e restritas, até o momento, aos continentes asiático, africano e australiano.

Doenças bacterianas

Murchas bacterianas (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones [= *Corynebacterium flaccuntaciens* pv. *flaccuntaciens*] e *Pseudomonas solanacearum* E.F.Sm.); "bacterial crinkle leaf" (possivelmente causada por *Pseudomonas syringae* van Hall) e mancha chocolate "Chocolate spot" (bactéria ainda não identificada) (Sinclair, 1982).

Doenças de vírus

Queima do broto americano (causada pelo "Tobacco ringspot vírus"; "bean pod mottle" "causado pelo "bean pod mottle vírus"); mosaico do cowpea ("cowpea mosaic vírus"); mosaico da alfafa ("alfafa mosaic vírus") (Sinclair, 1982).

Doenças causadas por nematóides

Entre os nematóides não identificados no Brasil, o que possivelmente representa maior perigo em potencial é o nematóide de cisto ("soybean cyst nematode"),

causado por *Heterodera glycines* Ichinohe. Outras espécies de menor importância são o nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*); o "sting nematode" (*Belonolaimus gracilis* e *B. longicaudatus*);

o "lance nematode" (*Hoplolaimus columbus*) e os nematóides causadores de ferimento, compreendendo diversas espécies do gênero *Pratylenchus* (Sinclair, 1982).

Quadro 1. Reação à mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*), ao crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*, isolado B-19, raça R3), ao nematóide da galha (*Meloidogyne incognita*, raça 4, e *M. javanica*) e percentual de sementes com "mancha café" de cultivares de soja recomendadas para semeadura comercial. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1988.

Cultivar	Mancha "olho- -de-rã" ¹	Crestamento bacteriano	"Mancha café" % ²	Nematóides de galhas ³	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Andrews	R	S	90,0	S	S
Bienville	R	S	-	-	-
Bossier	S	S	23,0	S	S
Bragg	S	S	28,5	R	R
BR-1	R	R	70,5	S	S
BR-2	S	R	00,0	S	S
BR-3	R	S	00,0	S	S
BR-4	S	R	00,0	S	S
BR-5	S	R	16,5	S	S
BR-6 (Nova Bragg)	R	S	28,5	R	R
BR-7	S	S	54,5	S	S
BR-8 (Pelotas)	R	R	00,0	R	S
BR-9 (Savana)	R	S	00,0	S	S
BR-10 (Teresina)	S	S	55,5	S	S
BR-11 (Carajás)	S	S	88,0	S	S
BR-12	S	S	00,0	S	S
BR-13 (Maravilha)	R	-	22,5	S	R
BR-14 (Modelo)	R	-	78,5	S	S
BR-15 (Mato Grosso)	R	-	1,0	S	S
BR-16	R	-	-	S	S
BR-27 (Cariri)	R	-	-	R**	S**
BR-28 (Serido)	R	-	-	-	-
Buriti (MS BR-21)	R	-	-	S**	S**
Campos Gerais	R	R	00,0	MR	S
CEP 10	I	S	72,0	R	S
CEP 12 (Cambará)	S	S	00,0	S	S
CEP 16	R	-	-	S	S

Cultivar	Mancha "olho- de-rã" ¹	Crestamento bacteriano	"Mancha café" % ²	Nematóides de galhas ³	
				M. Incognita (raça 4)	M. javanica
Cobb	S + R ⁴	S	3,5	R	S
Coker 136	R	S	36,5	R	S
Cristalina	R	S	30,5	S	S
Davis	R	S	00,0	R	S
Década	S	S	80,5	S	S
Doko	S	S	60,0	S	S
Dourados	S	S	64,0	S	S
EMGOPA-301	S	S	68,5	S	S
EMGOPA-302	R	-	14,5	S	S
EMGOPA-303	S	-	70,5	R**	R**
EMGOPA-304 (Campeira)	-	-	-	S**	S**
EMGOPA-305 (Caraíba)	R	-	-	S**	S**
Eureka	R	-	-	-	-
FT-1	R	S	16,5	S	S
FT-2	R	S	18,0	S	S
FT-3	R	S	45,5	S	S
FT-4	R	S	2,0	S	S
FT-5 (Formosa)	R	S	5,0	S	S
FT-6 (Veneza)	R	R	52,0	S	S
FT-7 (Tarobá)	R	R	4,5	S	S
FT-8 (Araucária)	R	S	00,0	S	S
FT-9 (Inaê)	R	S	27,5	S	S
FT-10 (Princesa)	R	S	00,0	S	S
FT-11 (Alvorada)	R	-	64,5	S	S
FT-12 (Nissei)	R	-	67,0	S	S
FT-13 (Aliança)	R	-	0,5	S	S
FT-14 (Piracema)	R	-	8,5	S	S
FT-15	R	-	62,0	S	S
FT-16	R	-	00,0	-	S
FT-17 (Bandeirantes)	R	-	19,5	R	S
FT-18	-	-	-	S	S
FT-19	R	-	-	-	-
FT-20	R	-	-	S	S
FT-Cometa	R	-	-	S**	R**
FT-Jatobá	R	-	-	-	-
FT-Macacaju	R	-	-	-	-
FT-Seriena	R	-	-	S**	S**
Garimpo (MS BR-22)	-	-	-	S**	S**

Cultivar	Mancha "olho- -de-rã" ¹	Crestamento bacteriano	"Mancha café" % ²	Nematóides de galhas ³	
				M. incognita (raça 4)	M. javanica
Guavira (MS BR-18)	R	-	-	S**	S**
Hampton	R + I	-	-	-	-
Hardee	S	S	72,0	S	S
IAC-2	R	S	19,0	S	S
IAC-4	S + R	R	62,5	S	S
IAC-5	S	S	24,5	S	S
IAC-6	S	S	69,5	S	S
IAC-7	R + S (1:1)	S	69,0	S	S
IAC-7 (Nova IAC-7)	R	-	-	R**	S**
IAC-8	I	S	46,0	R	S
IAC-9	S	S	00,0	S	S
IAC-10	S	S	72,0	R	S
IAC-11	R	R	0,5	S	S
IAC-12	R	S	38,0	R	S
IAC-13	R	-	-	R	S
IAC-Foscarin 31	R	S	00,0	S	S
IAS-1	R	-	-	-	-
IAS-2	R	-	-	-	-
IAS-3 (Delta)	R	S	00,0	S	S
IAS-4	S	R	00,0	R	S
IAS-5	S	R	19,5	R	S
Industrial	R	S	37,0	S	MR
Invicta	R	-	-	R	S
IPAGRO-20	R	S	00,0	S	S
IPAGRO-21	S	-	-	R	S
Ipê (MS BR-20)	R	-	-	S**	S**
Ivaí	S	R	00,0	S	S
Ivorá	R	R	0,5	S	S
J 200	S	S	31,5	S	S
Lancer	R	S	00,0	R	S
LC 72-749	S	R	00,0	R	S
Majos	R	-	-	-	-
Mineira	S	S	49,5	S	S
Missões	S	R	00,0	R	MR
Numbaíra	R	R	00,0	R	S
OCEPAR 2 = Iapó	R	R	00,0	S	S
OCEPAR 3 = Primavera	R	S	29,0	S	S
OCEPAR 4 = Iguaçu	R	S	32,5	R	R

Cultivar	Mancha "olho- -de-rã" ¹	Crestamento bacteriano	"Mancha café" % ²	Nematóides de galhas ³	
				M. Incognita (raça 4)	M. javanica
OCEPAR 5 = Piquiri	R	S	27,5	R	S
OCEPAR 6	R	-	-	-	-
Pampeira	I	-	-	-	-
Parana	R	R	40,5	S	S
Paranagoiana	R	R	64,5	S	S
Paranaíba	R	S	00,0	S	S
Pequi (MS BR-19)	R	-	-	R**	R**
Pérola	S	S	00,0	S	S
Planalto	S	S	00,0	S	S
Prata	S	-	00,0	-	-
Sant'Ana	R	S	27,5	R	S
Santa Rosa	R	S	87,5	S	S
São Carlos	R	-	2,0	S	S
São Luiz	S	S	40,0	S	S
São Gabriel D'Oeste (MS BR-17)	R	-	-	S**	S**
Sertaneja	R	S	30,5	R	S
Sulina	R	S	0,5	S	S
Tiaraja	R	S	98,0	S	S
Timbira	S	S	45,5	S	S
Tropical	S	S	68,5	R	R
UFV-1	S	S	66,5	S	S
UFV-2	R	S	76,0	R	S
UFV-3	S + R	S	32,5	S	MR
UFV-4	R	S	9,5	R	S
UFV-5	R	-	19,5	S	S
UFV-6 (Rio Doce)	R	S	36,5	S**	R**
UFV-7 (Juparanã)	R	S	36,0	S	S
UFV-8 (Monte Rico)	R + S	S	59,0	S	S
UFV-9 (Sucupira)	R	S	26,5	S	S
UFV-10 (Uberaba)	R	-	20,5	S	S
UFV-Araguaia	R	-	49,5	S	S
União	S	S	00,0	S	S
Viçosa	S	S	53,5	S	S
Vila Rica	S	-	39,5	S	S

¹ Reação: R = resistente; I = intermediário; MR = moderadamente resistente; S = suscetível.

² Mancha "café" = porcentagem de sementes com mancha café (média de dois locais - Londrina e E.E. Ponta Grossa, PR. * cultivar. São Carlos avaliada só na E.E. Ponta Grossa.

³ Nematóides de galhas: ** cultivares avaliadas em apenas uma safra; as demais foram avaliadas em ambas de duas safras.

⁴ Cultivares com misturas de plantas resistentes e suscetíveis; a primeira letra (ex. S + R) indica predominância dessa reação.

⁵ (-) Falta informação.

Controle de doenças de soja através do tratamento de semente *

por José Tadashi Yorinori **

O estabelecimento de uma lavoura com população adequada de plantas depende da correta combinação de uma série de práticas culturais. O bom preparo do solo, a semeadura na época ideal em solo com boa disponibilidade hídrica, a utilização correta de herbicidas e a boa regulação da semeadura (densidade e profundidade) são práticas essenciais, porém, o sucesso de todo esse trabalho depende, finalmente, da utilização de sementes saudáveis, de alta qualidade e de variedades adaptadas a cada região.

Freqüentemente, a semeadura não é realizada em condições ideais, especialmente em plantios de grandes áreas, ou quando feitos em períodos de alta temperatura logo após uma chuva insuficiente. Em grandes áreas, o plantio iniciado em solo com umidade adequada pode ser continuado em condições de umidade inadequada, resultando em baixa germinação havendo, muitas vezes, a necessidade de replantio. Em tais circunstâncias, o tratamento da semente com fungicida oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura.

O plantio feito em condições de deficiência hídrica não permite a germinação e a emergência da plântula, porém, pode ser suficiente para o desenvolvimento de fungos oriundos do armazenamento ou do próprio solo, particularmente as espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*.

Além da situação de deficiência hídrica, diversas outras circunstâncias podem prejudicar ou influir para que o estande final fique longe do ideal.

A seguir são dadas as condições específicas em que as sementes de soja devem ser tratadas (Henning et al. 1984; OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1987).

- Quando a semeadura é feita em solo com baixa disponibilidade hídrica;
- quando houver falta de semente de boa qualidade, e for necessário utilizar semente com vigor médio ou baixo (padrão B); e
- quando o plantio for efetuado em solos com baixa temperatura e/ou alta umidade.

Em todas essas situações, as velocidades de germinação e de emergência são reduzidas e a semente fica mais tempo no solo exposta a microorganismos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. (principalmente *F. semitectum*), *Aspergillus* spp. (*A. flavus*, *A. niger*), entre outros, que podem causar deterioração ou morte de plântulas (tombamento).

O tratamento de sementes oriundas de lavouras ou de regiões com incidência de podridão de *Sclerotinia* (*S. sclerotiorum*), seca da vagem e haste (*Phomopsis sojae*) e mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*) servirá como medida preventiva à introdução e disseminação desses patógenos em áreas ainda não infectadas. No Quadro 1, são apresentados os efeitos de quatro fungicidas utilizados no controle de *C. sojina* e *P. sojae* (Yorinori, 1983).

O tratamento deve ser realizado no momento do plantio e nunca antes ou durante o período de armazenamento, pois, além de inoportuno, impede que os lotes tratados e não comercializados sejam destinados à industrialização.

* La literatura citada se encuentra al final del trabajo: "Inspeção de campo visando sanidade de sementes de soja"

** Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do CNPSO/EMBRAPA, Londrina, PR Brasil.

A operação de tratamento deve ser feita antes da inoculação, em tratadores de sementes na unidade de beneficiamento ou empregando um tambor giratório com eixo excêntrico. Para tal, são adicionados de 200 a 250 ml de água por 100 kg de semente, dando algumas voltas na manivela para umidecer uniformemente as sementes. O fungicida é então acrescentado na dose recomendada (Quadro 2) e o tambor girado para a perfeita cobertura das sementes pelo fungicida. O inoculante é adicionado a seguir e agitado com algumas voltas do tambor para uma cobertura uniforme das sementes.

O tratamento da semente com fungicida oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura a baixo custo, sem causar danos ao ambiente.

No Quadro 2, são apresentados os fungicidas e as dosagens recomendadas para tratamento de sementes de soja. (Henning et al. 1984; OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1987).

A recomendação do tratamento químico para controle de patógenos transmitidos através da semente deve ser sempre baseado em análise patológica da semente.

Quadro 1. Efeito do tratamento químico em sementes de soja para o controle de *Cercospora sojina* e *Phomopsis sojae*. EMBRAPA-CNPSO. Londrina. 1983.

Fungicida (200 g p.c./ 100 kg)	Cv. Bragg / % Infecção ¹				Cv. União / % Infecção ¹			
	<i>C. sojina</i>	<i>P. sojae</i>	Outros ²	Germ.	<i>C. sojina</i>	<i>P. sojae</i>	Outros ²	Germ.
Testemunha	49,4 ¹	15,8	1,6	27,2	33,6	2,6	27,0*	39,6
Captan	7,0	2,0	1,0	82,4	18,6	0	0,6	78,4
Rhodauran	0,6	0	0	93,8	1,6	0	0,6	90,4
Tecto100	0,2	0	1,2	89,6	0,4	0,2	4,0	87,2
Vitavax	18,2	0	1,6	72,8	16,2	0	8,0	71,2

¹ Média de cinco repetições de 100 sementes.

² Outros: presença de *Fusarium spp.*, *Colletotrichum dematium var. truncata*.

* Principalmente *Fusarium spp.*

Fonte: Yorinori, 1983. Resultados de pesquisa de soja 1982/83. EMBRAPA-CNPSO, 1983.

Quadro 2. Fungicidas recomendados para o tratamento de semente de soja.

Nome técnico	Nome comercial ¹	Dose g/100kg de sementes	
		Produto comercial	Ingrediente ativo
Captan	Captan 750 TS	200	150
	Captan 250 Moly	500	125
	Orthocide 50 PM	300	150
Carboxin	Vitavax 750 PM	200	150
Carboxin + Thiram	Vitavax 200 ² (Vitavax-thiram)PM-BR	200	75 + 75
Thiabendazol	Tecto 100	200	20
Thiram	Rhodiauram 700	200	140
Tiofanato metílico + Thiram	Cercoran 80 ²	300	140 + 90

¹ Além destas, podem existir outras marcas com o mesmo princípio ativo, que poderão ser utilizadas, desde que sejam mantida a dose do princípio ativo.

² Misturas já formuladas.

Cuidados: para a manipulação dos fungicidas, devem ser tomadas todas as precauções necessárias, inclusive evitando a ingestão de bebidas alcoólicas após o trabalho. a utilização de avental, luvas e máscaras contra pó é recomendada para evitar o contato com a pele e inalação.

Fonte: OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO. Adaptado de Henning et al., 1984.
Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1987/88.

Inspeção de campo visando sanidade de sementes de soja

por José Tadashi Yorinori *

A diversidade de ambientes em que a soja é cultivada exige que se conheça detalhadamente os fatores responsáveis pela redução da qualidade das sementes em nível local ou regional. Os fatores importantes a serem considerados são: suscetibilidade a doenças (ex. mancha "olho-de-rã", pústula bacteriana, crestamento bacteriano, mosaico comum da soja e nematóides de galhas), ciclo da cultivar, época de semeadura, temperatura e coincidência de chuvas no período da maturação à colheita, uniformidade ou não da fertilidade do solo, manejo do solo, incidência de percevejos, umidade da semente na colheita e ocorrência de danos mecânicos.

De maneira geral, a produção de sementes de soja em diferentes regiões está restrita aquelas cultivares mais adaptadas a cada estado ou região. Isto, de certa forma, garante que cultivares com baixa qualidade de semente não sejam utilizadas para produção de sementes. Todavia, existem diferenças marcantes quanto à qualidade de sementes entre cultivares. Aquelas com menor qualidade natural são mais exigentes quanto a uma combinação ideal dos fatores de produção, que são: temperatura amena e escassez de chuva e baixa umidade relativa do ar entre a maturação e a colheita. Qualquer variação para mais ou para menos desses fatores prejudicará a qualidade da semente. Outras cultivares são menos exigentes, tolerando condições relativamente adversas, sem perda significativa da qualidade da semente.

Devido à estreita relação e à freqüente coincidência entre os fatores que determinam a redução da qualidade

fisiológica das sementes e os que predis põem à maior ou menor infecção por patógenos, é difícil estabelecer critérios para inspeção de campo que visem especificamente a melhoria da qualidade sanitária das sementes.

O conhecimento prévio da característica da cultivar quanto à menor ou maior qualidade natural da semente, somada às observações sobre as condições climáticas ocorridas entre a maturação e a colheita, permitem muitas vezes, estimar as qualidades fisiológica e sanitária da semente e aprovar, ou não, um campo para semente. A tolerância, em número de dias, no retardamento de colheita, em relação ao momento ideal devido à ocorrência de chuvas, deve ser muito menor em regiões de clima quente (30-35°C) do que em regiões de temperatura amena (20- 25°C).

No momento, para a soja, não existem padrões para aprovação ou reprovação de campos de produção de sementes baseados exclusivamente no aspecto doenças. Existem recomendações subjetivas, específicas para algumas doenças, como a eliminação de campos de produção de sementes de lavouras com mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*) ou pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*). Para mancha "olho-de-rã", o campo deve ser condenado quando o nível de incidência atingir um índice médio de doença (índice 3) numa escala de zero (0) (ausência de doença) a cinco (5) (intensidade máxima, com desfolha acima de 75 por cento ou perda do valor comercial da colheita).

Para essas duas doenças (mancha "olho-de-rã" e pústula bacteriana), há um esforço conjunto entre os melhoristas das diversas instituições de pesquisa brasileiras no sentido de substituir totalmente as cultivares suscetíveis por cultivares resistentes. As

* Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do CNPSa/ EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil.

substituições, principalmente para a mancha "olho-de-rã", estão sendo lentas devido: a) à dificuldade em se obter cultivares resistentes com potencial de produtividade maior que as atuais suscetíveis; b) à falta de cultivares resistentes, de ciclo adequado a determinados sistemas de produção (ex. cultivares precoces que permitam a sucessão com o trigo); e c) à recomendação de cultivares sem o conhecimento prévio da reação ao fungo, por terem sido desenvolvidas nas regiões Central e Norte do Brasil, na ausência do patógeno. Deverá levar algum tempo até que as atuais cultivares suscetíveis sejam substituídas por outras resistentes.

Cultivares de diferentes ciclos, numa mesma região, podem apresentar grande variação de qualidade de semente. Cultivares sujeitas a altas temperaturas (média acima de 30°C) e chuva no período de maturação à colheita estão predispostas a infecções por *Phomopsis sojae*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Fusarium semitectum*. De maneira geral, as cultivares precoces e de ciclo médio que amadurecem entre meados de fevereiro e meados de março (período de maior precipitação) estão mais sujeitas a sofrer danos por altas temperatura e umidade e infecção por patógenos das sementes, do que as cultivares tardias. Campos sujeitos a essas condições poderão ser descartados para semente, mesmo sem a análise prévia de laboratório.

Além dos fungos que infectam a parte aérea da soja (*P. sojae*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata*, *Cercospora kikuchii* e *C. sojina*), outros fungos como *Sclerotinia sclerotiorum* (podridão branca da haste) e *Rhizoctonia solani* (morte em reboleira) e os nematóides de galhas *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, podem influir muito na redução da qualidade da semente.

A podridão branca da haste é particularmente séria no sul do Paraná (Guarapuava, Ponta Grossa e Castro) e na região do Vale do Paranaíba (São Gotardo), em Minas Gerais. Avaliações de perdas realizadas em apenas dois municípios (Castro e São Gotardo) na safra 1985/86, demonstraram que, em uma área total estimada de 36.683 ha, foram deixadas de colher, por causa dessa doença, cerca de 14.600 t de soja, ou o

valor atual de US\$ 3.212.000,00 (a US\$ 220,00 t) (Yorinori et al., 1986).

A taxa de transmissão de *S. sclerotiorum* pela semente é relativamente baixa, pois, a maioria das plantas infectadas produz poucas sementes e grande parte destas é eliminada na fase de beneficiamento. Todavia, sua importância se deve ao fato de que uma única semente infectada pode introduzir o fungo em uma área indene. Encontrando condições favoráveis, em três ou quatro anos, esse inóculo inicial pode resultar em epifítia.

Lavouras afetadas por *S. sclerotiorum* devem ser eliminadas como campo para semente. Todavia, quando a ocorrência na lavoura não é generalizada é possível aproveitar parte dela para semente. Nos casos em que a ocorrência for localizada em reboleiras, deixar de colher para semente as áreas afetadas. Sementes colhidas de lavouras afetadas pela doença não devem ser utilizadas em área de primeiro plantio ou onde a doença ainda não foi constatada. No caso de não haver opção, recomendar o tratamento da semente com fungicida (ex. tiabendazole, thiram, captan) no momento da semeadura.

A morte em reboleira (*R. solani*), além do prejuízo direto à lavoura, pode também contribuir para diminuir a qualidade da semente. Em lavouras bastante afetadas, um grande número de plantas pode morrer, fora das áreas típicas de reboleira, as quais ficam distribuídas entre plantas aparentemente saudáveis. A maior ou menor contribuição da semente colhida de plantas infectadas, na redução da qualidade da semente, irá depender do estágio da planta em que ocorrer a infecção. Quanto mais cedo ocorrer a morte das plantas nos estágios de formação dos grãos, tanto menor será a participação dessas sementes no lote. As sementes mal formadas e pequenas serão naturalmente eliminadas durante a classificação e a limpeza. As sementes colhidas de plantas infectadas próximo à maturação poderão estar sujeitas ao fenômeno de retardamento de colheita e aumentar a frequência de sementes com *C.d.* var. *truncata*, *C. kikuchii* e *P. sojae* e inclusive o fungo *R. solani*, que poderá ir associado como contaminante da semente, prejudicando o lote.

Lavouras com alta incidência de morte em reboleira devem ser descartadas. Nos casos em que a incidência estiver claramente delimitada, colher ao redor da área afetada, deixando uma boa margem (10-15 m) ao redor da reboleira.

Em áreas infestadas por nematóides de galhas (*M. incognita* e *M. javanica*), tomar os mesmos cuidados mencionados para a morte em reboleira. Como os danos causados pelos nematóides, em geral, são menos visíveis que os da morte em reboleira, as inspeções de campo devem ser mais cuidadosas, arrancando plantas para exame das raízes. A frequência de plantas mortas antecipadamente em consequência do ataque de nematóides poderá ser intensificada pela ocorrência de veranico no estágio de granação e pelo mau preparo do solo. A inspeção da lavoura para a avaliação da infestação de nematóides de galhas deve ser feita antes do início da maturação.

Além do ciclo da cultivar, a época de plantio pode influir grandemente nas qualidades fisiológica e sanitária da semente. Semeadura antecipada ou retardada que evite a coincidência da maturação e do ponto de colheita com períodos de chuvas poderão favorecer a produção de sementes de alta qualidade.

A desuniformidade da fertilidade e o manejo ou preparo inadequado do solo também podem resultar em semente de baixa qualidade. Adubações inadequadas e/ou solos mal preparados (calagem, aração e gradeações mal feitas), geralmente resultam em lavouras com desuniformidade de maturação. Áreas com deficiência de nutrientes e solos compactados e/ou mal corrigidos tenderão a apressar a maturação e, conseqüentemente, retardar a colheita em relação ao resto da lavoura. O efeito prejudicial na qualidade da semente dessa lavoura irá depender da extensão da área com deficiências e da ocorrência ou não de chuvas entre a maturação e a colheita. A ocorrência de um período de seca no estágio de enchimento das vagens poderá intensificar ainda mais a desuniformidade da lavoura. Sempre que possível, a colheita dessa lavoura deverá ser feita excluindo as manchas onde houve maturação antecipada. Lavoura com desuniformidade generalizada de maturação deve ser descartada como campo de semente.

A monocultura da soja intensifica a incidência de nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*) e fungos do solo (*Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Corynespora cassiicola*), este ocorrendo nas áreas de maior precipitação da maturação à colheita, resultando em considerável desuniformidade na maturação das lavouras.

Solo com deficiência de potássio poderá predispor as sementes a uma maior infecção por patógenos transmitidos pela semente. Assim, é importante garantir que a lavoura destinada à produção de semente receba adubação e preparo adequados para a semeadura. Por outro lado, o excesso de adubação, principalmente com fósforo e matéria orgânica, pode prejudicar a qualidade da semente, predispondo as plantas ao acamamento. Quanto maior o grau de acamamento, maior a possibilidade das sementes virem a ser infectadas por diversos patógenos.

O manejo de pragas visando, principalmente, os percevejos sugadores (*Euschistus heros*, *Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii*) é, na maioria dos campos de produção de sementes, o aspecto mais importante a ser considerado na inspeção para a sanidade de sementes. A importância é maior em anos com deficiência hídrica quando o abortamento de flores devido à seca pode resultar em menor número de vagens por planta. Nessas condições, uma população de percevejos tolerável em anos normais pode causar danos muito elevados. Além dos danos diretos causados pelos percevejos às sementes, danos indiretos podem comprometer a lavoura.

O ataque dos percevejos pode resultar em: a) plantas com haste verde (soja "louca") que, além de causar o retardamento de colheita, tem resultado em elevação do custo de produção pelo uso de desseccantes; b) inoculação do fungo da mancha de levedura, *Nematospora coryli*, através da picada, com aumento considerável dos danos à semente; e c) aumento da incidência de *P. sojae*, *C. d. var. truncata* e *F. semitectum* e deterioração fisiológica da semente, como consequência das picadas e do retardamento de colheita.

A produção de sementes sadias depende, portanto, da interação e da combinação ideal de um grande número dos fatores de produção, as quais devem ser do conhecimento do inspetor de campo, para que possa fazer o julgamento correto e tomar a decisão mais acertada se a lavoura pode ser para semente ou não.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, A.M.R. 1982. Mosaico cálico: nova virose de soja no Brasil. *Fitopatol. Brasil.*, 7:133-8.
- ; KASTER, M. & ALBUQUERQUE, F.C. 1980. Ocorrência de *Myrothecium roridum* Tode ex. Fr. em soja *Glycine max* (L.) Merrill no Estado Piauí. *Fitopatol. Brasil.*, 5: 129-33.
- ANTONIO, H. 1988. Reação de genótipos de soja aos nematóides de galhas: *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. In: EMBRAPA-CNPSo. Resultados de pesquisa de soja 1987/88. Londrina, PR. (no prelo).
- BARKER, K.R. 1974. Consultant report in nematology for the National Soybean Project. Porto Alegre, 10 p. (mimeo)
- COSTA, A.S. 1977. Investigações sobre moléstias da soja no Estado de São Paulo. *Summa Fitopatol.*, 3 (1): 3-30.
- DIANESE, J.C.; RIBEIRO, W.R.C. & HUANG, C.S. 1984. Podridão radicular da soja causada principalmente por *Cylindrocladium clavatum* Hodges & May, em Brasília, Distrito Federal. *Fitopatol. Brasil.*, 9: 316. (Resumo).
- FERREIRA, L.P. 1985. Pesquisa de fontes de resistência a *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. In: EMBRAPA-CNPSo. Resultados de pesquisa de soja 1984/85. Londrina, PR.
- ; LEHMAN, P.S. & ALMEIDA, A.M.R. 1979. Doenças da soja no Brasil. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 41 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 1).
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. & COSTA, N.P. da. 1984. Recomendações de fungicidas para o tratamento de sementes de soja. Londrina. EMBRAPA-CNPSo, 4 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comuniado Técnico, 31).
- ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. 1987. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná. Cascavel, PR, EMBRAPA-CNPSo, 74 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 23). (OCEPAR. Boletim Técnico, 21).
- SINCLAIR, J.B. 1982. Compendium of soybean diseases. ed. St. Paul, The American Phytopathological Society, 104 p.
- YORINORI, J.T. 1983. Tratamento de sementes de soja para o controle de disseminação de *Cercospora sojina* Hara (mancha "olho-de-rã"). In: EMBRAPA-CNPSo, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1982/83. Londrina. p. 195-7.
- . 1986. Doenças de soja no Brasil. In: Fundação Cargill. A soja no Brasil Central. 3 ed. Campinas, p. 299-364.
- . 1988. Reação das cultivares comerciais brasileiras a mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina* Hara). In: EMBRAPA-CNPSo, Resultados de pesquisa de soja 1987/88. Londrina, PR, (no prelo).
- ; PEETEN, H.; PAVEI, J.N.; VELHO, H.P. & SHIBUYA, Y. 1986. Incidência e níveis de perdas por *Sclerotinia sclerotiorum* em soja na Colonia Castrolanda (Castro), PR, e São Gotardo, MG. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 4, Porto Alegre, RS. Set. 8-12, 1986. Programas e resumos... Londrina. EMBRAPA-CNPSo, p. 11-12.

Aspectos biológicos de cebollín

(*Cyperus rotundus* L.)

por Nora E. Rodríguez *

Cyperus rotundus es una geófita perenne que pertenece a la familia de las Ciperáceas. Tiene varios nombres comunes, entre ellos: cebollín, cípero, castañuela, juncia, negrillo, tamascal, chufilla, coquito tirica etc. Es considerada la peor maleza del mundo según L. Holm, ya que encabeza la lista de estas especies.

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Especie cosmopolita, pantropical; se extiende entre los paralelos 35° de latitud N y 35° de latitud S. Probablemente originaria del Asia Oriental, Indomalasia, Oceanía y Australia. En Africa, Madagascar y América habría sido introducida siguiendo las rutas comerciales de navegación, especialmente las grandes vías marítimas de transporte del arroz.

En la Argentina llegan hasta Buenos Aires, La Pampa y Río Negro. La distribución de cebollín en la provincia de Córdoba indica que la maleza es abundante en las superficies destinadas a explotaciones intensivas bajo riego.

MORFOLOGÍA

En cebollín se pueden distinguir dos sistemas de estructuras: subterráneas y aéreas. Las primeras están constituidas por tubérculos, rizomas, bulbos basales y raíces adventicias.

Los tubérculos son órganos subterráneos cortos y gruesos que poseen reservas de sustancias nutritivas. Son de forma oval esférico y tienen de tres a diez yemas (8-10) colocadas en forma de espiral protegidas por catáfilos. Cuando son jóvenes presentan un color blanco y consistencia carmota pero posteriormente se tornan de color oscuro y consistencia dura. Pueden medir de 2,5 cm de largo por 1,2 cm de diámetro.

Los rizomas son tallos subterráneos que crecen en forma paralela a la superficie del suelo o en forma ascendente y están cubiertos por hojas modificadas en forma de escamas membranosas. Son delgados con entrenudos largos y normalmente sin ramificaciones. Los rizomas terminan o salen de un tubérculo o de un bulbo basal, conformando una serie de cadenas de tubérculos que progresivamente forman un sistema complejo. Poseen una epidermis engrosada con abundante tejido esclerenquimatoso que se desintegra a la madurez, dejando al descubierto una endodermis lignificada.

El bulbo basal es un tallo reducido a un platillo disciforme en cuya parte inferior se producen raíces y en la superior hojas. Los bulbos de cebollín de 0,3-0,6 cm de diámetro, son de estructura maciza semejante a la de los tubérculos y están rodeados por las bases de las hojas fotosintéticas. El bulbo se forma en la unión del rizoma y de las hojas. Están localizados generalmente cerca de la superficie del suelo y tienen yemas que se encuentran en las axilas de las hojas; el bulbo a su vez genera rizomas.

Las raíces adventicias se forman en la parte inferior del bulbo basal y en los internudos de los tubérculos, raramente de los rizomas.

Las estructuras aéreas están formadas por hojas, inflorescencias y frutos. Las hojas se agrupan en

* Profesora de Ciencias Naturales. Técnica Investigadora del Grupo Protección Vegetal de la EEA Manfredi/INTA, Córdoba, Argentina.

rosetas y sus vainas conforman un pseudotallo. Son graminiformes de 0,4 a 0,8 cm de ancho y hasta 40 a 50 cm de largo, con una anatomía semejante a las gramíneas del grupo Panicoides (tipo Kranz). Un brote de cebollín tiene a cuatro a siete hojas brillantes con una cutícula cerosa. Los estomas no se presentan en el haz sino en el envés donde se han encontrado de 140 a 370/mm².

En el momento de la floración el bulbo basal emite un escape de sección triangular desprovisto de nudos. Esta estructura lleva una inflorescencia de tipo umbela con espiga de espiguillas y varias hojas fotosintéticas. Las espiguillas son ovaladas, rojizas o castañas y cada una está constituida por 12 a 40 flores muy pequeñas, bisexuales, ubicadas en la axila de brácteas simples.

El fruto es un aquenio y tiene aproximadamente 0,8 mm de ancho por 1,5 mm de largo, recubierto por un pericarpio grueso. Los tegumentos seminales son delgados y encierran un endosperma formado por una parte central feculenta y una externa aceitosa.

HABITAT

Es una especie heliófila que no prospera en lugares donde la intensidad de luz que llega al suelo es baja. Su crecimiento en Brasil disminuye un 60 por ciento cuando la luminosidad es sólo un siete por ciento de la normal. La reducción de la luz en más de un 80 por ciento afecta drásticamente el crecimiento y desarrollo de los tubérculos, pero no afecta su brotación.

No compete con la vegetación gramínea, un ejemplo típico está representado por la interferencia que ejerce gramón (*Cynodon dactylon*) sobre su crecimiento. El efecto de esta gramínea es tan acentuado que cuando conviven ambas especies, el cebollín prácticamente no forma tubérculos.

No crece en regiones secas ni frías. Sus tubérculos son poco resistentes a la desecación y mueren en pocos días si quedan expuestos sobre el suelo seco. Por otro lado, no son muy afectados por la temperatura ya que resisten 96 horas a 50°C y más de 10 horas a

-3,8°C. Vegeta en casi todo tipo de suelo pero crece mejor en los que poseen un pH de 5-5,5.

DOMINANCIA Y BROTAÇÃO

Los tubérculos de cebollín no brotan uniformemente, esto está regulado por dominancia de la yema apical sobre las otras yemas laterales. Esta dominancia de la yema apical actúa en tubérculos individuales y en la cadena. Generalmente en una cadena de cinco tubérculos, la yema apical del tubérculo más joven brota primero y al cortar o matar tejidos de los rizomas que conectan los diferentes tubérculos, brotan todos. De este modo se destruye la dominancia apical, situación muy parecida a las labores de rastrilladas o aradas que se realizan en lotes invadidos aumentándose así la población de cebollín.

La exposición de los tubérculos a la luz provoca la brotación de todas las yemas y su confinamiento en una atmósfera húmeda dentro de una bolsa de polietileno en la oscuridad, ejerce el mismo efecto.

Un tubérculo puede emerger desde 87 cm de profundidad pero su mayor concentración bajo condiciones naturales, se encuentra entre los primeros 15 a 20 cm del suelo. La penetración de los tubérculos es mayor en suelos livianos (pueden llegar hasta 60 cm) que en suelos pesados. Las raíces originadas por los tubérculos pueden penetrar hasta 1,2 a 1,5 m y son medios de supervivencia de los tubérculos en época de verano. La brotación de un tubérculo en el campo ocurre entre los tres a siete días después de plantado.

CRECIMIENTO EN CAMPO A PARTIR DE UN TUBÉRCULO

Estudios realizados en la EEA Manfredi comprobaron que un solo tubérculo plantado a campo puede producir al cabo de 113 días, 1452 brotes, 1621 bulbos basales y 1826 nuevos tubérculos. La producción obtenida de uno de estos sistemas que siguieron creciendo hasta los seis meses fue de 3847 plantas, 3850 bulbos basales y 7691 tubérculos.

Se comprobó además que el 95-97 por ciento de la producción de órganos subterráneos obtenida de un tubérculo se distribuyó en el estrato de 0-20 cm de profundidad. Si bien, la cantidad de tubérculos encontrados a profundidades mayores de 30 cm es despreciable, se destaca que en un sistema de seis meses de edad los tubérculos más profundos fueron extraídos del estrato de 40-50 cm.

También se realizaron estudios sobre la producción de tubérculos de diferentes tamaños (grandes, medianos y chicos) y plantados a distintas profundidades (10, 20 y 50 cm) las diferencias estadísticas obtenidas en los dos años de realizados los estudios fueron diferentes, pero en general se puede comprobar que:

a) los tubérculos chicos demoraron entre 35 y 55 días en emerger de la profundidad de 50 cm.

b) las producciones obtenidas (en brotes, bulbos y tubérculos) de los tubérculos grandes y medianos plantados a 10 y 20 cm son similares, no así las obtenidas a 50 cm donde la producción aérea y subterránea es sensiblemente menor en los tubérculos chicos.

EXPOSICIÓN DE TUBÉRCULOS A LOS FACTORES AMBIENTALES

En Manfredi se realizaron además, estudios sobre los efectos de los factores ambientales en la brotación de tubérculos de distintos tamaños. Los factores ambientales que tuvieron mayor efecto sobre la brotación de los tubérculos fueron las temperaturas extremas bajas y altas, y las lluvias. Por ejemplo: en el mes de julio la brotación fue de cero por ciento para los tres tamaños de tubérculos luego que éstos fueron expuestos durante cuatro días, y producirse en ese período cuatro heladas consecutivas de -1,4; -3,6; -4,5 y -8°C.

En el mes de enero donde las temperaturas máximas variaron entre 26,5 y 32,9°C, se necesitaron de nueve a 12 días de exposición para que se produjera la muerte de los tubérculos de los tres tamaños.

El comportamiento de los tubérculos en marzo, setiembre y otros meses del año con temperaturas

moderadas, es semejante, donde la reducción del porcentaje de brotación es gradual a medida que transcurren las horas de exposición. Además en estos casos, no se logra la reducción total (muerte de los tubérculos) durante los 10 o 15 días de exposición, período que se considera suficiente para los fines prácticos de un control mecánico.

A través de los resultados obtenidos en los ensayos de exposición, se puede inferir que las temperaturas extremas bajas y altas de la zona, en los meses de julio y enero, pueden causar la muerte de los tubérculos de cebollín en corto tiempo, mientras no ocurran lluvias durante el período de exposición, que podrían prolongar el proceso de desecación.

INTERFERENCIA

Cebollín causa importantes pérdidas en la producción de los cultivos, considerándose en esta interacción la competencia que ejerce por agua, luz y nutrientes, y los posibles efectos alelopáticos que posee. En la mayoría de los trabajos publicados sobre esta interacción (cebollín-cultivos) no se discriminan los efectos que causa cebollín por competencia o alelopatía, de todos modos su presencia ejerce efectos negativos.

En Manfredi se produjeron pérdidas del 45 al 92 por ciento en el rendimiento de maíz, cultivo poco competidor por su crecimiento lento y limitado. En cambio, las pérdidas ocasionadas en soja, fueron del 0-2 por ciento al 87 por ciento ya que este cultivo ejerce muy buena competencia por su denso canopeo si se establece con ventajas respecto al cebollín en las fases tempranas de desarrollo.

LITERATURA CONSULTADA

- BETRIA, A.I. 1973. Biología del cípero (*Cyperus rotundus* L.). Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata, Argentina 3° época 49(2): 181-199.
- CACERES, A.; BERTOLLOTO, M.A.; USTARROZ, E. y REYNOSO, D. 1983. Distribución de sorgo de Alepo, cebollín y gramón en la provincia de Córdoba. In: Reunión Argentina sobre la maleza y su control, 9°. Santa Fe,

- Argentina. Agosto 1982. Trabajos y comunicaciones. *Malezas Revista ASAM* 11(5): 182-187.
- HOLM, L. 1969. Weeds problems in developing countries. *Weed Science* 17:113-118.
- KEELY, P.E. 1987. Interference and interaction of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* L. and *C. esculentus*) with crops. *Weed Technology* 1 (1): 74-81.
- PIEDRAHITA, C.W.; MORALES, L. y DOLL, J.D. 1975. Coquito (*Cyperus rotundus* L.) morfología, crecimiento y desarrollo. *Revista COMALFI Colombia*. 2(1): 38-46.
- RAINERO, H.P.; RODRIGUEZ, N.E. y CASTELLANO, S.R. 1983. Efecto de los factores ambientales en la viabilidad de los tubérculos de cebollín (*Cyperus rotundus*, L.). In: Reunión Argentina sobre la Maleza y su control, 9°. Santa Fe, Argentina. Agosto 1982. Trabajos y comunicaciones. *MALEZAS Revista ASAM* 11(1): 81-91.
- RODRIGUEZ, N.E. y RAINERO, H.P. 1983. Crecimiento y desarrollo de cebollín (*Cyperus rotundus* L.) a campo. In: Reunión Argentina sobre la maleza y su control, 9°. Santa Fe, Argentina. Agosto 1982. Trabajos y comunicaciones. *MALEZAS Revista ASAM* 11 (1): 59-72.
- ; RAINERO, H.P. y CASTELLANO, S.R.. 1983. Incidencia del tamaño de tubérculos prebrotados y tres profundidades de plantación en la producción de cebollín a campo. In: Reunión Argentina sobre la maleza y su control, 9°. Santa Fe, Argentina. Agosto 1982. Trabajos y comunicaciones. *MALEZAS Revista ASAM* 11(1): 73-79.
- y ZABALA, J. del R.. 1983. Bibliografía retrospectiva de cebollín (*Cyperus rotundus* L.) 1982-1970. In: Reunión Argentina sobre la maleza y su control, 9°. Santa Fe, Argentina. Agosto 1982. Trabajos y comunicaciones. *MALEZAS Revista ASAM* 11(1): 92-129.

El manejo integrado de las malezas en soja

por A. Mitidieri y N. Francescangeli *

RESUMEN

Tal como sucede con otros cultivos, para alcanzar el mejoramiento de la producción de la soja tanto en cantidad como en la calidad de los granos y/o para reducir costos, es necesario implementar una serie de prácticas de manejo de las malezas, tratando de integrarlas en su punto óptimo. Se recurre a métodos preventivos, técnicas de control cultural, mecánico, químico y biológico, tratando de reducir al mínimo los efectos sobre el ambiente. Para alcanzar tales objetivos se requieren profundos conocimientos de la biología de las malezas y paralelamente de los métodos de control tanto en su eficacia como en sus efectos sobre el ecosistema. También es esencial tener en cuenta el sistema globalmente y sus múltiples interacciones, así como los aspectos económicos y sociales. Se debe partir de un buen conocimiento de la problemática de las malezas: especies, abundancia y distribución. Para ello se recurre a alguna forma de monitoreo de las poblaciones, ya sea por análisis del banco de semilla, ya sea por observaciones de la composición florística.

También es necesario conocer otras características del agroecosistema, especialmente en lo referente al suelo, al manejo del cultivo, rotaciones, historia del sistema y el ambiente externo al mismo. Sobre esas bases se puede hacer un pronóstico de infestación de las malezas y sus alcances. Por otra parte se evalúan los métodos disponibles de control, sus alcances y limitaciones. Si la información lograda es adecuada, se podrá seleccionar un programa de acciones que incluya tanto prácticas del manejo de las malezas

compatibles con el sistema, como modificaciones de su estructura en cuanto a elección de los cultivos que más convienen para alcanzar los objetivos perseguidos. Aunque la tecnología disponible es muy amplia, no se cuenta con los conocimientos suficientes para alcanzar los objetivos en plenitud. Por otra parte, limitaciones económicas, sociales y ecológicas también impiden su implementación no sólo en el cultivo de soja sino en cualquier otra actividad agropecuaria. En países desarrollados se cuenta con una treintena de herbicidas y varias de sus mezclas que permiten el control de la mayoría de las malezas que infestan la soja.

El control cultural es uno de los componentes más importantes del manejo de las malezas en soja. Para implementarlo usar una buena densidad de siembra y favorecer un establecimiento vigoroso y rápido del cultivo. Hay que preferir las variedades de buen desarrollo y buena sanidad que cubren el suelo lo más rápido posible.

*Para el control mecánico de las malezas en soja se cuenta con las herramientas comunes empleadas en la preparación del suelo: arado, disco, rastra de dientes, rotativa, carpidor con sus variantes. Además, existen equipos especiales designados con el propósito del control de malezas; entre ellos se puede citar la desarraigadora de estrella, la de púa, el equipo agrocero etc. Las dos primeras se han difundido para el control de sorgo de Alepo y especialmente del gramón (*Cynodon dactylon*) cuando hay altas infestaciones. El arado cincel también desarraiga las malezas rizomatosas. El empleo del control mecánico demanda el conocimiento de su eficacia en función de la problemática de las malezas y su efecto sobre el manejo del suelo además del costo. Hay que tener presente que en general la eficacia del control mecánico es inferior al del control químico.*

* Ingenieros Agrónomos, técnicos de la Sección Malezas de la EEA San Pedro/INTA, Buenos Aires, Argentina.

Las técnicas de control químico más desarrolladas se han alcanzado en soja más que en ningún otro cultivo inclusive la caña de azúcar, la remolacha azucarera, el trigo, el maíz y el arroz. Las principales prácticas se pueden reunir en seis categorías:

- 1) *Tratamientos antes de la siembra con herbicidas postemergentes; se usan para el control de malezas perennes tales como sorgo de Alepo, gramón, sunchillo (Wedelia glauca), y correolita (Convolvulus arvensis), con glifosato, dalapón, MSMA y amitrol. Para malezas anuales se puede usar paraquat solo o en mezcla con 2,4 D, especialmente en siembra directa.*
- 2) *Tratamientos de pre-siembra e incorporados al suelo; se emplean para el control de malezas en general. El más difundido es la trifluralina. Actualmente también se aplica en pre-siembra el imazaquín, ya sea incorporado inmediatamente o 30 a 50 días de aplicado en barbecho químico. Otros tratamientos con la trifluralina + metribuzín y sceptor + trifluralina.*
- 3) *Tratamientos de pre-emergencia; son los herbicidas de mayor espectro y se emplean para el control de malezas anuales en general aunque algunos tienen también acción sobre malezas perennes; para esto se usan metribuzín, alaclor, metolaclor, acetoclor, linurón e imazaquín. También se emplean en mezclas.*
- 4) *Tratamientos de post-emergencia para el control de malezas de hoja ancha; por lo general son específicos latifolicidas, siendo la excepción el imazetapyr; los productos que se emplean son: bentazón, fomesafén, acifluorén, fluroglicofén, lactofén, clorimurón-etil y 2,4 DB, además del imazetapyr mencionado que tiene acción muy importante sobre gramíneas inclusive sorgo de Alepo de rizomas.*
- 5) *Tratamientos de post-emergencia para el control de gramíneas; para ello se usan: fluazifop-butil, haloxifop-metil, setoxidím, fenoxaprop-etil, quizalofop-etil y cletodím. También se puede realizar el tratamiento selectivo con el equipo de soja y glifosato al 33 por ciento del formulado para el control de sorgo de Alepo.*

- 6) *Tratamientos de pre-cosecha; se usan para facilitar la cosecha y los productos más empleados son 2,4 D y paraquat. Si bien está muy adelantado el desarrollo de algunas técnicas del control biológico, aún no alcanzaron difusión. No obstante hay muchos agentes de control natural de acción no bien conocida.*

INTRODUCCIÓN

Las malezas como tales producen daños y de diferentes tipos. Interfieren en la producción agropecuaria ya sea por competencia, ya sea por acción alelopática y/o por interactuar con otros agentes biológicos. En el cultivo de la soja, compiten por luz, nutrientes y agua, interfieren en la cosecha y pueden afectar la comercialización. Para evitar sus daños el productor debe controlarlas, así podrá obtener cosechas provechosas y el consumidor productos económicos y de calidad. De ahí que el objetivo del manejo de las malezas es de interés de las comunidades presentes en su totalidad y para que se respeten los intereses de las comunidades venideras se deben implementar acciones que no comprometen los recursos naturales para el futuro. Tal como afirma SHAW (1982), el público estará más satisfecho y mejor servicio cuando la ciencia de las malezas nos pueda reasegurar que la tecnología usada en el manejo de las malezas para el suministro de alimentos y otros productos agropecuarios sea a la vez efectiva y segura.

En soja en Argentina el costo del control de las malezas asciende a unos 150 millones de dólares, de los cuales del 50 al 55 por ciento corresponde al uso de herbicidas y el resto a labores mecánicas. A ello hay que agregar el daño procedente de las malezas no controladas que si bien es difícil de estimar puede oscilar entre 100 a 150 millones de dólares, lo que hace un total de las pérdidas causadas por las malezas en soja de 250 a 300 millones de dólares para el período 1987/88. Cifras de tal magnitud dicen de la importancia del problema y justifican que se destinen fondos suficientes para desarrollar la investigación pertinente para mejorar la información sobre bioecología de las malezas y las prácticas tecnológicas para su manejo.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL MANEJO INTEGRADO

El manejo integrado de las malezas debe enfocarse en el contexto de todo el agroecosistema con los diferentes cultivos, rotaciones, los factores del clima, suelo, manejo del cultivo, manejo integrado de las plagas y las enfermedades y teniendo en cuenta todos los factores de la producción y las múltiples interacciones que se generan en el sistema. Los principales factores de la producción a tener en cuenta son:

Cultivares

Influyen de diversas maneras en el manejo de las malezas: por su aptitud competitiva, pueden tener efectos alelopáticos y por su interacción con otros agentes bióticos. Se buscan variedades vigorosas de rápido establecimiento que cubren el suelo y producen un intenso canopeo.

Fertilidad

En general la fertilidad puede favorecer el desarrollo de las malezas como el del cultivo. La fertilización localizada favorece al cultivo.

Manejo del cultivo

El aspecto del manejo más importante es la densidad de siembra y la separación entre filas. La densidad de siembra es el factor del control cultural más eficiente del manejo de las malezas.

Riego y manejo de la humedad

Pueden influir tanto para favorecer el cultivo como las malezas. No obstante cuando las malezas no son controladas en el barbecho previo a la siembra del cultivo, generalmente inciden negativamente en el desarrollo posterior del cultivo por el consumo de agua y de nutrientes que efectúan.

Manejo del suelo

Las labores culturales o las de preparación del suelo influyen indirectamente en el manejo de las malezas; hay labores que se efectúan específicamente para el control mecánico de las malezas.

Protección vegetal.

Los factores adversos de la producción agropecuaria son las plagas animales, las enfermedades y las malezas. Estas pueden interactuar con las otras y dar lugar a situaciones en que las demás plagas pueden reducir el desarrollo de las malezas y desviarlas del cultivo, o la inversa, afectar al cultivo y disminuir su capacidad competitiva. Las interacciones que se pueden producir son varias y de diversa naturaleza. El control natural es un aspecto de ellas y muy variable en función de los muchos factores que pueden intervenir. La Figura 1 ilustra algunas de las interacciones que se pueden originar en un agroecosistema de cultivos. Como puede observarse los sistemas son muy complejos y ello representa serias dificultades para su estudio e interpretación.

El manejo integrado de las malezas para ser efectivo debe integrarse en forma global en el sistema. No debe ignorar ninguna interacción importante. Por lo tanto, es necesario desarrollar investigación en los siguientes aspectos:

Investigación básica sobre bioecología de las malezas

Comprendo estudios sobre ciclo de vida, dinámica de población, ciclos de competencia, correlación de competencia, umbral de daño, tablas de vida, modo de acción de los herbicidas, naturaleza bioquímica y genética de la resistencia etc. Estos conocimientos son fundamentales tanto para desarrollar programas de investigación sobre métodos de control, como para diagramar estrategias de manejo o prácticas de control.

Investigación de prácticas de control o de manejo

Comprende estudios de las prácticas de control cultural, mecánico, biológico y químico. El desarrollo de cultivares resistentes a la competencia se debe incluir en control cultural. También comprende todo lo referente a factores que afectan el resultado de las diferentes prácticas de control, tales como todo lo que se relaciona con el suelo, condiciones ambientales de clima, métodos de aplicación, formulación de los herbicidas, coadyuvantes. Estos conocimientos son

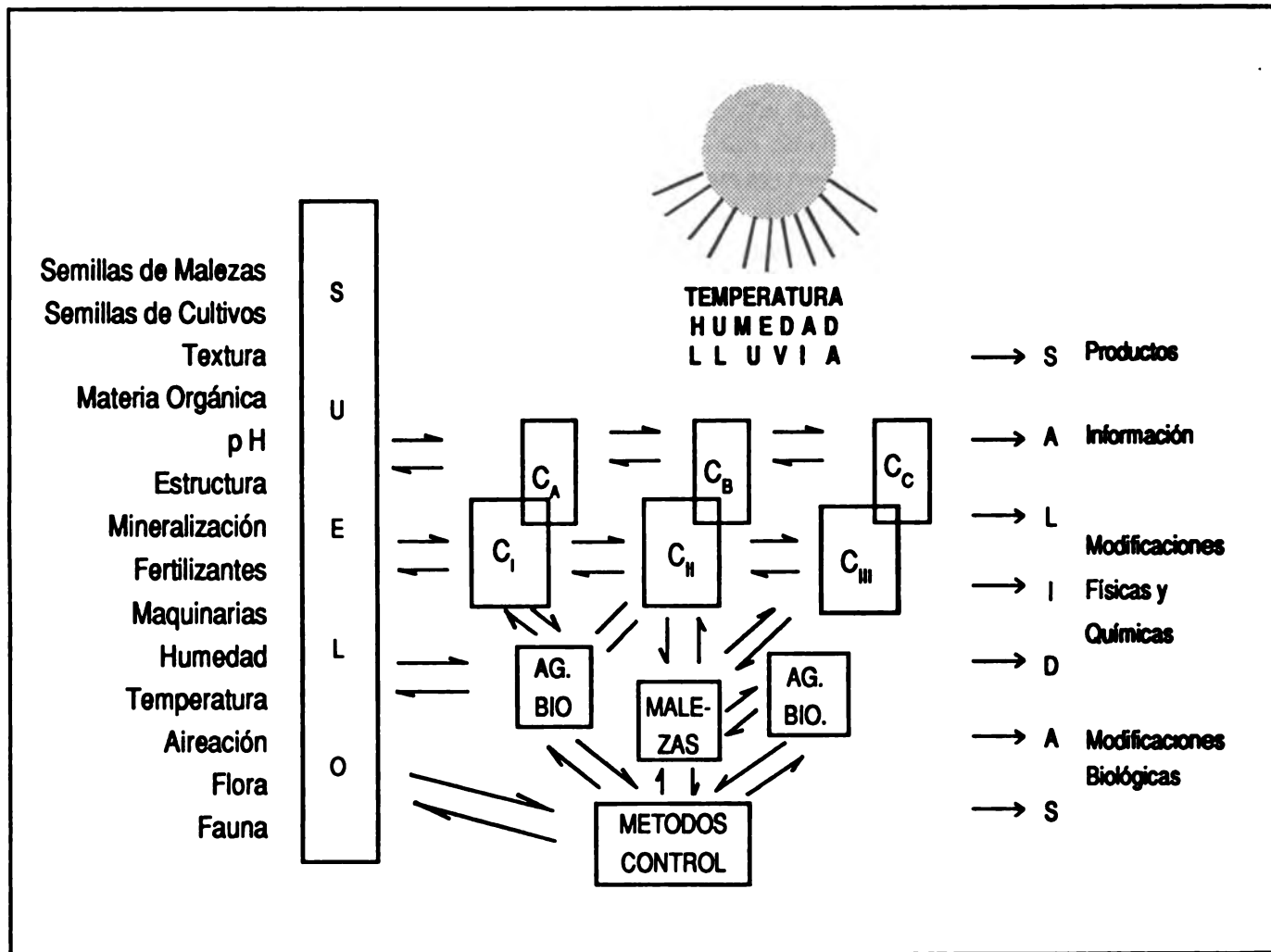


Figura 1. Interacciones entre los principales componentes de un agroecosistema. C_I - C_H - C_{III} = secuencia de cultivos principales. C_A - C_B - C_C = secuencia de probables cultivos consociados.

fundamentales para el desarrollo de las estrategias de manejo. Cuanto mayor es la profundidad de estos conocimientos tanto más efectivas y seguras serán las prácticas de manejo que se implementarán. La investigación sobre los métodos de control, especialmente el método químico, puede proveer también conocimientos de biología de las malezas. Un aspecto importante es el estudio de las interacciones que se producen entre los métodos de control de las malezas y los otros factores de la producción (fertilización, uso de maquinaria moderna, manejo de cultivo de mayor productividad, espaciamiento entre filas etc.). También son de tener en cuenta las

interacciones que se producen con las plagas animales, los patógenos y los microorganismos del suelo.

Estas dos líneas de investigación son fundamentales para el manejo integrado de malezas. En Estados Unidos, el Departamento de Agricultura ha considerado de importancia otras líneas de investigación que se mencionan a continuación (Shaw, 1982).

Investigación de sistemas de manejo de malezas (NIVEL I)

Comprende las acciones para desarrollar la integración de dos o más prácticas para el manejo de

una o más especies de malezas. Del mismo nivel sería cuando el objetivo es para el manejo de plagas animales o enfermedades.

Investigación de sistemas de manejo de dos o más clases de plagas (NIVEL II).

Comprende las acciones para desarrollar la integración de dos o más sistemas de manejo de dos o más clases de plagas tales como malezas e insectos o enfermedades o todos los grupos posibles. Este nivel sería lo más deseable pero no hay información suficiente para su aplicación eficiente.

Extensión de sistemas de manejo de malezas (NIVEL I)

Comprende las acciones de transferencia de tecnología de manera sistemática para el manejo de maleza. Del mismo nivel sería cuando la transferencia de tecnología tiene como objetivo el manejo de plagas animales o enfermedades.

Extensión de sistemas de manejo de dos o más clases de plagas (NIVEL II)

Comprende las acciones de transferencia de tecnología de manera sistemática para el manejo de dos o más clases de plagas tales como malezas e insectos o enfermedades o todos los grupos posibles.

Educación superior en manejo integrado de plagas

Desarrollar cursos a nivel universitario para difundir los conocimientos sobre el tema.

Aspectos económicos

Evaluar las ventajas, desventajas y la factibilidad de la implementación de sistemas de manejo integrado de plagas.

Para el desarrollo de tales acciones el Departamento de Agricultura de Estados Unidos ha dedicado un presupuesto anual de 191 millones de dólares.

Con los conocimientos que emanan de esas acciones y la preparación de personal para su implementación se puede pensar en desarrollar sistemas de manejo integrado de malezas. En esencia consiste en preparar un programa de manejo integrado que seleccione e integre las prácticas de control basadas en umbrales de daño económico, las prácticas de prevención para evitar la difusión de nuevas malezas e incluso erradicar aquellas especies de reciente introducción y que pueden llegar a constituirse en problemas potenciales.

Entonces, las principales estrategias del manejo son: la prevención, el control y la erradicación y para ser más completo, se puede incluir la supresión de malezas, especialmente cuando se usan dosis bajas para reducir el desarrollo de malezas perennes.

Hay que optimizar las prácticas para aumentar su eficacia y reducir así los aspectos negativos, especialmente de los métodos que pueden afectar el ecosistema (abuso de los herbicidas, abuso de las labores mecánicas e inclusive evitar el uso no criterioso de agentes de control biológico).

Hay que preferir las prácticas basadas en el control cultural: recurrir a cultivares mejor adaptados y más vigorosos y por lo tanto más competitivos lo que le permite resistir mejor la competencia de las malezas e inclusive suprimirlas (se recurre a cultivares vigorosos de soja para la supresión del cebollín (*Cyperus rotundus*), gramón (*Cynodon dactylon*), gramíneas anuales etc.). Es un campo de acción de la genética y de la biotecnología; también se puede orientar la investigación hacia la búsqueda de cultivares con efecto alelopático sobre las malezas.

Otra práctica de control cultural sería la colocación de fertilizantes a los costados de la fila de siembra para dar al cultivo ventajas diferenciales para mejorar su desarrollo y competir mejor con las malezas que no recibirían en la entrefila el beneficio de la fertilización. También incide la época de la aplicación del fertilizante para lograr la máxima estimulación del desarrollo del cultivo y mínima para las malezas (Shaw, 1982).

Una buena preparación de la cama de siembra también contribuirá a mejorar el crecimiento y establecimiento rápido del cultivo y puede reducir el desarrollo de las malezas. El barbecho químico, una arada previa a la preparación final de la cama de siembra son prácticas que pueden lograr tales objetivos. Hay labores mecánicas tales como el disco y el cincel, que usados como labor última en la preparación de la cama de siembra pueden dejar malezas establecidas o ya germinadas cuando se efectúa la siembra del cultivo lo que da ventajas a las malezas sobre éste.

Uno de los aspectos más importantes es la densidad de siembra y la distancia entre las filas; una buena densidad y uniforme distribución sobre la fila y poca separación entre filas contribuirán a optimizar la acción competitiva del cultivo y disminuir la de las malezas por el efecto del canopeo temprano.

Otras prácticas importantes son: riego adecuado, labores culturales oportunas, rotaciones apropiadas para la zona, métodos de cosecha que reducen la diseminación de las semillas de malezas (las cosechadoras actuales de soja no cumplen con este requisito); uso de agentes biológicos tal como se está realizando en algunos países; favorecer la acción de los agentes naturales.

Por último, el uso de métodos químicos efectivos y seguros, con intervenciones basadas en umbrales de daño económico u otro método de monitoreo más preciso para hacer predicciones más confiables de infestación, es otra práctica muy eficaz y necesaria. Lamentablemente el umbral de daño es poco confiable porque varía con muchos factores (Aldrich, 1987).

PRINCIPALES MALEZAS DE LA SOJA

En los Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5 se presentan las malezas más importantes de Argentina, Brasil y Estados Unidos. También se incluyen las malezas de menor importancia de Argentina.

Cuadro 1. Las 10 malezas más importantes de la soja en Argentina teniendo en cuenta todas las regiones.

<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de Alepo
<i>Amaranthus quitensis</i>	Yuyo colorado
<i>Datura ferox</i>	Chamico
<i>Ipomoea purpurea</i>	Bejuco
<i>Chenopodium album</i>	Quínoa
<i>Anoda cristata</i>	Malva
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón
<i>Cyperus rotundus</i>	Cebollín
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pasto cuaresma
<i>Echinochloa spp.</i>	Capín

Cuadro 2. Las 10 malezas más importantes de la soja en el NOA (NorOeste Argentino) que tienen un espectro algo diferente del resto del País.

<i>Amaranthus quitensis</i>	Ataco o yuyo colorado
<i>Ipomoea spp.</i>	Bejuco
<i>Digitaria insularia</i>	Pasto cuaresma
<i>Leptochloa filiformis</i>	Pasto moro
<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón
<i>Nicandra physaloides</i>	Farolito
<i>Sorghum halepense</i>	Pasto ruso - sorgo de Alepo
<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco
<i>Chenopodium album</i>	Yuyo blanco - Quínoa

En el NEA (NorEste Argentino) las malezas más importantes son:

<i>Sida spp.</i> y <i>Sphaeralcea sp.</i>	Escoba dura
<i>Cassia spp.</i>	Café de los pobres
<i>Bidens spp.</i>	Amor seco
<i>Ipomoea spp.</i>	Bejuco
<i>Cenchrus spp.</i>	Cadillo
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pasto cuaresma
<i>Brachiaria sp.</i>	Pasto bandera
<i>Amaranthus quitensis</i>	Yuyo colorado
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Tutia

En Chaco, Formosa y este de Santiago del Estero tienen las malezas de la mayoría de las regiones del País.

Cuadro 3. Malezas secundarias ya sea por su poca difusión ya sea por su menor agresividad.

<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Tagetes minuta</i>	Chinchilla
<i>Eleusine indica</i>	Pata de ganso
<i>Xanthium cavanillesii</i>	Abrojo grande
<i>Xanthium strumarium</i>	Abrojo
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correguela
<i>Wedelia glauca</i>	Sunchillo
<i>Cyperus esculentus</i>	Chufa
<i>Brassica campestris</i>	Nabo
<i>Brachiaria platyphylla</i>	Pasto bandera
<i>Leptochloa filiformis</i>	Pasto moro
<i>Cenchrus</i> spp.	Cadillo
<i>Bidens</i> spp.	Amor seco
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lecherón grande
<i>Sida</i> spp.	Escoba dura
<i>Acanthospermum</i> sp.	Torito
<i>Nicandra physaloides</i>	Farolito
<i>Tithonia tubaeformis</i>	Yuyo cubano
<i>Xanthium spinosum</i>	Cepa-caballo
<i>Setaria</i> spp.	Cola de zorro
<i>Sicyos polyacanthus</i>	Tupulo
<i>Raphanus sativus</i>	Nabón

Cuadro 4. Las 10 malezas más importantes de la soja en Estados Unidos. Muchos de ellos son una amenaza para el cultivo de la soja de los países latinoamericanos por el comercio de semilla.

<i>Xanthium strumarium</i>	Common cocklebur
<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriscula</i>	Entireleaf morningglory
<i>I.h.</i> var. <i>hederacea</i>	Ivyleaf morningglory
<i>Abutilon theophrasti</i>	Velvetleaf
<i>Sesbania exaltata</i>	Hemp Sesbania
<i>Setaria</i> spp.	Foxtail
<i>Sorghum halepense</i>	Johnsongrass
<i>Cassia obtusifolia</i>	Sickdepod
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot pigweed
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Common ragweed

Cuadro 5. Las 10 malezas más importantes de la soja del Brasil son de un espectro distinto de las de Estados Unidos y Argentina.

<i>Euphorbia heterophylla</i>	Amendoim bravo
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada
<i>Bidens pilosa</i>	Picao preto
<i>Commelina virginica</i>	Trapoeraba
<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru
<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>	Corda de viola
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho rasteiro
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho de carneiro
<i>Cassia tora</i>	Fedegoso
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca

Como puede observarse, muchas malezas importantes de Estados Unidos aún no se encuentran en los principales países sojeros de América del Sur; tampoco son las mismas las malezas de Brasil y Argentina. Por lo tanto, es muy importante controlar el comercio de semilla entre esos países y los demás para evitar la introducción de malezas.

MÉTODOS DE CONTROL

Las prácticas que se pueden integrar en el manejo de malezas en soja son:

- Control cultural, mediante el empleo de variedades vigorosas, buena densidad de siembra y buen manejo del suelo.
- Control biológico y natural, que es poco significativo al presente. Cabe destacar el desarrollo de un agente patógeno en Brasil para el control del lecherón *Euphorbia heterophylla* (*Helminthosporium* sp.).
- Control mecánico, el más usado en Argentina. Para ello se recurre a varios tipos de labores, tales como aradas, disqueras, rastra de dientes, rastra rotativa y escardilladas. Actualmente su incidencia en el costo de producción se ha elevado por la suba de los combustibles. Otro aspecto negativo es su efecto sobre la degradación del suelo.

- Control químico, se recurre a varios tipos de tratamientos que se indican en los Cuadros 6, 7, 8, 9, 10, 11 (Mitidieri et al., 1986).

Para facilitar la cosecha a veces se recurre a tratamientos con defoliantes, siendo el paraquat y el 2,4 D los productos usados.

Los productos recomendados son:

Acetoclor	HARNESS
Acifluorfen	BLAZER, TACKLE
Alaclor	LAZO, NUDO, ALANEX
Aminotriazol	SUPERZOL, AZOTE, WEEDAZOL
Benazolin	CHAMILOX
Bentazon	BASAGRAN
Cletodín	SELECT
Clorimuron-etil	CLASSIC
Dalapón	Varias marcas
Dinitramina	COBEX
2,4 D	Varias marcas
2,4 DB	Varias marcas
Fenoxaprop-etil	FUORE
Fluazifop-butil	HACHE UNO SUPER
Fluazifop-P-butil	HACHE UNO 2000
Fluoroglicofen	SUPER BLAZER
Fomesafen	FLEX
Glifosato	ROUNDUP, POLADO
Haloxifop-metil	GALANT, GALANT LPU, FOCUS
Imazaquin	SCEPTER
Imazetapyr	PIVOT
Linuron	LOROX, AFALON, LINUREX etc.
Metolaclor	DUAL
Metribuzin	SENCOREX, LEXONE
MSMA	Varias marcas
Pendimetalina	HERBADOX
Prometrina	GESAGARD, PROMETREX
Setoxidim	POAST
Trifluralina	TREFLAN, TRIFLUR, TRIFLUREX, IPERSAN etc.
Vernolate	VERNAM

También existen algunas mezclas preformuladas tales como:

Linuron + alaclor NUDOLIN, NUDOMAS

Prometrina + alaclor PROMACLOR

EL CONTROL DE MALEZAS EN SOJA EN SISTEMAS DE LABRANZAS CONSERVACIONISTAS

Los sistemas de labranza conservacionistas en soja basados en siembra directa (labranza cero) o con mínima labranza, no se han difundido mayormente. Uno de las causas de ello es el problema que crean las malezas, especialmente cuando se trata de malezas perennes tales como sorgo de Alepo y gramón. Para el manejo de las malezas se requiere usar más herbicidas y a más altas dosis y ello hace que sea un sistema antieconómico. No obstante, en situaciones donde la erosión es un problema importante, se recomiendan los sistemas conservacionistas.

La soja en sistemas conservacionistas se puede sembrar de primera y de segunda sobre trigo u otro cultivo de invierno. En lotes con infestación moderada a grave de sorgo de Alepo y/o gramón no se recomienda hacer labranza cero o labranza mínima puesto que el control es difícil o puede resultar antieconómico.

En general, el control químico se hace con los mismos tratamientos recomendados para labranza convencional, pero usando las dosis más altas registradas.

En sistemas conservacionistas en soja de segunda, las malezas más importantes son las gramíneas tanto perennes como anuales, y es imprescindible un manejo adecuado para lograr éxito. Para ello y cuando sea factible se pueden usar herbicidas de post-emergencia antes de la siembra y/o antes del nacimiento de la soja a base de glifosato y paraquat. Debe complementarse con tratamientos a base de herbicidas residuales tales como metribuzin, imazaquin y otros. En caso de escapes, se puede recurrir a los herbicidas selectivos de post-emergencia, ya sea latifolicidas ya sea graminicidas.

Cuadro 6. Tratamientos antes de la siembra sobre malezas nacidas, con herbicidas de post-emergencia para el control de malezas perennes en soja.

Productos y dosis	Malezas controladas	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Glifosato (CS 48 %) 2 a 2,5 L/ha	Sorgo de Alepo, en precosecha de trigo	Cuando el grano tiene una humedad del 30 % menos (15 días antes de la cosecha), con maleza panojada o próxima a ella. No es recomendable cuando el trigo no permitió el desarrollo del sorgo de Alepo.	Es de preferir con avión: 15 a 30 L/ha, a un metro sobre el cultivo. En infestaciones elevadas incrementar dosis y volumen. No aplicar cerca de cultivos sensibles. Con equipo terrestre: 150 a 200 L/ha, con pastillas que den gotas gruesas.
Glifosato (CS 48 %) 2 a 2,5 L/ha Dalapón (PS 85 %) 6 a 8 kg/ha MSMA (CS 96 %) 3 a 4 L/ha	Sorgo de Alepo	Maleza con 20 a 50 cm de altura, temperatura no inferior a 20°C y buena humedad en el suelo.	Glifosato y dalapón: 80 a 120 L/ha. MSMA 300 a 400 L/ha. Agregar tensioactivo adalapón y MSMA al 0,2%
Glifosato (CS 48 %) 5 a 6 L/ha	Gramón	Temperatura mayor de 20°C y con maleza con guías de 5 a 15 cm de largo. Realizar control mecánico en el invierno.	Usar un volumen de 80 a 120 L/ha. Con FRIGATE al 0,5 % se puede reducir la dosis de glifosato en un 40 %; usar tensioactivo con dalapón.
Aminotriazol (CS 50%) 5 a 6 L/ha Glifosato (CS 48%) 4 L/ha	Sunchillo	Temperatura no inferior a 20°C y malezas a principios de floración y buena humedad en el suelo.	Usar un volumen de 80 a 120 L/ha. Agregar tensioactivo al aminotriazol al 0,1%.

¹ Esperar de 10 a 15 días para arar y preparar para sembrar; si no llueve, dejar pasar 15 a 20 días.

Cuadro 7. Tratamientos de pre-siembra con herbicidas incorporados al suelo.

Productos y dosis	Malezas controladas	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Trifluralina (CE 48 %) 1,8 a 2 L/ha Dinotramina (CE 25 %) 1,8 a 2 L/ha Pendimetalina (CE 33 %) 3 a 4 L/ha	Gramíneas anuales, sorgo de Alepo, desemilla, yuyo colorado, quinoa, verdolaga.	Desde 15 a 30 días antes hasta el mismo día de la siembra. El suelo debe estar bien preparado y libre de terrones grandes.	Equipo terrestre: 80 a 200 L/ha. Avión: 30 a 50 L/ha. La trifluralina debe incorporarse dentro de las 4 horas de aplicación. Los otros entre 8 y 24 horas. Usar arastro de disco de doble acción, derecho y cruzado, de 8 a 10 km/ha. Sembrar la soja a 3-4 cm y con buena humedad en el suelo.
Trifluralina (CE 48 %)	Sorgo de Alepo y de semilla, yuyo colorado, quinoa, verdolaga y gramíneas anuales.	De 5 a 7 días antes de sembrar, con suelo bien preparado y libre de terrones grandes. Evitar las aplicaciones inmediatamente antes de la siembra.	Ídem, pero para lograr éxito se debe incorporar a la máxima profundidad posible. Para incorporar más profundo se hace aplicación dividida: a) Primero se aplican 2 L/ha, se incorporan con disco y se ara a 15 cm de profundidad; b) Luego se aplican los otros 2 L/ha y se incorporan con disco doble derecho y cruzado.
Imazaquin (CS 20 %) 1 L/ha	Malezas anuales y cebollín.	De 30 días antes hasta el mismo día de la siembra.	Con 200 a 300 L/ha. La incorporación se debe hacer con disco de doble acción, derecho y cruzado y se puede efectuar en seguida de la aplicación o poco antes de la siembra.
Vernolate (CE 70 %) 3 a 4 L/ha	Cebollín, gramíneas anuales y algunas malezas de hoja anchas.	Cuando el suelo esté bien preparado y libre de terrones grandes. No aplicar en suelos húmedos por volatilización.	Con 120 a 200 L/ha. Incorporar inmediatamente con disco de doble acción pasado derecho y cruzado, la segunda pasada a menor profundidad.

Cuadro 8. Tratamientos con herbicidas de pre-emergencia.

Productos y dosis	Malezas que controla	Momento de aplicación	Forma de aplicación
a) REGION PAMPEANA Motribuzina (F 48 %) 0,8 a 1,1 L/ha Motribuzina (SF 75 %) 0,5 a 0,7 L/ha Imazaquin (CS 20 %) 1 L/ha Acetocier (CE 96 %) 2 a 2,5 L/ha	Malezas anuales de hoja ancha y gramíneas en general. Imazaquin puede controlar en óptimas condiciones el cebollín (<i>Cyperus rotundus</i> y <i>C. esculentus</i>)	Desde inmediatamente después de la siembra hasta antes del nacimiento de la soja. Se pueden aplicar en banda junto con la siembra.	Con 200 a 300 L/ha. La aplicación en banda se puede hacer con un ancho de 25 a 40 cm, dependiendo del ancho del carpador que se use luego para el control de las malezas entre filas.
Alaclor (CE 48 %) 3 a 4 L/ha Metolaclor (CE 72 %) 2 a 3 L/ha	Gramíneas anuales, yuyo colorado, verdolagay chinchilla	Idem	Idem
b) REGION NOROESTE Alaclor (CE 48 %) 2 a 3 L/ha Metolaclor (CE 72 %) 1,5 a 2 L/ha Alaclor (CE 48 %) 2 a 3 L/ha+ Motribuzina (F 48 %) 0,4 L/ha Motribuzina (F 48 %) 0,4 a 0,6 L/ha Motribuzina (SF 75 %) 0,25 a 0,4 L/ha Imazaquin (CS 20 %) 1 L/ha	Gramíneas anuales, yuyo colorado, verdolagay chinchilla Malezas anuales de hoja ancha y gramíneas anuales en general. Malezas anuales de hoja ancha y gramíneas en general.	Idem	Equipos terrestres: 160 a 200 L/ha. Avión: 30 a 40 L/ha

Cuadro 9. Tratamientos con herbicidas de post-emergencia para el control de malezas de hoja ancha.

Productos y dosis ¹	Malezas que controla	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Bentazón (CS 60 %) 0,8 a 1,4 L/ha Acifluorén (CS 22,4 %) 1 a 1,5 L/ha Fluoroglicolén (CE 24 %) 0,2 a 0,25 L/ha Fomesafén (CS 25 %) 0,7 a 1,35 L/ha	Malezas de hoja ancha en general. Hay diferencias de eficacia entre los productos según la maleza. Son poco eficaces en el control de chinchilla.	Malezas con 2 a 4 hojas verdaderas y no mayores de 5 cm de altura y con buenas condiciones de humedad en el suelo. El bentazón es deficiente en yuyo colorado grande y es el mejor en malva.	Con 200 a 300 L/ha. Agregar tensioactivo del 0,15 al 0,25 %. Con aplicación dirigida sobre la fila se puede reducir la dosis.
Bentazón (CS 60 %) 0,8 a 1,25 L/ha+ Imazaquin (CS 20 %) 150 a 200 cc/ha	Idem pero mejor control de yuyo colorado, abrojo y abrojillo.	Malezas de 2 a 4 hojas verdaderas y no mayores de 5 a 10 cm de altura.	Idem
Clorimuron (SF 25%) 40 a 50 g/ha	Malezas de hoja ancha en general inclusive chinchilla y abrojillo. Deficiente en quinoa.	Idem	Idem
Imazetapyr (CS 10%) 1 L/ha	Malezas de hoja ancha en general inclusive chinchilla y abrojillo. Supresión de sorgo de Alepo de rizomas y cebollín.	En post-emergencia temprana con malezas recién nacidas a no más de 4 hojas y sorgo de Alepo de rizomas de 10 a 20 cm de altura.	Idem
Benzoflín (CE 50%) 0,6 a 0,8 L/ha	Para el control de yuyo colorado y chamico.	La dosis menor para malezas hasta 4 hojas y la mayor, hasta 10 cm.	Idem. Además, se puede aplicar con avión con un caudal de 30 L/ha.
Imazaquin (CS 20%) 0,3 a 0,5 L/ha	Control de yuyo colorado, abrojo y abrojillo.	Malezas de 2 a 4 hojas verdaderas y hasta 40 cm con la dosis mayor.	Con 150 a 200 L/ha. Agregar tensioactivo del 0,15 al 0,25%.

1 Bentazón y fomesafén se pueden mezclar con 2,4 DB (CE 40%): 80-100 cc/ha para malva y bejuco.

Cuadro 10. Tratamientos con herbicidas de post-emergencia para el control de gramíneas.

Productos y dosis ¹	Malezas controladas	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Fluazifop (CE 35%) 0,7 a 1 L/ha Fluazifop-P (CE 15%) 0,75 a 1 L/ha Haloxifol (CE 24%) 0,5 a 0,65 L/ha Quizalofop (CE 9,6%) 0,8 a 1 L/ha Fenoxaprop (CE 12%) 1,5 a 2 L/ha Setoxidim (CE 18,4%) 2,5 a 4 L/ha Cletodín (CE 24%)	Sorgo de Alepo y gramíneas anuales.	Cuando el sorgo de Alepo tiene de 20 a 40cm de altura y las gramíneas anuales de 2 a 4 hojas. En condiciones óptimas ambientales y de manejo del sistema, se usan dosis más bajas en un 40 a 50% de las registradas.	Equipos terrestres: 150 a 300 L/ha. Con avión: 10 a 15 L/ha. Usar tensioactivo y/o aceite no flotático, salvo recomendaciones en contrario. En condiciones adversas de humedad no realizar los tratamientos, mientras que en condiciones regulares usar las dosis más altas recomendadas.
Fluazifop (CE 35%) 1 a 1,5 L/ha Haloxifol (CE 24%) 0,75 a 1,25 L/ha Assure (CE 9,6%) 1 a 1,25 L/ha Setoxidim (CE 18,4%) 5 a 6 L/ha	Gramón, sorgo de Alepo y gramíneas anuales.	Cuando el gramón tiene brotes o guías de 5 a 15 cm de largo.	No usar en mezclas con herbicidas para malezas de hoja ancha, salvo con productos y recomendaciones de las empresas agroquímicas. En las mezclas o secuencias que se admiten, no usar las dosis bajas del gramínicida.

¹ Se consignan las dosis registradas. Las dosis que se usan son en promedio de un 40 a 50% más bajas. Fenoxaprop se recomienda sin el uso de tensioactivo ni de aceite.

Cuadro 11. Tratamientos de post-emergencia con equipos de aplicación posicional.

Productos y dosis ¹	Malezas que controla	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Glifosato (CS 48%) 33% (1 parte herbicida y 2 de agua), para equipo de agua.	Sorgo de Alepo en infestaciones leves amoderadas y otras malezas que sobrepasa soja (truyo colorado, quinoa etc.)	Cuando el sorgo de Alepo tenga una altura entre 90 y 130 cm; es decir, una diferencia entre la altura de la soja y del sorgo de Alepo de 20 a 30 cm como mínimo. Esto ocurre entre los 35 y 45 días de la siembra cuando hay buenas condiciones de humedad. En condiciones de estrés hídrico, puede extenderse a los 55 a 65 días. Lo mismo es válido para otras malezas.	La velocidad del equipo varía según la densidad del sorgo de Alepo, las condiciones ambientales y la alimentación del equipo es por gravedad o torzada por compresor. Siendo todas las condiciones óptimas, alimentación forzada y baja densidad, se puede trabajar con 6 a 7 km/hora. Si la densidad es moderada y la alimentación es por gravedad, se debe operar a 3 a 4 km/ha e inclusive hacer dos pasadas en dirección opuesta.
Glifosato (CS 48%) 5 a 10% (1 parte en 10 a 20 partes de agua), para equipo de rodillo.			

¹ El equipo de soja más difundido es el de cuña, también se pueden encontrar el de parrilla y el de tubo. También hay equipos manuales.

CONCLUSIONES

1 La integración de prácticas para el control de malezas en soja en Argentina fue realizada por el productor desde el comienzo de la difusión de este cultivo (métodos mecánico, manual y cultural), aún sin tener clara conciencia de los efectos y de la naturaleza

de las interacciones. Al difundirse el cultivo, aumentó el problema de las malezas, lo que ocurrió paralelamente con la introducción el control químico primero con la trifluralina y luego con bentazón. Actualmente se usan todos esos métodos y actúa también el control natural. No obstante, no hay un uso optimizado de las diferentes prácticas, ni conocimientos suficientes para poder

seleccionar las mejores alternativas en función de objetivos determinados. Tampoco se tiene conocimiento sobre el impacto ambiental de los diferentes métodos que se usan.

2. Para poder alcanzar un nivel adecuado de manejo integrado de las malezas en soja, es necesario que las acciones se integren en el sistema agrícola en forma global, tomando en cuenta las otras plagas, enfermedades, manejo del cultivo, rotaciones y otras interacciones.

3. Para tender al logro de los objetivos del manejo integrado de malezas, se requiere implementar un programa de investigación tanto en bioecológica como

en métodos de manejo de las malezas y su interacción con las otras plagas y enfermedades y demás factores de la producción del sistema agrícola o agrícola-ganadero para las diferentes regiones.

LITERATURA CITADA

ALDRICH, R. 1987. Predicting Crop Yield Reductions From Weeds. *Weed Technology*, 1: 199-206.

MITIDIERI, A. y otros. 1986. Soja, las malezas y su control. INTA, Dept. Comunicaciones y Extensión Rural, Serie Agric. San. Vegetal N° 4.507, 24 pp.

SHAW, W.C. 1982. *Integrated Weed Management Systems Technology for Pest Management*. Supl. Vol. 30 *Weed Science*, 2-12.

Mejoramiento genético en soja

por Luis R. Salado Navarro *

INTRODUCCIÓN

En este curso se pasará revista a los objetivos del mejoramiento genético de soja, y a los principios en los que se basan los programas convencionales modernos en este rubro. Se pondrá énfasis en los caracteres de mayor importancia económica, en las metodologías usadas y en los avances logrados en éstos, teniendo como marco referencial los trabajos que se llevan a cabo en la EEA de INTA Marcos Juárez.

El mejoramiento genético de una especie cultivada es el método más económico de incrementar su producción. Mayores rendimientos pueden ser el resultado directo de incrementos del potencial genético de la capacidad fisiológica de producción, e indirectos a través de la incorporación de resistencia a pestes, enfermedades y otros caracteres agronómicos de importancia, o de mejoras en la calidad del producto obtenido. Es una especialidad en continua evolución, que incorpora los últimos avances en genética y metodología que se registran a nivel mundial.

En soja, el mejoramiento genético ha tenido un rol protagónico en la adaptación y expansión del cultivo en los principales países productores, EEUU, Brasil y Argentina. Un hito fundamental fue el descubrimiento de la resistencia al desgrane de las vainas, carácter introducido con la variedad CNS en la década de 1940 en EEUU.

OBJETIVOS

Maximizar el rendimiento de grano es el objetivo fundamental de los trabajos que se realizan en Marcos Juárez, dada la importancia económica de este carácter. El rendimiento es el resultado de la integración de múltiples caracteres morfológicos y fisiológicos de la planta con el medio ambiente durante el ciclo del cultivo. La duración apropiada de los periodos ontogénicos, de siembra a floración (R1), de ésta al comienzo del llenado de vainas (R5), y a la madurez fisiológica (R7), para cada localidad y fecha de siembra, influye en la adaptación del cultivo. Los cultivares de soja se han dividido en diversos grupos de madurez según su ciclo, que van desde el 000, el más precoz, hasta el X, el más tardío. El carácter juvenil que produce una cierta insensibilidad fotoperiódica confiere una mayor plasticidad de adaptación latitudinal y a fechas de siembra. Dichos caracteres condicionan la altura de la planta que a su vez es influida por el tipo de crecimiento del tallo que puede ser determinado, semideterminado e indeterminado. El vuelco excesivo es un factor detrimental del rendimiento.

Resistencia a enfermedades y pestes es un objetivo importante. Entre las primeras se destaca *Sclerotinia sclerotiorum*, y otras de menor importancia relativa como las producidas por el complejo *Diaportheaphomopsis*, otros hongos, bacterias y virus. Resistencia a nematodos, productores de agallas (*Meloidogyne incognita* y *javanica*) es otro objetivo. La introducción de resistencia combinada a insectos defoliadores (lepidópteros) y al complejo de las distintas especies de chinches con la levadura *Nematospora corily*, es un trabajo que posibilitará en el futuro, la implementación de programas de control integrado de plagas.

* Recopilación realizada en agosto de 1990.

** Ingeniero Agrónomo, INTA, Argentina.

Entre los objetivos restantes figuran el incremento de la calidad de semilla, trabajando con tegumento normal y con tegumento duro o impermeable. Se procura también mantener constantes el tenor de aceite y proteína en 20 y 40 por ciento respectivamente. En un futuro cercano, se comenzará a trabajar para introducir mayores tenores proteicos, para mejorar la calidad del aceite y para reducir la cantidad de inhibidores de la asimilación en monogástricos. Se trata además de incrementar la capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno y de que la misma no sea inhibida por los altos tenores de nitratos usualmente presentes en los suelos barbechados, durante el ciclo del cultivo.

PRINCIPIOS GENÉTICOS

El éxito en el mejoramiento genético depende fundamentalmente de la existencia de tres factores: variancia genética heredable, técnicas de selección apropiadas y de la reproducción de los genotipos selectos.

La Variancia Total o Fenotípica (VP) = Variancia Genotípica (VG) + Variancia del Ambiente (VE) + Variancia de la Interacción (VGE). A su vez, la Variancia Genotípica (VG) = Variancia aditiva (VA) + Variancia de la Dominancia (VD) + Variancia de la Interacción (VAD). La V. Aditiva es muy importante ya que es la mayor causa de semejanza entre parientes. Además, es la única que puede fijarse en plantas autógamias como la soja mediante la endocria. En consecuencia, la V. Aditiva comprende más del 95 por ciento de la variancia genética de diversos caracteres de importancia económica tales como rendimiento y madurez.

La Heredabilidad de un carácter es usualmente definida como la proporción de la V. Fenotípica que se debe estrictamente a la V. Genética: $H = VG/VP$. Esto es lo que usualmente se denomina Heredabilidad en el sentido amplio. La Heredabilidad Estricta = $VAVP$. La importancia de la Heredabilidad radica en que sus estimaciones son útiles para diversos propósitos en mejoramiento genético. Los dos usos más importantes son: estimar la facilidad relativa con que dos o más caracteres pueden ser seleccionados y predecir el avance genético o progreso de selección. En el primer

caso, la heredabilidad reportada en soja para rendimiento, sobre la base de parcelas de cuatro surcos replicadas en varios ambientes y años, va desde 23 hasta 58 por ciento. Estos valores son relativamente bajos y disminuyen aún más, cuando las estimaciones se hacen sobre la base de surcos individuales y peor aún en plantas individuales.

En cambio, otros caracteres poseen mayores heredabilidades. Por ejemplo, la madurez tiene una heredabilidad entre 74 y 94 por ciento, en tanto el tenor de aceite y proteína va desde 51 al 90 por ciento. Vale decir, que la cantidad de ensayos para identificar genotipos con un cierto nivel de rendimiento, es mucho mayor que el que se debería hacer para identificar genotipos con una determinada madurez o tenor proteico. Estos valores de heredabilidad en soja indican también, que la selección para tenores de proteína y aceite del grano así como para madurez, puede realizarse con una determinada precisión, en generaciones relativamente más tempranas que la selección para rendimiento.

El otro uso importante de la Heredabilidad es la predicción del Avance o Ganancia Genética (G) posible en distintas poblaciones bajo selección. $G = H.D$ En éste caso, el Diferencial de Selección (D) es la diferencia entre la media de los individuos selectos y la media de la población. El diferencial de selección es una función positivamente asociada con la variancia de la interacción genotipo-ambiente (VGE). Es por ello que en nuestro programa, los ensayos preliminares de rendimiento se efectúan en dos o más localidades con un mínimo de dos repeticiones por localidad. Esto permite estimar tempranamente la interacción GE con cierta precisión, y lograr así una Ganancia Genética más alta. Lo importante es maximizar la Ganancia Genética anual para lo cual, además de lo antedicho, recurrimos al uso de dos generaciones por año durante la endocria.

Los caracteres de herencia cualitativa, aquellos gobernados por uno o dos pares de genes, como el color de flor, el tipo de crecimiento del tallo o el carácter juvenil, son poco influenciados por el ambiente. En cambio, los caracteres cualitativos como el rendimiento, dependen de la interacción de muchos genes y son más influenciados por el ambiente. El número de generaciones necesarias para alcanzar una cierta homocigosis para un carácter dado, está en función

directa al número de genes que gobiernan dicho carácter. Por otra parte, el número de individuos de una población necesarios para tener la certeza de seleccionar un carácter a un cierto nivel, aumenta exponencialmente con el número de genes que condicionan dicho carácter. Es por ello, que el mejoramiento genético de soja es un juego de números, donde tienen más chance aquellos programas que pueden manejar miles de líneas anualmente. De allí que en Marcos Juárez entren unas ocho mil líneas nuevas a ensayos de rendimiento por año.

MÉTODOS DE MEJORAMIENTO

En soja como en otras especies autógamas, el mejoramiento genético para rendimiento consiste esencialmente en ciclos sucesivos donde se cumplen tres etapas. Se crea variabilidad genética a través de cruzamientos de padres selectos, se endocría las poblaciones segregantes que resultan hasta un cierto grado de homocigosis (F_4 o F_5), usando distintas metodologías y posteriormente se testan y seleccionan las líneas individuales resultantes.

Para la primera etapa, la de los cruzamientos, se efectúan anualmente en Marcos Juárez unas 60 combinaciones, para todos los objetivos. Para rendimiento se hacen la mayoría de las combinaciones cruzando bueno por bueno para capitalizar la herencia transgresiva. En los otros objetivos se procura combinar las fuentes de resistencia o variabilidad, agrónomicamente más aptas, con padres de altos rendimientos. En Argentina, diversos cultivares de criaderos privados provienen de cruzamientos de cultivares precoces de los Grupos de Madurez III y IV con los de GM VI y VII. Esta mayor aptitud combinatoria entre GM distanciados quizás se deba a que los antecesores genéticos de la mayoría de los cultivares precoces de EEUU (unos 5), son distintos a los de materiales tardíos (unos 7). Este hecho señala además, la base genética relativamente estrecha de la soja.

Los métodos de mejoramiento genético usados en autógamas son: a) Masal; b) Genealógico o de Pedigree; c) Single Seed Descend (SSD), d) Selección Temprana, y e) Retrocruza. También pueden usarse diversas

combinaciones de éstos entre sí. El primer método se usa poco en la actualidad. El método genealógico ha sido extensamente usado hace unos años y se adapta preferentemente a la selección de caracteres cualitativos. Familiariza al técnico con los materiales pero requiere de una extensa y meticulosa toma de datos. El SSD es el método más usado hoy en todo el mundo. Es el más eficiente, pues se obtiene una mayor ganancia genética anual que con los otros métodos, al usar varias generaciones anuales durante la endocría, sin que por ello se reduzca la variabilidad de la población. Además, el SSD permite una considerable economía en el número de parcelas necesarias. En Marcos Juárez, usamos SSD para incrementar la homocigosis de nuestras poblaciones desde F_2 a F_4 . La selección Temprana para rendimiento consiste en testar y comparar entre sí, en F_3 o F_4 , poblaciones derivadas F_2 para estimar su potencial de producción de líneas sobresalientes. Es poco usada pues requiere tres veces más parcelas que el SSD para alcanzar los resultados similares y su eficiencia es cuestionada ya que las poblaciones son muy heterocigotas para rendimiento con estas etapas tempranas. En realidad, una de las mayores limitantes de los programas modernos es conocer de antemano el potencial relativo de las distintas poblaciones para producir individuos sobresalientes. En Marcos Juárez hemos diseñado para ello un método llamado Ranking Temprano de Poblaciones (RTP). En RTP se usa una muestra de líneas derivadas F_3 de cada población, en vez de la población misma como en Selección Temprana. Ello permite calcular la desviación standard y la media de rendimiento del conjunto de líneas de cada población, parámetros que sumados resultan ser los mejores predictores del potencial relativo de las poblaciones para producir líneas sobresalientes en rendimiento. Finalmente, el método de retrocruza se utiliza para introducir resistencias u otros caracteres cualitativos, a uno o varios genotipos sin modificarlos en sus otras características. Así se obtuvo Hood75 resistente a *Phytophthora* a partir de Hood y de una línea resistente.

La resistencia a enfermedades de tipo cualitativo se denomina específica o vertical, ya que usualmente confiere resistencia a ciertas razas de un determinado patógeno, por ejemplo *Phytophthora*. En cambio, la resistencia cuantitativa u horizontal, es de tipo más

general o no específica. La susceptibilidad de la planta está determinada por la interacción genética de la planta con el patógeno, llamada interacción gen por gen. Por cada gen en la planta que condiciona resistencia, existe un gen en el patógeno que determina su avirulencia o su virulencia. En Marcos Juárez se está trabajando activamente para introducir resistencia a *Sclerotinia sclerotiorum*. Los mecanismos de resistencia a insectos pueden clasificarse en no preferencia, antibiosis, y tolerancia. Recientemente, se ha encontrado en Marcos Juárez que existe una marcada antibiosis en la semilla de soja al estadio R6, a la levadura *Nematospora corily*, que está asociada con las chinches. Dicha levadura sería la que produce los mayores daños al grano de soja.

AVANCE GENÉTICO

El avance genético para rendimiento en soja en EE.UU y la Argentina registra importantes progresos. Distintos autores lo estimaron para ese país en valores que van desde 11,7 a 16,1 kg/ha/año. Esto representa un promedio anual de incremento de 0,6 por ciento del rendimiento debido al recambio varietal. Sin embargo, dichos incrementos tienden a disminuir en los últimos años. En Argentina, los ensayos muestran que los cultivares Lee y Halesoy 71 rinden 24,5 y 21,9 por ciento menos, respectivamente que Hood 75, que a su vez rinde ocho a diez por ciento menos que Federada 1 INTA y Asgrow 6381. Casilda INTA rinde cinco por ciento más que Forrest, y RA 702 rinde 12 por ciento más que Bragg SC.

Cosecha de soja

Aspectos principales para el equipamiento, regulación y puesta a punto de los equipos cosechadores

por Mario Bragachini *; Luis Bonetto **; Rodolfo Gil * y Miguel Guglielmetti ***

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de la soja está directamente relacionada a las condiciones en que se ha realizado el cultivo y como llega éste al momento de cosecha. Todos los cuidados y como llega éste al momento de cosecha. Todos los cuidados y esfuerzos invertidos durante este período serán en vano si no se consigue además una recolección eficiente.

En nuestro país las pérdidas promedio de soja por problemas de cosechadora oscila en el orden de los 220 kg/ha pudiendo reducirse en un 50 por ciento, mejorando los sistemas de recolección y regulando correctamente los equipos cosechadores.

El objetivo principal del presente trabajo es brindar a productores, técnicos y contratistas una información actualizada sobre los aspectos que conviene tener en cuenta si se quiere lograr una eficiente cosecha de soja. Básicamente se trata de resaltar los requisitos indispensables que aseguren el buen funcionamiento de un equipo sojero, su control y puesta a punto. En la primer parte se describen algunos conceptos básicos sobre las características de la cosecha del cultivo de soja, momento oportuno, superficie del terreno, elección del cultivar, densidad de siembra y presencia de malezas; pasando luego a describir con más detalle

las características que debe reunir una buena cosechadora de soja.

Seguidamente se hace referencia a las pérdidas de cosecha, su evaluación y medición, a fin de conocer cuales son los distintos tipos de pérdidas para establecer qué parte o componentes de la máquina son los causantes y así poder corregirlos.

Finalmente se creyó conveniente incluir una guía orientativa sobre los problemas manifiestos a campo, sugiriendo la causa probable y la solución recomendada.

El texto fue confeccionado utilizando un lenguaje sencillo e ideas prácticas, acompañadas en muchos casos con esquemas, tendente todo, a facilitar la comprensión de los conceptos vertidos y de las soluciones a los problemas planteados.

COSECHA DE SOJA

Consideraciones generales:

En pocos cultivos la cosecha tiene tanta importancia como en la soja. Se trata de una tarea que debe realizarse en el momento oportuno y con mucho cuidado.

El grano de soja es muy susceptible a sufrir alteraciones, estando expuesto al dañado mecánico ocasionado por la cosechadora; este deterioro puede perjudicar su posterior conservación, disminuir su valor como semilla y reducir su calidad industrial.

Oportunidad de cosecha

El período de cosecha no es muy amplio, lo que obliga a una constante atención del productor. La

* Ingenieros Agrónomos. Técnicos de la Sección Experimental y Producción de Semilla, EEA Manfredi, Córdoba, Argentina.

** Licenciado en Ciencias de la Información - Sección Comunicaciones de la EEA Manfredi/INTA, Córdoba, Argentina.

*** Ingeniero Agrónomo, Técnico de la actividad privada.

condición de cosecha se manifiesta principalmente porque las hojas amarillean y se caen, los tallos se vuelven quebradizos y las vainas se abren con cierta facilidad si se las presiona con los dedos. Cuando se escucha el sonido de los granos desprendidos dentro de la vaina (ruido de sonajero), la soja está lista para ser cosechada.

Humedad adecuada

Si la cosecha se realiza con humedad demasiado baja -menos del 12 por ciento- las vainas se desgranar fácilmente, constituyendo la causa más importante de pérdidas, debido a la cantidad de granos que caen al suelo. Es preciso señalar que las pérdidas son menores cuando se cosecha en la mañana o al final de la tarde, es decir en los períodos del día en los cuales las chauchas están más húmedas.

Conviene tener en cuenta que el grano puede variar de demasiado húmedo a demasiado seco durante un mismo día y, en ocasiones, entre el comienzo y el final de la mañana.

Si la soja se destina para Industria, la humedad óptima del grano es del 13 al 15 por ciento. En caso que sea destinada para semilla el óptimo será del 13 por ciento.

Superficie del terreno

Cuanto más pareja y nivelada sea la superficie del terreno, las pérdidas por altura de corte serán menores y mejor el manejo de la plataforma.

Los aporques profundos provocan considerables oscilaciones y cabeceos de la máquina, lo que trae aparejado el clavado de la plataforma y la entrada de tierra. Esto produce el atoramiento de la cuchilla y revolcado de la semilla que disminuye su calidad. Por esta razón, no son convenientes los aporques en la soja; labores de cultivo con reja pie de pato bien planas, a menos de 10 cm de profundidad son más que suficientes.

En suelos muy húmedos la máquina puede hundirse y la plataforma atascarse obligando al operario a

levantarla frecuentemente, produciendo pérdidas por altura de corte.

Elección de cultivares

En la elección de un cultivar deben tenerse en cuenta aquellos que manifiestan menor vuelco y mayor despeje en la inserción de las primeras vainas. De esta manera, se evitan en gran medida las pérdidas en la recolección.

Densidad de siembra

La tendencia es sembrar más semillas que las normales, para que las plantas produzcan vainas a mayor altura y con tallos más delgados, que facilitan el corte por la cuchilla.

Malezas

La existencia de malezas puede causar varios problemas en la cosecha mecánica y reducir los rendimientos.

Cuando son abundantes aumentan la relación materia vegetal-grano, dificultando las operaciones de recolección, trilla, separación y limpieza. En estos casos las pérdidas de granos sueltos que caen por la cola pueden ser considerables, pues los sacapajas no alcanzan a separarlos del resto del material.

Es aconsejable reducir la velocidad de avance para permitir el desahogo de la máquina.

Si las malezas son verdes y voluminosas pueden además producir atoradas en el cilindro trillador, las que son bastante comunes en estas circunstancias y que obligan a continuas detenciones; siendo conveniente aumentar la velocidad del cilindro y a su vez la luz entre éste y el cóncavo.

Un problema serio se experimenta cuando abundan las malezas de tallo grueso y seco (quínoa, chamico, etc.), porque pueden llegar a romper la cuchilla de corte.

COSECHADORA

A medida que el cultivo de soja fue acrecentando su importancia en el país, surgió la necesidad de perfeccionar cada vez más todos los componentes de la cosechadora, aumentando así la eficiencia de trabajo y haciendo más productiva la labor del operador.

Plataforma

Aproximadamente el 80 por ciento de las pérdidas producidas durante la cosecha son ocasionadas por deficiencia en la plataforma, por lo tanto es el elemento principal a tener en cuenta.

Ancho de la plataforma

El ancho máximo aconsejado para una barra de corte fija es de cinco hileras distanciadas a 70 cm.

Para un ancho mayor, es necesario contar con una barra de corte flexible, flotante y de accionamiento liviano que permita un corte al ras y evite atoramientos en la cuchilla por arrastre de hojas y tierra suelta en los patines.

Cuando se trabaja con dicha barra, es importante tener en cuenta la calidad de las cuchillas y guardas correspondientes.

Es conveniente un indicador de referencia a la vista de conductor que le permita detectar los movimientos del flexible.

Velocidad de trabajo

La velocidad de avance de la cosechadora y la velocidad de la cuchilla de la plataforma guardan una relación directa. Si la velocidad de avance resulta mayor que la velocidad de la cuchilla, ésta no alcanza a cortar los tallos, pudiendo arrancarlos de raíz o bien arrastrarlos provocando excesivo desgrane, roturas de guardas y cuchillas. (Figura 1)

Los fabricantes de cosechadoras solucionaron este problema reemplazando el antiguo sistema de mando

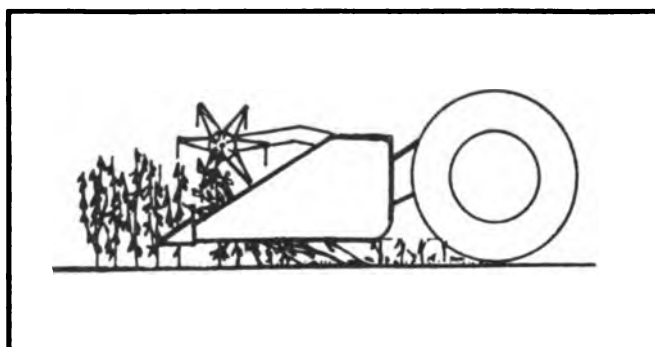


Figura 1

a balancín por una caja de mando de polea vertical, logrando aumentar la velocidad de 600 a 1.200 golpes por minuto.

La capacidad de trabajo de las cosechadoras está en función del ancho de corte y la velocidad de avance.

Sistemas de corte

Exagerar las medidas de la plataforma impediría copiar eficientemente las irregularidades del terreno. Por esta razón los trabajos de investigación apuntan a mejorar los sistemas de corte.

Los primeros resultados obtenidos nos indican que reduciendo las secciones de las cuchillas a la mitad de tamaño y/o utilizando un sistema de doble cuchilla permitirían aumentar significativamente la capacidad de corte y por ende la velocidad de avance de las cosechadoras. (Figura 2)

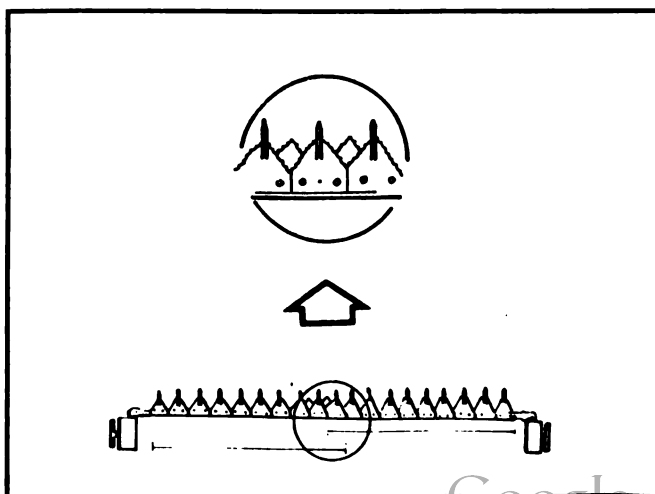


Figura 2

Puntones laterales

Los puntones laterales de la plataforma sojera, deben diseñarse de manera que permitan separar perfectamente la última hilera a cortar del resto del cultivo, sin producir atoramientos, pérdidas ni desgrane. Al mismo tiempo deben proteger el mecanismo de accionamiento de la plataforma.

Mecanismo de regulación de plataformas

En la actualidad existen dispositivos hidroneumáticos que se acoplan al sistema hidráulico de levante de la plataforma, con la finalidad de quitarle rigidez al circuito. Esto ayuda a copiar los desniveles del terreno (Figura 3).

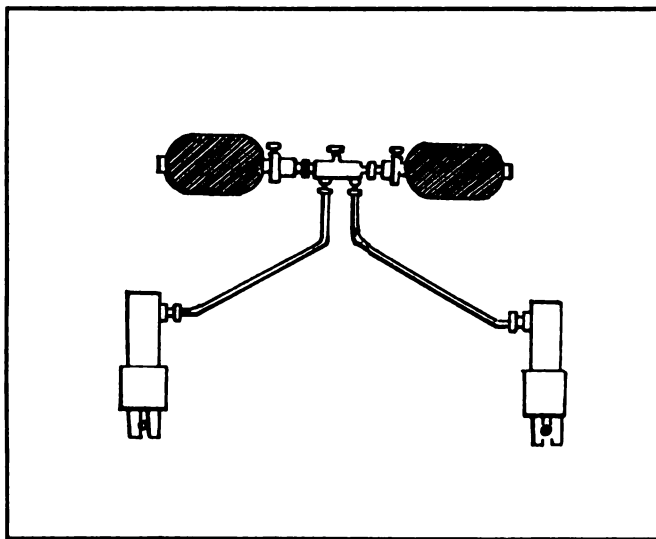


Figura 3

A corto plazo las plataformas sojeras con barra de corte flexible, contarán con un sistema electrohidráulico de control automático de altura, que permitirá desvincular al maquinista de la operación de subir o bajar la plataforma de acuerdo al terreno. (Figura 4).

El sistema consiste en un conjunto de sensores mecánicos, que recogen la información del terreno, a través de los patines del flexible. Cuando éstos se hunden en el terreno el sensor baja y obliga a que la plataforma también lo haga. Cuando algún patín sube, el sensor da la orden inversa y la plataforma sube. De esta manera el maquinista sólo debe vigilar el

funcionamiento de la máquina, sin necesidad de estar operando permanentemente el mecanismo de levante.

Las ruedas delanteras de las cosechadoras deben ubicarse lo más cerca posible de los elementos copiadores del terreno, para evitar grandes variaciones en la altura de corte.

Molinete

El molinete de dientes paralelos unidireccionales y de ángulo variable permite un tratamiento más suave, presentando la planta a la cuchilla de corte en forma totalmente vertical, evitando así pérdidas por desgrane.

En la construcción de estos molinetes debe preverse que los rayos del mismo no coincidan con la hilera del cultivo.

El molinete debe tener una regulación mecánica del ángulo de los dientes, a fin de acomodar perfectamente el material que será cortado por la cuchilla, incluyendo las plantas volcadas. También debe contar con un sistema de regulación hidráulica desde el puesto de comando para la altura, avance y retroceso, de modo de adaptar la posición del molinete a las variaciones del cultivo. Cuando el molinete es utilizado con barra de corte flexible, es conveniente que los dientes sean de material plástico, para que, en

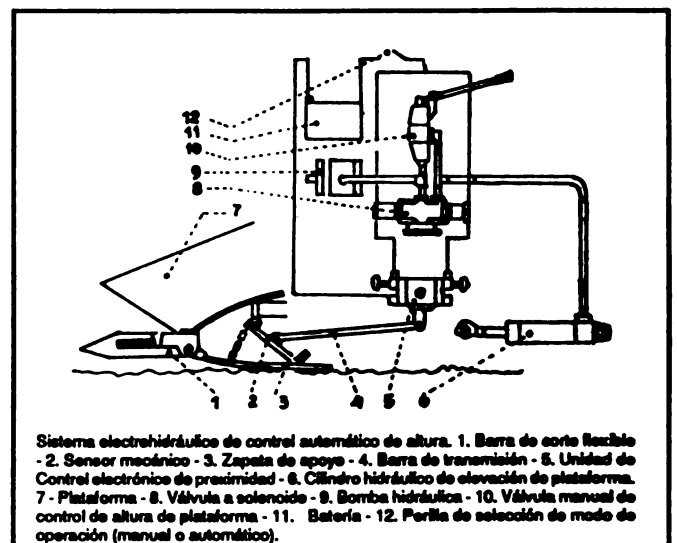


Figura 4

Sistema electrohidráulico de control automático de altura. 1. Barra de corte flexible - 2. Sensor mecánico - 3. Zapata de apoyo - 4. Barra de transmisión - 5. Unidad de Control electrónico de proximidad - 6. Cilindro hidráulico de elevación de plataforma. 7 - Plataforma - 8. Válvula a solenoide - 9. Bomba hidráulica - 10. Válvula manual de control de altura de plataforma - 11. Batería - 12. Perilla de selección de modo de operación (manual o automático).

un eventual contacto con las cuchillas, éstos sean cortados sin producir roturas en la barra de corte.

Una mala regulación de la velocidad de giro del molinete puede ser causa de grandes pérdidas de soja por plataforma. Debe verificarse que la velocidad periférica del molinete sea de un 25 por ciento mayor que la velocidad de avance de la cosechadora. (Figura 5). Es importante que esta regulación pueda efectuarse desde el puesto de conducción de la cosechadora, utilizando para ello variadores eléctricos, variadores hidráulicos o bien un motor hidráulico.

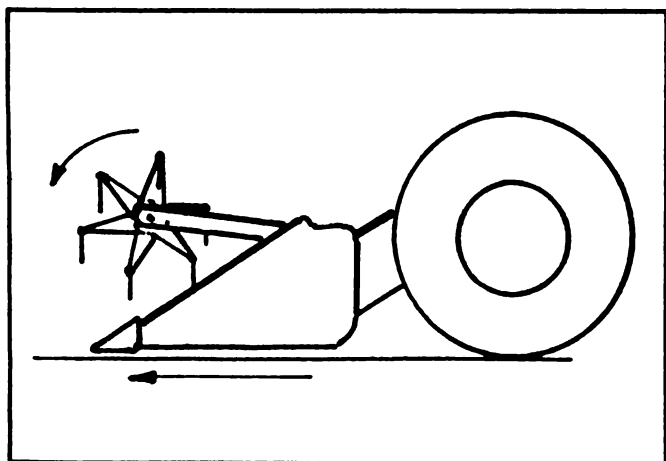


Figura 5

Sinfín

El sinfín de la plataforma puede ser otra de las causas de desgrane o pérdidas de grano. Este elemento está asociado a dos movimientos casi opuestos: al del molinete que lleva el material hacia atrás, y al propio del sinfín, que lo lleva lateralmente.

Un sinfín eficiente debe alejar el material de la barra de corte, con la suficiente rapidez como para evitar el corte repetido de la cuchilla, que puede causar el desgrane.

La velocidad del sinfín debe estar bien ajustada y guardar relación directa con la velocidad de avance, y el número y diámetro de las espiras.

Los sinfines de gran diámetro de tambor provistos en su parte central de dientes retráctiles dispuestos

helicoidalmente, son los más aconsejados, debido a que entrega el material en forma más suave y pareja. Además, al tener gran diámetro evita el arrollamiento de la maleza frente al embocador, debiendo ser la misma exageradamente larga como para cubrir una vuelta.

Debe existir la posibilidad de regular la luz entre el sinfín y la batea de la plataforma, que permita adaptar el equipo según las condiciones del cultivo.

Para evitar la pérdida de granos por retroceso puede colocarse una cortina en la entrada del embocador. (Figura 6)

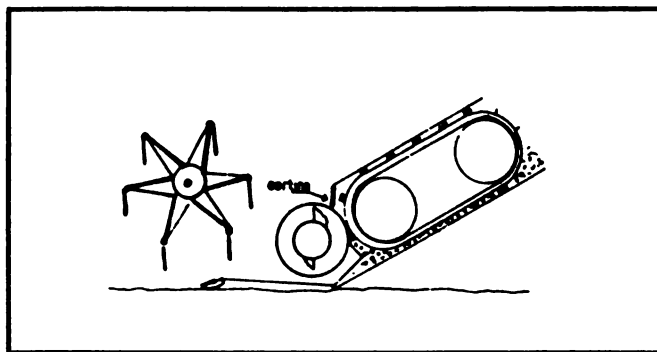


Figura 6

Sistema de transmisión

Es muy importante que el conductor de la cosechadora pueda variar la velocidad de avance para adaptarla a las condiciones del cultivo.

Para esto es necesario contar con transmisión hidráulica o con variador de velocidad de accionamiento hidráulico.

Trilla

El grano de soja presenta una membrana externa muy delicada y una ubicación de la radícula muy particular que lo hace fácilmente vulnerable.

Cualquier daño producido en el mismo durante la cosecha atenta contra la calidad, más aún cuando se lo destina para semilla.

La trilla de soja es una operación relativamente sencilla cuando se trata con valores de humedad aconsejable, pero se debe evitar el dañado del grano a través de un diseño correcto y de una buena regulación de los órganos de trilla. (Figura 7)

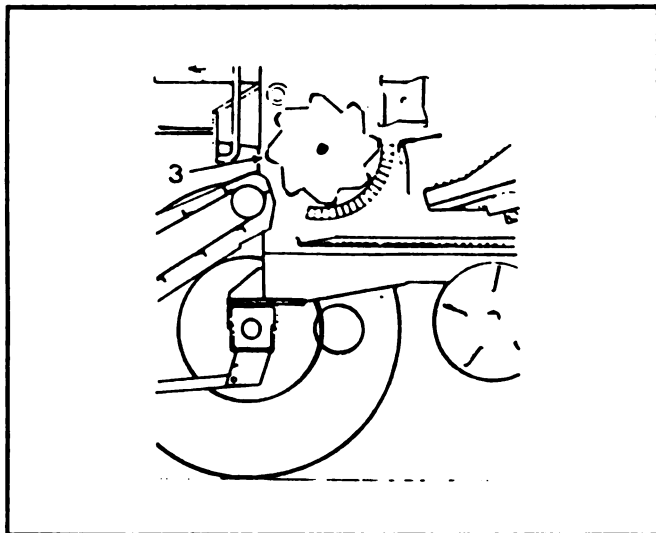


Figura 7

Cilindro

Existen tres tipos de cilindros trilladores:

- Cilindro común de barra batidora
- Cilindro de dientes cónicos sojeros.
- Cilindro de accionamiento axial.

El cilindro de accionamiento axial es el más aconsejado porque realiza una trilla progresiva, disminuyendo los daños mecánicos producidos al grano.

El cilindro de dientes cónicos sojeros supera a los convencionales de barra, pues se atora menos, trilla mejor y no daña el grano.

El cilindro de dientes largos y rectos de las cosechadoras maniseras se adapta perfectamente para la trilla de soja. Un ensayo comparativo realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi así lo demuestra.

Para lograr una trilla sin granos dañados, debe regularse correctamente la velocidad del cilindro y su separación con el cóncavo.

Como la humedad del grano varía a lo largo de una jornada de labor, es necesario que la cosechadora cuente con variador de RPM del cilindro.

Esta regulación se debe realizar desde el puesto de conducción, como así también la apertura y cierre del cilindro.

Separación y limpieza

La soja no presenta dificultad en la separación y limpieza, debido a la gran diferencia de peso específico entre el grano y la chala, que permite trabajar con el ventilador de la cosechadora prácticamente al máximo.

La elección de las zarandas está orientada principalmente en tratar de eliminar el retorno del grano al cilindro trillador, ya que todo grano que retorna seguramente será dañado.

Debe tenerse en cuenta que existe una gran variación en el tamaño de semilla entre los distintos cultivares de soja, lo que obliga a cambiar o adecuar las zarandas de acuerdo al tamaño de grano trillado.

Si el cultivo a cosechar se encuentra enmalezado, es importante limpiar frecuentemente las zarandas y sacapajas de la cosechadora. De esta manera se elimina una de las causas más frecuentes de pérdida por cola (Figura 8).

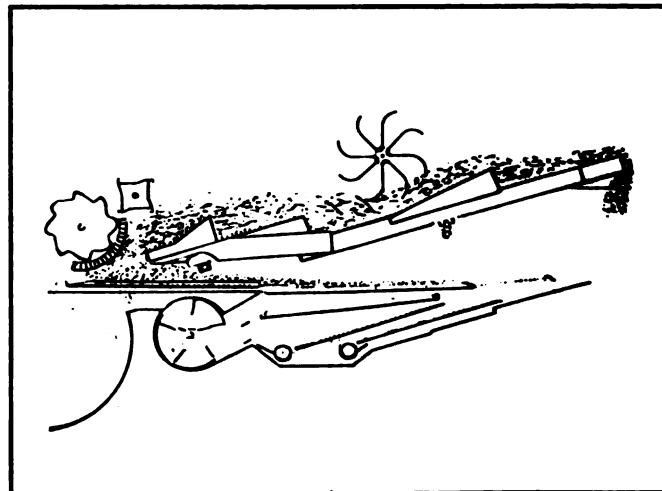
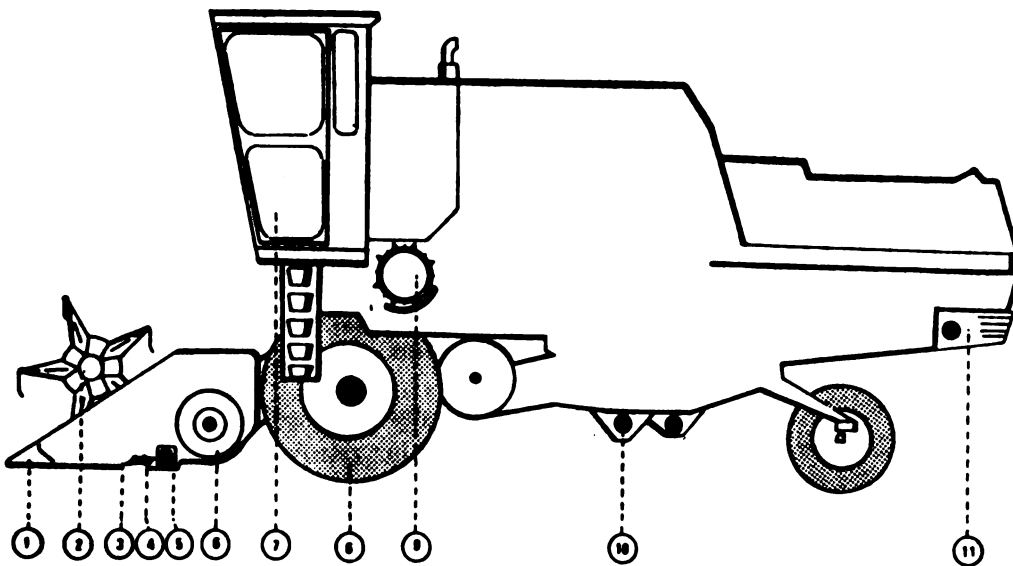


Figura 8

POR TODO LO EXPUESTO PODEMOS DECIR QUE UNA COSECHADORA DE SOJA CORRECTAMENTE EQUIPADA DEBE TENER LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS



1. Puntos laterales de buen diseño.
2. Molinete de dientes paralelos unidireccionales y de ángulo variable.
3. Barra de corte flexible y flotante para un ancho de trabajo mayor a cinco hileras.
4. Guarda y secciones de cuchillas de alta eficiencia de corte.
5. Caja de mando de cuchilla de buen diseño.
6. Sinfín con gran diámetro de tambor y dientes retráctiles en la parte central, dispuestos helicoidalmente.
7. Puesto de comando provisto de: Cuenta revoluciones del cilindro; variador de revoluciones del cilindro y regulación de altura y avance del molinete.
8. Rodado delantero ubicado lo más cerca posible de la plataforma.
9. Cilindro trillador de dientes cónicos sojeros.
10. Diseños de noria y sinfín que eviten el dañado de granos.
11. Triturador de rastrojos.

UNA BUENA MAQUINA COSECHADORA PERMITIRA OBTENER MEJORES COSECHAS Y MAYORES RENDIMENTOS

Figura 9

Movimiento del grano dentro de la cosechadora

La descarga de la tolva debe realizarse con sinfines de gran diámetro, dispuestos de forma tal que presenten la menor inclinación posible.

El mal estado de los sinfines y las norias de las cosechadoras es una causa importante en el dañado del grano.

Triturador de rastrojo

Los desparramadores de caucho, que se utilizan en la cosecha de otros cultivos, no son eficientes para desparramar un rastrojo de tallo duro y fibroso como el de la soja.

Es necesario incorporar en la cola de la cosechadora un triturador que pique los tallos y los desparrame uniformemente por el campo, haciendo más fácil su incorporación al suelo. (Figura 9)

PERDIDAS DE COSECHA

Las pérdidas promedio en la cosecha de soja están en el orden de los 220 kg/ha, de las cuales, generalmente alrededor del 80 por ciento se deben a deficiencias en la plataforma.

El maquinista puede detectar las fallas de su cosechadora observando el rastrojo del cultivo.

Las pérdidas de plataforma (Figura 10) pueden determinarse de la siguiente manera:

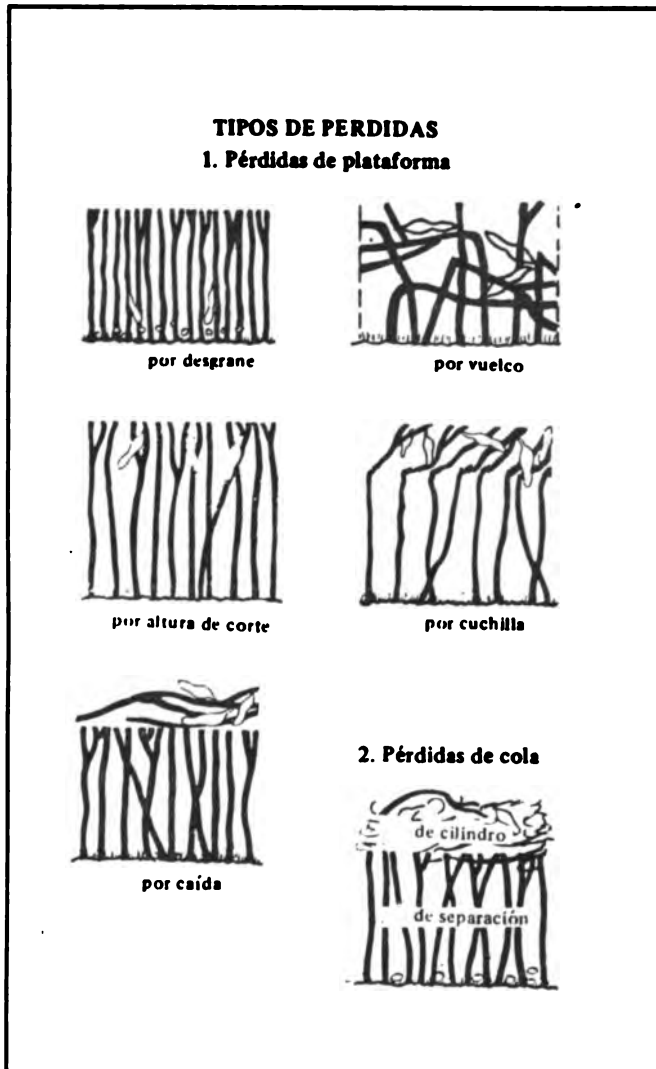


Figura 10

por desgrane: chauchas y granos sueltos en el suelo.

por vuelco: chauchas adheridas a los tallos que están volcados.

por cuchilla: chauchas adheridas a los tallos que no fueron cortados.

por altura de corte: chauchas adheridas a los tallos por debajo de la altura de corte.

por caída: chauchas adheridas a tallos cortados pero caídos de la máquina.

De la misma manera se puede determinar las pérdidas por cola de la máquina:

por cilindro: chauchas no trilladas que salen por la cola de la máquina.

por separación: granos sueltos que salen por la cola de la máquina.

De acuerdo al parque de cosechadoras con que cuenta en la actualidad nuestro país, pueden considerarse como aceptables pérdidas de plataforma del orden de 110 kg/ha y pérdidas por cola de 30 kg/ha, lo que hace una pérdida total aceptable de 140 kg/ha.

Estos valores están dados para un rendimiento promedio de 2.500 kg/ha.

Forma práctica para determinar pérdidas de cosecha

Con cuatro estacas, cuerda y cinta métrica, se puede determinar las pérdidas de la cosechadora. (Figura 11)

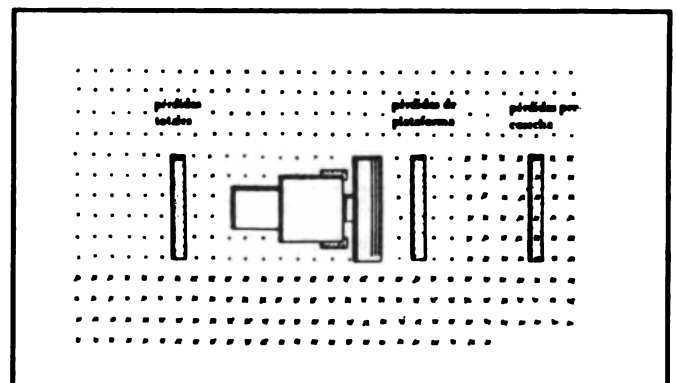


Figura 11

Con estos materiales se delimitará una superficie rectangular equivalente a un metro cuadrado, donde uno de los lados coincide con el ancho de la plataforma.

Por ejemplo: si el ancho de la plataforma es de 3,5 m, un lado del rectángulo será también de 3,5 m, mientras que el otro lado para lograr una superficie de 1 m² tendrá que ser en este caso de 0,28 m.

En el Cuadro 1 se simplifican las medidas de los lados del rectángulo en función del ancho de labor de la plataforma.

Cuadro 1. Medidas del marco para una superficie de 1m²

lado mayor	lado menor
3,5 m	0,28 m
4,2 m	0,24 m
4,9 m	0,20 m
5,6 m	0,18 m
6,3 m	0,16 m
7,0 m	0,14 m

Una vez que determinamos las medidas del rectángulo, se detiene la cosechadora y se la hace retroceder unos cuatro metros.

Para determinar las pérdidas por plataforma, fijamos el rectángulo entre la plataforma detenida y el cultivo en pie, y se recogen todos los granos sueltos y vainas que hayan en el suelo dentro del marco.

Para conocer las pérdidas totales procedemos de la misma manera, colocando el marco detrás de la cosechadora.

Por último si queremos saber las pérdidas de cola, simplemente restamos a las pérdidas totales, las producidas por plataforma.

En todos los casos a los valores obtenidos se le deben descontar las pérdidas naturales producidas por vuelco o desgrane. Esto se determina de la misma manera, armando el marco en una parte representativa del cultivo sin cosechar.

Si se desea expresar estas pérdidas en kg/ha, se debe tener presente que 60 granos de soja por m² representan 100 kg/ha de pérdida.

Finalmente resulta conveniente comparar las pérdidas reales calculadas con las descritas en el Cuadro 2 consideradas como aceptables, de acuerdo a los últimos estudios realizados con el actual parque de cosechadoras.

Cuadro 2. Valores de pérdidas expresados para un rendimiento promedio de 2.500 kg/ha.

Pérdidas de plataforma 110 kg/ha	
a. Por desgrane	50 kg/ha
b. Por vuelco	25 kg/ha
c. Por altura de corte	15 kg/ha
d. Por cuchilla	10 kg/ha
e. Por calda	10 kg/ha
Pérdidas por cola	30 kg/ha
Pérdidas totales	140 kg/ha

Si los valores de pérdidas calculados superan a los aceptables se deberán detectar las fallas posibles y corregir la regulación de la cosechadora.

En los últimos tiempos han aparecido en el mercado dispositivos electrónicos capaces de acusar niveles de pérdida por sacapaja y zaranda.

Estos dispositivos emiten una señal, que es recibida por un monitor ubicado dentro de la cabina del conductor, posibilitando detectar el problema inmediatamente.

Anexo

PROBLEMAS, CAUSAS PROBABLES Y SOLUCIONES RECOMENDADAS PARA UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA COSECHADORA

Pérdidas de Plataforma

Problemas	Causas probables	Solución Recomendada
Pérdida por desgrane (chauchas y granos sueltos caídos en el suelo).	La velocidad del molinete no está coordinada con la velocidad de avance, causando una agitación excesiva antes que la cosecha sea cortada.	Cambiar la polea de mando del molinete. Ajustar el variador o bien el mando hidrostático, para coordinar la velocidad del molinete con la velocidad de avance; de manera que el molinete mueva a la planta con suavidad y uniformidad. La velocidad del molinete no debe superar más de un 25 por ciento de la velocidad de avance.
Pérdida por vuelco (chauchas adheridas a tallos que estaban volcados).	Cultivo excesivamente volcado.	Disminuir la altura del molinete y orientar los dientes hacia el embocador, para que el cultivo volcado sea levantado por el molinete y correctamente presentado a la barra de corte.
	Mala regulación de altura y orientación de los dientes del molinete.	
Pérdida por altura de corte (chauchas adheridas a tallos por debajo de la altura de corte).	Excesiva velocidad de avance de la cosechadora.	Disminuir la velocidad de avance.
	Terreno muy desuniforme.	Reducir la altura de corte de la plataforma. Disminuir la incidencia de los patines. Disminuir la velocidad de avance para que el operario pueda mantener fácilmente una menor altura de corte. Quitar la rigidez al circuito hidráulico colocando en el mismo dispositivo hidroneumáticos.
	Excesiva altura de la plataforma. Patines de la plataforma muy bajos.	
Pérdida por cuchilla (chauchas adheridas a tallos que no fueron cortados).	El mecanismo de corte no está operando a velocidad recomendada. Barra de corte dañada, rota, demasiado gastada o mal regulada.	Ajustar la velocidad de la cuchilla y/o disminuir la velocidad de avance de la cosechadora. Revisar y cambiar todas las piezas gastadas o rotas en la barra de corte para obtener un corte limpio de la cosecha. Verificar que la carrera de las secciones de cuchillas coincidan con los centros de guardas.
	Excesiva velocidad de avance.	Disminuir la velocidad de avance.
Pérdida por caída (chauchas adheridas a tallos cortados pero caídos de la máquina).	Velocidad demasiado rápida del molinete que arroja las plantas fuera de la plataforma.	Reducir la velocidad del molinete para permitir que el material caiga dentro de la plataforma.
	Insuficiente altura del molinete.	Aumentar la altura del molinete para reducir el enredamiento del material.
	Demasiada inclinación hacia atrás de los dientes del molinete.	Reducir la inclinación de los dientes.

Pérdidas de Cola

Problemas	Causas Probables	Solución Recomendada	
Por cilindro (chauchas no trilladas que salen por la cola de la máquina)	La cosecha no está todavía en condiciones de ser trillada.	Esperar que el cultivo posea la humedad recomendada.	
	La velocidad del cilindro es demasiado lenta.	Aumentar la velocidad del cilindro, cuidando no dañar el grano.	
	Demasiado espacio entre el cilindro y el cóncavo.	Reducir el espacio entre el cilindro y el cóncavo para aumentar la acción trilladora.	
	Alimentación irregular del cilindro.	Revisar la tensión de la cadena o correa del sinfín alimentador y de acarreador de la plataforma.	
	El material que entra a la cosechadora es insuficiente para una buena trilla.	Aumentar la velocidad de avance de la cosechadora.	
	Excesivo espaciamiento entre las rejillas del cóncavo, provocando el paso de las chauchas sin que sean trilladas.	Cambiar la camisa del cóncavo por otra de menor espaciamiento de rejillas.	
Por separación (granos sueltos que salen por la cola de la máquina). <i>A) Pérdida de grano por sacapaja.</i>	Cultivo enmalezado, que aumenta la relación material verde-grano.	Reducir la velocidad de avance de la cosechadora.	
	Los sacapajas no están funcionando a la velocidad correcta.	Revisar la tensión de la correa del accionamiento del sacapaja. Verificar los RPM del eje del sacapaja, con el motor funcionando en su aceleración total sin carga.	
	Cortina de los sacapajas dañada.	Instalar nuevas cortinas.	
	Obstrucción de las bandejas del sacapaja.	Limpiar con frecuencia las bandejas de sacapaja.	
	Sobrecarga de los sacapajas evitando el paso del grano a través del material a las bandejas.	Reducir la velocidad de avance de la cosechadora.	
	Excesiva pulverización del material trillado que dificulta la separación.	Aumentar el espacio entre el cilindro y el cóncavo. Disminuir la velocidad del cilindro.	
	<i>B) Pérdida de granos por zarandón.</i>	Mala elección del zarandón fijo o mala regulación del zarandón ajustable.	Reemplazar el zarandón fijo por uno de mayor abertura o abrir los labios del zarandón regulable.
		Zarandón sobrecargado, por lo que el grano pasa sobre el material.	Aumentar la corriente de aire del ventilador y regular su dirección.
		El grano es volado sobre la unidad de limpieza.	Reducir la corriente de aire del ventilador y regular su dirección.
		Demasiada paja rota en el zarandón.	Aumentar el espaciamiento entre el cilindro y el cóncavo y/o disminuir la velocidad del cilindro. Reducir la velocidad de avance de la cosechadora.

Rotura de Granos

Problemas	Causas Probables	Solución Recomendada
Excesiva cantidad de granos rotos en la tolva de la cosechadora.	Humedad del grano inferior a la recomendada.	Tratar de realizar la cosecha en horas de la mañana o al final de la tarde, donde el grano presenta mayor humedad.
	Velocidad del cilindro demasiado alta.	El rango de la velocidad del cilindro oscila entre 400 y 800 RPM de acuerdo a las condiciones de humedad del cultivo, siendo conveniente en este caso trabajar con valores inferiores de velocidad.
	Insuficiente espaciamiento entre el cilindro y el cóncavo.	Aumentar el espacio entre el cilindro-cóncavo sólo lo suficiente para evitar la rotura de granos.
	Alimentación irregular del cilindro.	Revisar la tensión de la cadena o correa del sinfín alimentador y del acarreador de la plataforma.
	Cantidad excesiva de granos limpios en el retorno, causando la rotura del grano al ser trillado nuevamente.	Abrir ligeramente la zaranda o cambiarla en caso de ser fija, por otra de mayor abertura, para reducir el material enviado al retorno. Aumentar el ángulo de la zaranda. Limpiar con frecuencia la zaranda. Verificar la velocidad de valvén de la zaranda. Verificar la nivelación de la zaranda.
	Poca entrada de paja a la cosechadora.	Aumentar la velocidad de avance.
	Mal estado de los sinfines y norias de la cosechadora.	Verificar el estado de los componentes de las norias y sinfines. Estos últimos pueden presentar abolladuras en sus cajas o sus ejes doblados que provocan mucha rotura de granos.
	Mala regulación de la plataforma que entrega el material ya desgranado al cilindro.	Verificar el funcionamiento de los elementos de la plataforma, principalmente la velocidad del molinete y del sinfín.

LITERATURA CONSULTADA

- BRAGACHINI, M. 1983. Cosecha de Soja. EEA Manfredi/INTA. Hoja Informativa N° 17. 4 p.
- CASINI, C.; BRAGACHINI, M. y MUJICA, M. 1983. Efecto de tres cosechadoras diferentes sobre la calidad de semilla de soja. Trabajo presentado en la 8ª Reunión Técnica Nacional de Soja. Tucumán.
- CUENCA, F. Evaluación de pérdidas de grano en la cosecha de soja. EEA Marcos Juárez/INTA, Argentina. Hoja Informativa N° 103. 3 p.
- DINAMICA RURAL. 1982. Buenos Aires 161: 55-57.
- DIOS, C. DE. 1978. Cosecha mecánica de soja. EEA Pergamino/INTA, Argentina. Boletín de Divulgación Técnica N° 34. 20 p.
- GRIFFIN, G.A. F.M.O. 1973. Fundamento de operación de la máquina; recolección con cosechadoras. Illinois (USA), John Deere, 195 p.
- NOACO, N. y ROJAS, A. 1978. Cosecha de soja. In: Cuaderno de actualización CREA (Bs. As.) N° 21. 20 p.
- PLATAFORMAS SOJERAS. 1982. Cómo evitar pérdidas. In: Dinámica Rural (Buenos Aires) 13 (159): 46-47.
- SCOTT, W. y ALDRICH, S. 1975. Producción moderna de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 192 p.

Produção de semente de soja

por Francisco Carlos Krzyzanowski *

SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A produção de sementes pode ser conduzida sob diferentes procedimentos, tendo na certificação um dos mais adequados no controle de geração, significando a utilização de semente de classe superior na produção das subseqüentes, enquanto na fiscalização não há esse controle, ficando a renovação do material em cultivo em função das limitações de mistura varietal que venha ocorrer.

O sistema de certificação apresenta quatro classes fundamentais, definidas a seguir:

- semente genética é a semente produzida sob a responsabilidade do melhorista e mantida dentro das suas características de pureza genética;
- semente básica é a resultante da multiplicação da semente genética e/ou da básica, de forma a garantir sua identidade e pureza genética, sob a responsabilidade da entidade que a criou ou a introduziu;
- semente registrada é a resultante da multiplicação da semente genética, da básica e/ou da registrada, de forma a garantir sua identidade genética e pureza varietal, de acordo com as normas estabelecidas e sob controle da entidade certificadora; e
- semente certificada é a resultante da multiplicação da semente genética, da básica, da registrada e/ou da certificada, e produzida de acordo com as normas estabelecidas para cada espécie vegetal, sob controle da entidade certificadora.

Con vista a estabelecer o controle efetivo de gerações e objetivando manter a excelência de qualidade da semente produzida neste sistema, recomenda-se que o número de gerações pelas quais uma cultivar possa ser multiplicada será limitado pela agência certificadora.

Para que seja implantado um sistema de produção com níveis de controle e qualidade como os da certificação, é fundamental que se disponha de uma fonte segura e constante de produção de sementes genética e básica, que assegure a renovação periódica do material em cultivo, bem como o acesso às novas cultivares melhoradas.

Muitas vezes este procedimento fundamental da certificação não está adequadamente estruturado nas entidades criadoras ou introdutoras de novas cultivares, dificultando sobremaneira o desenvolvimento do programa. Desta forma outros sistemas de produção devem ser organizados visando suprir os agricultores com sementes melhoradas. Um sistema de produção que tem contribuído muito para a implantação de programas de produção de sementes melhoradas é o de semente fiscalizada.

No sistema de fiscalização não há o procedimento rígido de controle de gerações, mas existem os padrões de campo e de semente que asseguram a qualidade do produto final, bem como a figura central de entidade fiscalizadora, que executa o trabalho de inspeção de campo e controle da produção.

As normas de produção de semente fiscalizada são elaboradas através de comissões técnicas específicas por espécie, que englobam representantes dos vários segmentos da agricultura envolvidos com a produção e a comercialização de sementes. Estas mesmas comissões, muitas vezes, se constituem na

* Engenheiro Agrônomo, PhD Pesquisador do CNPSo/EMBRAPA, Londrina, PR, Brasil.

própria entidade fiscalizadora, tornando-se assim em organismo normativo e executivo da produção de sementes.

CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade da semente envolve aspectos legais, que se relacionam ao padrão de campo, feita pelos inspetores da produção e ao padrão de semente, realizado pelos inspetores do comércio, visando assegurar a qualidade garantida através da legislação de sementes.

Há um outro aspecto de controle de qualidade diretamente relacionado com a empresa, a entidade produtora, que visa assegurar que o produto comercializado atenda às exigências da legislação vigente, bem como permita descartar a matéria prima que não sirva para o propósito de semente.

O controle de qualidade a nível de empresa envolve vários aspectos, tais como:

Escolha da região para produção de sementes

Neste aspecto, devem ser consideradas as exigências edafoclimáticas da soja e a potencialidade da região para a produção de sementes de alta qualidade no que se refere a sua temperatura e umidade relativa na época de maturação, as quais deverão ser amenas propiciando um processo de desidratação natural das sementes.

Escolha do cooperado

Na escolha dos cooperados para os campos de sementes, deve ser considerado o seu nível tecnológico quanto ao manejo da cultura e ao manejo do solo, sua estrutura de máquinas e equipamentos e sua localização geográfica quanto a proximidade dos campos.

Inspeção dos campos

Atividade realizada nas diferentes etapas do processo de produção, sendo básico e fundamental para soja:

- inspeção prévia do campo, onde se busca avaliar as condições do isolamento, ocorrência de infestantes, tanto ervas daninhas quanto plantas voluntárias de soja, bem como um levantamento do histórico da área como vistas a prevenir prováveis contaminações;
- fase de desenvolvimento vegetativo, quando avaliam-se as condições fitossanitárias da lavoura, ocorrência de plantas daninhas, principalmente as proibidas nos padrões de campo e atipicidades possíveis de serem identificadas;
- floração - considerando a floração como um período intermediário do ciclo da cultura, há possibilidade de identificar atipicidades quanto ao ciclo, ao porte e a coloração das flores, que são características da cultivar; e
- pré-colheita - alguns descritores genéticos da soja como pubescência e ciclo são mais facilmente evidenciadas, permitindo melhor avaliação. Considera-se importante o nível sanitário da lavoura, principalmente para as doenças transmitidas por semente.

Estas inspeções objetivam assegurar os níveis de pureza genética e a ocorrência de ervas daninhas estabelecidas nos padrões de campo, bem como a qualidade sanitária da lavoura destinada a semente.

Qualidades fisiológica e sanitária da semente

Avaliação das qualidades fisiológica e sanitária da matéria prima que se destina a semente é importante nas seguintes etapas:

- pré-colheita
- colheita
- beneficiamento
- armazenamento,

onde procura-se conhecer os níveis de vigor, germinação, sanidade e suas causas de variação (danos por percevejo, dano por umidade, dano mecânico

e ocorrência de fungos responsáveis também pela deterioração da semente), buscando superar os problemas crônicos da produção que redundam em perdas da qualidade das sementes. O teste de tetrazólio para vigor e germinação e o de papel mata-borrão para sanidade são recomendados.

Pós-controle

Consiste no aprimoramento do controle da pureza variável dos lotes destinados à sementeira de campos de sementes da empresa, através do sistema de parcelas de verificação de campo. Estas parcelas se constituem num instrumental de apoio ao trabalho interno de inspeção de campo, onde o técnico previamente à visita ao campo, poderá aferir critérios de julgamento e identificação de plantas atípicas, se por ventura ocorrem. Considerando a minuciosidade da avaliação dessas parcelas a antecipação da atipicidade ocorrente é importante na orientação do trabalho de inspeção e no alerta quanto ao problema e sua extensão. Essas parcelas devem ser semeadas com antecedência de 15 a 20 dias do período normal da sementeira da cultivar, o seu tamanho será em função do padrão de campo, da classe da semente em produção, e o número de plantas analisadas deverá ser igual aquele avaliado na amostragem ao nível de campo.

Considerando, como exemplo, um padrão de campo que numa determinada classe do sistema de certificação aceite 0,05 por cento de mistura varietal, devem ser tomadas seis sub-amostras de 1.000 plantas cada uma, num total de 6.000 plantas, podendo ser encontradas até três plantas atípicas e o campo ser aprovado dentro do padrão. Sendo assim, o trabalho deverá ser efetuado com duas parcelas de 3.000 (três mil) plantas cada uma, totalizando 6.000 plantas por lote, onde se farão as avaliações de atipicidades em três fases distintas: pós-emergência, floração e pré-colheita, cujas avaliações são as seguintes:

- pós-emergência: população inicial
determinação do fator de correção
verificação do hipocótilo

- floração: cor da flor
cor da pubescência
- pré-colheita: cor da pubescência
ciclo
cor do hilo (em atípicas)

O fator de correção da população é necessário ser determinado, pois o número de plantas atípicas verificadas na parcela será multiplicado por este fator para obter o valor real da atipicidade do lote em avaliação.

MANEJO DA CULTURA, ESTABELECIMENTO DOS CAMPOS DE SEMENTES E COLHEITA

Na escolha da região para o estabelecimento de campos para produção de sementes de soja devem ser consideradas, além das exigências tecnológicas desta atividade, suas exigências bioclimáticas que compreendem:

- temperatura;
- disponibilidade hídrica; e
- radiação solar.

Exigências Bioclimáticas

Temperatura

A temperatura influencia todas as fases do ciclo vegetativo da planta. A faixa térmica considerada adequada para o desenvolvimento da planta de soja situa-se entre 60°C e 2.400°C, valor esse obtido por um somatório através do método residual, onde, para cada dia, calcula-se a diferença entre a temperatura média e a temperatura-base da cultura que, no caso específico da soja, é 15°C: as diferenças são somadas para cada subperíodo e para todo o ciclo vegetativo. Uma região é considerada inapta quando a temperatura média do mês mais quente for menor que 20°C.

Temperaturas entre 25°C e 30°C são extremamente favoráveis à emergência, à formação de nódulos e ao desenvolvimento vegetativo das plantas.

Para obter rápida germinação das sementes e emergência das plântulas é conveniente semear a soja quando a temperatura do solo, a cinco centímetros de profundidade, atinja valores superiores a 18°C, sendo a faixa ótima entre 18°C e 21°C. As plantas emergindo nessas condições serão vigorosas desde o início do ciclo, permitindo à cultura suportar melhor possíveis condições ambientais adversas durante o período de crescimento.

Temperaturas do solo na faixa de 27°C a 32°C favorecem o bom desenvolvimento do sistema radicular da soja.

Considerando que a temperatura afeta o crescimento, uma consequência prática é o controle das ervas daninhas, em função do tempo requerido para as plantas de soja sombrearem o solo entre as linhas de semeadura.

Temperaturas abaixo de 20°C, durante os períodos de implantação e desenvolvimento da soja, afetam:

- emergência das plântulas (período, porcentual);
- desenvolvimento vegetativo (período);
- absorção de nutrientes (redução na absorção de potássio);
- translocação;
- atividade fotossintética; e
- fixação simbiótica.

Temperaturas superiores a 30°C, nesta mesma fase de desenvolvimento, causam:

- menor emergência das plantas (porcentual);
- efeito depressivo no crescimento (formação dos nós e crescimento dos entre-nós);
- menor atividade fotossintética;
- inibição da nodulação.

A temperatura de 10°C é limitante para o início do processo de desenvolvimento; em condições de campo,

o período vegetativo começa quando a temperatura do ar for superior a 16°C.

Temperatura em torno de 25°C durante o período reprodutivo da soja (floração, frutificação e maturação) é considerada ideal por propiciar condições térmicas adequadas para ocorrência desses processos. Da mesma forma verificada anteriormente, temperaturas inferiores à ótima provocam atrasos nas diferentes fases, por exemplo na floração.

A indução floral se processa somente quando as temperaturas são superiores a 13°C.

A data de floração é influenciada pela temperatura, e quando, durante o verão, as temperaturas permanecem abaixo de 25°C a floração se atrasa. A variação de ano para ano, da data de floração de uma mesma cultivar semeada na mesma época é devida às variações de temperatura.

Na maturação, temperaturas baixas atrasam a data de colheita. Se coincidirem com um período chuvoso e má drenagem do solo resultam em alta disponibilidade hídrica que acarretará retenção foliar.

A maturação é acelerada pelas altas temperaturas que, associadas a excessos hídricos, rendurarão em problemas para a qualidade da semente. Entretanto, se associada a baixa umidade relativa do ar, requer maiores cuidados no manejo da colheitadeira, quanto às velocidades de deslocamento e de trilha, para evitar dano mecânico à semente por estar excessivamente seca.

Temperaturas elevadas podem induzir floração precoce, interrompendo o processo de crescimento e influenciando negativamente na produtividade, em virtude da planta não ter ainda atingido o desenvolvimento suficiente para proporcionar boa produção. Podem também afetar a queda de flores e vagens e acelerar a maturação dos grãos resultando decréscimo na produtividade; se associados a fatores adversos de umidade relativa, podem promover baixa qualidade da semente.

Disponibilidade hídrica

Freqüentemente, a água é o fator mais importante que afeta o rendimento da soja, que é sensível tanto ao excesso como à escassez em diferentes etapas do seu ciclo. Entretanto, o seu extenso sistema radicular e seu longo período de floração permitem que supere curtos períodos de seca sem maiores problemas. A falha na fixação das vagens devido a seca pode ser compensada por floração tardia sob condições hídricas adequadas.

A soja desenvolve bem em regiões com precipitações médias anuais de 700 mm a 1.200 mm, com boa distribuição (500-700 mm) durante o ciclo da cultura.

Durante a germinação e a emergência, umidade excessiva ou seca prolongada podem ser prejudiciais. A semente de soja requer 50 por cento de seu peso em água para germinar, assim a umidade do solo deve apresentar uma tensão máxima de -6,6 atmosferas, sendo, portanto, mais exigente que outras culturas. O excesso de umidade no solo afeta a difusão do oxigênio e inibe o processo de germinação. Entretanto, a escassez é extremamente prejudicial, principalmente em solos argilosos onde há formação de crostas que constituem barreira física à emergência das plântulas.

Muitas vezes, a disponibilidade de água no solo é insuficiente para a semente germinar mas adequada para o desenvolvimento de fungos principalmente *Aspergillus* spp.. devendo-se, nestas condições,

considerar o tratamento de semente com fungicida para protegê-la, até que a umidade seja adequada para iniciar o processo de germinação.

As deficiências hídricas durante o período vegetativo provocam redução da taxa de crescimento, da atividade fotossintética, da fixação de nitrogênio e do metabolismo da planta. Esses efeitos são visualizados através da menor altura das plantas, menor diâmetro do caule, menor número de nós e do comprimento dos entrenós, além de menor turgescência das folhas. Porém, considera-se que a escassez da água é mais prejudicial durante os períodos de floração e de frutificação do que no de vegetação.

Períodos de seca na fase de diferenciação dos botões florais promove queda de grande número de flores. O período de uma a sete semanas após o início da floração é o que apresenta maior correlação entre rendimento e seca.

O período de enchimento de vagens, considerado de intenso acúmulo de matéria seca pelos grãos, é outra etapa importante quanto à exigência de umidade; deficiência hídrica nesta fase esta associada à redução da produção final, podendo redundar em perdas de até 50 por cento no rendimento, sendo este o subperíodo da cultura mais crítico em relação à exigência hídrica.

A influência do período de estresse hídrico sobre o desenvolvimento e a produção pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1. Efeitos de deficiência em diferentes estádios reprodutivos sobre componentes de produção da soja.

Deficiência hídrica (período)	Raiz (g)	Área foliar(dm ²) (número)	Vagens (número)	Semente (número)	Semente (g)
Indução da floração	10,3 B	35,2 B	86,2 A	187,0 B	34,4 B
Pleno florescimento (R ₂)	9,9 B	39,9 B	96,6 A	204,8 B	36,4 B
Início frutificação (R ₃)	10,1 B	39,8 B	82,2 A	155,0 C	27,6 C
Plena frutificação (R ₄ /R ₅)	11,3 B	26,4 C	91,8 A	244,8 A	29,7 C
Testemunha	13,2 A	52,2 A	95,4 A	243,2 A	40,9 A

Conforme observa no quadro acima, a redução da disponibilidade hídrica, em qualquer dos estádios reprodutivos foi prejudicial à produção. No início da frutificação, houve prejuízo em função da maior intensidade de aborto (produção do menor número de semente com tamanho normal) e, na fase de plena frutificação, o número de sementes não foi reduzido em relação à testemunha, mas o peso foi prejudicado.

Na fase de maturação, a deficiência hídrica é favorável. O excesso de chuva causa problemas ao amadurecimento normal da semente, proporciona condições para maior ocorrência de microorganismos que podem acelerar a deterioração dos grãos.

Sempre que possível, deve-se ajustar a época de semeadura para evitar períodos de baixa precipitação durante os estádios críticos da germinação, do estabelecimento das plantas, do início da floração e do período de enchimento dos grãos. A época de floração das cultivares precoces e médias é mais influenciada pela data da semeadura do que as cultivares tardias, adaptadas. Portanto, é necessário fazer coincidir o período da floração e fixação das vagens das cultivares precoces e médias com os períodos favoráveis de chuva.

Em algumas regiões, a época ótima de semeadura pode coincidir com um período seco. Se for dada a devida importância à conservação da umidade do solo, por exemplo, cobertura morta (mulching) entre outros, nesta época poderá ser possível ignorar a ocorrência de pouca chuva e seguir o calendário de semeadura recomendado.

Radiação solar

Luminosidade

A luminosidade é outro fator de grande importância para o desenvolvimento da soja. A radiação está relacionada com a atividade fotossintética, a alongação da haste principal e das ramificações, a expansão foliar, a nodulação e outras características da planta.

Durante a floração, a soja produz um número de flores muito superior (3 a 4 vezes, em média) ao

número final de vagens. Este número depende principalmente do vigor da planta, da disponibilidade de água e da intensidade luminosa. A soja apresenta dois máximos fotossintéticos, um durante a floração e o segundo por ocasião do enchimento das vagens. Conseqüentemente, alta nebulosidade, em períodos críticos, conduz ao aborto das vagens, provavelmente em conseqüência da diminuição do nível de açúcares nas folhas, além de provocar maior alongação da haste principal e diminuição da intensidade de ramificação.

Fotoperiodismo

A duração da noite é o fator que regula a época de floração da soja, mas como a planta começa a florescer quando os dias começam a diminuir, no verão, ela é chamada planta de dias curtos. A resposta fotoperiódica é um importante fator de produção na cultura da soja. A soja permanece indefinidamente vegetativa se os dias são suficientemente longos e floresce com menos de 30 dias se os dias são suficientemente curtos.

As exigências fotoperiódicas de uma cultivar estão intimamente relacionadas com as exigências térmicas. Se uma cultivar for exigente em fotoperíodo curto, é também exigente em maior valor de somas térmicas para completar seu ciclo. A reação foto-periódica e as necessidades térmicas são, portanto, exigências bioclimáticas de magnitude opostas.

O fotoperíodo determina a região de adaptação da cultivar e a variação do seu ciclo em relação à região de produção. Assim, uma cultivar adaptada para aproximadamente 40° N deverá florescer prematuramente quando cultivada a 30° N e vice-versa. No Quadro 2, pode ser constatado o efeito do local (latitude) na maturação da soja cultivar Lincoln.

O mesmo raciocínio pode ser desenvolvido para o Hemisfério Sul, como pode-se observar pelos dados do Quadro 3 que mostra o comportamento de cultivares de soja em diferentes latitudes.

Assim, à medida que uma cultivar é semeada no sentido sul-norte, na mesma época do ano, observa-

Quadro 2. Efeito do local sobre a maturação da cultivar de soja Lincoln.

Local	Latitude	Data de maturação
Madison, Wis.	42° 34'	2 de outubro
Dwight, Ill.	41° 8'	27 de setembro
Urbana, Ill.	40° 8'	17 de setembro
Eldorado, Ill.	37° 52'	8 de setembro
Sikeston, Mo.	36° 32'	30 de agosto
Stoneville, Miss.	33° 25'	12 de agosto

Fonte: Scott e Aldrich, 1970. *Modern Soybean Production. Chapter 2. 23-34.*

Quadro 3. Comportamento de cultivares de soja em diferentes latitudes.

Cultivar	Grupo de maturação	Latitude inferior a 11°			Latitudes 11° a 21°		
		Floração (dias)	Maturidade (dias)	Altura (cm)	Floração (dias)	Maturidade (dias)	Altura (cm)
Davis	IV	32	92	33,3	38	103	37,8
Bragg	VII	31	90	35,5	35	100	33,9
Hardee	VIII	33	93	34,7	40	104	38,4

Fonte: Beriato, 1981, citado por Marcos Filho, 1986.

se uma redução, tanto no desenvolvimento como no ciclo da planta.

Em geral, o fotoperíodo crítico é mais elevado em cultivares adaptadas a altas latitudes. Numa mesma latitude, as cultivares precoces geralmente têm fotoperíodo crítico mais alto, estando, pois, sujeitas a uma floração prematura em relação às de ciclo médio estas mais que as tardias. Tal fato é de grande importância no caso de semeadura tardia. Nessa situação, é recomendável a escolha de uma cultivar de maturação tardia que florescerá em data posterior a uma precoce, após um período de vegetação mais longo, propiciando um porte adequado a planta, acima

de 60 cm., bem como um período vegetativo tal que proporcione suporte a uma produção compensadora. Deve-se considerar, também, que, sob elevadas temperaturas médias, pode ocorrer floração precoce.

Uma das conseqüências práticas de influência do fotoperíodo sobre as cultivares é a de se conseguir maior amplitude no período de colheita com a utilização de cultivares de diferentes ciclos; a mesma cultivar semeada em diferentes épocas, por sua vez, resulta em menor amplitude.

As condições climáticas podem afetar a qualidade da semente exercendo influência nos estádios anteriores e posteriores à maturidade fisiológica.

É importante considerar que as cultivares recomendadas para as diferentes regiões não são uniformes quanto à qualidade fisiológica da semente, que tem sua base assentada no genótipo. Assim, cuidados especiais devem ser dirigidos para a escolha adequada de regiões propícias para a produção de

semente; as de latitude superior a 24°S têm sido consideradas mais favoráveis por apresentarem temperaturas amenas e menor probabilidade de excessos hídricos durante a maturação. A Figura 1 mostra o efeito nocivo da temperatura superior a 32°C após a floração.

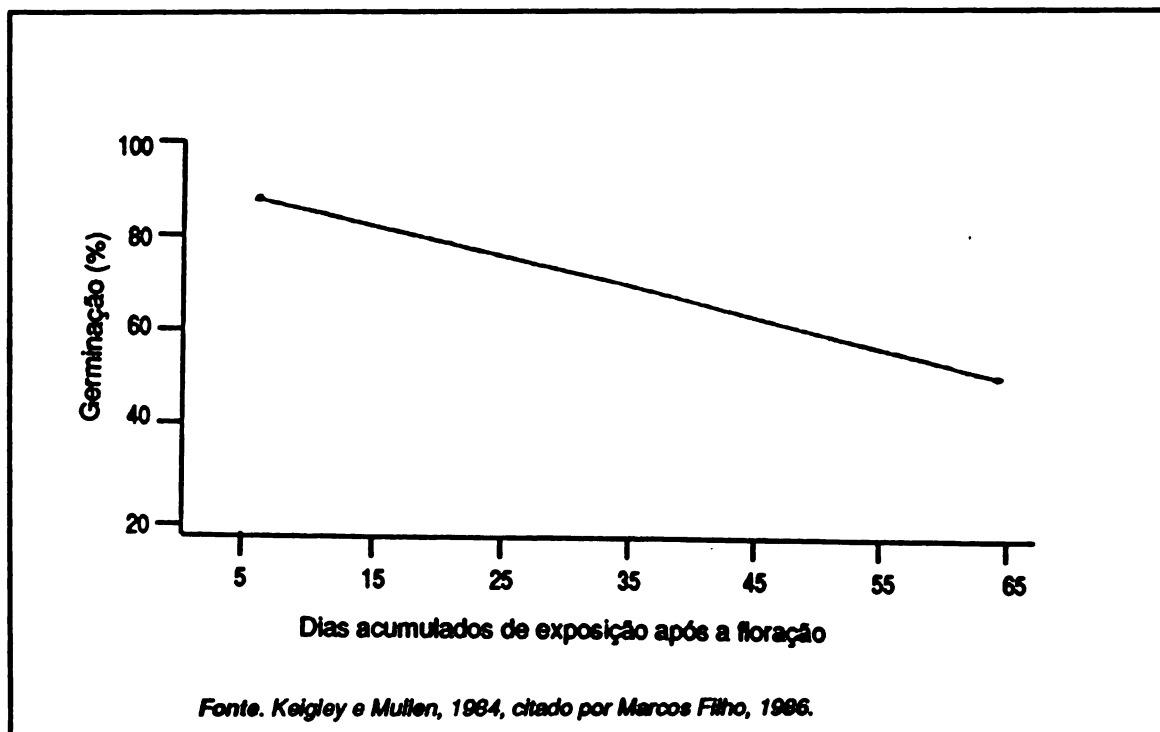


Figura 1. Influência de temperaturas elevadas após a floração sobre a germinação de sementes de soja.

A temperatura elevada associada à ausência de chuvas causa anormalidade no processo de transferência de matéria seca para a semente; a maturação é acelerada, sendo produzidas sementes pequenas e de baixo vigor. Por outro lado, a exposição de sementes maduras à alternância de períodos úmidos e secos ocasiona a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, cujas lesões, bastante peculiares, são nitidamente observadas através do teste de tetrazólio. Além disso, ocorre o "cansaço físico" dos tecidos, que pode resultar na ruptura do

tegumento e dos tecidos embrionários, comprometendo o controle de permeabilidade das membranas aos níveis celular e sub-celular. Organelas, como as mitocôndrias, são particularmente afetadas por tal processo, havendo menor produção de energia (ATP) necessária para a germinação.

Em decorrência da absorção de umidade pela semente em ambiente com temperatura elevada, o processo de deterioração é acentuado, inicialmente através do aumento do índice de respiração das

sementes, resultando na produção de grandes quantidades de CO_2 . Conseqüentemente, ocorre uma queda de rendimento devido ao consumo do material de reserva, que normalmente seria utilizado durante a germinação. Além disso, ocorre degradação de lipídios e proteínas, redução da atividade enzimática e queda da germinação e vigor.

A qualidade sanitária da semente também é afetada em decorrência das condições climáticas. Patógenos como *Phomopsis* sp., *Colletotrichum dematium* var. *truncata*, *Cercospora sojina* entre outros, podem atuar na semente, aumentando intensamente a sua atividade respiratória e causando deterioração.

Semente deteriorada é mais sensível ao dano mecânico na colheita, uma vez que é extremamente vulnerável a impactos mecânicos.

De um modo geral, a medida que se aproxima da linha equatorial, o clima se caracteriza por apresentar

verão relativamente quente e chuvoso, dificultando sobremaneira a obtenção de sementes saudas, vigorosas e com alto poder germinativo. Nessas regiões, se possível, é conveniente optar por locais de maior altitude com temperaturas amenas, possibilitando a extensão do período de colheita, ou optar por cultivares que apresentem tegumento impermeável que, atualmente, se caracteriza como uma alternativa promissora para equacionar o problema da viabilidade da semente produzida em condições climáticas não propícias.

Uma síntese da importância da seleção da região para produção de semente de soja, considerando o fator clima, é o zoneamento ecológico da região produtora visando a produção de sementes, como pode ser observado na Figura 2, cujo trabalho foi desenvolvido através de diversos levantamentos de qualidade da semente produzida na região e posterior correlação com dados climáticos.

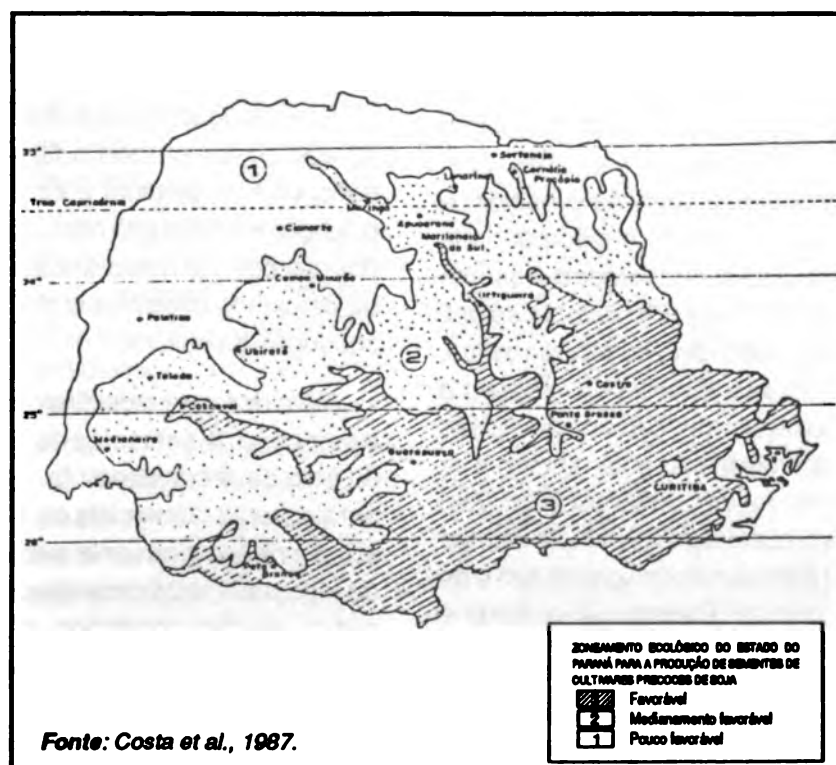


Figura 2. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja.

Aspectos Tecnológicos da Produção de Sementes

A escolha da área destinada à produção de semente de soja merece especial atenção, pois contribui diretamente para favorecer ou prejudicar a qualidade do produto quanto as purezas varietal e física e a sanidade, podendo afetar também a germinação e o vigor.

Tecnicamente, não é recomendável a condução de campos para a produção de sementes de soja em área utilizada, no ano anterior, para a multiplicação de outra cultivar, pois há o risco de ocorrência de problemas relacionados à mistura varietal, devido as sementes caídas ao solo por ocasião da colheita poderem resultar em plantas voluntárias; caso estas contaminações não sejam detectadas durante as inspeções e erradicadas nas operações de 'roguing' com certeza comprometerão a pureza genética dos lotes originários desses campos.

Se a gleba foi cultivada anteriormente com a mesma cultivar, mas o objetivo não era o de produzir semente, há restrições porque o campo não estava sujeito à fiscalização.

A utilização contínua do terreno com a mesma espécie pode acarretar problemas sanitários com aumento da fonte de inóculo de doenças e insetos. A rotação de culturas com gramíneas é recomendada porque o cultivo sucessivo da soja favorece o aumento do potencial de patógenos como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, além de *Phomopsis sojae*, *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora sojina*, que causam queda da produção e da qualidade da semente, são transmissíveis pela semente e sobrevivem no solo e restos culturais. Cultivos sucessivos de soja favorecem a incidência de insetos como a broca do colo (*Elasmopalpus lignosellus*) e os percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e outros) prejudiciais à produção e à qualidade da semente.

São também importantes os conhecimentos com relação à incidência de plantas invasoras; é muito mais fácil produzir em área livre de competição do mato. Além disso, essas plantas também podem hospedar microorganismos patogênicos, insetos,

nematóides, além de produzir sementes dificilmente separáveis durante a operação de beneficiamento (*Vigna unguiculata*), ou de alto poder de infestação em função do seu difícil controle (*Sorghum halepense*).

O isolamento dos campos, em relação a outros campos de semente ou de culturas comerciais, tem como objetivo principal a proteção contra polinizações indesejáveis que afetam negativamente a pureza varietal. No entanto, para a soja essa possibilidade é mais remota porque as taxas de cruzamento natural são muito baixas. Mesmo assim, os campos de sementes requerem um isolamento mínimo de cinco metros visando evitar a ocorrência de mistura mecânica durante a colheita.

São preferidos solos com profundidade efetiva superior a 1,0 m, sem limitações ao desenvolvimento radicular; a porosidade total elevada assegura suprimento de ar e água para o desenvolvimento das plantas. Solos com drenagem deficiente propiciam o aparecimento de patógenos causadores de tombamento (damping off) como *Sclerotium rolfsii* e *Rhizoctonia solani*, que ocorre entre a época de emergência e a formação dos primeiros trifólios.

A localização da área deve considerar a facilidade de acesso, permitindo o fluxo normal de máquinas, transporte de pessoal e insumos, o escoamento da produção e a execução normal dos trabalhos de inspeção dos campos. Há a necessidade, ainda, da manutenção de caminhos transitáveis durante todo o período de condução da cultura.

Além dos aspectos diretamente relacionados com a produção de sementes de alta qualidade, a escolha da área deve considerar fatores também importantes para culturas comerciais de soja. A produção de soja sob condições totalmente mecanizadas requer terrenos de topografia relativamente plana ou com declividade suave. Nestas condições, não são recomendados, para o cultivo da soja, os terrenos com declividade de 10 a 12 por cento, face às severas limitações para a mecanização e a necessidade de adoção de práticas conservacionistas rigorosas.

As exigências minerais são proporcionais à produção de matéria seca.

Embora a maior parte do tecido verde dos vegetais seja constituído por carbono, hidrogênio e oxigênio, são os elementos extraídos do solo que limitam a produção. A exigência de macronutrientes é a seguinte em ordem decrescente: N, K, Ca, Mg, P e S. Aproximadamente 90 por cento do N, 75 por cento do P e 50 por cento do K são extraídos do solo e são translocados para os grãos; a ordem decrescente dos elementos exportados é: N, K, P, Ca, Mg e S.

Muito embora a soja se adapte bem a solos de baixa fertilidade, logicamente com rendimentos menores, solos de fertilidade mediana a alta são os mais indicados por apresentarem níveis adequados de Ca e Mg, que exercem influência sobre o tecido de reserva das sementes, além de se relacionarem diretamente com a disponibilidade de outros nutrientes, desenvolvimento de raízes e nodulação. A disponibilidade de K está relacionada à atividade de inúmeras enzimas, a retenção de vagens, além de diminuir a incidência de *Phomopsis sojae*.

O P é de importância vital na formação e na translocação de carboidratos, ácidos graxos, glicídios e outros produtos essenciais. Deficiência de P prejudica a nodulação, o desenvolvimento das plantas e a qualidade fisiológica da semente. Seu excesso pode retardar o processo de maturação e, com isto, prolongar o período de exposição das sementes a condições adversas do ambiente. Por outro lado, a produção de semente de soja está relacionada ao total de N acumulado durante seu ciclo, pois depende do número de vagens formadas e retidas que, por sua vez, se correlaciona com o nível de N durante a floração; o excesso deste elemento também contribui para atraso na maturação, enfraquecimento do caule, acamamento e decréscimo da resistência às doenças.

Os micronutrientes são exigidos na seguinte ordem: cloro, ferro, boro, manganês, cobre, zinco e molibdênio; este exerce papel importante nas relações soja/Rhizobium.

Quanto à acidez, a soja se desenvolve melhor quando o pH se situa entre 6,0 e 6,8 nesta faixa

também verifica-se o melhor desenvolvimento das bactérias fixadoras de N. Frequentemente, o alumínio solúvel e o manganês são encontrados, em quantidade tóxicas, em solos com pH inferior a 5,0. Assim, a escolha do solo para implantação do campo de semente de soja deve ser considerada com extremo cuidado, sendo fundamental os conhecimentos sobre as necessidades da espécie e as características do solo. De maneira geral, o solo deve apresentar as seguintes condições:

- quantidade adequada de nutrientes (em forma disponível);
- oxigênio;
- água;
- permeabilidade para o desenvolvimento do sistema radicular; e
- pH favorável.

O conjunto desses fatores determinará o grau de fertilidade do solo.

Estabelecimento de campos de Produção de Semente

Preparo do solo

A semente de soja, devido à sua estrutura (não contem endosperma), ao tipo de germinação (epígea) e ao teor de umidade necessário para a germinação (cerca de 50%), exige um bom preparo do solo, proporcionando condições adequadas à emergência das plântulas, ao estabelecimento da cultura e ao desenvolvimento das plantas.

As operações de preparo do solo visam:

- adequar o terreno para receber a semente;
- facilitar o contato solo/semente;
- permitir a conservação da umidade;
- manter condições para o desenvolvimento do sistema radicular;
- atenuar os efeitos da erosão; e
- criar condições operacionais para as semeadoras, permitindo a distribuição do número adequado de sementes a profundidade uniforme.

Em campos de produção de sementes, o preparo do solo, além de contribuir significativamente para o controle de plantas silvestres, e da doença podridão preta (*Macrophomina phaseolina*), auxilia também na redução da incidência de plantas voluntárias.

Considerando que a cultura da soja requer movimentação intensa de veículos e máquinas agrícolas na época da colheita e que esse problemas são agravados nos sistemas de rotação com trigo, é necessário um adequado preparo do solo, evitando a utilização de grades aradoras pesadas tipo Romi, que causam pulverização da camada superficial do solo e formam uma camada mais compacta a 10-15 cm de profundidade (pé-de-grade). Essa camada impede a penetração do sistema radicular e favorece a deficiência hídrica nos períodos de veranico durante o desenvolvimento da soja.

O sistema convencional de preparo de solo consta, em geral, de uma aração relativamente profunda (15 cm a 20 cm de profundidade) seguida por duas gradagens, sendo uma niveladora visando destorroar o solo e a outra de incorporação de herbicida.

O não revolvimento do solo e o estabelecimento da lavoura de soja através do plantio direto são práticas que vêm aumentando a sua utilização em função das vantagens operacionais sobre o sistema convencional, como:

- menores perdas por erosão;
- semeadura na época adequada, porque dispensa o tempo gasto com o preparo prévio do terreno, tempo esse escasso no esquema de rotação trigo soja, aspecto este muito importante para a produção de sementes em função do número de cultivares a serem produzidas; e
- melhor preservação da umidade do solo devido a cobertura morta ('mulching') que fica sobre o terreno, que evitando o escoamento superficial das águas pluviais e a evaporação no período

de seca em função da menor temperatura da superfície do solo.

O estabelecimento da lavoura de soja em plantio direto requer uma excelente cobertura morta (principalmente de aveia) para o seu sucesso, caso contrário os gastos com herbicidas podem inviabilizá-la economicamente. Por outro lado, o nível de fertilidade da área deve ser elevado, em virtude da aplicação de calcário, e fertilizante posterior, ser realizada na superfície do solo, sem incorporação.

Algumas doenças poderão ser potencializadas em função de condições climáticas como, por exemplo, *Sclerotinia sclerotiorum* (regiões com altitudes acima de 800 m) ou *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* (regiões um pouco mais quentes).

No sistema de plantio direto, a seqüência leguminosa (verão e inverno) potencializa a ocorrência de doenças comuns, havendo necessidade de quebrar essa seqüência com gramínea no inverno, por esta ajudar a reduzir o potencial de inóculo, por ser um substrato pobre como meio de cultura para os fungos que atacam a soja.

Cultivares e origem da semente

Na produção de semente básica, a programação das cultivares a serem produzidas normalmente acompanha a demanda do sistema de produção, devendo ser concentrada nas novas cultivares, tendo em vista a sua difusão. No caso das cultivares tradicionais, a manutenção mínima do germoplasma deve ser obedecida, visando evitar que a mistura mecânica venha prejudicá-la futuramente.

A produção de semente básica requer todo um trabalho especial de produção de semente genética ou pré-básica com vistas a suprir a semente a ser utilizada para a implantação dos campos. O trabalho se inicia junto com o melhorista na seleção de plantas da cultivar a ser produzida, para a instalação dos canteiros

de progênie, onde a semeadura é feita em fileiras por plantas individuais, onde serão acompanhados os descritores genéticos da cultivar. As linhas que apresentarem atipicidade serão descartadas e o material remanescente será conduzido individualmente por mais uma geração. Agora, cada fileira origina um bloco que será acompanhado, sendo descartado aquele que apresentar atipicidade. Os blocos uniformes serão colhidos e homogeneizados, dando origem ao material inicial para a instalação dos campos de semente básica.

Os descritores genéticos necessários à identificação da linhagem ou cultivar em multiplicação compreendem: cor do hipocótilo, cor da flor, pubescência, hábito de crescimento, altura média da planta, altura média da inserção das primeiras vagens, ciclo, grau de acamamento, grau de deiscência da vagem, grau de retenção foliar, reação à doenças e nematóides, colorações da vagem, do tegumento da semente e do hilo.

Em função das flores de soja serem autoférteis e apresentarem alta taxa de homozigose, a seleção de plantas para a formação dos estoques iniciais gira em torno de 500 a 600 plantas, que representarão seguramente a cultivar.

Considerando que o material a ser semeado constitui a base de todo do sistema de sementes, além da pureza varietal a semente deve apresentar pureza física (integridade da semente e ausência de sementes de ervas daninhas), germinação que permita a obtenção do número adequado de plantas na área cultivada e sanidade. As sementes não devem apresentar rachaduras ou trincas (resultado de injúrias mecânicas), diminuindo, assim, a possibilidade de penetração de patógenos que prejudicam a germinação e/ou o desenvolvimento da planta.

Há sempre que se utilizar sementes de classe superior no estabelecimento dos campos de semente como segue: genética para campo de básica e básica

para originar as classes subseqüentes do sistema de certificação (registrada e certificada) ou campos de sementes fiscalizadas de primeira geração que servirão para renovação periódica do material em cultivo.

Outro aspecto bastante discutido é o tratamento com fungicida. No caso de introdução de cultivares de outras regiões, as sementes devem ser tratadas principalmente se ocorrerem doenças como: *Cercospora kikuchii*, *Septoria glycines* e *Cercospora sojina*.

O tratamento de semente com vistas à proteção de microorganismos do solo durante o processo de germinação e emergência não é necessário se a capacidade de germinação do lote for superior a 85 por cento e não houver deficiência hídrica; porém quando isto ocorrer, as sementes ficam suscetíveis à ação microorganismos sendo indicado o tratamento para protegê-las. Neste caso, deve-se analisar a compatibilidade do produto com o inoculante a ser utilizado.

Época de semeadura

A resposta da soja à época de semeadura depende principalmente das condições ambientais, os fatores mais importantes são temperatura, fotoperíodo e distribuição de chuvas, sendo o fotoperíodo geralmente o limitante. Porém para as cultivares pouco sensíveis, as épocas de floração e de maturidade são determinadas pelo acúmulo de somas térmicas. Por outro lado, sob condições tropicais, a distribuição de chuvas pode assumir a maior importância.

De um modo geral, o atraso da época de semeadura pode provocar floração prematura nas cultivares precoces, menor desenvolvimento vegetativo e conseqüente redução das alturas de planta e de inserção das primeiras vagens e conseqüentemente, redução da produção e maiores perdas na colheita mecanizada. Principalmente para campos de produção de semente esta possibilidade deve ser considerada.

Os dados do Quadro 4 ilustram este aspecto.

Quadro 4. Influência da época de semeadura sobre a produção, a germinação e o vigor da semente de duas cultivares de soja, em Botucatu, SP (22°51'S).

Ano	Data semeadura	Cv. Paraná *			Cv. Santa Rosa **		
		Produção (kg/ha)	Germin. (%)	Vigor (env. precoce/%)	Produção (kg/ha)	Germin. (%)	Vigor (env. precoce/%)
77/78	17/10	2.539	33	22	2.066	81	68
	29/10	2.535	58	49	2.369	82	58
	16/11	2.168	80	74	2.001	74	53
	30/11	1.829	75	74	1.652	79	62
	22/12	1.891	83	83	1.702	92	80
	07/01	1.624	83	76	1.645	86	77
78/79	14/10	1.687	83	41	1.486	80	69
	30/10	1.553	93	75	1.460	83	70
	13/11	1.362	94	79	1.289	84	71
	29/11	1.897	96	82	1.509	83	68
	16/12	941	99	86	978	93	79
	28/12	665	97	82	995	89	79

* precoce

** Semi-tardia

Fonte: Nakagawa (1981), citado por Marcos Filho, 1986.

População de plantas

De modo geral, são recomendadas para a soja populações de 300.000 a 400.000 plantas/ha. No caso de produção de sementes em função do ciclo da cultivar, as densidades poderão ser menores, visando facilitar as operações de inspeção e de 'roguing'.

Trabalhos de pesquisa objetivando avaliar efeitos da população sobre a qualidade da semente detectaram redução da germinação e do vigor de sementes produzidas em população de 500.000 plantas/ha, este fato pode ser atribuído ao menor peso das sementes, aliado ao ambiente mais úmido criado com a maior

concentração de plantas favorecendo a incidência de doenças.

Semeadura

A precisão da operação de semeadura é fundamental para a obtenção de estande adequado para a produção de soja. Máquinas semeadoras de carretel dentado oferecem distribuição desuniforme da semente, indicando, sempre que possível, a utilização de semeadoras com mecanismo de discos perfurados, em função da maior precisão na distribuição de sementes.

As máquinas semeadoras devem ser escolhidas em função da capacidade para distribuição adequada de sementes, sem provocar injúrias mecânicas, de fácil limpeza no caso de substituição de cultivar e da posição de distribuição do fertilizante.

A velocidade operacional, visando uniformidade sem injúria mecânica, para a semente, deve ser inferior a 5,0 km/hora.

Necessidades gerais de fertilizantes

A soja, apesar de ser exigente em nutrientes, possui, contudo, maior capacidade de aproveitamento

de fertilizantes do solo, em relação a outras espécies cultivadas. Sua grande capacidade de extração se deve ao desenvolvimento do sistema radicular. A Figura 3 mostra que mais da metade de matéria seca acumulada é produzida posteriormente à floração, sendo o período de maior crescimento e exigência de macronutrientes aquele compreendido entre o início da floração e o de enchimento de vagem. Portanto, condições desfavoráveis à cultura durante esse período geralmente promovem reduções da produção. Pode-se assim, verificar porque a fase de enchimento de vagem é considerada crítica quanto à disponibilidade hídrica.

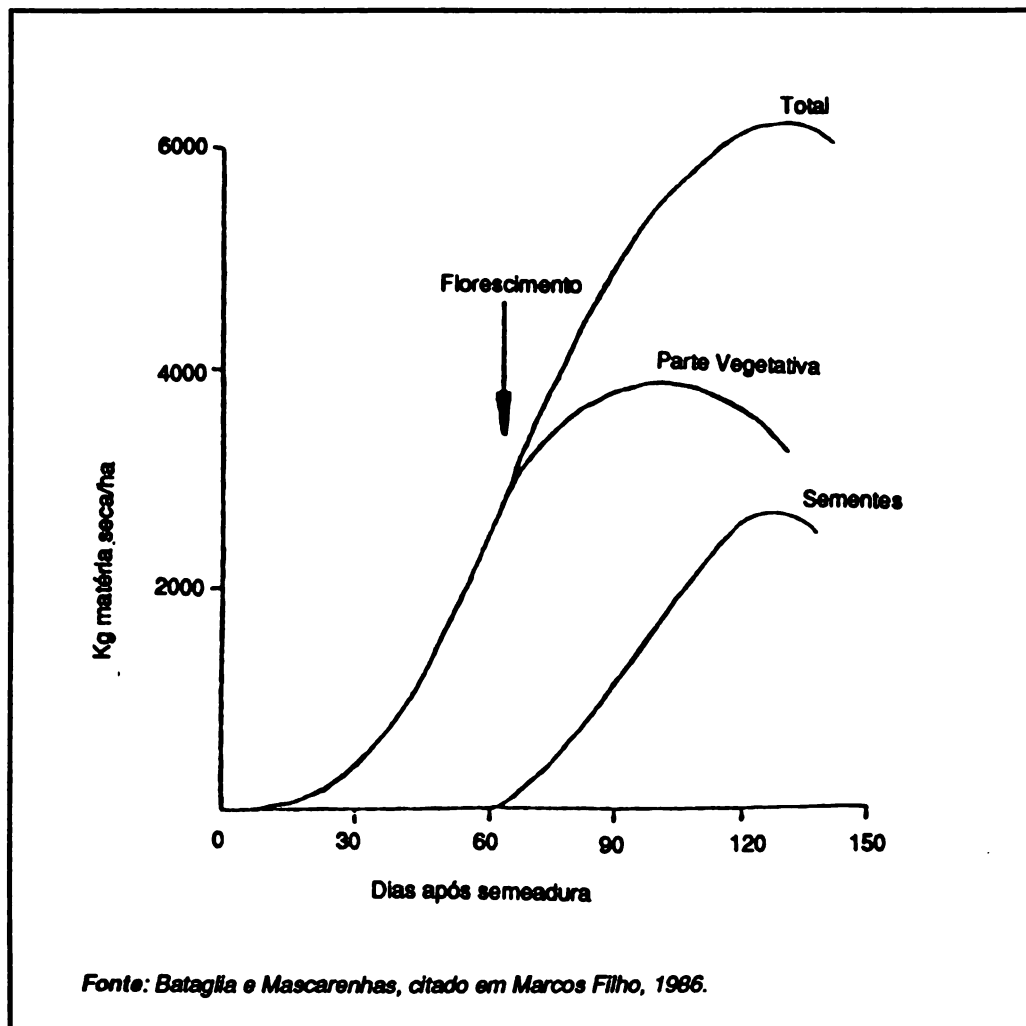


Figura 3. Acúmulo de matéria seca (kg/ha) pela soja, cultivar Santa Rosa, durante o seu desenvolvimento.

A adubação de campos para semente segue a mesma prática das lavouras para grão, pois até agora os trabalhos de pesquisa que estudaram os efeitos de adubação e qualidade de semente não recomendaram qualquer alteração.

A produção de semente de boa qualidade pode ser obtida com o suprimento de nutrientes no níveis exigidos pela soja, ou seja: sete ppm de fósforo, 48 ppm de potássio e inoculação como fonte de nitrogênio. Quanto à calagem há que se considerar as condições físico-químicas do solo para se adotar um dos três métodos preconizados, tais como:

- a saturação de bases trocáveis (Ca, Mg e K) ao nível de 70 por cento deve ser utilizada para solos com baixa intemperização e que apresentem alumínio trocável, cálcio e magnésio, mas que tenham uma alta taxa de oxidação da matéria orgânica;

- neutralização do alumínio trocável, quando se busca neutralizar sua ação, devendo para tanto adotar o critério de $2 \times \text{meq Al}^{3+}$ ou a calagem para suprir Ca e Mg em solos sem Al^{3+} mas com deficiência dos primeiros elementos, deve-se utilizar a seguinte fórmula: $(2 \times \text{Al}^{3+}) + 2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$;

- o método Solução Tampão - SMP deve ser empregado para solos que apresentem alumínio trocável, alto teor de matéria orgânica, mas com baixa intemperização em regiões de clima frio.

Controle de Invasoras

Os prejuízos causados por plantas daninhas à produção de culturas tropicais pode atingir entre 30 por cento a 50 por cento; determinadas espécies de invasoras podem elevar para 80 por cento o nível de prejuízo à produção, como é o caso da *Brachiaria plantaginea*.

As invasoras, além de dificultarem a operação de colheita, aumentam o teor de umidade da massa de semente propiciando riscos de aquecimento na fase de armazenamento até a secagem e beneficiamento, além disso, podem hospedar patógenos que prejudicam

a qualidade da semente de soja, como o vírus do mosaico comum causador da mancha café.

O controle de ervas daninhas em campos de sementes, além da sua importância no aspecto produtividade da cultura, é altamente relevante devido o potencial disseminador de ervas daninhas e doenças para outras regiões do lote de semente produzido nessas condições.

Controle de Insetos e doenças

No geral, o controle de doenças tem-se fundamentado nos programas de melhoramento, por ser este um dos meios mais econômicos de controlar as doenças da soja. Assim, em função do potencial de doenças da região, os programas de avaliação das cultivares para recomendação requerem que as linhagens sejam resistentes às principais moléstias. Um exemplo é o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, EMBRAPA, onde todo o material recomendado deve ser resistente à mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) e à pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*), por serem doenças potencialmente destrutivas se as cultivares forem susceptíveis e as condições climáticas de produção propícias.

No aspecto da produção de sementes o controle de insetos segue o esquema normal das lavouras para grão no que concerne as lagartas, mas destaca-se no caso dos percevejos *Nezara viridula*, *Euschistus heros* e *Piezodorus guildinii*, sugadores de vagens e de folhas, provocando retenção foliar e redução da quantidade e da qualidade da semente produzida.

Colheita

O ponto de maturação fisiológica seria, teoricamente, o mais indicado para a colheita, pois representa o momento em que é alcançada a melhor qualidade da semente, como pode ser visto na Figura 4.

Neste estágio (R7), o teor de umidade da semente é bastante elevado (acima de 45%) e, a partir desta fase, a qualidade da semente irá decrescer, como consequência da deterioração.

De qualquer forma, o reconhecimento prático da maturidade fisiológica tem grande importância por que caracteriza o momento em que a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa a sofrer maior influência das condições ambientais.

A semente de soja devido a sua estrutura e composição química é altamente susceptível aos efeitos das condições ambientais durante o processo de maturação e pós-maturação conforme pode ser visto no Quadro 5.

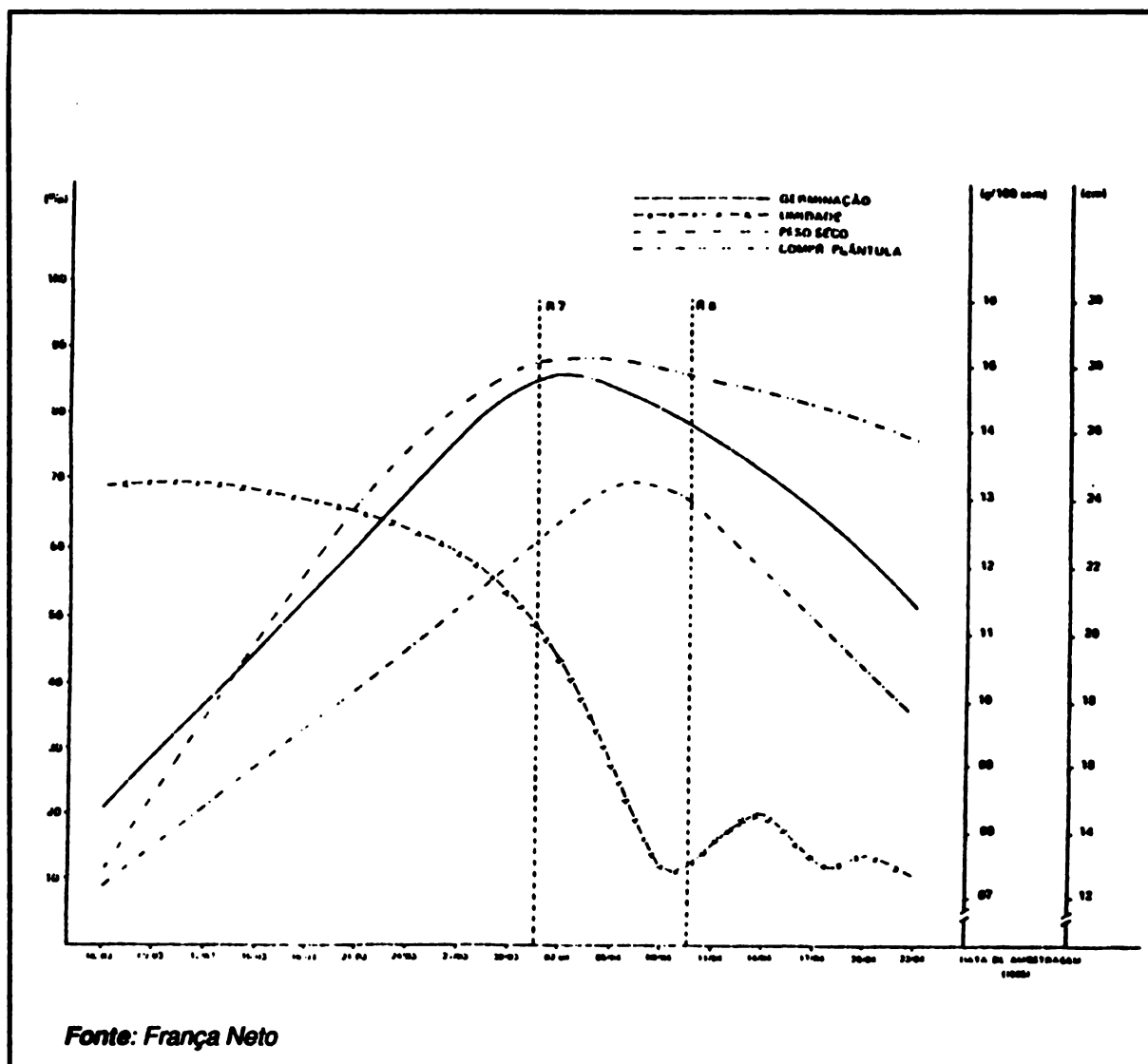


Figura 4. Evolução da maturação de sementes de soja Bossier em Londrina, PR, safra 1979/80. EMBRAPA-CNPSO, Londrina, PR. 1984.

Quadro 5. Valores médios de vigor (Tz - 1 a 3) de seis cultivares de soja, colhidas em cinco épocas, na safra 1982/83. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1983.

Dias após o estágio de 95% de vagens maduras	Ciclo precoce				Ciclo médio	
	Paraná	Davls	FT-1	Lancer	Bossier	BR-1
0	85,00	80,25	77,25	78,50	85,75	76,25
5	76,00	69,00	69,00	75,00	79,00	68,75
10	66,50	55,50	72,75	65,50	68,50	68,00
15	59,25	59,00	67,00	62,00	57,75	64,75
20	51,00	48,25	64,75	42,25	46,50	26,25

Fonte: Costa et al. (1983), citado em França Neto (1984).

Assim, é recomendável a colheita de soja quando as sementes atingem teor de umidade compatível com a colheita mecânica, ao redor de 14 por cento a 16 por cento, o que dá mais segurança minimizando a ocorrência de injúrias mecânicas, que geralmente são maiores quando o teor de umidade é superior a 18 por cento ou inferior a 13 por cento.

As operações de colheita e transporte até a unidade de beneficiamento da semente, de maneira geral, são responsáveis pela metade da condenação de lotes de semente no que concerne à mistura varietal. A rigorosa limpeza dos diversos locais da colheitadeira (barra de corte, cilindro/côncavo, peneiras, elevadores, bandejão, roscas e graneleiro) deve ser efetuada, principalmente quando se utiliza a mesma máquina para colher diversas cultivares.

Deve se considerar que o tempo gasto na limpeza da colheitadeira, dos caminhões e das carretas poderá contribuir significativamente na redução de misturas e conseqüentemente no aproveitamento de maior número de lotes de semente.

PROCESSAMENTO E ARMAZENAGEM

Processamento

Após a colheita da semente, inicia-se o processamento que envolve as operações de transporte, secagem e beneficiamento.

Transporte

O transporte da semente poderá ser a granel ou ensacado. No transporte a granel cuidados básicos de limpeza dos graneleiros devem ser tomados buscando evitar riscos de misturas mecânicas de cultivares. No transporte ensacado é fundamental que a sacaria para semente seja de primeiro uso; quando isto economicamente não for possível, um trabalho rigoroso de limpeza de sacaria para reutilização deverá ser desenvolvido.

Quanto ao aspecto de limpeza dos equipamentos de transporte é importante averiguar as partes acessórias dos graneleiros, por serem pontos de paradas da semente como: rodados, sistemas de descarga,

paredes de carrocerias se forem de madeiras, pneus estepes, estribos.

Secagem

A secagem da semente de soja tem sido um constante desafio na sua produção. Sendo extremamente sensível ao dano térmico causado por temperaturas elevadas no processo de secagem, não tolera períodos longos entre colheita e secagem como pode ser visto no Quadro 6.

informações disponíveis quanto à temperatura do ar, sua umidade relativa, tempo requerido e processo de secagem (contínuo ou intermitente). Quanto ao sistema de ar quente, há limitações em função das características da semente de soja juntamente com as restrições tecnológicas dos secadores que, na maioria das vezes, foram desenvolvidos para operar com grão industrial. Nos silos, onde o produto não sofre movimentação constante, o que evita danos mecânicos nos equipamentos de transporte e permite melhor controle da temperatura da massa de semente, que não deve

Quadro 6. Porcentagem de germinação de semente de soja da cultivar Davis, com três níveis de umidade, submetidas a seis dias de retardamento do início de secagem.

Teor de umidade(%)	Germinação (%) / Retardamento início da secagem(dias)						
	0	1	2	3	4	5	6
12,3	70,2	64,2	64,0	68,0	73,0	69,0	66,7
13,8	71,8	61,5	61,5	60,7	70,2	61,3	61,5
17,6	66,5	51,3	46,7	42,0	48,0	23,5	19,2

Fonte: França Neto, 1983

Vários têm sido os sistemas de secagem utilizados pelos produtores de semente. Como regra geral, procura-se colher quando os grãos atingem teor de umidade igual o inferior a 13 por cento, o que se constitui no processo natural de secagem, mas em muitas regiões e/ou ao longo dos anos, nem sempre se consegue este teor para todos os lotes, fazendo com que a secagem artificial seja utilizada.

A utilização de secagem artificial é requerida devido a soja ser extremamente sensível a condições ambientais adversas, que contribuem para a rápida deterioração devido a instabilidade química das gorduras.

A secagem artificial pode ser feita com ar seco e frio ou ar seco e quente. No primeiro caso, há poucas

ultrapassar 38°C durante a secagem, é possível controlar a velocidade do processo de desidratação da semente, existindo para tanto uma regra básica de secagem como a mostrada no Quadro 7.

Quadro 7. Relação do teor de umidade da semente e temperatura de secagem.

Teor de umidade da semente	Temperatura de secagem
Superior a 18%	32°C
10 a 18%	38°C
abaixo de 10%	no máximo 43°C

Fonte: Carvalho e Nakagawa 1980.

Os dados do Quadro 8 mostram os efeitos de quatro diferentes temperaturas do ar, na secagem de dois lotes de sementes da cultivar Bragg, cujos teores iniciais de umidade eram de 15,4 e 17,5 por cento. O processo de secagem utilizado foi o intermitente lento (períodos de secagem e repouso da massa) até a semente atingir níveis de 12,0 e 13,5 por cento de umidade, respectivamente.

e com picadas por percevejos) e/ou atacadas por doença, sementes de plantas silvestres, sementes de outras espécies, sementes miúdas e graúdas de soja, através do beneficiamento, aprimorar a pureza física do lote de semente, sua germinação, seu vigor, sua sanidade e suas características de tamanho.

Várias são as etapas pela qual a semente de soja passa durante o processo de beneficiamento:

Quadro 8. Efeito do teor inicial de umidade (%), temperatura de secagem (°C) e período de armazenamento sobre a germinação e o vigor de semente de soja.

Armazenamento (meses)	Teor de umidade Inicial (%)	Germinação (%)				Envelhec. acelerado (%)			
		32°C	45°C	60°C	75°C	32°C	45°C	60°C	75°C
0	15,4	82	87	83	84	73	75	72	70
	17,5	77	78	75	76	61	51	59	57
3	15,4	78	87	80	82	68	74	68	54
	17,5	75	77	71	72	56	54	56	53
6	15,4	56	58	53	58	29	30	26	36
	17,5	48	45	45	45	21	21	22	13

Fonte: Miranda, 1978 citado em Marcos Filho, 1996.

No processo de secagem deve ser considerada a umidade relativa do ar, que não deve ser inferior a valores de 35 por cento a 40 por cento, visando evitar dano mecânico no tegumento (trincamento).

Beneficiamento

O beneficiamento de semente de soja objetiva, basicamente, adequá-la a determinados padrões de qualidade, essenciais para seus armazenamentos e comercialização, buscando eliminar do lote inicial vagens não debulhadas, pedaços de caule, pequenos torrões, sementes quebradas, mal formadas (imaturas

Pré-limpeza

Destina a adequar a fluidez da massa de semente para as operações de transporte, eliminando as impurezas grosseiras que a acompanham, bem como os materiais verdes fermentáveis, preparando assim a semente para o processo de secagem ou não, conforme for sua umidade.

Limpeza

É a etapa seguinte a que se submete o lote, onde busca-se completar o processo de limpeza e prepará-lo para a classificação. Digitized by Google

Na limpeza da soja, muitas vezes, são utilizadas a máquina do ventilador e peneiras e o separador em espiral, onde, com o primeiro equipamento, eliminam-se sementes quebradas, fragmentos, restos de tegumento, sementes fora do padrão de tamanho para semeadura mecânica (miúdas e muito graúdas), e com o segundo equipamento completa-se esta operação removendo da massa de semente os materiais imaturos, quebrados, picadas por percevejo, atacados por doença (*Phomopsis*) que diferem da boa semente quanto à forma, à densidade e do grau de esfericidade.

Classificação

Muitas vezes após a operação de limpeza, o lote de semente de soja atinge os padrões de qualidade física e fisiológica requeridos para sua comercialização, podendo então ser embalado e armazenado. Entretanto, podem ainda ocorrer no lote sementes imaturas ou deterioradas, cujas características de tamanho se assemelham à boa semente, mas diferem quanto ao peso específico, as quais podem ser removidas através da mesa de gravidade, melhorando assim a qualidade fisiológica do lote de semente.

A separação da semente de soja em lotes de diferentes tamanhos pode ser efetuada visando facilitar a operação de semeadura mecanizada, por conferir melhor precisão do processo de distribuição; esta etapa, entretanto, depende muito da demanda por parte dos agricultores.

Armazenamento

Objetiva-se, através do processo de armazenamento, a manutenção de qualidade da semente.

É nesta etapa que se detectam muitos dos problemas de qualidade fisiológica que ocorrem ao nível de campo ou de processamento. Não se pode melhorar a qualidade da semente durante o período de armazenamento, pois ele é um reflexo de como ela foi produzida, colhida, transportada e processada. A deterioração da sementes nesta fase é decorrente de uma série de transformações fisiológicas, bioquímicas e físicas que determinam a queda da sua qualidade.

No processo de armazenamento, deve-se procurar minorar a velocidade do processo de deterioração para que a maior parte da semente dos lotes armazenados se conserve viável e com bom vigor até ser utilizada na formação de novas lavouras.

A temperatura e a umidade relativa são os principais fatores que afetam a qualidade da semente no processo de armazenamento, pois a umidade relativa elevada determina um maior teor de umidade na semente, favorecendo a deterioração e o desenvolvimento de microorganismos; estes, devido à sua atividade biológica, elevam a temperatura da massa de semente, aumentando a atividade respiratória, que consome tecidos de reserva, redundando na degeneração da qualidade da semente (vigor e germinação).

Os efeitos negativos de umidade elevada podem ser atenuados desde que o ambiente apresente baixa temperatura ou vice-versa.

A semente de soja, quando colocada para armazenamento em ambiente aberto, deve ter seu teor de umidade na faixa de 10 a 13 por cento, sendo recomendáveis valores mais próximos de 10 por cento, para armazenamento em períodos de seis a oito meses.

No Quadro 9 são apresentados os pontos de equilíbrio higroscópico de semente de soja sob diferentes temperaturas.

Os dados mostram que o armazenamento de semente de soja pode ser efetutado num ambiente onde a umidade relativa atinja, no máximo 70 por cento a 25°C, pois a semente se equilibrará ou se manterá entre 11 a 12 por cento de umidade, considerada seguro para manutenção da qualidade fisiológica pelo período de entressafra.

As Figuras 5 e 6 mostram os efeitos do teor de umidade da semente e da temperatura do ambiente sobre a germinação, durante o processo de armazenamento.

Quadro 9. Teor de umidade (%) de sementes de soja em equilíbrio com diferentes umidades relativas do ar.

Temperatura (°C)	Umidade relativa (%) do ar								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
5	5,2	6,3	6,9	7,7	8,6	10,4	12,9	16,9	22,4
15	4,3	5,7	6,5	7,2	8,1	10,1	12,4	16,1	21,9
25	3,8	5,3	6,1	6,9	7,8	9,7	12,1	15,8	21,3
35	3,5	4,8	5,7	6,4	7,6	9,3	11,7	15,4	20,6

Fonte: Misra, 1981, citado em Marcos Filho, 1986.

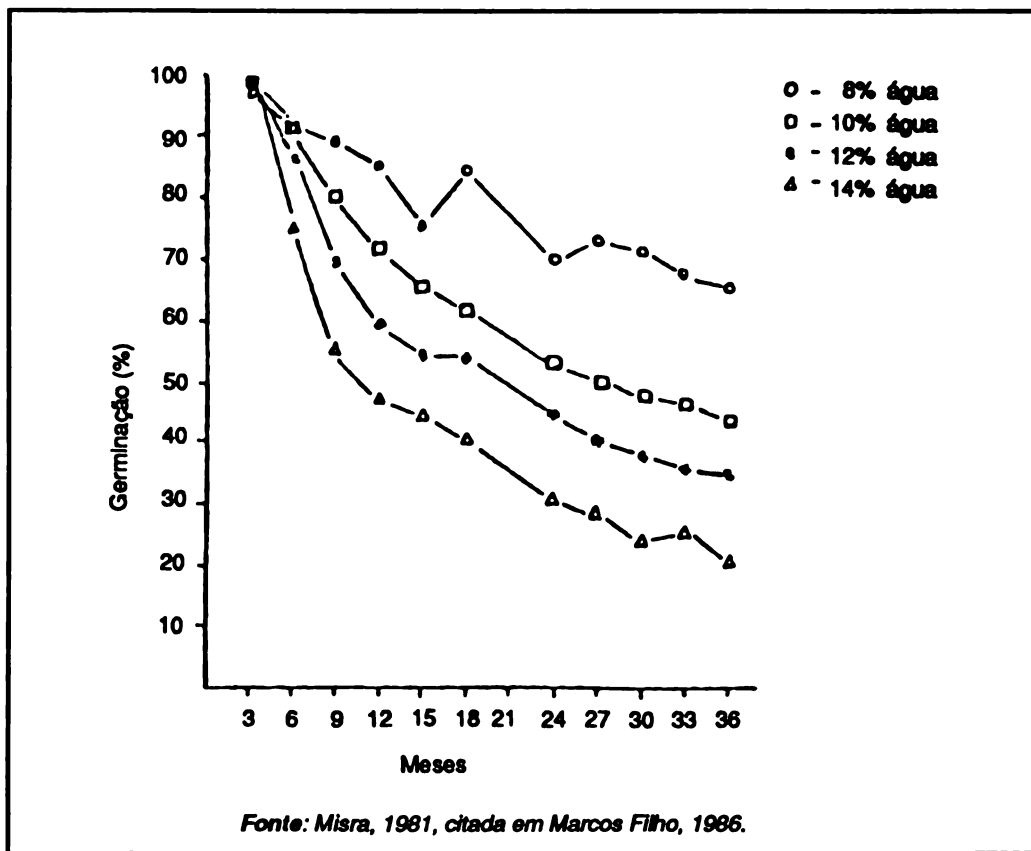


Figura 5. Efeito do grau de umidade sobre a conservação de sementes de soja.

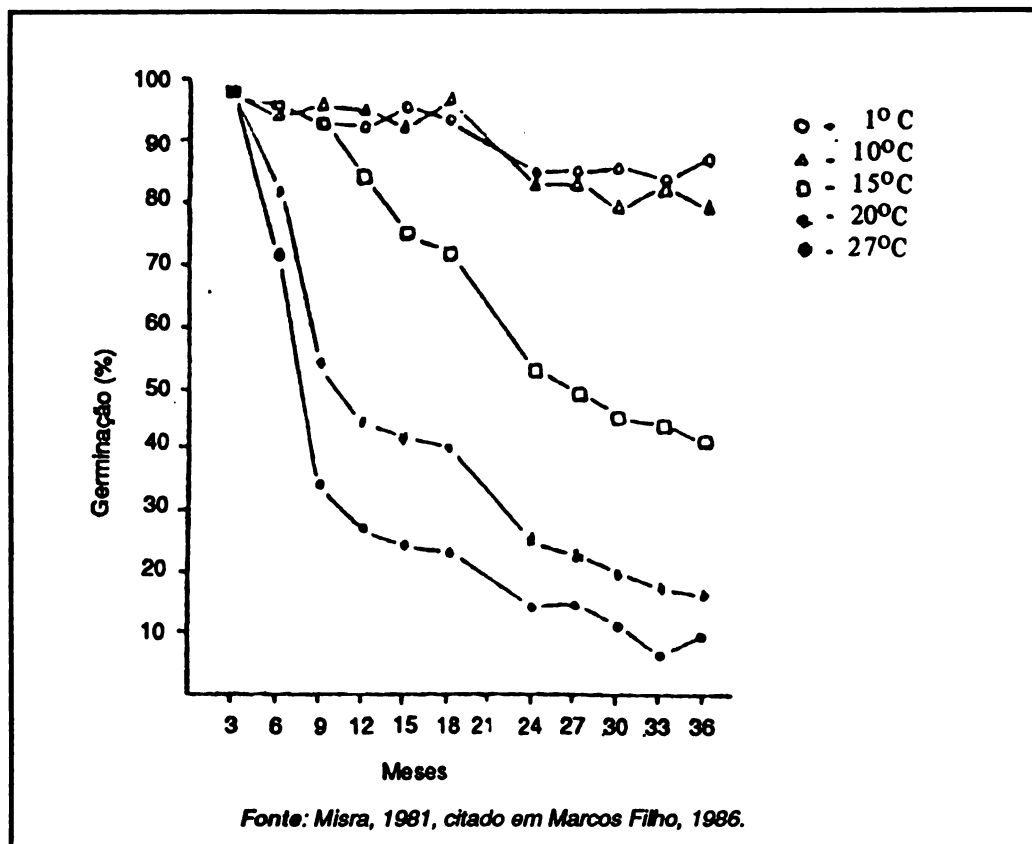


Figura 6. Efeito da temperatura ambiente sobre a conservação de semente de soja.

Pela análise das figuras, tomando por base o período de seis a nove meses de armazenamento, observa-se a queda da viabilidade da semente com os aumentos dos seus teores de umidade e temperatura de armazenamento.

A queda da qualidade fisiológica da semente não é só causada pela alta taxa de respiração da semente em decorrência dos seus teores de umidade e temperatura de armazenamento. Associado a isto, há a ação de microorganismos conhecidos como fungos de armazenamento como *Aspergillus restrictus*, *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. flavus* e *Penicillium sp.*. Os dois primeiros ocorrem quando as sementes estão com 12 por cento de umidade, o terceiro com umidade de 14,5 por cento e, os demais sob teores de umidade

superiores a 17 por cento. Esses fungos na maioria das vezes se encontram na superfície da semente quando esta é armazenada, podendo manifestar-se ou não, dependendo das condições ambientais. Se a umidade relativa e a temperatura foram inferiores a 70 por cento e 25°C, respectivamente, não se manifestarão.

Além dos fatores diretos de temperatura e umidade, outras fatores podem afetar a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento.

- Estádio de maturação: sementes completamente maduras conservam-se melhor que imaturas;
- secagem adequada: temperatura adequada para secagem com ar aquecido, manejo conveniente do sistema de ventilação durante a operação

com ar natural e insuflação suficiente de ar são procedimentos fundamentais para a preservação das sementes de soja;

- **dano mecânico:** a soja é particularmente sensível a danos mecânicos durante a colheita, a secagem o beneficiamento; sua ocorrência é extremamente prejudicial à conservação da semente;
- **sanidade:** sementes livres de microorganismos armazenam melhor;
- **alta pureza física:** material verde e sementes quebradas e/ou danificadas são focos de proliferação de microorganismos, pois apresentam teor de umidade superior à semente sadia; e
- **embalagem:** dependendo do tipo de embalagem e do teor de umidade da semente pode afetar ou não a sua qualidade fisiológica. O Quadro 10 mostra esses efeitos sobre a viabilidade da semente ao longo do armazenamento.

A unidade armazenadora de sementes deve ser limpa, livre de roedores, bem ventilada e localizada em local que apresente condições ambientais favoráveis ao armazenamento de semente de soja no período de entre-safra; caso as condições ambientais possam atingir níveis restritos, a unidade armazenadora deverá ter suas condições ambientais controladas, devendo, neste caso, primeiro considerar o isolamento térmico por ser economicamente mais barato e tecnicamente mais fácil de instalar e, numa situação mais drástica, considerar o controle da umidade relativa.

No caso de estoques de semente genética e básica que ultrapassem períodos de armazenamento de dois anos agrícolas, ambientes isolados termicamente e com condições de temperatura e umidade relativa de 10°C e 50 por cento, respectivamente, conservam semente de soja com qualidade fisiológica aceitável para estas duas classes por até cinco anos.

Quadro 10. Germinação (%) e teor de umidade (%) de semente de soja armazenada em embalagens semi-permeáveis ao vapor d'água, em ambiente não controlado.

Embalagem	Armazenamento / meses					
	0	8	16	24	32	40
Polietileno	97	98	98	94	98	93
	(9,0)	(9,0)	(9,5)	(9,4)	(9,5)	(9,3)
Papel multifolhado	97	98	97	93	98	95
	(9,0)	(9,4)	(10,0)	(9,6)	(10,5)	(10,5)
Polietileno	94	91	91	60	25	20
	(11,2)	(11,1)	(11,8)	(11,5)	(13,8)	(13,3)
Papel multifolhado	94	95	92	92	90	63
	(11,2)	(11,0)	(11,6)	(11,1)	(10,9)	(12,1)

Fonte: Baskin, 1969, citado em Marcos Filho, 1986.

LITERATURA CONSULTADA

- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 1983. Sementes; Ciência Tecnologia e Produção. 2. ed. 429 p. Campinas, Fundação Cargill.**
- COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G. & HENNING, A.A. 1987. Avaliação da qualidade da semente de soja produzida no Estado do Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 22 (11/12): 1157-65.**
- FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PEREIRA, L.A.G. 1983. Efeito do retardamento de início de secagem sobre a qualidade da semente de soja. In: EMBRAPA-CNPSO, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1982/83. Londrina, p. 87-91.**
- & HENNING, A.A. 1984. Qualidades fisiológica e sanitária de soja. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).**
- FUNDAÇÃO CARGILL. 1982. A soja no Brasil Central. Campinas, 444p.**
- . 1983. Soja. Planta, Clima, Pragas, Moléstias e Invasoras. Campinas, vol. 1. 463 p.**
- MARCOS FILHO, J. 1986. Produção de sementes de soja. Campinas, Fundação Cargill, 86 p.**
- MIRANDA, L.C.; POPINIGIS, F. & PRADERI, E.V. 1985. O uso de parcelas de campo na aferição da pureza varietal de sementes. Trabalho apresentado no I Curso de Produção e Tecnologia de Sementes. MA/UFPR. Ponta Grossa. 8p.**

Nota del Editor

PROCISUR en el marco de su Proyecto Oleaginosas, luego denominado Soja y otras Oleaginosas, realizó tres cursos sobre Producción de Soja, como un aporte al conocimiento de las diferentes etapas que la misma comprende.

En este DIALOGO presentamos algunos de los trabajos de los cursos, abordando la preparación del suelo, su nutrición y fertilización, siembra, manejo del cultivo, plagas, enfermedades, malezas, cosecha, mejoramiento genético y producción de semillas.

En algunas temáticas se presentan trabajos complementarios y en otros casos reiterativos, que, igualmente, consideramos un valioso aporte para los técnicos que trabajan en soja.

Confiamos en que los aportes técnicos contribuyan a que en la región la producción de esta oleaginosa se realice en forma más eficiente y sostenible.

Este DIALOGO se suma a otros tres ya publicados sobre soja. Así el DIALOGO XXI se refirió al manejo del cultivo y las enfermedades, el XXVI enfocó la dinámica de poblaciones y el control de las malezas y el XXXI hizo aportes en el área de mejoramiento genético.

Dr. Juan P. Pulgnau
Especialista en Comunicación

FECHA DE DEVOLUCION

8/4/96			

OCISUR
-34

Producción de soja

Nombre del solicitante

16 *Sonia Suano*

Esta publicación cons
tiene un tiraje de
Me

... y 13.349.

[

