

DIALOGO XV



SISTEMAS
DE LABRANZA
Y CONSERVACION
DE SUELOS

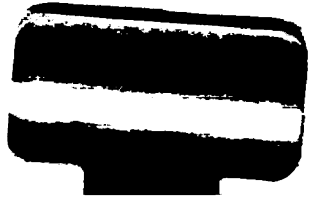
*Programa Cooperativo de Investigación
Agrícola del Cono Sur*



PROCISUR

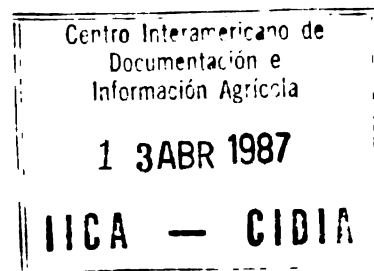


100
100



1

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR
IICA/BID/PROCISUR
(ATN/TF - 2434 - RE)**



DIALOGO XV

**Reunión sobre sistemas de labranza y conservación de suelos
EEA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina
5 - 7 de noviembre de 1985**

Ing. Agr. Carlos J. Molestina, Editor

**IICA
Montevideo, Uruguay
Noviembre 1986**

PROCISUR-IICA
Diálogo-15

BV-000588 C.1
BV-000589 C.2

00001872

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
Convenio IICA/BID/PROCISUR, Montevideo, Uruguay.
Diálogo XV. Reunión sobre sistemas de labranza y con-
servación de suelos. Carlos J. Molestina, ed., 170 p.
1. Suelos. 2. Conservación 3. Labranza.

ISBN 92-9039-133-8

CDD 630-74

PRESENTACION

Se hace cada día más generalizada la conciencia de que hay que proteger el medio ambiente en el que se desarrolla la civilización humana, debido a los índices alarmantes de polución que ya han sido alcanzados. En el uso de los suelos, además de ser una parte importante del habitat del hombre, como todos lo sabemos, se constituye en un factor de la producción en el proceso en el cual el hombre obtiene sus alimentos y la materia prima para abrigarse de las variaciones climáticas e intemperies, así como, a través del desarrollo tecnológico, ir generando nuevos productos que se han ido incorporando a los hábitos de consumo de nuestra civilización industrial y post-industrial.

Por esto, desde los comienzos del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur, el enfoque conservacionista ha estado presente en sus actividades. Inclusive en su 3ra. Reunión de la etapa actual, realizada el 13 y 14 de agosto de 1985, la Comisión Directiva ha recomendado expresamente que "se tome en consideración la importancia de la conservación de suelos y del ambiente en la programación de sus actividades".

Esta reunión sobre sistemas de labranza y conservación de suelos constituye un esfuerzo más específico y profundo compatible con las preocupaciones de la Comisión Directiva. Para gran satisfacción nuestra, tanto el número de participantes como el nivel técnico de conferencistas y asistentes, son una evidente demostración del interés despertado y de la excelencia de la programación y coordinación. La elevada calidad de las conferencias y relatos expuestos se puede constatar con la lectura de este Diálogo XV.

Esperamos que además de la inquietud e interés que los temas y discusiones han provocado en los asistentes de la reunión, este Diálogo pueda ayudar también en la concientización de la necesidad y motivación para la acción conservacionista en un público mucho más amplio. Como dice Walter F. Kugler en su exposición: "... El problema del suelo no es un problema sólo del chacareero, es un problema de la comunidad, es un problema que le toca a cualquiera que pisa el suelo".

Edmundo Gastal
Director PROCISUR



**SITUACION DE LA CONSERVACION DEL SUELO RELACIONADA CON LA
PRODUCCION DE TRIGO EN LOS PAISES DEL CONO SUR**



LA EROSION DEL SUELO EN ARGENTINA

por Hugo Juan Marelli *

Introducción

La República Argentina irrumpe en el contexto mundial con sus incipientes exportaciones agrícola - ganaderas a partir de 1850, haciéndose importante su comercio recién a principios de este siglo.

Sus exportaciones estuvieron asentadas, y lo están ahora, en productos primarios originados en la producción agrícola - ganadera. Uno de los objetivos del gobierno nacional es lograr un aumento consistente en la producción de granos para poder exportar más, en otras palabras, el país necesita del campo y todos necesitamos de la productividad de nuestro suelo.

No obstante y a pesar de ser el suelo la principal base de nuestra producción agropecuaria y de que técnicos pioneros alertaron sobre el deterioro del suelo hace ya más de 30 años, así como de preliminares medidas legales y administrativas para cuidar el recurso, la erosión continuó su acción, destruyendo tierras agrícolas o convirtiéndolas en improductivas.

El proceso erosivo es dinámico y gráficamente se puede expresar como se muestra en la Figura 1.

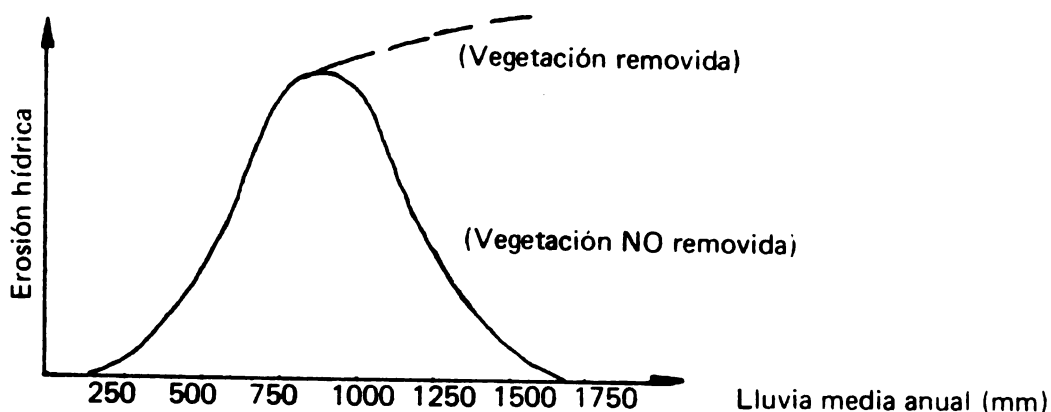


Figura 1. Curva tipo de erosión hídrica

* *Ing. geógrafo, Especialista en Conservación de Suelos. EEA Marcos Juárez - INTA, Córdoba, Argentina*

La propia naturaleza crea sus defensas en función de la cobertura del suelo, que el trabajo del hombre elimina en función de sus necesidades.

Cuando los primeros inmigrantes europeos fundaron las colonias agrícolas, su primer objetivo fue cultivar el suelo. La aptitud de esos suelos vírgenes era excelente, lo que agregado a la baja capacidad de trabajos intensivos (tracción a sangre) creaba un ritmo de labores que no favorecía la erosión.

Con la llegada de más contingentes migratorios la frontera agropecuaria se fue expandiendo y la tierra subdividiéndose, a la vez que iba aumentando la capacidad para labrar el suelo con la aparición de los primeros tractores.

No obstante, fue a partir de 1950 cuando comienza la mecanización o tractorización del agro. Pasamos de un parque estimado en 25.000 unidades en 1947 a 301.510 unidades en 1979. Esto equivaldría aproximadamente a 0,71 CV/ha considerando la superficie anual cultivada y el parque agrícola (1975 - 79). Ello trajo aparejado, el uso más intenso del suelo que comienza a degradarse y a predisponerse a ser erosionado por el agua y el viento.

A partir de la década del setenta se acelera aún más el uso del suelo con la escalada de la agricultura sobre la ganadería. Ejemplo de ello es la aparición de la secuencia trigo/soja, siendo común en la actualidad hablar de agricultura permanente. Si bien esto es una realidad, crea una situación más que favorable para la erosión.

Como corolario podemos agregar que la superficie agrícola en el país pasó de 18.000.000 ha en 1950/51 a 22.000.000 ha en 1980/81. En parte del área de los Departamentos Marcos Juárez en Córdoba y Caseros, Belgrano e Iriondo de Santa Fe (1.413.910 ha), la superficie agrícola pasó de 814.000 ha en 1969/70 a 1.352.300 ha en 1983/84, considerando el doble cultivo trigo/soja.

Las consecuencias más dramáticas de la erosión se aprecian en la formación de médanos, cárcavas y en el transporte de sedimentos por ríos y arroyos que se depositan en el Río de la Plata obstaculizando la navegación.

Si bien el problema de la degradación y erosión afecta a toda la comunidad, el problema debe atacarse donde comienza: en el campo.

Áreas del país afectadas por erosión

El territorio argentino tiene una extensión de 2.776.889 km² (Figura 2 - página 35). En su mayor parte es una vasta llanura que se recuesta, al oeste, en la Cordillera de los Andes. Esta gran llanura se extiende desde el río Pilcomayo al Colorado y desde las ramificaciones montañosas al oeste hasta los ríos Uruguay y de la Plata y el océano Atlántico, al este.

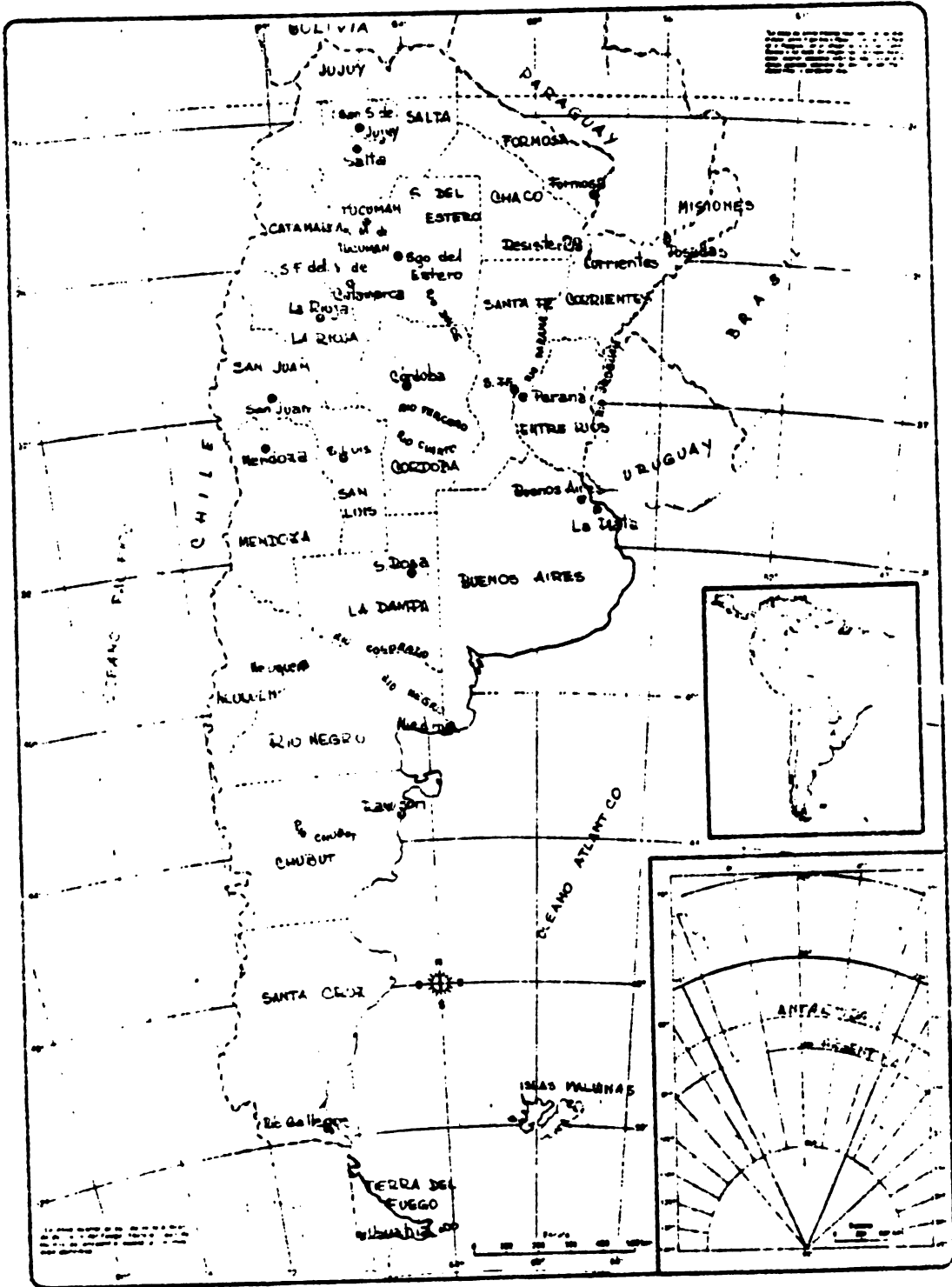


Figura 2. República Argentina

a) **Región NEA**

Está integrada por las provincias de Misiones y Corrientes, Norte de Santa Fe y Centro este del Chaco y Formosa.

La llanura chaqueña, que forma parte de esta región, carece de elevaciones y tiene un suave declive de dirección NO a SE, como lo prueba la dirección de los ríos. El aprovechamiento de tierras es agrícola - ganadero - forestal, y de acuerdo a la primacía de cada una de estas actividades depende su degradación y erosión.

Dado el relieve, el régimen hídrico, el uso del suelo, pastoreo y desmonte, la recuperación de esos suelos erosionados es lenta y difícil, más aún en los últimos años por las desastrosas inundaciones sufridas.

En el Chaco se puede considerar que cinco millones de ha presentan una alta susceptibilidad a la erosión moderada y severa, contrastando esto con los 3,5 millones de ha de tierras arables.

Estos problemas de erosión hídrica se agravan en Misiones que soporta un régimen de precipitaciones de 1.600 mm/año y pendientes de hasta 10 por ciento en sus suelos rojos (francos a franco - arcillosos). Estimaciones realizadas sobre la magnitud del proceso, indican valores de pérdida de suelo del orden de las 150 t/ha/año. La erosión moderada y severa se presenta en el 40 por ciento de sus tierras arables, cifra ésta que se está incrementando dada la expansión agrícola.

La conducción de campos demostrativos en conservación, está muy difundida.

b) **Llanura pampeana**

La llanura pampeana presenta dos aspectos totalmente distintos debido al clima; la pradera o pampa húmeda al este y la pampa seca al oeste.

Las lluvias varían en promedio desde más de 1.000 mm en el este hasta menos de 500 mm en el oeste.

La superficie de la pradera es horizontal, con algunas depresiones ocupadas por lagunas de gran extensión.

Al sur de la provincia de Buenos Aires, las sierras de Tandil y de la Ventana, interrumpen en la pradera. Varios cordones serranos que forman el sistema de las sierras pampeanas se levantan en la pampa seca. Aquí el relieve es bastante irregular y hay grandes arenales donde el agua falta por completo.

b.1) Pampa húmeda

Esta región abarca la provincia de Buenos Aires, NE de la Pampa, Este de Córdoba, Centro - Sur de Santa Fe y Entre Ríos. Presenta graves signos de erosión hídrica y una alta susceptibilidad a ella favorecida por el intenso uso agrícola del suelo.

En la provincia de Entre Ríos, la topografía y las intensas lluvias favorecen las pérdidas de suelo. El índice de erosividad de las lluvias de la provincia es alto y varía entre 600 y 700.

Trabajos realizados por la E. E. A. de Paraná, utilizando parcelas de escurrimiento fijas con lluvia natural, muestran cifras significativas de la erosión bajo distintas alternativas; sobre 991.4 mm/año promedio del 71/77, las pérdidas de suelo fueron:

Maíz continuo	14,6 t/ha
Lino continuo	3,9 t/ha
Trigo continuo	1,1 t/ha
Pradera	0,1 t/ha
Suelo desnudo	58,0 t/ha

A su vez las estimaciones de pérdida potencial para suelo desnudo varían entre 20 y 62 t/ha/año.

En la Subregión de pampa ondulada, que comprende el norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Córdoba, el problema de la erosión hídrica es muy importante, dada la potencialidad productiva de estos suelos. Las cuencas de los ríos Carcarañá, Arrecifes y Arroyo del Medio son las áreas de mayor erosión y donde se ha desarrollado trabajos conservacionistas.

Estos suelos, si bien no se caracterizan por pendientes pronunciadas ni se ven afectados por lluvias excesivamente intensas, son muy erodables dado el intenso uso a que están sometidos. Esto favorece el planchado y limita la infiltración, lo que deriva en un aumento del escurrimiento superficial.

Son suelos de textura franco - limosa, con tenores de M. O. entre 1.5 y 3.5 por ciento, valores bajos comparados con el seis por ciento que tenían hace poco menos de 100 años.

La aparición de la soja como cultivo intensivo y su combinación con el trigo (soja de 2da.) ha incrementado el uso del suelo haciéndolo más proclive al planchado y a la erosión.

Datos experimentales obtenidos por la E. E. A. Marcos Juárez, con el simulador de lluvias, ratifican los beneficios de la cobertura (Cuadro 1 - página 38).

Cuadro 1. Pérdidas de suelo t/ha

Tratamiento de labranza	Soja/Trigo 1er. estadio	Trigo/Soja 1er. estadio	Suelo con cobertura en superficie		Suelo desnudo
			4 t/ha de paja trigo	8 t/ha de paja trigo	
SC	3.0	1.6	0.73	0.52	4.4
SD	1.0	0.4			

Lluvia aplicada 95 mm; intensidad 60 mm/hora

SC: Sistema convencional

SD: Siembra directa

1er. estadio: Siembra - emergencia

La pérdida de suelo probable para un lote con maíz en rotación continua, con dos por ciento de pendiente y una longitud de 600 m, considerando un Argiudol típico, es de 42 t/ha/año.

Mediciones del espesor del horizonte "A", efectuadas en 1957 en un sector de la Cuenca del río Carcarañá, entre Los Surgentes (Córdoba) y Arequito (Santa Fe), por técnicos del Instituto de Suelos y Agrotecnia del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, promedian 23 cm. Observaciones efectuadas en los mismos lugares en 1985 (28 años más tarde), permiten calcular un espesor promedio de 17,5 cm. Ello implica una disminución de 5,5 cm y considerando la densidad aparente $f_A = 1,3 \text{ g/cm}^3$, tenemos que esa diferencia (5,5 cm) representa 715 t/ha de pérdida en 28 años o 25,5 t/ha/año.

Una erosión severa del suelo tiene consecuencias, también, en los rendimientos. El maíz en un suelo erosionado, con una pérdida de más de la mitad del horizonte "A", tiene un rendimiento estimado en 15 a 20 q/ha. En el cultivo del trigo también se observa una disminución importante, mientras que en la soja, bajo buenas condiciones de lluvia, la disminución debido a la erosión no es tan drástica.

Los trabajos en subcuencas demostrativas han probado que el cultivo en contorno, terrazas, desagües y labranzas reducidas es altamente eficaz en la conservación del suelo.

b.2) Pampa semiárida

La región semiárida pampeana abarca el sur de la provincia de Córdoba, este de San Luis, noroeste de La Pampa y suroeste de Buenos Aires.

Esta región es una llanura suavemente ondulada, interrumpida por las sierras de Tandil y la Ventana y las de Córdoba y San Luis. Presenta importantes depresiones que dificultan el escurrimiento superficial. En el sector norte las lluvias se concentran en verano y en el sur, en otoño y primavera. Un 45 por ciento de su superficie está afectada por erosión eólica y un 30 por ciento por erosión hídrica.

Estas cifras hablan claramente de la importancia del tema que se ve agravado por el mal uso del suelo, falta de rotaciones, muchas labranzas y sobre pastoreos, que lo dejan libre de rastros, agregando el avance de cultivos de verano (sur de Córdoba).

Los mayores esfuerzos están volcados en prevenir la erosión mediante prácticas de labranza y manejo de suelos y rotaciones, además de combatir la erosión existente con base en curvas de nivel, represas, forestación y control de médanos.

c) Región NOA

La región NOA comprende las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.

Se aprecia en ella dos áreas bien definidas, la Puna (montañosa y quebrada) y el Chaco (tierras bajas).

En las zonas altas se observa los mayores daños por erosión hídrica, apareciendo grandes cárcavas y cañadones, favorecidos por la pendiente del terreno y la torrencialidad de las lluvias.

En las zonas bajas, se suma la sedimentación y degradación física al proceso de erosión, especialmente en las tierras cultivables. En ellas, puede producirse voladuras cuando hay sequía, debido a la muy pobre agregación de los suelos.

La provincia de Salta ha incorporado muchas áreas a la producción activa, con suelos muy susceptibles a erosionarse, que pierden su capacidad productiva en dos o tres años, si no se realizan prácticas de conservación.

En la provincia de Tucumán, la erosión hídrica grave a severa abarca 27.000 hectáreas y la ligera a moderada 232.000 hectáreas. También la erosión eólica está presente, especialmente en los Valles Calchaquies y en menor medida en el este de la provincia.

La actividad desarrollada en campos demostrativos tiende a mostrar los beneficios de prácticas como terrazas de desviación, cultivos en franjas y canales.

d) Región de Cuyo

Esta región está constituida por las provincias de San Juan, La Rioja y oeste de San Luis.

La erosión hídrica presente en las áreas montañosas y de pie de monte se ve favorecida por la falta de cobertura, las pendientes muy pronunciadas y por la torrencialidad de las precipitaciones.

El sobrepastoreo, el talado para madera y la eliminación de la vegetación leñosa típica, favorecen la erosión eólica en épocas de sequía prolongada.

Los canales de desagüe, el drenaje y la remoción de capas impermeables son prácticas comúnmente adoptadas.

e) Región patagónica

Esta región está integrada por las provincias de Río Negro, Neuquén, Chubut y Santa Cruz. Es una extensa meseta que se extiende al sur del Río Colorado y está formada por una sucesión de extensas terrazas que descienden de los Andes al Atlántico.

El sobrepastoreo predispone principalmente al suelo a la erosión eólica producida por los fuertes y frecuentes vientos de la región. Además, las abruptas pendientes provocan gran velocidad en el escurrimiento, lo que desencadena una erosión con gran arrastre de material sólido.

Las prácticas más comunes son las curvas de nivel para retención de agua, recuperación de pastizales y rotaciones de potreros.

Acción conservacionista

Si bien fue Darwin quien documentó la presencia de la erosión eólica en 1833, las primeras acciones conservacionistas comienzan en la pampa seca, alrededor de 1944.

Con la creación de la División de Conservación y Mejoramiento de Suelos, que fuera dirigida por el Ing. Casiano V. Quevedo, comienzan los trabajos en la pampa, mesopotamia y Misiones. Como áreas de trabajo cabe destacar el Distrito de Conservación de Suelos en Arrecifes (1954) y el área piloto de San José de la Esquina en la cuenca del Río Carcarañá.

A partir de ahí comienza a encadenarse diversas acciones conservacionistas oficiales y privadas. Con la creación del INTA (1965), se intensifican los convenios internacionales que favorecen la conservación de suelos directa e indirectamente. Directamente, pues se realizaron tareas a campo (Subcuencas demostrativas) con la participación de expertos; e indirectamente, por medio de la capacitación en el extranjero de algunos técnicos argentinos.

A pesar de lo limitado de estas acciones, se consiguió avances regionales positivos relacionados con la adopción de prácticas de conservación, labranza, maquinaria y a la acción en educación y difusión.

No obstante, en la actualidad se manejan cifras de hectáreas erosionadas del orden de 23.000.000 para la hídrica y 30.000.000 para la eólica en todo el país. Esto nos indica que lo realizado hasta el presente, con gran esfuerzo, pasa desapercibido ante tales magnitudes.

Así podemos estimar, en el área erosionada de la cuenca del Carcarañá, una pérdida de rendimiento de 20 kg/ha/año por cada mm de suelo que se erosiona. No obstante, el rendimiento promedio del trigo pasó de 1.250 kg/ha en 1950 a 2.000 kg en la actualidad. Si bien el efecto de la erosión se ha visto enmascarado por el potencial productivo de las nuevas variedades e híbridos, cabe preguntarse hasta cuando los adelantos tecnológicos mantendrán esa diferencia positiva. En otras palabras, la conservación del suelo sigue siendo un desafío técnico y social no asumido plenamente.

El Dr. Alves (de Brasil) expresa que la conservación del suelo reporta un beneficio social alto y privado bajo y que por ello el Estado debería participar activamente captando parte del beneficio social y transferirlo a la iniciativa particular. La Ley Nacional de Fomento a la conservación del suelo (22.428) tiende a eso.

Miller, de Estados Unidos, considera que los siguientes mecanismos deberían observarse para controlar la erosión hídrica: educación, subsidios, penalidades y desarrollo de nuevas técnicas conservacionistas. Pero, en definitiva, la solución pasa por la voluntad del productor, por ello se debería trabajar para lograr una mayor y real responsabilidad participativa de éstos. Para esto, según Miller, deberá conseguirse que la relación costo - beneficio sea accesible, deberá establecerse pautas para exigir responsabilidades y deberá orientarse los fondos oficiales hacia donde la erosión sea más severa y hacia donde fuesen afectadas las tierras altamente productivas.

Hay muchos ejemplos de acciones directas conservacionistas en la Argentina, desde las prácticas clásicas como el cultivo en contorno, las terrazas, los desagües, entre otros, hasta las labranzas conservacionistas, que representan una eficaz alternativa apoyada además en el ahorro de tiempo y energía. Ello puede apreciarse en la mayoría de los 175 consorcios conservacionistas creados en la actualidad bajo la ley 22.428, en los que se ha subsidiado alrededor de 900.000 ha en todo el país, distribuidas en el dos por ciento para el NOA, 4,2 por ciento para el NEA, 43 por ciento en la zona pampeana, 16 por ciento en Cuyo y 35 por ciento en la Patagonia.

Algunas de las prácticas más comunes podrán apreciarse en la visita a la Subcuenca No. 6 de San José de la Esquina, en la que la E. E. A. Marcos Juárez viene trabajando desde hace varios años.

Si bien el avance en conservación de suelo es lento y se ha visto superado por la erosión, es real y tangible en muchos lugares donde el accionar no se ha quedado solamente en la concepción filosófica de la conservación.

Sabemos que debemos multiplicar la acción conservacionista sobre nuestros recursos naturales, en función de la existencia misma del hombre. Es nuestro compromiso, asumámoslo.

Literatura citada o consultada

1. ALONSO, R. E. Comunicación personal. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Dirección de Conservación de Suelos de Tucumán, 1985.
2. ALVES, E. R. R. Desafíos de la investigación agrícola en el Brasil. Diálogo IV. Seminario internacional sobre generación de información y cambio tecnológico en la agricultura. Convenio IICA/CONO SUR/BID, Montevideo, Uruguay, 1983. pp. 15 - 37.
3. APARICIO, F. de y DIFRIERI, H. A. La Argentina suma de geografía. Toma IV, Ed. Peuser, 1959.
4. DEL CAMPO, H. Comunicación personal. Recursos Naturales Renovables y Ecología. Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación. Argentina, 1985.
5. GHIDA DAZA, C. Comunicación personal. Departamento de Economía y Estadística. E. E. A. Marcos Juárez, INTA, 1985.
6. INTA. Suplemento No. 23. Conferencia técnica sobre Conservación de Suelos en América Latina. IDIA, 1970.
7. ————. Suplemento No. 40. Conservación del suelo y del agua e inundaciones en la Cuenca del Plata. Operativo paraguás, IDIA, 1983.
8. ————. Erosión y conservación del suelo y del agua. Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, INTA, 1984.
9. MARELLI, H.; WEIR, E.; LATTANZI, A. y DIAZ, R. Técnicas de Conservación de Suelos. Prácticas conservacionistas para el Sector Este de la Cuenca del Río Carcarañá. E. E. R. A. Marcos Juárez, INTA, 1983.
10. ———— et al. Evaluación de la erosión hídrica en suelo labrado. Ciencia del Suelo. Vol 2 (1), 1984.
11. MILLER, P. F. La erosión del suelo: hay una manera de detener esto? Departamento de Agronomía. Universidad de Maryland. Traducción. 1981.
12. NANI, L. A. et al. Pérdidas de Suelo y Agua en un suelo molisol. Efecto cultivo y rotación. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, 1980.
13. OTERO, A. et al. El Parque de tractores en la República Argentina al 31 de diciembre de 1979. IDIA 385 - 386. INTA, 1980.
14. PASSADORI, J. et al. Manual del alumno. Ed. Kapeluz. 1981.
15. ROMAN, R. F. La extensión en conservación de suelos. X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, 1983.

A SITUAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DO SOLO NO BRASIL

por José Eloir Denardin e Rainoldo Alberto Kochhann *

Introdução

As regiões Sul e Centro - Sul do Brasil apresentam uma situação dramática no que se refere ao solo agricultável. Basicamente, atingiram os limites de suas fronteiras agrícolas numa devastação de seus recursos naturais. O uso inadequado do solo, através de sistemas de preparo com intensa mobilização da camada arável em ausência de restos culturais, sob um regime pluviométrico caracterizado por altas intensidades pluviométricas, associado ao uso de áreas inaptas para culturas anuais e a adoção de terraceamento e plantio em controno como práticas exclusivas de conservação do solo, constituem - se nos principais fatores condicionantes do atual quadro alarmante de degradação e erosão dos solos destas regiões.

Na região Centro - Oeste, embora os limites da fronteira agrícola não tenham ainda sido atingidos, agressões aos recursos naturais como assoreamentos de rios, fruto do processo erosivo, já estão se tornando manchetes por demais freqüentes.

As regiões Central, Norte e Nordeste, a exemplo do que tem ocorrido nas demais regiões do País, estão expandindo suas fronteiras agrícolas com o sacrifício irracional de parcela considerável de seus recursos naturais.

Num país de enorme dimensão territorial como o Brasil, há tendências naturais de encarar a terra como um recurso natural praticamente ilimitado. Este fenômeno tem provocado uma agricultura depredatória e itinerante a qual vem deixando marcas na história do país, seja na exaustão dos solos ou seja no engrandecimento dos cinturões de pobreza na periferia dos centros urbanos.

O êxodo rural por certo não é única e exclusivamente fruto da dilapidação do solo mas, com certeza, também conseqüência de uma política agrícola insentivadora de uma monocultura imediatista.

As marcas de exaustão dos solos podem ser observadas pela perda do potencial produtivo dos solos agrícolas expressada na produtividade média das principais culturas que se encontra estacionária por vários anos com tendências de diminuição.

Das medidas tecnológicas avaliadas para interromper este processo é sem dúvida a manutenção da cobertura vegetal do solo através de métodos de preparo conservacionista que podem produzir resultados altamente compensatórios. Entretanto, de todas as ações implementadas no Brasil

* *Pesquisadores da área de uso, manejo e conservação do solo, do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, CNPT, Passo Fundo, RS, Brasil*

para levar técnicas conservacionistas ao campo, o trabalho comunitário a nível de microbacias hidrográficas parece ser o que tem surtido maiores índices de adoção embora a plenitude dos objetivos propostos por este sistema de difusão esteja ainda por ser atingida.

Erosão do solo - causas, extensão afetada e quantificação estimada

As regiões Sul, Centro - Sul e Centro - Oeste do Brasil são basicamente formadas por solos podsólicos e latossolos originários de basalto. Estes, por suas características físicas, químicas e topográficas, sustentam a maior parcela da exploração agrícola anual do país.

A intensificação da motomecanização agrícola, a partir dos anos sessenta, e a boas condições do mercado para a soja, no início da década de setenta, associadas aos incentivos agrícolas, como o crédito subsidiado, levaram esas regiões a uma desmedida expansão de suas fronteiras agrícolas. A crise do petróleo a partir dos anos setenta, acelerou ainda mais esta busca de produtos agrícolas como a melhor alternativa do país para aquisição de divisas que viessem colaborar para o equilíbrio do déficit econômico criado. Nesta expansão agrícola predominou a substituição da pecuária tradicional e da floresta nativa por uma "monocultura" de intensa mecanização. Essas regiões, de uma agricultura diversificada passaram a experimentar bruscamente uma exploração agrícola intensiva envolvendo basicamente duas culturas, trigo e soja.

Nessa expansão de fronteiras o uso exclusivo de grades de discos para os preparos primário e secundário do solo tiveram ampla predominância por suas características de praticidade e economicidade em relação a outros métodos de preparo.

O uso excessivo de gradagens superficiais, e continuamente nas mesmas profundidades, tem provocado a desestruturação da camada arável transformando - a em duas fases: a superficial pulverizada, totalmente exposta à ação dos agentes erosivos, e a subsuperficial adensada impedindo a infiltração da água das chuvas e favorecendo o escoamento superficial. Embora este sistema de preparo seja mais eficaz que o convencional para o controle da erosão nos primeiros anos de sua adoção, a partir do terceiro ano, pode passar a apresentar uma taxa de perdas de solo quatro vezes maior do que o convencional.

Nessas regiões em pauta, as precipitações pluviométricas caracterizam - se por serem de altas intensidades na primavera - verão, período este coincidente com a época de estabelecimento da maior parcela das culturas anuais exploradas. Desta forma, a associação do método de preparo do solo às características de distribuição pluviométrica, proporcionam mais de 80 por cento das perdas do solo e trinta dias após a semeadura desta cultura.

Na grande maioria dos estados brasileiros, estão montadas estruturas para quantificar perdas de solo e água por erosão sob variados métodos de preparo e manejo do solo. Estes estudos são unânimes e mostram que as perdas são consideravelmente reduzidas à medida que o solo é menos mobilizado e os restos culturais são mantidos na superfície.

Nas regiões do Planalto e Missões, do estado do Rio Grande do Sul, predomina os latossolos profundos de textura argilosa originários principalmente de basalto. Como métodos

usuais de preparo destes solos destacam - se o uso de escarificadores, grade pesada de discos e arado de discos, para o preparo primário a profundidades que dificilmente ultrapassam a 15 cm, seguidas de duas ou mais gradagens de nivelamento com grade leve de discos para o preparo secundário. No sistema de uma aração e duas gradagens, sob a sucessão de culturas trigo e soja, com queima dos restos culturais, as perdas de solo por erosão atingem em média 12,8 t/ha/ano.

Em contrapartida, no mesmo sistema, com a simples manutenção dos restos culturais incorporados ao solo, estas perdas não ultrapassam a 4 t/ha/ano e sob plantio direto permanecem ao redor de 1,1 t/ha/ano. Entretanto, em termos médios para o estado do Rio Grande do Sul, estima - se que as perdas de solo por erosão são da ordem de 41,8 t/ha/ano totalizando 242,4 milhões de toneladas de solo por ano de seus 5,8 milhões de hectares cultivados com trigo, soja, feijão e milho. Neste total de solo perdido avalia - se uma perda anual de 484,8 mil toneladas calcário, 660,7 mil toneladas de nitrogênio, 3,6 mil toneladas de P_2O_5 e 28,6 mil toneladas de K_2O . A gravidade destas perdas é ainda mais preocupante uma vez que devido ao poder tampão destes solos, para repor as 3,6 mil toneladas de P_2O_5 e as 28,6 mil toneladas de K_2O perdidos serão necessárias, respectivamente, 90,6 mil toneladas e 46,1 mil toneladas destes produtos.

As áreas incorporadas ao processo produtivo nestas regiões do Rio Grande do Sul caracterizavam - se, em 1970, por uma situação em que a baixa fertilidade natural associada ao maior ou menor uso de fertilizantes, determinava diferentes graus de degradação do solo representadas por três classes (Quadro 1 - página 46). A classe 1 que ocupava, em 1970, 30 por cento dos solos cultivados deste estado, permitia a obtenção de rendimentos das culturas na faixa de 75 a 100 por cento de seus potenciais. A classe 2 que também ocupava, em 1970, 30 por cento dos solos cultivados do Rio Grande do Sul, permitia a obtenção de rendimentos das culturas na faixa de 50 a 75 por cento de seus potenciais. E a classe 3, que em 1970 ocupava 40 por cento dos solos cultivados desde estado, possuía um nível de fertilidade que permitia as culturas a expressão de apenas 25 a 50 por cento de seus potenciais.

A média ponderada da capacidade dos solos agrícolas do Rio Grande do Sul expressarem o potencial de produtividade das culturas em 1970, era de 59 por cento. De 1970 a 1975, em função da utilização intensa de corretivos e fertilizantes, condicionada pelos programas de crédito rural subsidiados, estas classes 1, 2 e 3 passaram a ocupar, respectivamente, 70, 20 e 10 por cento dos solos agricultados deste estado. Isto, passou a representar, em 1975, uma média ponderada da capacidade destes solos em expressar o potencial de produtividade das culturas em 1975, na ordem de 77 por cento. No período de 1975 a 1985, com a diminuição dos subsídios ao uso de corretivos e fertilizantes, houve uma acentuada queda de utilização destes insumos.

Paralelamente, o uso inadequado do solo induziu efeitos de degradação físicas, alterando a concentração das áreas cultivadas dentro destas classes. Na classe 1, 60 por cento, na classe 2, 23 por cento e na classe 3, 17 por cento, resultando numa capacidade média ponderada de expressar a produtividade das culturas, em 1985, na ordem 73 por cento de seus potenciais. Se este processo de degradação continuar no mesmo ritmo por mais dez anos, estima - se que em 1995 estes solos terão uma capacidade média ponderada de expressar a produtividade das culturas em 64 por cento de seus potenciais, isto é, apenas cinco por cento acima do potencial existente em 1970 quando a necessidade de corretivos e fertilizantes era indispensável para uma exploração econômica do solo.

Quadro 1. Estimativa de evolução das classes de degradação dos solos agrícolas do Rio Grande do Sul

Ano	Classe	Área do Estado (o/o)	Potencial do solo em expressar produtividade	
			Amplitude média (o/o)	Média ponderada (o/o)
1970	1	30	75 a 100	59
	2	30	50 a 75	
	3	40	25 a 50	
1975	1	70	75 a 100	77
	2	20	50 a 75	
	3	10	25 a 50	
1985	1	60	75 a 100	73
	2	23	50 a 75	
	3	17	25 a 50	
1995	1	40	75 a 100	64
	2	30	50 a 75	
	3	30	25 a 50	

Fonte: Rio Grande do Sul. Assembléia Legislativa, 1985

Nos municípios de Alegrete e São Francisco de Assis, localizados na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, predominantemente formada por latossolos e regossolos de texturas média e arenosa, respectivamente, há ocorrências de núcleos arenosos desertificados, restritos a várias áreas isoladas, perfazendo um total de aproximadamente 1.000 ha. Observa-se, atualmente, nestes municípios e nos circunvizinhos, uma exploração intensiva do solo com a cultura da soja, sem qualquer cuidado conservacionista.

Grande parte das lavouras são arrendadas, sendo toda área disponível cultivada indiscriminadamente, quer seja ela própria para a cultura ou não. Estas circunstâncias levam, aproximadamente, 800.000 ha da região sudoeste do Rio Grande do Sul a serem considerados como um deserto potencial. Embora o clima não seja propício ao surgimento de desertos legítimos, uma vez que as precipitações anuais na região são de 1.360 a 1.650 mm, é indispensável manter o uso destes solos dentro de sua aptidão agrícola a fim de evitar novos focos de erosão.

O estado do Paraná é basicamente composto por quatro grandes grupos de solos que apresentam consideráveis problemas de erosão: Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada e Podzólico Vermelho Amarelo.

Os Latossolos Vermelho Escuro, de textura argilosa, predominam na região sul do Estado. Quantificações de perdas de solo e de água por erosão, no sistema de cultivo trigo e soja, chegou a resultados semelhantes àqueles encontrados nas regiões do Planalto e Missões do estado do Rio Grande do Sul. Ao noroeste, predominam os Latossolos Vermelho Escuro de textura média, originários do arenito Caiuá. Estes solos apresentam um menor índice de erodibilidade comparados aos Latossolos Roxos de textura argilosa. Entretanto, este índice de erodibilidade refere - se apenas á erosão laminar, uma vez que os solos do arenito Caiuá são muito suscetíveis à formação de sulcos e voçorocas. Os Podzólicos Vermelho Amarelo de textura média encontrados no nordeste do Estado, sob o sistema de preparo convencional, perdem cerca de 3,2 t/ha/ano de solo por erosão enquanto que sob plantio direto estas perdas não ultrapassam às 0,2 t/ha/ano, apresentando assim, esta prática uma eficiência de 94 por ciento no controle da erosão.

No estado de São Paulo predominam os Latossolos e os Podzólicos cobrindo, respectivamente, 36,9 e 28,5 por cento da superfície total do estado. A exploração agrícola é bastante diversificada mesmo a nível de propriedade, fugindo do sistema de produção dominante nos demais estados das regiões Sul, Centro - Sul e Centro - Oeste. O efeito de culturas anuais sobre perdas de solo por erosão, em diferentes tipos de solo deste estado, permitem a formação de quatro grupos de culturas segundo o grau crescente de proteção oferecido contra a erosão (Quadro 2).

Quadro 2. Grupos de culturas segundo o grau crescente de proteção oferecido contra a erosão do solo no estado de São Paulo

Grupos de culturas	Perdas médias de solo (t/ha/ano)
1o. Mamona, feijão e mandioca	38
2o. Amendoim, arroz e algodão	26
3o. Soja e batatinha	19
4o. Cana - de - açúcar, milho e milho + feijão	10

Fonte: Bertoni et alii (1972)

Para a cultura do café, cultivado mecanicamente, as perdas de solo ultrapassam as 20 t/ha/ano.

A partir destas informações depende - se que o processo erosivo está transcendendo os interesses diretos da produção agropecuária e são iminentes os riscos que correm os investimentos realizados pelo Brasil, para fortalecer o seu potencial hidrelétrico. Somente nas bacias dos três rios integrantes da bacia do Prata, Paraguai, Paraná e Uruguai, há um potencial total de aproximadamente 80 hidrelétricas que poderão ter sua capacidade energética seriamente reduzida pelo carreamento de material oriundo das lavouras.

Com a seca ocorrida em 1978 no estado do Rio Grande do Sul o nível de água do reservatório

da hidrelétrica Passo Real, pertencente à bacia do Rio Jacuí, em funcionamento desde 1970, baixou sensivelmente, permitindo que se fizesse uma avaliação expedita do assoreamento ali existente. Foram definidos, nos estuários de duas microbacias componentes do referido reservatório, dois perfis transversais nos quais mediram - se as alturas atingidas pelo material sedimentado, encontrando - se, em certos pontos, valores superiores a 1,70 m. O assoreamento medido neste reservatório pode representar o que esteja ocorrendo nas demais hidrelétricas instaladas nos rios Uruguai, Paraná, Paraguai e seus afluentes, pelas semelhanças de solo, clima e uso da terra nestas bacias hidrográficas.

A navegação fluvial é também um fator muito importante para a economia de energia e para o transporte, uma vez que o país possui 45.000 km de vias em rios e lagoas usadas para navegação. Um estudo, objetivando determinar o teor de sólidos em suspensão nas águas de alguns rios contribuintes da bacia de acumulação da hidrelétrica Passo Real, acusou valores na ordem de 1.600 g/m³ de água. A concentração de material em suspensão, além de por em risco este grande potencial hidroviário, pela redução de profundidades através de possíveis sedimentações, leva a turvação das águas, a qual diminui a penetração da luz e como conseqüência afeta o desenvolvimento da flora e fauna aquática.

Ações conservacionistas

Tendo em vista que a exploração e o manejo inadequado do solo e da água têm propiciado o desenvolvimento de um processo erosivo com perdas econômicas e sociais que extravasam os interesses imediatos da produção agropecuária, o Governo Federal aprovou a Lei no. 6.225, em 14 de julho de 1975, a qual autoriza o Ministério da Agricultura, a estabelecer normas e programas de conservação do solo e de combate à erosão. Pelo decreto no. 76.470, de 16 de outubro de 1975, foi criado o Programa Nacional de Conservação do Solo (PNCS), sob a supervisão do Ministério da Agricultura com o objetivo de promover, em todo território nacional, a adoção de práticas de conservação do solo, assim entendidas a manutenção e o melhoramento de sua capacidade produtiva.

A discriminação de regiões prioritárias, para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão, bem como regras para sua implantação foram aprovadas pelo decreto no. 77.775, datado de 8 de junho de 1976.

Embora a erosão em maior ou menor grau, manifesta - se em todo o país, as alternativas de investimento a nível nacional exigem o estabelecimento de um sistema de prioridades definido a partir do grau de ocorrência do fenômeno e do ponto de vista físico e sócio - econômico. Este fator justifica a atuação do PNCS em pontos estratégicos a nível nacional, regional e local.

Desta forma, muitos outros programas, planos e projetos de menor abrangência, ligados ou não ao Programa Nacional de Conservação do Solo, foram e estão sendo implantados regionalmente nos últimos anos. Acredita - se que em poucas destas ações conservacionistas os objetivos tem sido alcançados em sua plenitude.

Os insucessos das ações conservacionistas podem estar relacionados com a indiferença, quase generalizada, dos técnicos especialistas em conservação do solo, sobre os aspectos econômicos das técnicas recomendadas e das perdas por erosão.

O Projeto Integrado de Uso e Conservação do Solo (PIUCS), promovido pela Comissão Estadual Coordenadora do Programa Nacional de Conservação do Solo no Rio Grande do Sul (CESSOLO/RS) a partir do ano agrícola de 1979/80, tem por objetivos atualizar os agentes de extensão e assistência técnica em uso, manejo e conservação do solo. Um ano após o lançamento deste projeto, pôde - se observar em algumas regiões do Rio Grande do Sul o abandono quase completo da queima dos restos culturais dos cereais de inverno. Porém, implementos agrícolas deficientes para o preparo do solo e sementeira das culturas, em presença de restos culturais, ainda em uso nas propriedades rurais, impedem que uma das técnicas mais simples e mais palpáveis de controle da erosão possa ser adotada.

No oeste do estado do Paraná e em alguns municípios do Rio Grande do Sul, está em desenvolvimento um programa de conservação do solo a nível de microbacias hidrográficas o qual tem proporcionado várias polémicas quanto a validade de determinadas práticas conservacionistas empregadas. Este programa tem por objetivo básico o controle da erosão através de práticas integradas de conservação do solo tendo como ponto de partida o terraceamento em nível cuja estrutura é ininterrupta nas divisas das propriedades unindo - as dentro de uma mesma bacia hidrográfica. Neste caso as tradicionais voçorocas situadas nos limites físicas das propriedades, são eliminadas e as estradas relocadas quando necessário.

Acreditam os técnicos responsáveis pela implantação deste programa que, pela necessidade dos trabalhos serem realizados de forma comunitária, onde cada produtor é uma peça essencial no sucesso do sistema, será mais fácil, a curto prazo, incutir na comunidade uma mentalidade conservacionista. A polémica surgida é em função do avantajado dimensionamento dos terraços implantados como necessidade para a retenção da água das chuvas não infiltradas. Estas estruturas apresentam em média 1,80 m de altura necessitando para sua construção uma raspagem completa do solo agrícola de uma faixa aproximada de 5 m de largura ao longo do canal do terraço. Nesta faixa é feito um trabalho especial de recuperação do solo com uso intenso de corretivos e fertilizantes orgânicos e químicos.

Os benefícios deste programa nos três primeiros anos de seu estabelecimento, pela eliminação de voçorocas, relocação e conservação de estradas vicinais e redução do carreamento de sedimentos para as vertentes, associado as facilidades de crédito e assistência técnica para o estabelecimento do sistema, tem incentivado as comunidades à adoção. Entretanto, os objetivos plenos deste programa só serão atingidos quando sistemas conservacionistas de preparo do solo forem implantados nestas áreas os quais por certo estão na dependência de mudanças e adaptação de implementos.

Atividades isoladas de difusão, promovidas pela pesquisa, extensão, entidades de classe e indústrias de máquinas e insumos, tem estimulado incrementos anuais nas áreas sob preparos conservacionistas e dentre estes principalmente o sistema de plantio direto. Estes incrementos tem colocado o Brasil como terceiro país do mundo em evolução neste sistema.

Embora o plantio direto seja o sistema mais eficaz no controle da erosão, sua adoção tem sido grandemente dificultada em função das grandes mudanças necessárias na mentalidade do produtor, quanto a conceitos e hábitos tradicionais de agricultura, na necessidade de assistência técnica aprimorada e principalmente de fatores econômicos nos primeiros anos de estabelecimento.

De todas as ações conservacionistas implementadas no Brasil as que têm se apresentado com maior potencial de levar ao campo tecnologias apropriadas de conservação do solo, parecem ser os programas a nível de bacias hidrográficas por implicarem em trabalhos comunitários onde cada segmento tem sua parcela de responsabilidade.



SITUACION DE LA CONSERVACION DEL SUELO RELACIONADA CON LA PRODUCCION DE TRIGO EN LA IX REGION DE CHILE

por Luis Rouanet *

Introducción

La IX Región de Chile comprende las provincias de Malleco y Cautín, situadas aproximadamente entre los 37°34' y 39°37' de Latitud Sur y entre los 73°30' y 71°00' de Longitud Oeste. Su superficie comprende 3.247.180 ha de las cuales las zonas de uso agropecuario alcanzan a 2.800.000 ha. La clasificación de suelos, según su capacidad de uso indica que existen aproximadamente 68.900 hectáreas de riego (IR - IVR) y 965.000 hectáreas de secano arable (I - IV); entre ambas cubren el 32 por ciento de la superficie total; aproximadamente 1.700.000 ha, o el 55 por ciento de la superficie total está clasificada bajo uso ganadero y forestal, con un 13 y 42 por ciento, respectivamente. La superficie no agrícola comprende 500.000 ha, lo que representa un 13 por ciento del total y cabe señalar que bajo riego permanente existe alrededor de sólo 20.000 ha. Lo enumerado anteriormente permite conformar a la actividad agropecuaria como eminentemente de secano, sujeta principalmente a la presencia y variabilidad pluviométrica.

Destacan en su relieve las siguientes formas orográficas: Cordillera de los Andes; Depresión Intermedia, de topografía ondulada interrumpida por cordones montañosos transversales; y Cordillera de la Costa, la que es reemplazada, entre los Ríos Imperial y Toltén, por las Planicies Litorales.

Es necesario señalar que en la región predominan tipos de clima mediterráneo (sector noroeste) y marino (sector sur y sureste).

El clima de tipo mediterráneo del sector norte se caracteriza por una marcada estación seca, con agotamiento de la humedad aprovechable del suelo entre los meses de setiembre a marzo. La pluviometría promedio es de 1.000 mm, lo que se concentra fuertemente en los meses de mayo a julio, época de siembra del trigo invernal.

El clima marino del sector este y sur, de temperaturas promedio inferiores, presenta también una estación seca que comprende los meses de enero a marzo. Posee altas caídas pluviométricas, entre 1.500 y 1.800 mm, con un 30 - 40 por ciento de la caída pluviométrica total anual, y en algunos años con un 50 por ciento, entre los meses de mayo a julio.

Con respecto al recurso suelo, en general predomina mayoritariamente dos grandes tipos:

- a) suelos derivados de cenizas volcánicas recientes, Andisoles (Trumaos), caracterizados por una abundante presencia alofana y de gibsita en la fracción arcilla y plagioclasa en la fracción arena. Su contenido de materia orgánica varía entre

* *Ing. Agr., M. S. INIA, Estación Experimental de Carillanca, Casilla 58 - E, Temuco, Chile*

11 y 25 por ciento. Su profundidad depende de la topografía, encontrando perfiles entre 50 y 80 cm en condiciones planas y entre 100 - 200 cm en condiciones de lomajes. Son suelos de textura franca con predominancia de la fracción arena, friables, porosos, fáciles de laborar y con alta capacidad de retención de humedad.

- b) un segundo tipo de suelo predominante son los rojos arcillosos, Ultisoles, derivados de cenizas volcánicas antiguas. Se caracterizan por la dominancia de metahalosita en la fracción arcilla, con tenores de materia orgánica que oscilan entre 5 a 10 por ciento, siendo este último encontrado en el grupo de suelos transicionales. Presentan alta respuesta al nitrógeno y tienen predominancia de la fracción arcilla (45 por ciento y más); en general son profundos, siendo esto limitado por el grado de erosión, la que ha provocado en algunos casos la pérdida de los horizontes A y B. El grado de compactación definirá la profundidad enraizable y además presentan problemas de laboreo y frecuentes problemas de mal drenaje.

Situación del cultivo de trigo en la IX Región

La IX Región, provincia de Malleco y Cautín, mantiene su importancia a nivel nacional como la principal productora de cereales pequeños. En el caso del trigo, anualmente se siembran alrededor de 170.060 hectáreas (promedio de los últimos 14 años), aún cuando la superficie estimada como potencial es de 162.200 hectáreas. Normalmente el aporte a la producción nacional es de alrededor del 29 por ciento.

La región presenta bajos rendimientos promedio (23 qq/ha), atribuidos en gran parte a la superficie dedicada como cultivo de subsistencia por agricultores minifundistas, a siembras en terrenos no apropiados y al escaso o mal uso de la tecnología de producción existente. Sin embargo, un análisis de la siembra y rendimientos de muchos productores se encuentra en una situación normal a buena con rendimientos corrientes superiores a los 40 quintales por hectárea, las cuales comúnmente tienen establecido el cultivo de trigo en una rotación.

El rendimiento se mantiene dentro del promedio nacional (22 qq/ha) regulado principalmente por condiciones climáticas, ya que la mayor parte de las siembras se realizan en terrenos de secano. Si bien se ha notado un leve aumento en los rendimientos unitarios, los niveles aún distan de ser factibles de obtener en una producción comercial, con el potencial genético tecnológico y de recursos naturales con que cuenta el país.

Un alto porcentaje de la superficie está en manos de los pequeños propietarios, con valores de 59,4 por ciento en la Provincia de Cautín y 52,6 por ciento en la Provincia de Malleco. Del total de 170.000 ha sembradas con trigo, 60.000 se encuentran dentro del sector de pequeños propietarios.

Situación de la conservación del suelo relacionada con la producción de trigo

En el Cuadro 1 (página 53) se puede observar que aquellas comunas que presentan la mayor

Cuadro 1. Grados de erosión por comuna y porcentajes provinciales y comunales

Provincias y comunas	Superficie estudiada has	Ligera	Moderada	Grados de erosión			Eólica y dep.	Sin erosión
				Severa	Muy severa			
MALLECO								
Angol	127.226,1	14.097,7	87.153,5	6.137,9		40,6	19.776,4	
Lumaco	122.326,3	31.167,9	59.290,1	23.631,6	418,9	965,2	6.362,6	
Puren	63.193,0	7.824,7	42.052,8	5.981,0		184,9	7.149,6	
Traiguén	92.845,6	33.191,3	21.044,2	5.221,1	709,5	629,3	32.050,2	
Los Sauces	72.604,6	14.067,0	41.479,0	5.861,2		1.039,6	10.157,8	
Collipulli	28.180,8	21.605,7	4.482,8	277,8		27,0	1.787,5	
Ercilla	37.520,1	17.173,7	14.838,9	1.087,0	69,0	74,8	4.276,7	
Victoria	3.921,3	2.241,3	646,6				1.033,4	
Renaico	15.854,9	3.090,7	3.426,2	290,2	109,6	942,5	7.995,7	
	563.672,7	144.460,0	274.414,1	48.507,8	1.307,0	3.903,9	91.079,9	
		25,62 o/o	48,68 o/o	8,6 o/o	0,23 o/o	0,69 o/o	16,16 o/o	
CAUTIN								
Pto. Saavedra	156.178,8	98.117,6	16.626,0	396,6		12.048,5	28.990,1	
Nva. Imperial	86.853,7	30.696,2	17.399,1	3.655,3	162,2	1.591,3	23.349,6	
Carahue	65.676,5	37.076,7	13.615,4	452,5		378,7	14.153,2	
Temuco	71.059,7	16.553,3	18.314,8	2.740,2	155,2	3.858,7	30.437,5	
Galvarino	42.244,8	10.230,1	14.639,0	5.209,0	331,4	1.576,2	10.259,1	
Freire	903,0					16,7	886,3	
Lautaro	27.980,2	8.855,5	5.937,8	851,6		1.873,5	10.461,8	
Perquenco	9.681,8	3.108,5	712,7	66,8		59,5	5.734,3	
Toltén	1.147,5	60,1				158,8	928,6	
Villarrica	2.691,5	1.178,8	530,4	81,6		22,4	878,3	
	464.417,5	204.876,8	87.775,2	13.453,6	648,8	21.584,3	136.078,8	
o/o sobre la sup. estudiada		44,11 o/o	18,90 o/o	2,90 o/o	0,14 o/o	4,65 o/o	29,30 o/o	
REGION								
Totales	1.028.090,2	349.336,8	362.189,3	61.961,4	1.955,8	25.488,2	277.158,7	
o/o sobre la sup. estudiada		33,98 o/o	35,23 o/o	6,03 o/o	0,19 o/o	2,48 o/o	22,09 o/o	

superficie erosionada y grados más altos de este fenómeno, son aquellas que han sido sometidas a una agricultura intensiva desde comienzos de siglo. En éstas, el trigo ocupó casi la totalidad de la superficie dedicada a los cultivos anuales y que hasta la década del '60 fue manejado con un grado tecnológico casi inexistente, con rotaciones intensivas o monocultivo de trigo, siembras en suelos de clase VI, en ausencia de o con baja fertilización nitrogenada y fosfatada. Más dramático resulta observar que en estos sectores predomina el tipo de suelo rojo arcilloso y se concentra además hasta el 50 por ciento de las comunidades indígenas y el minifundio. El problema de erosión no se encuentra circunscrito sólo a este tipo de situación, sino que también se presenta en el resto de las comunas, en una intensidad y extensión aparentemente inferior. En este caso, el cultivo de las especies anuales se intensificó desde la década del '30.

En investigaciones realizadas por la Universidad de Concepción, en el año 1978, destinadas a medir las pérdidas de suelo en el cultivo del trigo, bajo condición de secano con labranza convencional, en un suelo Trumao con 11 por ciento de pendiente y condiciones climáticas similares a las de nuestra región, se determinó la cifra de 34.03 ton/ha/año. La tolerancia de erosión para condiciones específicas del lugar de la experiencia, se estima en siete ton/ha/año, lo que significa que el cultivo convencional sobrepasó este límite máximo en cinco veces.

El Gobierno de Chile inicia su labor en la conservación del recurso suelo en el año de 1951, con la creación de la Dirección de Protección de los Recursos Naturales, que dio asistencia técnica a los agricultores respecto a establecimiento de praderas, mejoramiento y manejo de praderas naturales, construcción de "tranques" con fines de regadío, entre otros. Además, otorgaba crédito para fomentar estas actividades con base en proyectos que eran aprobados y luego controlados por la misma institución. No existe, en la actualidad, un plan dirigido a la protección del recurso suelo y orientado al sector agrícola. Por otra parte, la Corporación Nacional Forestal, CONAF, mantiene asistencia técnica y otorga bonificaciones en actividades que protegen el recurso suelo, pero evidentemente orientado al sector de producción forestal.

Los trabajos de investigación agrícola orientados a la protección del recurso suelo, se inician también en la década del 50, con la creación de la Oficina de Estudios Especiales del Ministerio de Agricultura la que posteriormente, en el año 1960, origina el Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA. Nace así la Estación Experimental Carillanca, la que por medio de sus programas de investigación de fertilidad y manejo de suelos, y el recientemente creado de Ecología y Manejo, ha tenido a cargo, entre sus líneas de trabajo, crear, innovar y adaptar tecnología para el cultivo del trigo, en los aspectos relacionados con los factores naturales de la producción, el suelo y el clima. Todos los trabajos realizados conllevan, entre sus objetivos, a conservar y mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En la década del '60 comienzan, en forma paralela, estudios de época de preparación del suelo, rotura de la pradera y manejo de la cubierta vegetal, ya sea por quema o nuevas prácticas e incorporación del rastrojo. Se condiciona a éstas, fertilizaciones nitrogenadas y fosfatadas.

Se ejecuta, dentro de ese mismo plazo, ensayos tendientes a disminuir el número de labores o movimiento de maquinaria, buscando también el implemento más adecuado de acuerdo al tipo de suelo y su capacidad de uso. A comienzos de la década del '70, se introduce el concepto del barbecho químico, práctica que se investiga hasta nuestros días, como alternativa de laboreo del suelo.

Se comienza a utilizar el arado de cincel y la sembradora de cero labranza, conjuntamente con un estudio de rotaciones, de acuerdo a la capacidad de uso del suelo. El trigo y la pradera son alternados con otros cultivos anuales, en procura de la conservación de las propiedades del suelo, elevando la productividad de cada componente de la rotación. Todas estas investigaciones son realizadas, principalmente, en condiciones de suelos Trumaos, con algunos ensayos en condiciones de suelos rojos arcillosos.

Desde fines de la década del '70 hasta el presente, se intensifica el estudio de comparación de sistemas de laboreo, entre el tradicional con inversión, sin ella y cero labranza. Para ello se utilizan nuevos productos químicos y maquinaria. También se prueban sistemas de preparación tanto en suelos Trumaos como rojos, con el objeto de combatir las malezas específicas, de gran daño a la calidad del producto, como es el "pasto ajo" (*Allium vineale*).

Así, en la actualidad, se podría recomendar a los agricultores una mejor secuencia de cultivos; cuándo y cómo preparar su suelo, de modo de proteger su fertilidad, sanidad y textura y de la acción de agentes erosivos, prácticamente para toda condición de suelo Trumao.

En suelos rojos arcillosos, se está intensificando los estudios de cero labranza, práctica que traerá importantes avances en la conservación de este recurso. Para los pequeños agricultores se ha adoptado y se está probando implementos de labranza con tracción animal, no modificando su tradición y economía, pero sí alterando positivamente la productividad del cultivo del trigo. Asimismo, se estudian sistemas de siembra con el mismo fin.

Es necesario destacar que todos estos trabajos no habrían podido ser realizados en ausencia del apoyo de otros programas de investigación, tales como los de fertilidad, control de malezas, fitopatología y entomología, entre otros.

En la actualidad se integran los estudios de disciplinas en la formulación de sistemas de producción y conjuntos de normas de manejo, que buscan sincronizar la marcha y presencia de los factores físicos de la producción, el suelo y el clima, con la dotación genética de los cultivares de trigo. En una secuencia de especies agronómicas, de acuerdo a la capacidad de uso del suelo, se persigue elevar a niveles rentables el rendimiento de cada componente como también proteger el recurso suelo en todas sus propiedades.

SITUACION DE LA CONSERVACION DEL SUELO RELACIONADA CON LA PRODUCCION DE TRIGO EN URUGUAY

por Daniel L. Martino *

Generalidades de la zona triguera

La producción de trigo en Uruguay se encuentra localizada fundamentalmente en la región litoral oeste y suroeste (Figura 1 - página 58), con un área de siembra anual de aproximadamente 300.000 ha y un rendimiento promedio de 1.362 kg/ha. El cultivo es realizado en el marco de un sistema de producción mixto agrícola - ganadero, aunque ambas actividades se desarrollan frecuentemente en áreas separadas, dentro de los establecimientos. En las áreas destinadas a la agricultura el trigo se siembra en rotación con otros cultivos, principalmente cebada cervecera, sorgo, girasol, maíz, lino y soja realizándose, en muchos casos, un uso muy intenso del suelo. Los períodos de agricultura se alternan, periódicamente, con períodos de barbecho con pastoreo.

Los suelos predominantes en dicha región son, por orden de importancia: brunosoles, vertisoles y argisoles. Los primeros se caracterizan por presentar un horizonte A de 25 a 35 cm de espesor, con dos a cinco por ciento de materia orgánica, de texturas medias a pesadas, con importantes niveles de limo; y un horizonte Bt de acumulación de arcillas, que limita su permeabilidad y el crecimiento radicular. Son suelos con una estabilidad de agregados mediana a buena, pero con problemas de encostramiento y de drenaje interno, lo que implica que tengan cierta susceptibilidad a la erosión.

Los vertisoles poseen un horizonte A de 25 a 90 cm de espesor (suelos de "doble perfil"), con un alto contenido de materia orgánica (seis a siete por ciento) y de arcillas. Poseen muy buena estabilidad estructural, lo que determina que sean los suelos más resistentes a la erosión, aunque debido a las dificultades que presentan para la infiltración del agua, con lluvias muy intensas o en condiciones de suelo saturado, ocurre escurrimiento superficial.

Por último, los argisoles son suelos de alta diferenciación textural, de estructura débil, que normalmente se encuentran asociados a pendientes fuertes (hasta 10 por ciento) lo que determina que sean suelos marginales para la agricultura por su baja fertilidad y alto riesgo de erosión.

En la Figura 2 (página 59) se esquematiza la situación actual de la erosión de los suelos en todo el país. Casi la totalidad de los suelos del área triguera está afectada por erosión en algún grado, que se relaciona con el intenso uso a que se hacía mención anteriormente. En dicho mapa se considera solamente la erosión promedio de cada unidad de suelos, que abarca miles de hectáreas. Existe lugares en que la erosión es tan severa que ya ha eliminado el horizonte A.

Las precipitaciones anuales oscilan entre 900 y 1.300 mm para las zonas sur y norte, respectivamente. En el Cuadro 1 (página 60) se presenta la distribución mensual de las mismas en La Estanzuela.

* *Ing. Agr., Técnico del Proyecto Suelos, Estación Experimental La Estanzuela (CIAAB), Colonia, Uruguay*

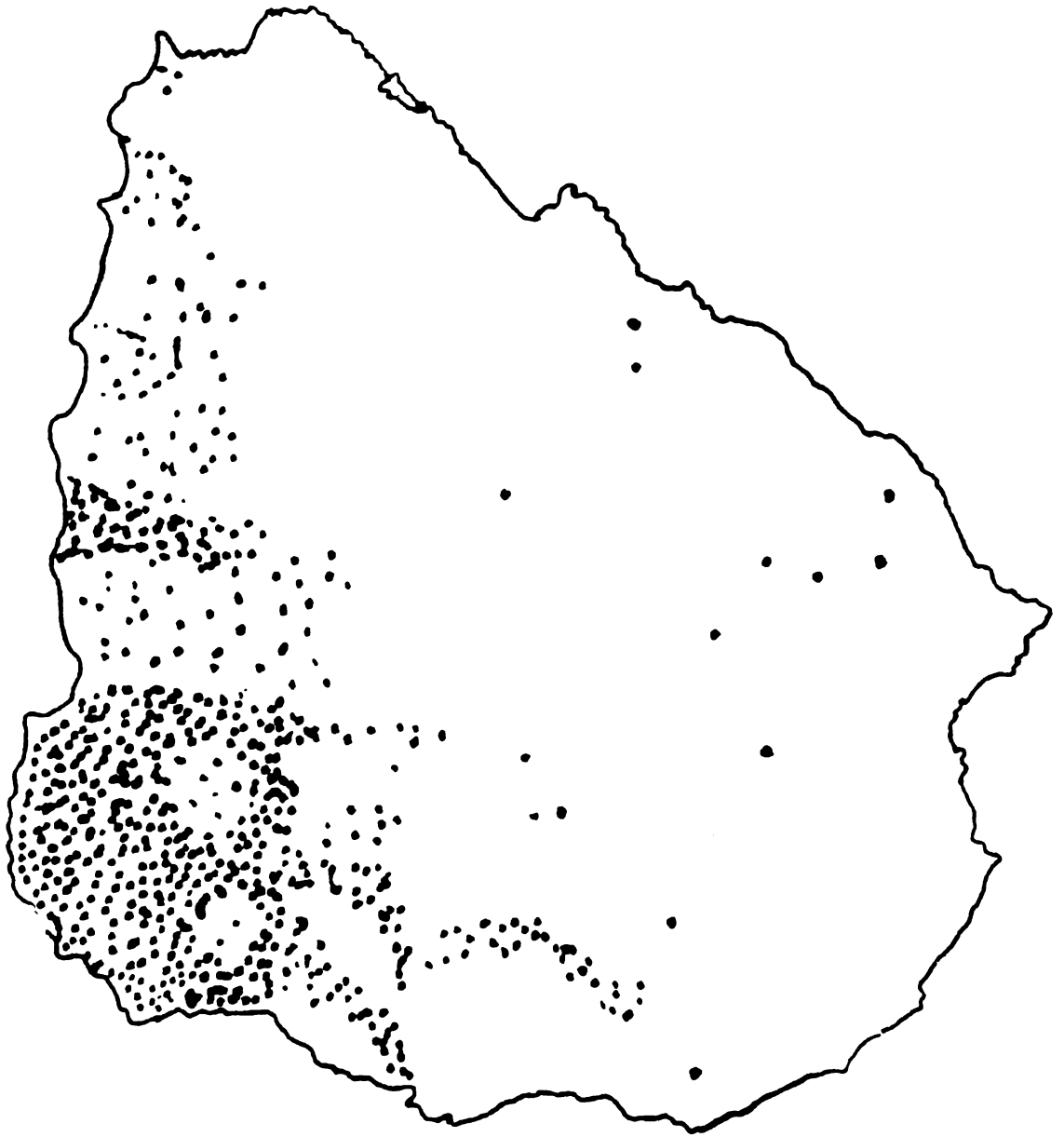


Figura 1. Distribución del área sembrada con trigo (cada punto representa 1.000 ha)

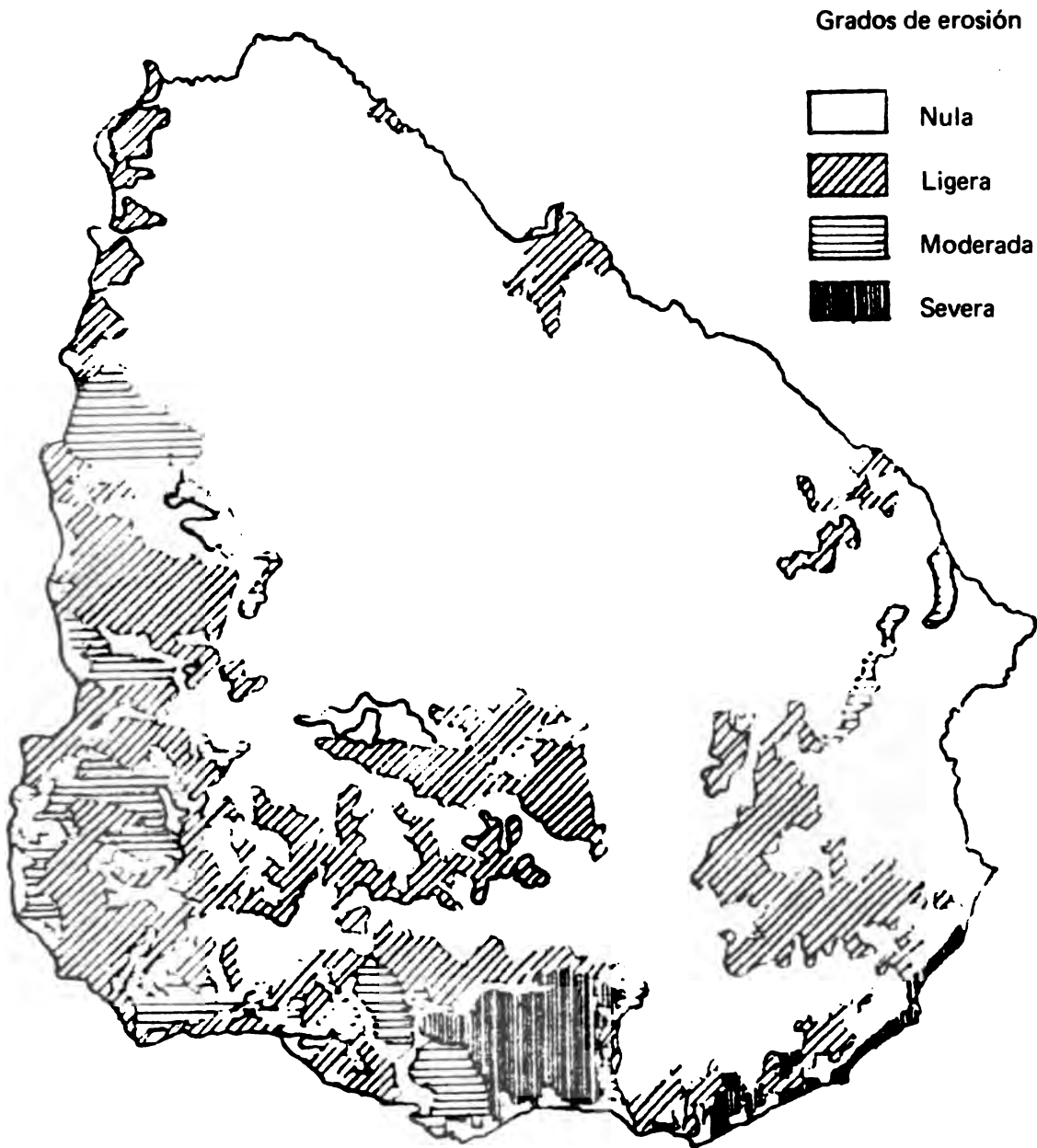


Figura 2. Clasificación de unidades de suelo según su grado de erosión actual
Fuente: Dirección de suelos y fertilizantes, MGAP

Cuadro 1. Precipitaciones mensuales (mm) en la Estación Experimental de La Estanzuela, en promedio del período 1915 - 1984

Mes	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo
Enero	97	651	5
Febrero	95	294	2
Marzo	121	329	13
Abril	98	500	9
Mayo	88	314	2
Junio	74	282	0
Julio	66	193	0
Agosto	78	319	0
Setiembre	90	270	3
Octubre	89	314	6
Noviembre	96	305	12
Diciembre	85	279	7
Total	1077		

En el promedio de los años la distribución es bastante uniforme, con un máximo de 121 mm en marzo y un mínimo de 66 mm en junio. Sin embargo, son muy frecuentes los períodos de sequía y los períodos con excesos de agua, como lo demuestra los valores máximos y mínimos para cada mes, en los 70 años considerados.

Los valores de máxima intensidad de lluvia para períodos de 10, 20, 30, 60 y 120 minutos, registrados en La Estanzuela entre 1970 y 1979 fueron, respectivamente, 106, 77, 60, 39 y 25 mm/hora.

La ecuación universal de pérdida de suelo

Existe, a nivel nacional, información que permite estimar algunos de los parámetros de la ecuación desarrollada por Witchmeier y Smith, especialmente los factores R (erosividad de las lluvias) y K (erodabilidad de los suelos).

El factor R es estimado mediante un índice (EI 30), que es el producto de la energía cinética de la lluvia de una tormenta por su máxima intensidad, en un período de 30 minutos. Rovira et al calcularon, en el período 1970 - 79, en la Estación Experimental de La Estanzuela, un EI 30 anual promedio de 553 tm/ha/año. En los meses de diciembre a marzo inclusive, se concentra el 60 por ciento de la erosividad anual de la lluvia (Cuadro 2 - página 61).

Cuadro 2. Distribución mensual (o/o) del EI 30 anual en La Estanzuela

Mes	$\frac{\text{EI 30 mensual}}{\text{EI 30 anual}} \times 100$
Enero	17
Febrero	17
Marzo	14
Abril	3
Mayo	3
Junio	4
Julio	3
Agosto	5
Setiembre	7
Octubre	8
Noviembre	6
Diciembre	13

Adaptado de Rovira et al

El factor R se incrementa de sur a norte, llegándose a valores cercanos a 700 tm/ha/año en el extremo NW del país.

Puentes, citado por García, a partir de relaciones empíricas encontradas en EE. UU. entre algunas propiedades físicas y la susceptibilidad de erosión, calculó el factor K (pérdida anual de suelo por cada unidad de EI 30, en condiciones de suelo desnudo, laboreado en el sentido de la pendiente, con una pendiente de nueve por ciento y 22,1 m de longitud) para las 99 unidades de suelo del país. En la zona agrícola, los valores oscilan entre 0,09 y 0,44 tm/ha/EI 30. Las mayores erodabilidades corresponden a argisoles y brunosoles, mientras que las menores son las de los vertisoles.

Para el factor C no existe aún cifras elaboradas a nivel nacional. En el caso del trigo, los mayores valores corresponden a sistemas de producción con agricultura continua, mientras que los mismos disminuyen sensiblemente en el caso de la rotación con pasturas permanentes.

Situación actual de la producción

Por medio de la descripción de una serie de características de la producción de trigo, es posible pintar un panorama de la situación actual de la conservación del suelo con relación a este cultivo.

En primer lugar es necesario considerar que aproximadamente el 50 por ciento del área de trigo es cultivada por aparceros o arrendatarios, es decir, por empresarios que carecen de un vínculo afectivo con la tierra y que tienen como objetivo obtener un resultado económico de corto o mediano plazo, sin reparar en el mantenimiento de la productividad en el largo plazo, lo que sin duda redundaría en una total despreocupación por la conservación del suelo. Sin perjuicio de ello, se ha constatado últimamente una mayor preocupación por parte de los aparceros por la preservación del recurso suelo, debido a que se verifica un mayor asentamiento de los mismos en los campos que explotan.

La forma de realización del laboreo es otro factor que incide en los efectos de la erosión. La preparación del suelo para trigo es realizada utilizando arados de rejas, rastras de tiro excéntrico, rastras de discos y de dientes, comenzando los laboreos en el verano o principios de otoño. Últimamente ha adquirido gran difusión el uso del arado de cincel, aunque no como una herramienta conservacionista sino como una forma de disminuir los costos de laboreo. La técnica de la siembra directa no se practica a nivel de producción.

El período de afinado del suelo coincide con la época de menor erosividad de las lluvias (mayo a agosto). Sin embargo, debido a las bajas temperaturas y alta humedad relativa ambiente en junio y julio y a la generalmente baja capacidad de infiltración de los suelos, éstos permanecen saturados durante lapsos prolongados, lo que favorece el escurrimiento superficial, aumentando los riesgos de erosión.

A los efectos de evitar las dificultades en el laboreo ocasionadas por los excesos de humedad en junio y julio, los meses más apropiados para la siembra son entre el 15 de abril y fines de mayo, debido a que en la actualidad el Programa de Mejoramiento de Trigo de La Estanzuela está seleccionando cultivares aptos para siembras tempranas. Este adelantamiento en la fecha de siembra puede redundar en un beneficio desde el punto de vista del control de la erosión, ya que el cultivo cubre el suelo durante más tiempo y por otra parte, durante los meses de abril y mayo, la erosividad de la lluvia es similar a la de junio y julio. Sin embargo, en caso de que el afinado de la tierra se realice con anterioridad a abril, los riesgos de erosión pueden ser muy altos en virtud de la cantidad e intensidad de las lluvias de marzo.

El sistema de producción, determinado por las rotaciones utilizadas es otro factor vinculado a la conservación del suelo. Si bien no existe información censal, es posible afirmar que una importante fracción del área de trigo es sembrada en agricultura permanente, en rotación con otros cultivos anuales y con períodos de barbecho. Sólo últimamente, como consecuencia de la adopción exitosa de la técnica de implantación de pasturas asociadas a un cultivo de trigo o cebada cervecera, se ha incrementado la superficie manejada con sistemas de rotaciones de cultivos agrícolas con pasturas perennes, con los consiguientes beneficios en lo que respecta a la productividad de los cultivos y conservación del suelo.

En este sentido, existe abundante información nacional acerca de la restauración de las propiedades químicas y físicas del suelo por acción de las pasturas de gramíneas y leguminosas perennes lo que, sumado al hecho de que el suelo queda cubierto por algunos años, hace que el factor C de la ecuación universal de pérdida de suelo en los sistemas de rotación de cultivos y pasturas sea sumamente bajo, con valores cercanos a cero durante la etapa de pastura.

En lo que respecta a las prácticas mecánicas de conservación, su adopción es muy restringida, utilizándose fundamentalmente fajas empastadas en curvas a nivel. Este tipo de sistematización del laboreo es totalmente empírico ya que, a excepción de algunas experiencias en establecimientos particulares, no existe información experimental al respecto. El crédito de la banca oficial está condicionado a la realización de estas prácticas, si la situación lo requiere, aunque debido a la falta de conciencia del problema y a la inexistencia de técnicas que cuenten con una base experimental sólida, dicha exigencia no se ha traducido en un control efectivo de la erosión.

En el Cuadro 3 se ha calculado, para cuatro situaciones de suelo y dos sistemas de producción, las pérdidas anuales de suelo bajo los siguientes supuestos: erosividad de lluvia de 553 tm/ha/año; una pendiente de 150 m de longitud; $C = 0,10$ para el sistema de rotación con praderas y $C = 0,33$ para el sistema de agricultura permanente; $P = 1,00$ para la situación de laboreo sin prácticas de conservación y $P = 0,50$ para el caso de fajas empastadas en curvas a nivel.

Cuadro 3. Pérdidas de suelo (tm/ha/año) para cuatro suelos supuestos bajo dos sistemas de producción

Suelo	Pendiente (o/o)	Erodabilidad (tm/ha/año)	Sistemas de Producción	Pérdida de suelo (tm/ha/año)
1	3	0,09	Rotación con praderas y laboreo sistematizado	1
			Agricultura permanente	8
2	3	0,44	Rotación con praderas y laboreo sistematizado	6
			Agricultura permanente	37
3	6	0,09	Rotación con praderas y laboreo sistematizado	4
			Agricultura permanente	24
4	6	0,44	Rotación con praderas y laboreo sistematizado	18
			Agricultura permanente	119

Para cada suelo, de acuerdo con sus características y su estado actual de erosión, es posible calcular una pérdida tolerable anual que, utilizando un criterio general, oscila entre 5 y 10 tm/ha/año.

En el caso del suelo de baja erodabilidad y pendiente de tres por ciento, caso de agricultura permanente, las pérdidas están dentro del margen de tolerancia. En las situaciones intermedias (suelos 2 y 3), si se realiza agricultura permanente, las pérdidas de suelo son considerables y mediante la utilización de pasturas en rotación con los cultivos y la sistematización de las chacras se logra reducir las mismas a niveles aceptables. En el caso más extremo (suelo 4) el problema no se soluciona con una rotación con pasturas como la que se plantea y laboreo conservacionista. En el caso de suelos marginales para la agricultura, como éste, es necesario utilizar rotaciones con una muy baja proporción del tiempo bajo cultivos o implementar sistemas de producción basados en siembra directa.

Situación actual de la investigación

Se está siguiendo, en la actualidad, en Uruguay, varias líneas de investigación que tienen cierta vinculación con la problemática de la conservación del suelo en relación al cultivo del trigo.

Se ha instalado parcelas de escurrimiento en dos puntos del país, con el objetivo de cuantificar las pérdidas de suelo y agua de escurrimiento en sistemas de uso del suelo contrastantes y verificar algunos parámetros de la ecuación universal de pérdida de suelo. Se dispone de tres años de información.

La adopción de la técnica de cero laboreo puede posibilitar la realización de agricultura en áreas con alto riesgo de erosión, así como contribuir al control de la misma en zonas más agrícolas. En los últimos años se ha desarrollado una experimentación exploratoria para determinar la viabilidad de la siembra directa en trigo, así como la determinación de los efectos de algunas variables de manejo. Actualmente se está llevando a cabo un experimento de largo plazo en el que se evalúan cuatro secuencias de cultivos con laboreo convencional y con siembra directa, determinándose la evolución en el tiempo de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Desde 1963 viene funcionando, en La Estanzuela, un experimento en el que se evalúan siete sistemas de rotación que comprenden desde agricultura permanente sin fertilización, hasta rotaciones de cultivos con pasturas perennes, pasando por un sistema de agricultura permanente con fertilizaciones de los cultivos y por sistemas de rotación con pasturas de corta duración. Del mismo se ha recabado una muy vasta información acerca del comportamiento de las características químicas y físicas del suelo, que ha sido parcialmente publicada.

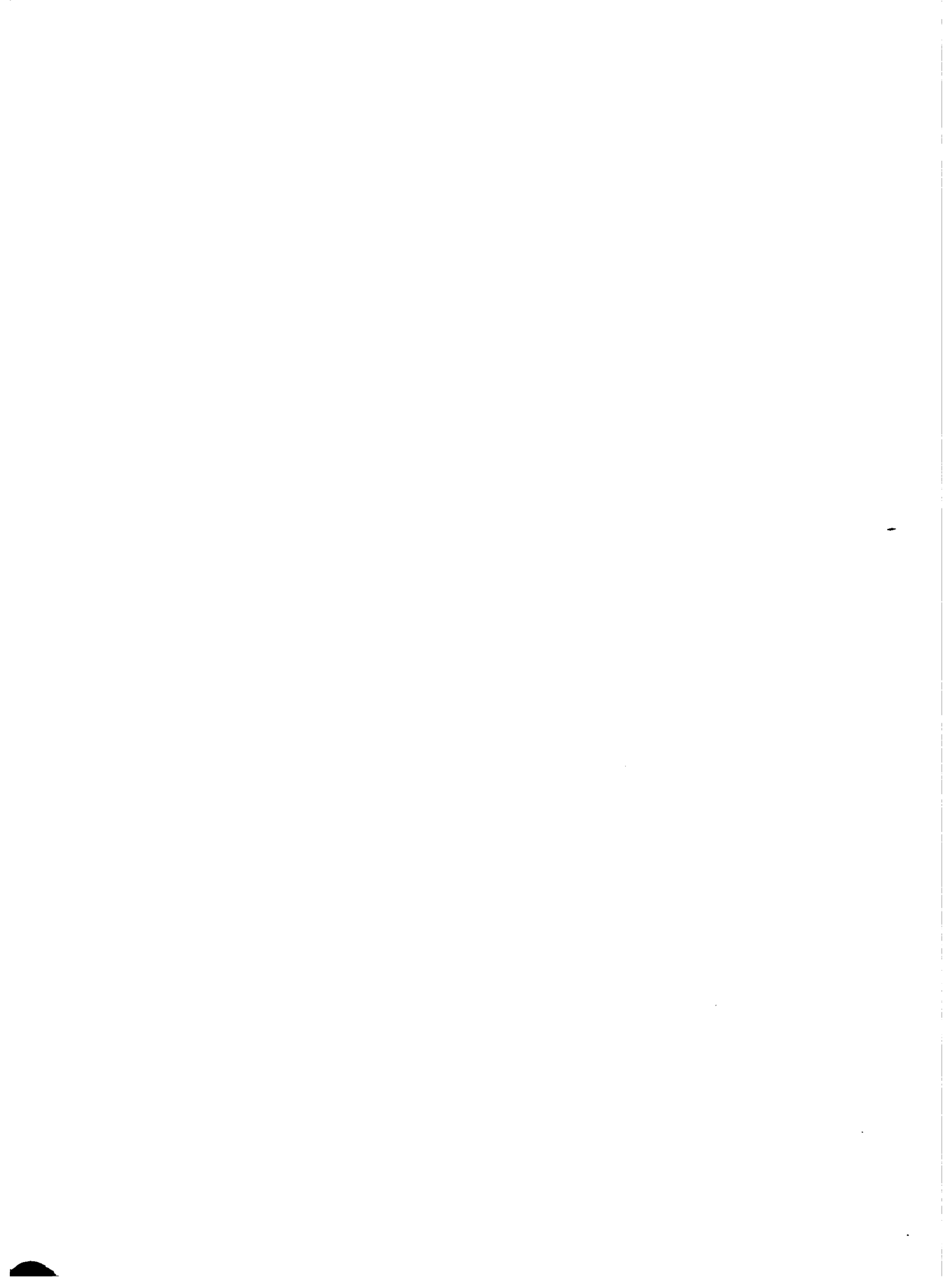
En cuanto a laboreo para trigo, los trabajos han sido encarados sin considerar la problemática de la erosión. Actualmente se está llevando a cabo algunos experimentos en la Universidad de la República, con arado cincel y rastra excéntrica, no contándose con resultados nacionales de evaluación de herramientas ni de sistematización del laboreo.

Finalmente, la Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca está desarrollando una línea de investigación en propiedades físicas relacionadas con la erosión, realizando un relevamiento de estabilidad de agregados, infiltración y densidad aparente, en todos los suelos del país, a escala 1:1.000.000.

Literatura citada

1. DIAZ, R.; GARCIA, F. y BOZZANO, A. Dinámica de la disponibilidad de nitrógeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. In Uruguay. CIAAB. Rotaciones. pp. 1 - 25. 1980.
2. GARCIA, F. Cursillo sobre uso, manejo y conservación de suelos. Uruguay. Universidad de la República. 40 p. 1981.
3. ROVIRA, L. A.; CORSI, W.; GARCIA, F. y HOFSTADTER, R. Intensidades máximas de lluvias en el área de influencia de la Estación Agroclimática La Estanzuela. Uruguay. MAP/IICA. 24 p. 1981.
4. _____ . Erosividad de lluvias en las zonas de influencia de las estaciones agroclimáticas de La Estanzuela, Paysandú, Bella Unión y Treinta y Tres. MAP/IICA. 15 p. 1982.
5. URUGUAY. MAP. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo I. Clasificación de Suelos. 96 p. 1976.
6. _____ . Censo General Agropecuario 1980. 242 p. 1983.
7. WISCHMEIER, W. H. y SMITH, D. D. A universal soil - loss equation to guide conservation farm planning. Trans. 7th. International Congress Soil Science. Madison, Wisconsin, VI: 418 - 425, 1960.

**SISTEMAS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA CON RELACION A
LA PRODUCCION DE TRIGO**



LABRANZAS CONSERVACIONISTAS EN LA PRODUCCION DE TRIGO, EN LA REGION PAMPEANA HUMEDA DE LA ARGENTINA

por Oscar Martín Hansen *

Resumen

La irregularidad climática, sobre todo de las lluvias, es uno de los principales motivos de la variación de los rendimientos del trigo en la Pampa Húmeda.

En un estudio de probabilidades de deficiencias y excesos hídricos, en la región de Pergamino, se estableció que durante el ciclo del trigo se presentan sequías de diferente magnitud en el 50 por ciento de los años, lo que coincide generalmente con la fase espigazón - floración.

— Las rotaciones de cultivo, las labranzas, los fertilizantes y el control de las malezas, son algunas de las principales prácticas de manejo que pueden permitir un uso más eficiente del agua y del suelo.

Las labranzas conservacionistas no solo posibilitan una reducción de la erosión, sino también un mejor aprovechamiento del agua disponible, por disminución de las pérdidas debidas al escurrimiento y a la evaporación.

Desde hace seis años, sobre suelos franco limosos del área de Pergamino (Norte de la Provincia de Buenos Aires, Argentina), se conducen ensayos de labranza de larga duración. Las experiencias se realizan en una rotación continua de cultivos (trigo/soja - maíz) que se considera muy adecuada a las características edafoclimáticas del área, no solo por tener en cuenta los requerimientos de los cultivos, sino también por otros factores que inciden en el sistema de producción agrícola (especialmente malezas como sorgo de alepo, gramón, avena fatua, etc.).

El principal objetivo de estos ensayos es el estudio de los efectos de las labranzas sobre las propiedades de los suelos y sobre la productividad de los cultivos en condiciones libre de malezas, tanto durante el barbecho como durante el período de crecimiento.

Las labranzas comparadas son: (AR) convencional con arado de rejas, (Su) superficial con rastra de discos, (Ci) cincel, (SD) siembra directa o labranza cero y (Co) combinada. Esta última alternativa indica que no se utiliza el mismo sistema de labranza para cada cultivo de la rotación, sino que se alterna una labranza convencional con arado de rejas para trigo con siembra directa o labranza cero para los cultivos de soja y maíz.

El diseño experimental utilizado es de parcelas divididas a dos factores y cuatro repeticiones. Los cinco sistemas de labranza corresponden al primer factor y las dos dosis de fertilizante nitrogenado (0 y 80 kg N.ha⁻¹), aplicadas a trigo y maíz, al segundo factor.

* *Ing. Agr. Técnico de INTA - E. E. A. de Pergamino, Provincia de Buenos Aires, Argentina*

El manejo de los residuos del cultivo antecesor del trigo comienza con el triturado del rastrojo. Esta operación facilita la acción de los implementos de labranza y la operación de siembra. Se ha utilizado diferentes equipos de siembra con buen resultado; en los últimos dos años se ha trabajado con una sembradora para siembra directa de triple disco (TD) y la emergencia no se ha visto dificultada por los residuos.

A veces, si el suelo está muy húmedo, el abresurco deja una ranura abierta con las semillas expuestas. Esta situación sería muy desventajosa para zonas que presenten problema de pájaros. Otra desventaja de este tipo de sembradoras, para siembra directa, es la falta de articulación de cada uno de los cuerpos sembradores. El suelo debe estar muy parejo para ubicar las semillas a la misma profundidad en cada una de las líneas de siembra.

En las Figuras 1 y 2 se observa el efecto de cinco sistemas de labranza, para dos niveles de nitrógeno, sobre los rendimientos de trigo para seis campañas agrícolas. Fundamentalmente se destaca la variabilidad interanual de los rendimientos. Los sistemas de labranza analizados no corrigieron suficientemente el efecto negativo de las deficiencias de agua, por lo tanto fueron fundamentalmente las condiciones ambientales las determinantes de los rendimientos alcanzados para cada año. Los resultados indican que la siembra de trigo, después de maíz con diferentes sistemas de labranza, puede alcanzar rendimientos iguales al método convencional con arado de rejas siempre que se satisfagan las necesidades de nitrógeno.

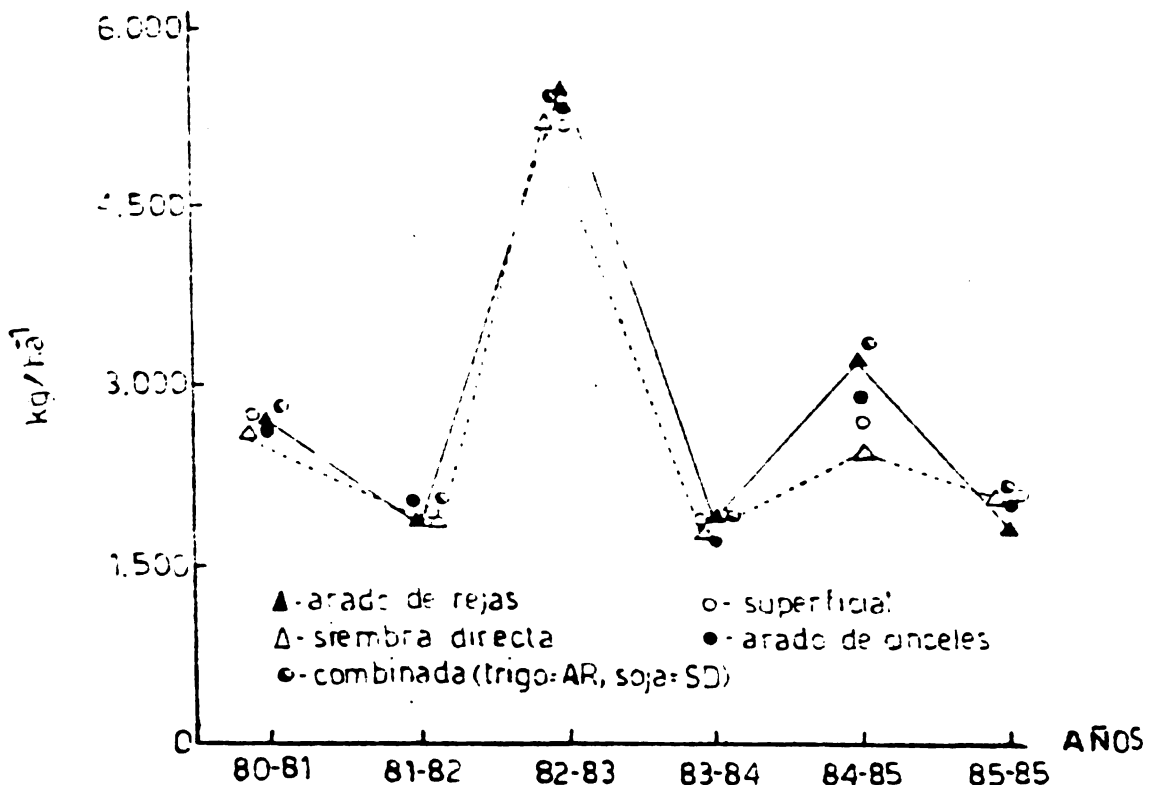


Figura 1. Efecto de cinco sistemas de labranza sobre los rendimientos de trigo fertilizado con $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ en la secuencia trigo/soja - maíz para seis campañas agrícolas. INTA. Pergamino

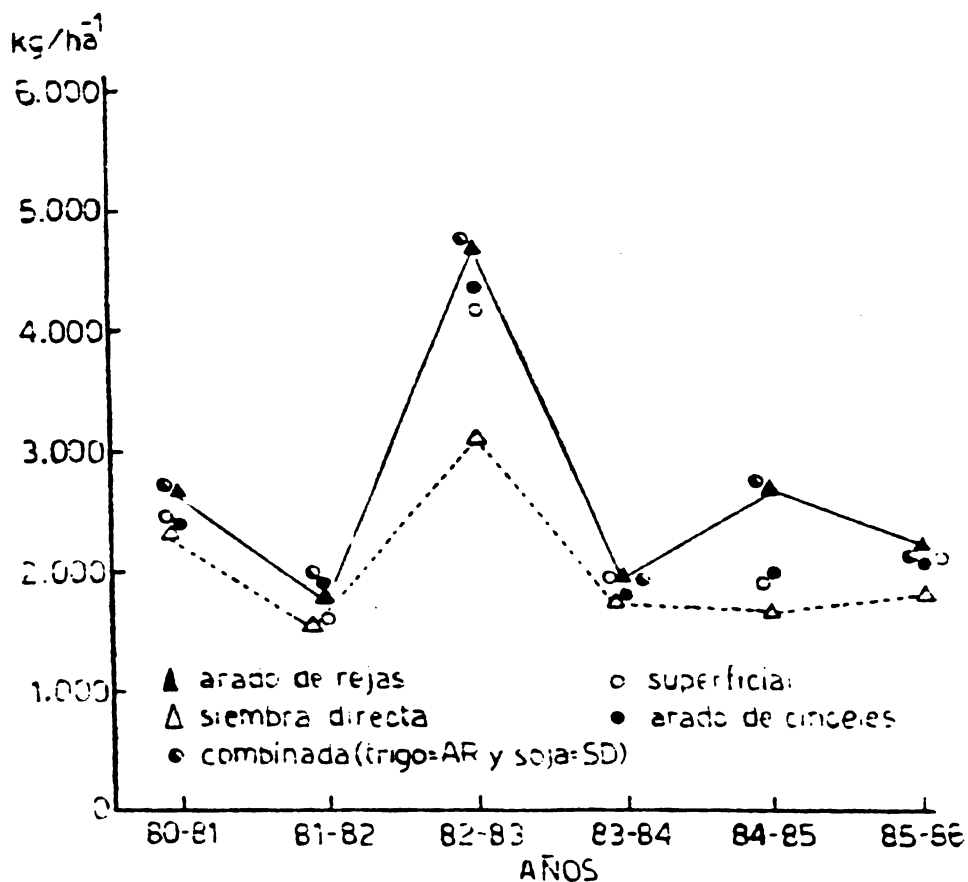


Figura 2. Efecto de cinco sistemas de labranza sobre los rendimientos de trigo en la secuencia trigo/soja - maíz para seis campañas agrícolas (INTA - Pergamino)

Estudios realizados por L. E. Totis de Zeljkovich y colaboradores sobre estos mismos ensayos, han mostrado que el contenido de agua útil total del suelo hasta 1,5 m de profundidad fue mayor en SD desde la siembra y durante todo el ciclo del cultivo (Figura 3 - página 72 y Cuadro 1 - página 73). Sin embargo, ello no se ha traducido en un mayor rendimiento del trigo con respecto al sistema convencional, ni aún con la aplicación de 80 kg ha^{-1} de nitrógeno suplementario.

Quizás la estrategia de fertilización empleada (momento, forma, fuente y dosis de aplicación) no sea la más conveniente para cultivos de trigo implantado con labranza cero, con bajo nivel de nitrógeno en suelos y alta cobertura de residuos en superficie en el momento de la siembra.

Además, es probable que el atraso en la fecha de floración observada en las parcelas con SD, sea un factor predisponente para una mayor incidencia de enfermedades sobre el cultivo del trigo.

Cuadro 1. Contenido de agua útil total (mm) en el perfil del suelo (0 - 1,50 m) a la siembra y madurez

Año	Labranza	Agua útil a la siembra (mm)	Diferencia (mm)	Agua útil a la madurez	Diferencia
1980	AR	196		175	
	Lo	201	+ 5.0	176	+ 1.0
1981	AR	156		48	
	Lo	178	+ 22.0	90	+ 42.0
1982	AR	123		64	
	Lo	141	+ 18.0	95	+ 31.0
1983	AR	54		74	
	Lo	92	+ 38.0	123	+ 49.0

Agua útil máxima o cantidad máxima de agua aprovechable hasta 1,50 m de profundidad: AR = 220,2 mm; Lo = 223,4 mm

La ganancia neta promedio de agua en SD fue de 20 mm en el momento de la siembra y de 28 mm en el momento de la cosecha, con respecto a AR. Este mayor contenido de agua en SD, especialmente en la capa arable, tiene mucha importancia para realizar la inmediata implantación de soja después de trigo. Estos mismos estudios han mostrado, además, que no hubo diferencias significativas en el consumo de agua por el trigo entre los sistemas de labranza comparados (AR = 339 mm y SD = 327 mm). Como consecuencia de ello, las diferencias en la eficiencia de uso del agua estuvieron relacionadas con los niveles de rendimiento alcanzados con ambos sistemas de labranza (Cuadro 2 - página 74).

A pesar de que no se ha logrado una mayor producción de trigo con labranzas conservacionistas, es necesario mencionar que existen ventajas (menor cantidad de maquinaria, mano de obra y combustible) que indican la necesidad de seguir investigando y experimentando con estos sistemas, en diferentes ambientes edafoclimáticos de la región pampeana húmeda.

Cuadro 2. Eficiencia del uso del agua (EUA) del cultivo con diferentes sistemas de labranza

Año	Labranza	Lluvias totales (mm)	Consumo de agua (mm)	Rendimiento (kg/ha)	EUA (kg/ha)	
1980	AR	327	348	2690	7.7	
	Lo		355	2310	6.5	
1981	AR	190	300	2040	6.8	
	Lo		286	1760	6.2	
1982	AR	326	385	4660	12.1	
	Lo		374	3120	8.4	
1983	AR	324	S/f	303	1850	6.1
			C/f	322	1770	5.5
	Lo		S/f	300	1680	5.6
			C/f	292	1720	5.9

S/f = sin fertilizante; C/f = con fertilizante (N O - 80 kg/ha)

Fuente: L. E. Totis de Zeljkovich y colaboradores. Información No. 76, INTA, Pergamino, 1984

PRODUCCION DE CEREALES Y CULTIVOS OLEAGINOSOS EN LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA DE LA ARGENTINA

por Adolfo E. Glave *

Resumen

La región semiárida pampeana se halla ubicada al sur de la provincia de Córdoba, este de San Luis, noroeste de La Pampa y suroeste de la provincia de Buenos Aires. La superficie total es de aproximadamente 24.000.000 ha de las cuales los cereales (5.233.800 ha) y la ganadería (12.966.200 ha) ocupan la mayor superficie, con 18.200.000 ha.

El trigo es el principal cultivo cuyo promedio, en los últimos 20 años, representa una superficie de 2.300.000 ha, seguidas por el maíz 915.700 ha, el sorgo granífero 693.300 ha y el girasol 214.900 ha, este último en franca expansión.

Tomando al principal cultivo, el trigo, esta región puede considerarse, en relación a la superficie y producción del país, muy importante porque representa el 38,8 por ciento de la superficie y el 36,4 por ciento de la producción total. En cambio los rendimientos del trigo se consideran bajos, 1.280 kg/ha, con respecto al promedio general del país.

En esta vasta región semiárida la unidad fisiográfica predominante es, en general, la llanura suave a suavemente ondulada, interrumpida al norte por las sierras de Córdoba y San Luis y al sur por las serranías del Sistema de la Ventana.

Los suelos de la región se caracterizan por su gran heterogeneidad constitutiva, debido a la gran influencia que ejerció sobre ellos el clima y la vegetación. La mayor parte de los suelos se consideran jóvenes y han evolucionado sobre materiales depositados por procesos de erosión eólica e hídrica.

Los suelos predominantes son de textura mediana a gruesa, de buena permeabilidad y de variable profundidad, limitados por un horizonte petrocálcico (tosca).

En términos generales, el clima que domina en esta región es el semiárido templado. Dada su relativa extensión, los factores climáticos difieren notablemente de norte a sur, y su influencia modifica la aptitud y modalidad de la producción.

El clima presenta marcadas oscilaciones en cuanto a la temperatura y precipitaciones. Los inviernos son fríos y con continuas heladas, con registros inferiores a 10° C bajo cero, mientras que el verano es moderadamente cálido, con bruscos cambios de temperatura. Es frecuente observar, en el momento de la floración de los cereales e implantación de los cultivos de verano, el peligro que representa las heladas tardías frecuentes en esta región y los golpes de sol en la misma época, que producen "arrebato" de los cereales.

* *Ing. Agr., Especialista en Conservación y Manejo de suelos de la E. E. A. Bordenave, Buenos Aires, Argentina*

Las precipitaciones oscilan hacia el este de la región semiárida en 700 mm y disminuyen progresivamente a 300 mm al límite oeste. La concentración de lluvias se produce en el otoño y primavera con escasez en invierno y una gran evapotranspiración en verano, desde los meses de octubre a marzo.

Las precipitaciones sufren anualmente grandes oscilaciones que se manifiestan en sequías o períodos húmedos, con resultados muy diferentes para los cultivos. Es frecuente observar fracasos de cosecha, seguidos de excelentes resultados de producción.

Los inviernos y primaveras se caracterizan por ser ventosos originando, en más de una oportunidad, problemas de voladura.

Debido a sus características heterogéneas, los suelos son de escaso contenido de materia orgánica y elementos nutritivos. La deficiencia de nitrógeno se ha generalizado en la región y se manifiesta en bajos rendimientos y mala calidad de los granos. El 50 por ciento de los suelos presenta deficiencia de fósforo, 25 por ciento con niveles intermedios y 25 por ciento con valores de buena disponibilidad.

La carencia de fósforo, en términos relativos, significa para la producción de trigo una barrera sensiblemente menor que la del nitrógeno, no así para los cultivos oleaginosos.

La falta de rotaciones, el sobrepastoreo y el uso reiterado de implementos de labranza convencional, representan los principales factores que determinan la degradación de los suelos.

La presencia de pisos de arado, en una gran parte de esta región, impide el normal desarrollo de las raíces y el abastecimiento de humedad en el perfil del suelo.

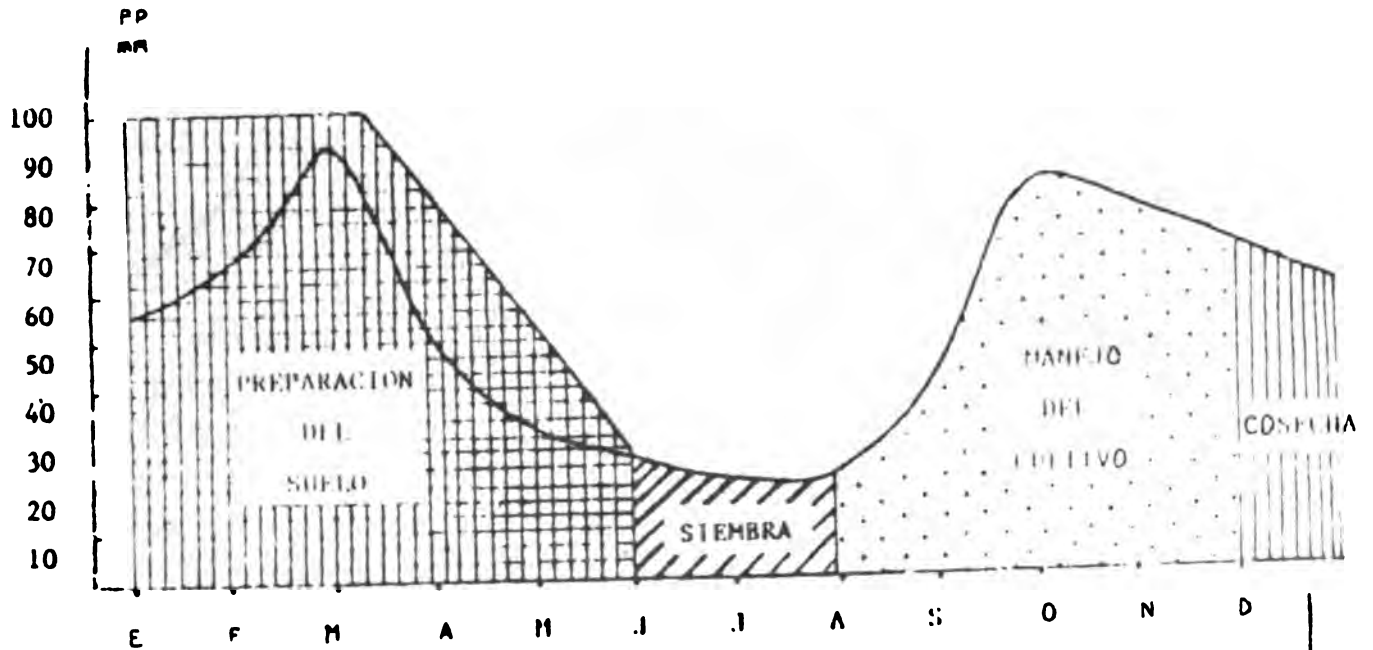
Los suelos son en general débiles y fácilmente vulnerables a la erosión por viento y agua. Se atribuye por diferentes grados de incidencia de la erosión por viento, un 46 por ciento del área, o sea 10.000.000 ha, y un 27 por ciento por erosión hídrica, o sea, 4.500.000 ha.

Este último aspecto, se incrementa anualmente con cifras realmente importantes. Estos fenómenos, que son causados por el hombre en la mayoría de los casos, y por la naturaleza, se van intensificando en el transcurso de los años, obligándonos a prever y planificar acciones regionales.

La degradación de estos suelos, no sólo repercute sobre la capacidad productiva de los suelos y por consiguiente de los resultados de los cultivos, sino que afecta también de manera diferente a diversos sectores de la economía, como la industria, el comercio, las comunicaciones, la aeronavegación, entre otros.

En general, en la actualidad, el productor conoce las bondades de la preparación temprana del suelo (barbecho) pero la falta de una buena planificación del campo, imposibilita su aplicación. El continuo uso de la maquinaria convencional como el arado de reja, arado de rastra, rastra de discos, rastra de dientes y sembradora de discos, influye también en las propiedades físicas del suelo y, como consecuencia, en la producción (Figuras 1 y 2 - páginas 77 y 78).

La agricultura en regiones semiáridas se suele llamar agricultura de secano, debido al sólo



TECNICAS DE PRODUCCION

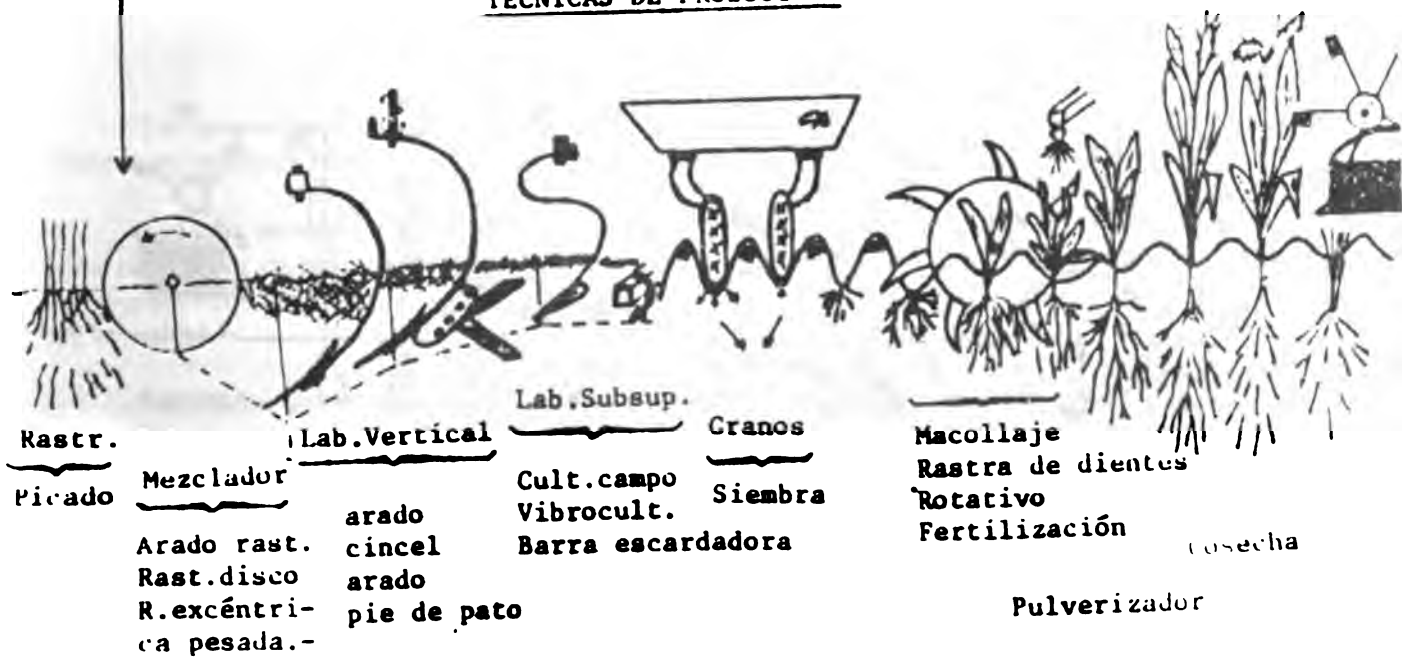


Figura 1. Regimen hídrico en la región de influencia de la E. E. A. Bordenave. Producción de cereales: etapas de los cultivos invernales

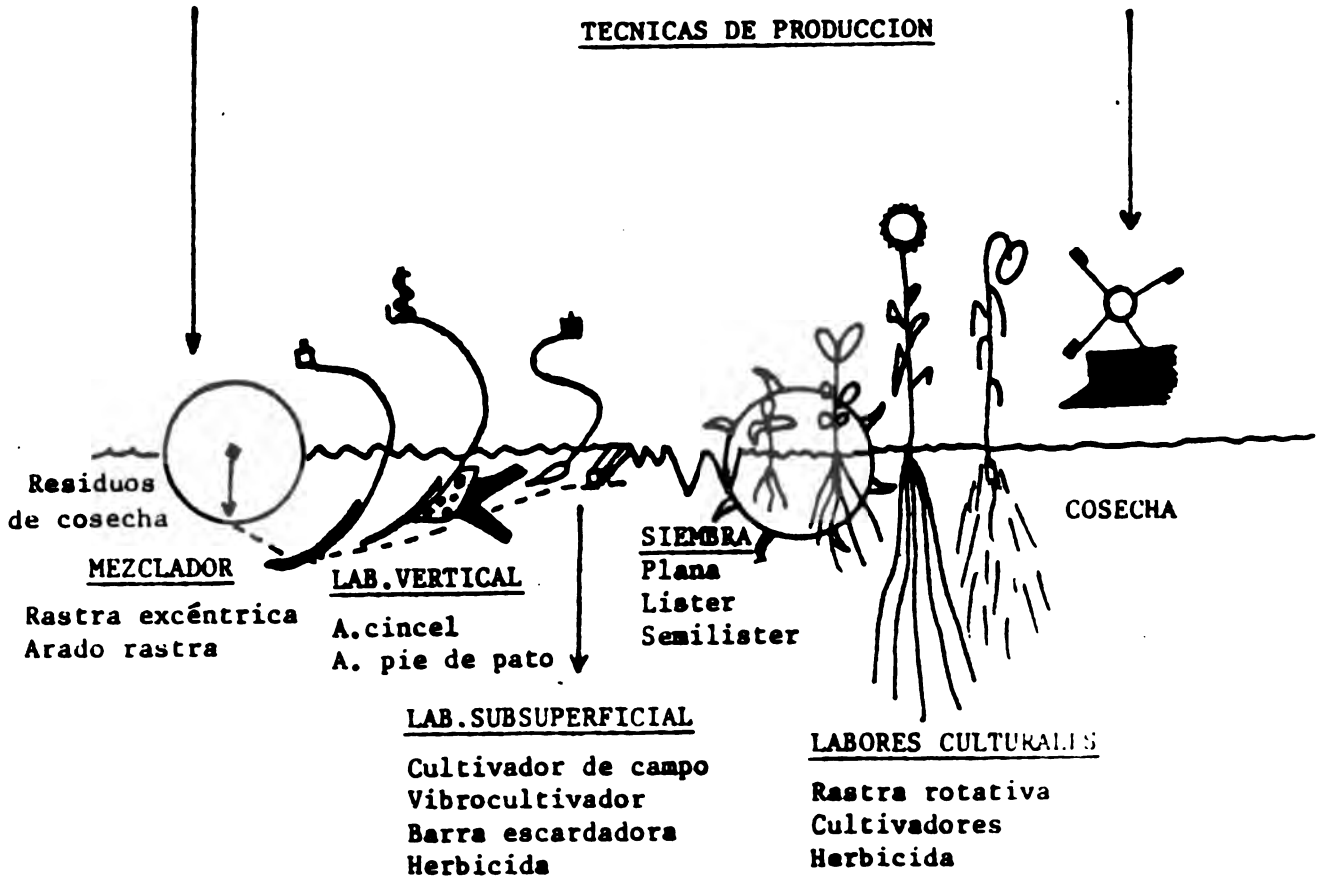
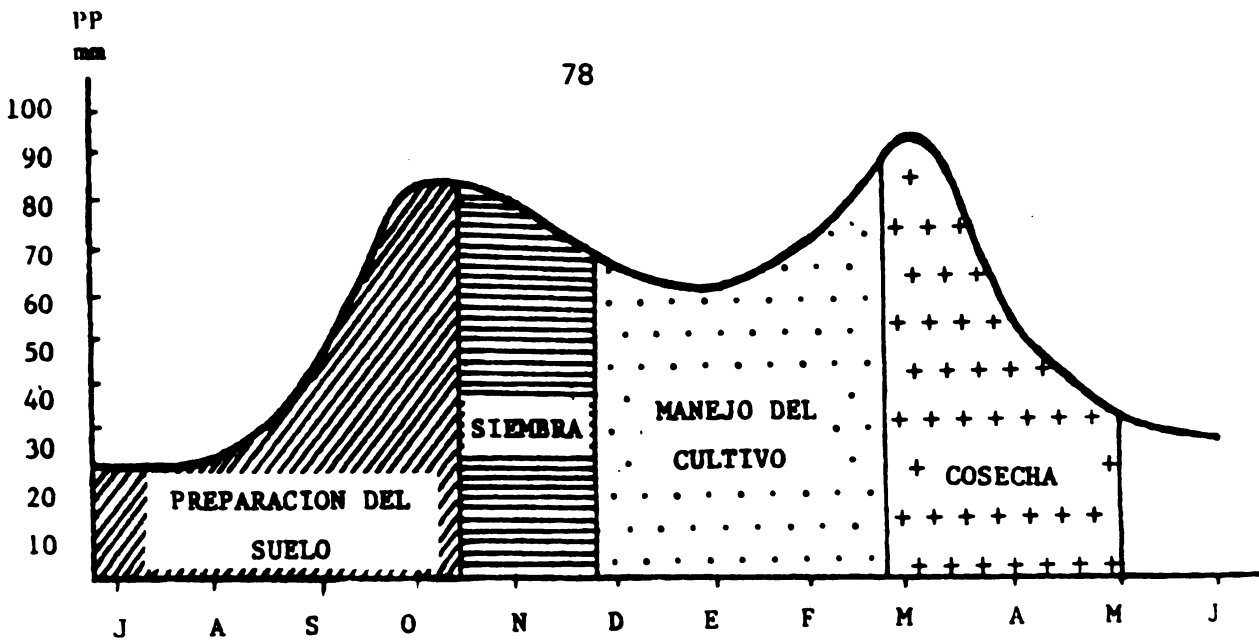


Figura 2. Regimen hídrico en la región de influencia de la E. E. A. Bordenave. Producción de cereales y oleaginosas: etapas de los cultivos estivales

aprovechamiento del agua pluvial. Es un sistema extensivo y por regla general no se logra más de una cosecha anual. Los resultados de rendimiento y de seguridad en la agricultura de secano, nunca alcanzaron niveles elevados.

La adopción de nuevas técnicas de uso conservacionista han revertido dicha situación. Este nuevo sistema de producción se denomina agricultura conservacionista, en la que el suelo permanece en constante equilibrio, sin el deterioro de su estructura y de su fertilidad. Técnicamente es un sistema conservacionista y productivo.

Este sistema permite, por medio del manejo de los residuos de cosecha, posibilitar una mayor acumulación y conservación del recurso agua en el suelo, así como la transformación y abastecimiento de elementos químicos necesarios para el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

Los objetivos básicos que se pueden lograr por medio de la agricultura conservacionista, se resumen en los siguientes aspectos:

- Acumulación de agua en el suelo.**
- Prevención de los efectos de la erosión hídrica y eólica.**
- Disponibilidad de los nutrimentos del suelo.**
- Uso eficiente de la maquinaria agrícola conservacionista.**

Técnicamente, el sistema consiste en la protección del suelo por medio de una cubierta protectora de residuos de cosecha y preparada con suficiente anticipación a las siembras.

Para ello se recomienda la trituración de los rastrojos y la semi - incorporación de los mismos por medio de herramientas especiales. A partir de este momento, hasta la siembra, se realizarán repasos con elementos subsuperficiales para evitar la pérdida de fertilidad y humedad a través de la maleza.

Por medio de estas operaciones subsuperficiales, una gran parte de los residuos de cosecha permanecerán sobre la superficie del suelo y evitarán las pérdidas de suelo por erosión.

Las siembras de los cultivos se realizarán con sembradoras especiales de surco profundo, que colocarán la semilla en contacto con la humedad y la germinación se realizará con gran rapidez.

En el momento del macollaje se escarificará el cultivo y se hará la aplicación simultánea del fertilizante nitrogenado.

Con la aplicación de la Agricultura Conservacionista, los suelos de la región se verán estabilizados sin mayores riesgos de erosión y los cultivos favorecidos exteriorizando su potencial de producción.



MÉTODOS DE LABRANZA EN EL CULTIVO DEL TRIGO EN BOLIVIA

por Felipe Navarro Q. *

Introducción

Los suelos dominantes del PAI se caracterizan por ser de poca estabilidad estructural y baja infiltración, además que física y químicamente son variables y heterogéneos, condiciones que se deben a su formación misma, que es sedimentaria aluvial del Río Grande.

Texturalmente los suelos varían desde franco a franco limoso en el "solum" (0 - 25 cm); franco arcilloso a franco - arcilloso - limoso en el horizonte B (25 - 80 cm) y franco limoso en el horizonte C (80 - 150 cm). Tiende a predominar el limo fino medio, que oscila entre 40 a 60 por ciento en el mayor de los casos.

Los suelos, por sus condiciones físicas, químicas y origen presentan problemas de encostramiento y compactación que afectan en gran manera los rendimientos.

El problema de encostramiento se presenta en suelos recién sembrados que sufren humedecimiento en la parte superficial por efecto de la precipitación o por el mismo riego y secándose inmediatamente, lo que ocasiona una costra que no deja emerger a la plántula.

La compactación se produce por debajo de la capa arable a una profundidad de 20 - 40 cm aproximadamente, por efecto del continuo paso de la maquinaria agrícola y el laboreo a una sola profundidad. Las consecuencias de estos factores son: desarrollo deficiente del sistema radicular de las plantas; disminución de la infiltración del agua de riego y mala aereación de la zona radicular.

Los resultados de la investigación han logrado demostrar las ventajas del uso del arado subsolar, combinado con arado de vertedera, cuyos efectos se traducen en los cultivos de trigo, soja y algodón.

Como una forma de minimizar los costos de preparación, manejo y conservación de suelos, surge la alternativa de la siembra en mínimo y cero laboreo.

En el verano 1980 - 81 se introduce el método de mínimo laboreo del suelo en el cultivo del algodón y soja, con resultados parciales.

En el invierno de 1984 se realiza un experimento de métodos de laboreo del suelo, incluyendo laboreo mínimo y cero, sobre un rastrojo de soja y algodón. Esta práctica podría reducir el uso de agua y maquinaria agrícola y resolver el problema del encostramiento, la compactación e infiltración.

* *Ing. Agr., Jefe del Departamento de Suelos, CORGPAI, Santa Cruz, Bolivia*

Objetivos

- Minimizar costos de producción.
- Determinar el efecto del método de labranza mínima y cero, sobre las propiedades físicas del suelo (estructura, porosidad y densidad aparente).
- Determinar el efecto del método de labranza mínima y cero en el rendimiento del grano de trigo.

Materiales y método

El presente trabajo fue ubicado dentro del sistema pozo No. 9 con suelos de clase LB - 1. Suelos con horizonte B 2 de textura franco limoso a franco - arcillo - limoso.

Para su evaluación se utilizó el diseño de bloques de azar, con parcelas sub - subdivididas, en dos bloques.

- Parcelas grandes
 - a. Rastrojo soja.
 - b. Rastrojo algodón.
- Sub - parcelas (variedades)
 - a. P. A. I. Cupesí.
 - b. P. A. I. Comomoci.
- Sub - sub parcelas (laboreo del suelo)
 - a. Laboreo mínimo:
 - Subsolado a 0.5 m de ancho y 0.6 m de profundidad.
 - Herbicida.
 - Siembra.
 - Riego post - siembra.
 - b. Laboreo mínimo:
 - Subsolado a 1.0 m de ancho y 0.6 m de profundidad.
 - Rastra de discos.
 - Siembra.
 - Riego post - siembra.

c. **Laboreo convencional:**

- Rastra de discos.
- Subsolado a 1.0 m de ancho y 0.6 m de profundidad.
- Arado.
- Rastra de discos.
- Siembra.
- Riego post - siembra.

d. **Labranza cero: (rastraje soja y algodón)**

- Herbicida.
- Siembra.
- Riego post - siembra.

– **Preparación del suelo y uso de maquinaria**

La preparación del suelo fue de acuerdo a tratamientos y es como sigue:

El tratamiento (a) subsolado a 0.6 m de profundidad, con un ancho entre subsoles de 0.5 m (para esta labor se utilizó un tractor J. D. 4040). Inmediatamente se aplicó una mezcla de herbicidas para el control de malezas; los herbicidas utilizados fueron: Paraquat y 2,4 - D a una dosis de dos litros por hectárea de cada uno de los herbicidas, utilizándose para esta labor un tractor J. D. 2420 con una aspersora mecánica Jacto.

El tratamiento (b) fue subsolado a 0.6 m de profundidad y un ancho entre subsoles de un metro; se realizó una pasada con rastra de discos, para el control de malezas antes de la siembra.

El objetivo que se buscó con los dos tratamientos anteriores fue el de almacenar agua en el subsuelo y formar mejor enraizamiento.

El tratamiento (c) es el testigo, sigue la secuencia normal de una siembra de trigo a nivel comercial en el área del Proyecto, utilizándose la siguiente secuencia de laboreo del suelo y uso de maquinaria:

- Rastra de discos con tractor JD 4040.
- Subsolado a 1.0 m de ancho y 0.6 m de profundidad con tractor JD 4040.
- Arado Rome Plow con tractor JD 7520; se utilizó el arado Rome Plow por falta de arado de vertedera en dicha oportunidad.
- Rastra de discos con tractor JD 4040.

El tratamiento (d) o labranza cero, solamente fue aplicada una mezcla de herbicidas con tractor JD 2420 con una aspersora Jacto para el control de malezas antes de la siembra.

Para la siembra del ensayo, se uso una sembradora de cero labranza (FAO BOL 78013). Esta sembradora realiza una uniforme distribución de las semillas. La profundidad de la semilla es uniforme. La distancia entre líneas es de 25 centímetros, totalizando ocho caídas.

La sembradora cuenta con una línea de cuchillas especiales (corrugada), ocho en total, que son las que abren el suelo para facilitar el trabajo de siembra; la semilla, cuando cae, encuentra la cama formada por los mecanismos específicos.

— Datos de siembra

Variedad: P. A. I. Cupesí
 P. A. I. Comomoci
 Densidad de siembra: 180 kg/ha
 Fecha de siembra: 25/V/84
 Fecha de cosecha: 25/IX/84
 Duración del cultivo: 123 días

En todo el ciclo del cultivo se realizaron cinco riegos por melgas, los mismos que fueron medidos a boca de pozo:

Primer riego (riego de germinación), ocupando 1.485 m³/ha de agua.

Segundo riego a los 41 días, después del riego de germinación, se ocupó 1.164 m³/ha de agua.

Tercer riego a los 21 días, después del segundo riego, se ocupó 1.054 m³/ha de agua.

Cuarto riego a los 16 días, después del tercer riego, se ocupó 818 m³/ha de agua.

Quinto riego a los 15 días, después del cuarto riego, se ocupó 1.147 m³/ha de agua.

El control de plagas se realizó contra pulgones, utilizándose los insecticidas Thiadan 1.5 l/ha y Metasystox 0.5 l/ha con aspersora mecánica.

El control de malezas de hoja ancha se realizó a los 34 días de la emergencia, utilizándose el 2.4 - D a una dosis de 1.2 l/ha con aspersora mecánica.

Se tomaron lecturas agronómicas como ser: altura de plantas, tamaño de espigas, número de espigas, número de macollos, entre otros.

Las tomas de muestras para determinar porcentaje (o/o) de humedad se ejecutaron antes y después de cada riego. Se tomaron cada 30 cm y hasta 120 cm de profundidad.

Las pruebas de infiltración se realizaron al final del ciclo del cultivo a una profundidad de 0 - 25 cm utilizándose un anillo simple.

Con el fin de observar el beneficio de los diferentes métodos de labranza sobre el desarrollo y distribución de las raíces, se prepararon calicatas con las siguientes dimensiones: 1.5 m de largo por 1.0 m de ancho, 1.4 m de profundidad. El lavado de raíces se realizó con la ayuda de una aspersora mecánica (mochila). Asimismo, se utilizó la calicata para determinar densidad aparente, porosidad total y otras fueron tomadas al final del ciclo del trigo, después de cumplidos todos los riegos. El muestreo fue cada 10 cm hasta 120 cm de profundidad.

Resultados

El ensayo de métodos de labranza con el uso de diversos implementos y formas de preparar el suelo para la siembra del trigo presenta los siguientes resultados:

- El uso del subsolador fue en los tratamientos A, B y C, los mismos que fueron subsolados hasta 60 cm de profundidad, con una remoción efectiva de suelo hasta los 45 cm.
- El control de malezas de hoja ancha en labranza cero fue efectivo con la aplicación de la mezcla de los herbicidas Paraquat más 2.4 - D a una dosis de 2 l/ha de cada uno de ellos.
- La emergencia del trigo en los tratamientos no fue uniforme. En el tratamiento (a) la emergencia fue más tardía y las plantas se vieron más débiles, por efecto de una siembra más profunda y también a un efecto de arrastre a mayor profundidad de la semilla por el agua de riego de germinación.
- La emergencia del trigo en el tratamiento (b) fue normal; el tratamiento (c) (convencional) presentó también problemas en la emergencia, similar al tratamiento (a).

La emergencia del trigo en el tratamiento (d) fue perfecta, fue el primero en emerger y la emergencia fue uniforme. Esto se debería a una menor profundidad de siembra (2 cm) y a una mejor aereación del suelo y las condiciones óptimas para la germinación. No ocurrió lo mismo con los tratamientos (a) y (c) donde la emergencia fue más tardía y desuniforme, por efecto de la profundidad de siembra y el anegamiento del suelo por efecto del riesgo post - siembra.

Los riegos fueron ejecutados en cinco oportunidades, utilizándose un volumen total de agua de 5.668 m³ por hectárea para todos los tratamientos, considerando una eficiencia de aplicación del 70 por ciento se obtiene 3.968 m³ por hectárea.

Las muestras de suelo para determinar su estado de humedad fueron tomadas antes y después de cada riego, obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro 1 (página 86); cabe indicar que la capacidad de campo para los suelos donde se realizó el ensayo, es de 21 por ciento y el punto de marchitez permanente de 8 por ciento con un volumen de agua disponible de 13 por ciento.

Cuadro 1. Resumen de los datos de humedad edáfica (en porcentaje)

Tratamientos (profundidad en cm)	Después riego de germinación	Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después	
		2o. riego	riego	2o. riego	riego	3o. riego	riego	3o. riego	riego	4o. riego	riego	4o. riego	5o. riego
a	0-30	21	11	17	9	18	10	17	12	13	10	12	13
	30-60	14	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	60-90	10	10	10	9	10	9	8	9	8	9	9	8
	90-120	9	9	9	9	10	8	8	10	8	10	10	8
b	0-30	20	10	17	9	18	10	16	12	13	10	12	13
	30-60	14	11	11	9	10	9	9	9	9	9	9	9
	60-90	9	12	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8
	90-120	8	10	10	9	8	8	9	9	8	8	9	8
c	0-30	19	10	17	8	17	10	15	13	14	10	13	14
	30-60	13	11	10	9	9	9	8	10	10	9	10	10
	60-90	10	9	9	9	8	9	8	10	8	10	10	8
	90-120	9	8	8	10	8	9	8	10	8	10	10	8
d	0-30	18	11	15	8	15	9	14	11	13	9	11	13
	30-60	13	12	11	9	10	9	8	9	9	9	9	9
	60-90	10	10	10	8	9	8	8	8	7	9	9	7
	90-120	8	9	10	8	9	8	8	8	7	9	9	7

En el primer riego, el tratamiento (a) proporcionó ventajosamente mayor porcentaje de humedad, hasta los 60 cm de profundidad. Le sigue el tratamiento (b) que también superó al tratamiento convencional y al cero labranza.

Del segundo al cuarto riego todos los tratamientos se comportaron de igual forma, disminuyendo el porcentaje de humedad después de los riegos, entre 17 y 18 por ciento en la capa de 0 - 30 cm de profundidad.

En el quinto riego, la disminución del porcentaje de humedad fue aún mayor después del riego, y tan sólo se llegó a un 13 por ciento de humedad en la capa de 0 - 30 cm.

En los tratamientos que recibieron subsolación, no hubo ningún problema para llegar a la capacidad de campo, en la profundidad de 0 - 60 cm en el primer riego, no ocurriendo lo mismo en los posteriores, por efecto de la compactación a la profundidad de 30 - 40 cm.

En los tratamientos que recibieron subsolación, como también en el cero labranza, hubo humedad hasta la profundidad de 90 cm aunque la humedad a esa profundidad estuvo alrededor del punto de marchitez permanente; en la profundidad de 90 - 120 cm llegó al punto de marchitez permanente.

El tratamiento (d) presentó mayor densidad de plantas, mayor número de macollos y mayor número de espigas; a pesar de lo anterior, fue el de menor rendimiento.

Entre los tratamientos (a), (b) y (c) no hay diferencia significativa entre las características agronómicas, como se puede observar en el Cuadro 2 (página 88).

- Por efecto de los implementos utilizados y la secuencia y el método de laboreo se modificó la compactación del suelo.

Con el uso del método cero labranza se obtuvo menor densidad aparente a los 10 cm de profundidad para luego subir entre los 20 - 30 cm de profundidad; pasando los 30 cm y hasta los 120 cm de profundidad, bajó la densidad aparente del suelo.

El suelo que recibió subsolación a un metro de ancho (tratamiento b), disminuyó la densidad aparente en los primeros 20 cm de profundidad; a mayor profundidad la densidad fue ligeramente similar a los tratamientos (a) y (c).

El tratamiento (a) presenta mayor densidad aparente en los primeros 20 cm de profundidad, con relación a los otros tratamientos, como se puede observar en el Cuadro 3 (página 89) y la Figura 1 (página 90).

Otra ventaja de sembrar en mínimo laboreo fue la mejor distribución y mayor penetración radicular, así también la mayor altura de plantas, tal como puede verse en el Cuadro 4 (página 89).

Con el uso de subsolado, se obtiene mejor distribución radicular que cero labranza.

Cuadro 2. Promedio de observación de características agronómicas. Ensayo métodos de labranza en cultivo de trigo. CORGEPAI 1984

Tratamientos	No. de plantas en germinación por m ²	No. de macollos por m ²	Materia verde kg/ha *	Materia seca kg/ha *	Altura planta cm	No. de espigas por m ²	No. de granos por espiga	Peso de 1000 gramos	Peso hectolitrico	Materia seca kg/ha **	Rendimiento de trigo kg/ha
a - Subsol 0.5 m	376	611	2322	286	63	258	37	38	78	4012	1970
b - Subsol 1.0 m	400	579	2383	312	62	275	34	37	77	4050	1814
c - Conve- cional	380	564	2443	322	61	257	35	38	77	3750	1830
d - Labranza cero	469	653	2640	354	57	289	33	35	77	3725	1500

* Cultivo en estado de 5 hojas

** Rendimiento materia seca (grano + paja)

Cuadro 3. Medidas de densidad aparente del suelo (gr/cm^3). Ensayo métodos de labranza en cultivo de trigo CORGPAI 1984

Profundidad de suelo (cm)	Tratamientos			
	a	b	c	d
0 - 10	1.50	1.43	1.49	1.39
10 - 20	1.63	1.47	1.40	1.57
20 - 30	1.52	1.51	1.53	1.64
30 - 40	1.50	1.59	1.51	1.45
40 - 50	1.44	1.52	1.34	1.40
50 - 60	1.34	1.36	1.38	1.35
60 - 70	1.36	1.35	1.35	1.37
70 - 80	1.39	1.37	1.40	1.43
80 - 90	1.39	1.39	1.37	1.40
90 - 100	1.38	1.41	1.40	1.36
100 - 110	1.40	1.36	1.34	1.38
110 - 120	1.35	1.35	1.35	1.36

Cuadro 4. Observaciones sobre altura de plantas. Desarrollo y distribución radicular del trigo. Ensayo métodos de labranza CORGPAI 1984

Tratamiento	Prof. de raíz (cm)	Zona de mayor profusión radicular (cm)	Distribución radicular	Altura planta (cm)
a Subsol 0.5 m	120	0 - 90	Muy buena	63
b Subsol 1.0 m	115	0 - 60	Buena	62
c Convencional	115	0 - 60	Buena	61
d Labranza cero	95	0 - 40	Regular	57

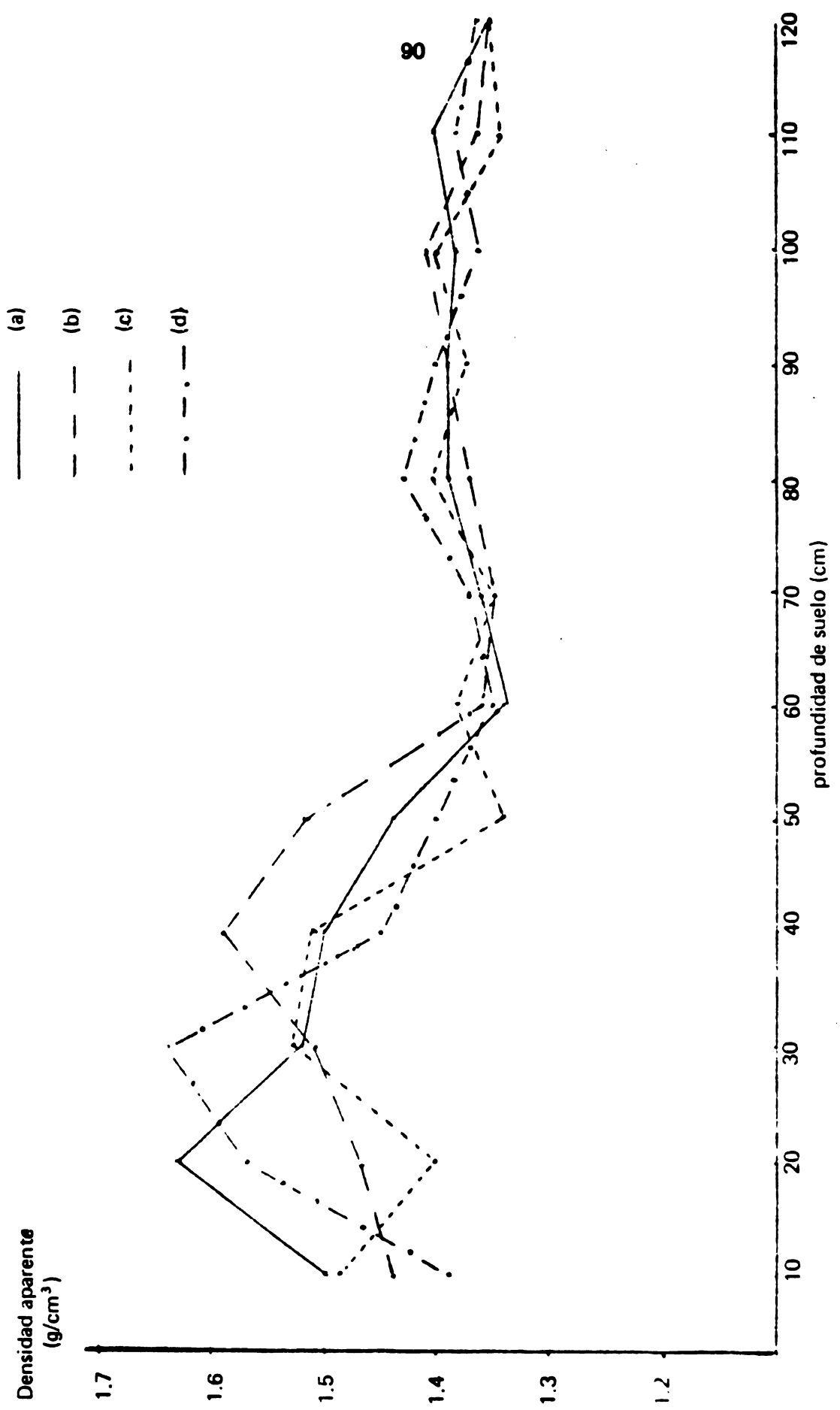


Figura 1. Variación de la densidad aparente por diferentes métodos de labranza del suelo. CORGEPAI 1984

- Al disminuir la compactación del suelo en cero labranza, a la profundidad de 0 - 20 cm se favoreció la infiltración siendo mayor. En los tratamientos (a), (b) y (c) la infiltración es relativamente igual entre 0 - 20 cm de profundidad como se puede observar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Medidas de infiltración acumulada (cm). Ensayo métodos de labranza en cultivo de trigo. CORGPAI 1984

Minutos	Tratamientos			
	a	b	c	d
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.3	0.3	0.3	0.4
3	0.5	0.4	0.6	0.6
5	0.6	0.6	0.7	0.7
10	0.8	0.7	0.8	0.8
20	0.9	0.9	0.9	1.1
30	1.0	1.0	1.1	1.3
45	1.1	1.2	1.2	1.4
60	1.3	1.4	1.4	1.6
90	1.4	1.5	1.6	1.8
120	1.6	1.7	1.7	2.0
180	1.9	1.9	2.0	2.2
240	2.1	2.2	2.3	2.4

El Cuadro 6 (página 92), muestra un mayor porcentaje de porosidad total en el tratamiento (d) (labranza cero), entre 0 - 10 cm de profundidad, siguiendo el tratamiento (b); los tratamientos (a) y (c) muestran menor porcentaje de porosidad a dicha profundidad. A mayores profundidades el porcentaje de porosidad total es similar para todos los tratamientos.

Por todas las ventajas proporcionadas anteriormente, tanto en las propiedades físicas del suelo como en las observaciones durante el desarrollo del trigo, era de esperar una respuesta positiva en rendimiento.

El análisis estadístico muestra una respuesta altamente significativa en los rendimientos cuando el suelo fue preparado con subsolador; siendo mayor el rendimiento con la siembra en el tratamiento (a) (mínimo laboreo), con relación a la labranza cero (tratamiento d). (Cuadros 7 - página 93 y 8 - página 94).

Cuadro 6. Medidas de porosidad total en porcentaje (α/o). Ensayo métodos de labranza en cultivo de trigo. CORGPAI 1984

Profundidad de suelo (cm)	Tratamientos			
	a	b	c	d
0 - 10	44	47	44	48
10 - 20	39	45	48	41
20 - 30	43	43	43	38
30 - 40	44	40	44	45
40 - 50	46	43	50	47
50 - 60	50	49	49	49
60 - 70	49	49	49	48
70 - 80	48	49	48	46
80 - 90	48	48	49	48
90 - 100	48	47	48	49
100 - 110	47	49	50	48
110 - 120	49	49	50	49

Cuadro 7. Producciones de grano de trigo (ton/ha). Diseño de parcela sub - subdividida organizadas por tratamientos y por bloque

Rastrojo	Tratamientos		Bloques		Totales	Medios		
	Variedad	Método	I	II				
Algodón	Cupesí	a	2.180	2.307	4.487	2.244		
		b	1.824	2.291	4.115	2.058		
		c	1.851	1.655	3.506	1.753		
		d	1.656	1.966	3.622	1.811		
				7.511	8.219	15.730	1.967	
		Comomocí	a	1.943	1.778	3.721	1.861	
			b	2.036	1.830	3.866	1.933	
			c	1.829	1.751	3.580	1.790	
	d		1.646	1.376	3.022	1.511		
			7.454	6.735	14.189	1.774		
			14.965	14.954	29.919			
	Soja		Cupesí	a	1.564	2.156	3.720	1.860
				b	1.467	1.797	3.264	1.632
		c		1.686	1.979	3.665	1.833	
		d		1.023	1.483	2.516	1.258	
				5.740	7.425	13.165	1.646	
Comomocí		a	1.961	1.872	3.833	1.917		
		b	1.343	1.922	3.265	1.633		
		c	1.936	1.957	3.893	1.947		
		d	1.500	1.396	2.896	1.448		
				6.740	7.147	13.887	1.736	
		12.480	14.572	27.052				
TOTAL BLOQUE			27.445	29.526				

Cuadro 8. Análisis de varianza. Ensayo métodos de labranza en cultivo de trigo. CORGEPAL 1984

Fuente de variación		G. L.	S. C.	C. M.	F. observado	F. requerido	
						5 α /o	1 α /o
R x V x M	(sub - subparcelas)	31	2.70				
R x V	(subparcelas)	7	1.00				
R	(parcelas grandes)	3	0.60				
	Bloques	1	0.23	0.23			
	Rastrojo	1	0.29	0.29	3.625	161.000	4.052
	Error (a)	1	0.08	0.08			
	Variedad	1	0.09	0.09	1.000	18.51	98.49
	R x V	1	0.14	0.14	1.555	18.51	98.49
	Error R V (b)	2	0.17	0.09			
	Métodos	3	1.00	0.33	8.684**	3.49	5.95
	R x M	3	0.17	0.66	1.578	3.49	5.95
	V x M	3	0.01	0.003	0.078	3.49	5.95
	R x V x M	3	0.17	0.057	1.500	3.49	5.95
	Error R V M (c)	12	0.45	0.038			

** Altamente significativo

C. V. (a) = 15.7 α /o

C. V. (b) = 16.7 α /o

C. V. (c) = 10.8 α /o

OMS 5 α /o = 0.425

Comparaciones entre tratamientos:

	2	3	4
O = R x DMS =	0.425	0.446	0.459
1.970	—		
1.830	0.140	—	
1.814	0.156	0.016	—
1.500	0.470	0.330	0.314

— Rendimiento en toneladas por hectárea por tratamiento:

- a) 1.970 a
- b) 1.830 ab
- c) 1.814 ab
- d) 1.500 b

Los valores nominados para la misma letra no tienen significancia al cinco por ciento de probabilidad (prueba Duncan).

Los resultados en rendimiento fueron:

Un marcado efecto de la siembra de trigo sobre mínimo laboreo y convencional con incrementos en rendimiento de 24, 18 y 17 por ciento con relación al tratamiento (d) (labranza cero).

Esto induce a pensar que tuvieron mayor oportunidad (tratamientos (a), (b) y (c)) de tomar los nutrimentos presentes en el suelo, favorecidos por el mejor enraizamiento y mejor humedad disponible, aspecto que no se presenta con la siembra en labranza cero.

Conclusión

Las conclusiones a las que se llegó con el ensayo de métodos de labranza son las siguientes:

- Según los resultados del ensayo, no hubo significancia en rendimiento de trigo, utilizando los rastrojos de algodón y soja y en tres variedades.
- Los rendimientos obtenidos con los métodos de labranza fueron altamente significativos.
- La siembra de trigo en mínimo laboreo, después de haber quebrado la capa compactada por medio de la subsoladora hasta una profundidad no menor de 45 cm proporciona un efecto más positivo en la emergencia, buena penetración de agua y altos rendimientos.
- Con el uso del subsolador se favorece la formación de poros y se obtiene mejor distribución de las raíces. Asimismo, se disminuye la compactación del suelo, favoreciéndose una mayor infiltración del agua de riego.
- La preparación de una superficie de siembra con labranza cero, promete una mejor relación suelo - semilla y aumenta notablemente el porcentaje de germinación y emergencia.

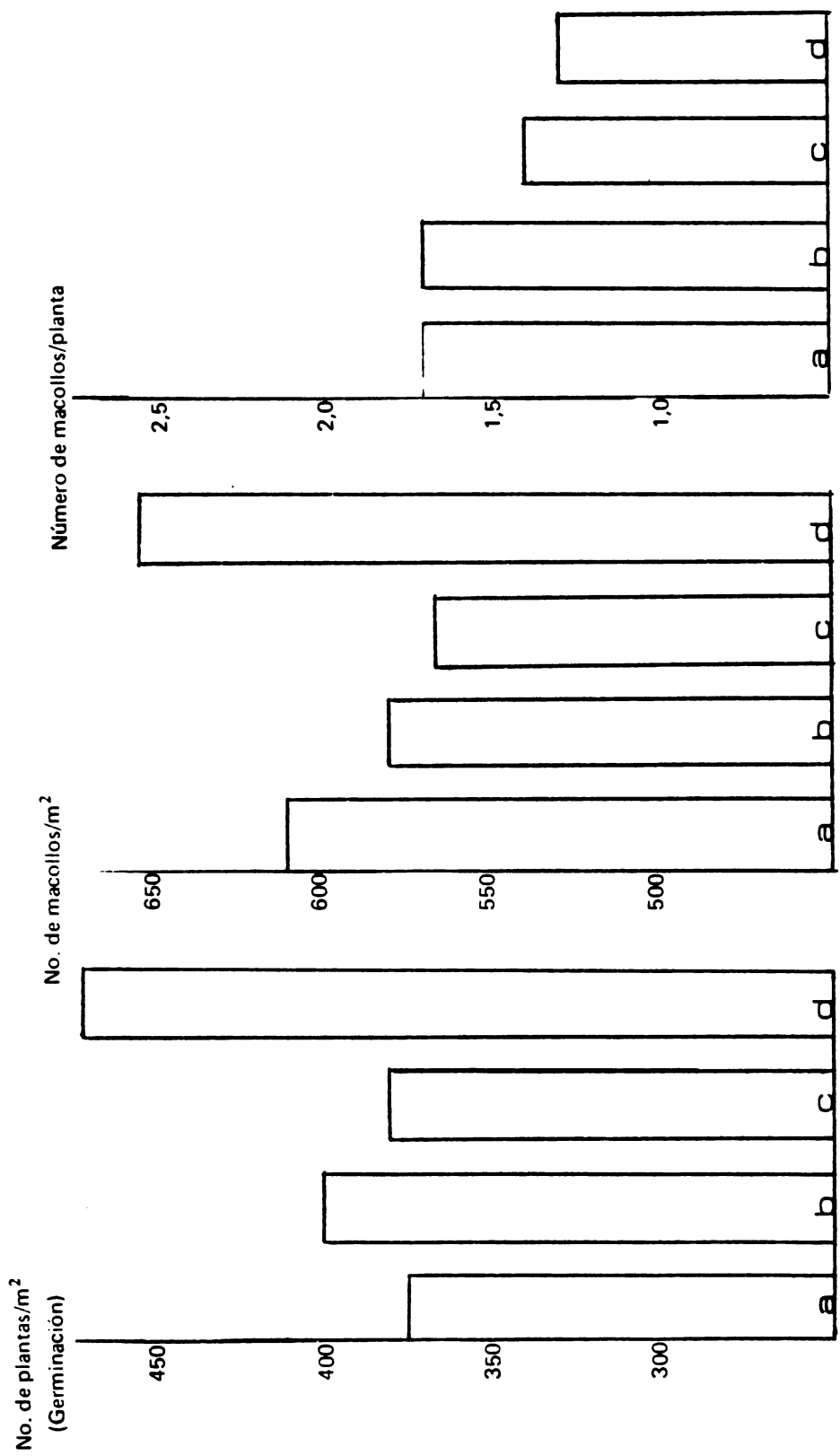


Figura 2. Efecto del método de labranza en cultivo de trigo sobre el número de plantas en germinación, número de macollos y número de macollos por planta

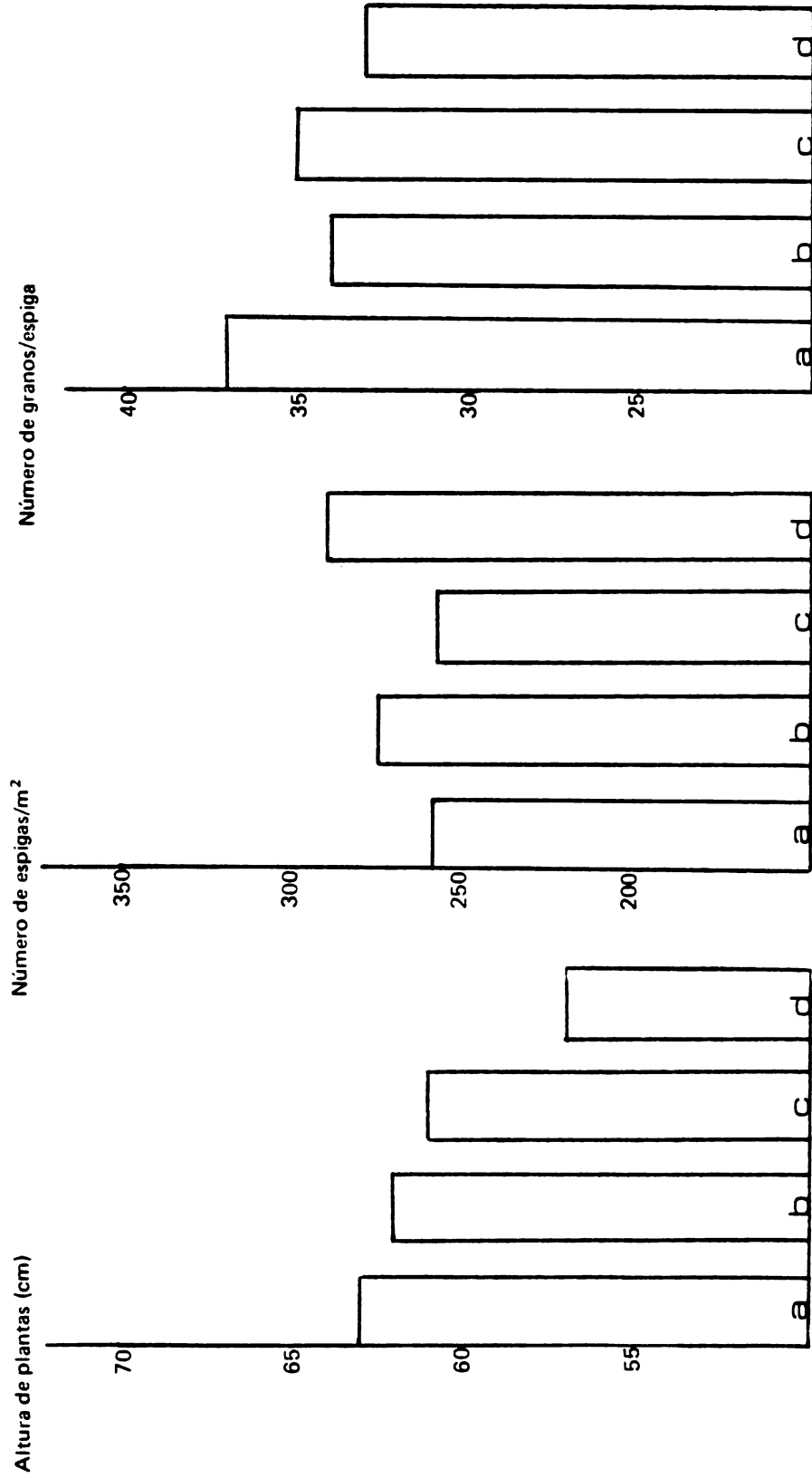


Figura 3. Efecto del método de labranza en cultivo de trigo sobre la altura de plantas, número de espigas y número de granos por espiga

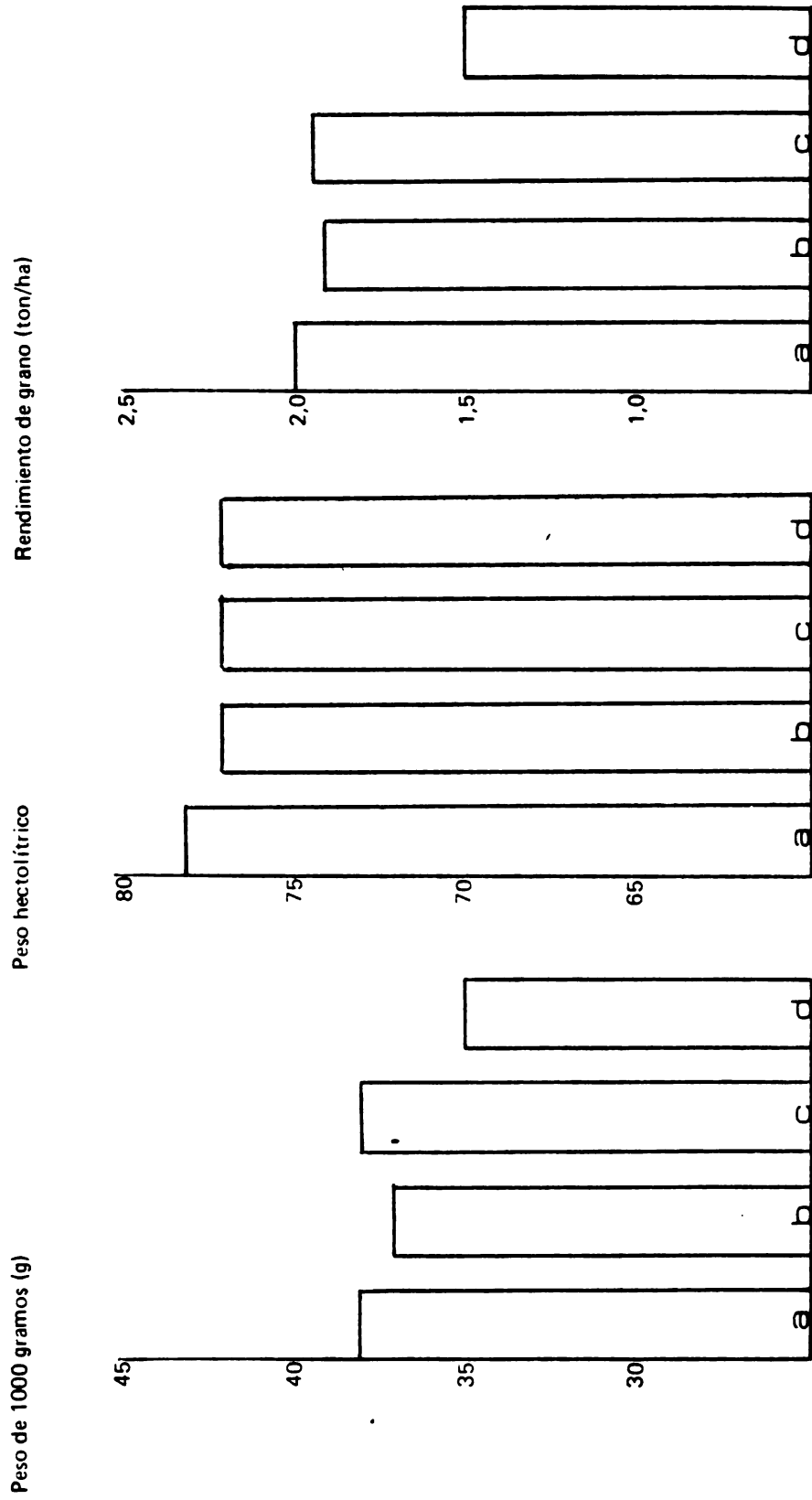


Figura 4. Efecto del método de labranza en cultivo de trigo sobre el peso de 1000 gramos, peso hectolítrico y rendimiento

SISTEMA CONSERVACIONISTA DE PREPARO DO SOLO NO BRASIL

por José Eloir Denardin e Rainoldo Alberto Kochhann *

Introdução

A necessidade de restringir a vegetação indesejada em áreas cultivadas deu origem ao preparo do solo que tornou - se aceito como indispensável para obter produções com sucesso. O desenvolvimento de tecnologia agrícola, entretanto, ocasionou mudanças nas idéias sobre a necessidade de preparo intenso do solo. Este desenvolvimento, junto com pressões econômicas para reduzir os custos de produção trouxe à tona um exame crítico das funções do preparo do solo que eram aceitas como essenciais.

A finalidade de qualquer método de preparo do solo é o aumento de produção e a redução dos custos. É imperioso que se parta da premissa de que só é válido um preparo do solo, se este se refletir em uma vantagem econômica, tanto do ponto de vista de produtividade como de conservação do solo. É portanto, lógica a tendência atual da substituição de métodos de preparo onerosos e não eficientes na conservação do solo por outros de custos mais reduzidos e que, ao mesmo tempo, propiciem elevados rendimentos e maiores índices de conservação do solo.

Com esses objetivos, os métodos de preparo do solo evoluíram desde o sistema convencional, composto por uma aração seguida de duas gradagens, até o sistema de plantio direto. Nesta evolução, por deficiência em alguns fatores técnicos, o plantio direto não se expandiu em detrimento de métodos intermediários, como preparos generalizadamente realizados com grades de discos.

O uso de grades de discos, entretanto, tem atingido apenas parte dos objetivos propostos. É mais econômico e mais prático do que o sistema convencional porém, quanto a conservação do solo tem sido o método de preparo condicionador das maiores perdas de água e solo por erosão, conseqüentemente, pondo em risco a produtividade das culturas a médio e longo prazo.

Devido a estas características de economicidade e praticidade o uso de grades de discos, para o preparo do solo, tornou - se o método mais amplamente difundido e usado na agricultura anual brasileira. E, de forma preocupante, observa - se também ser este o método que aceleradamente está desbravando a fronteira agrícola nas regiões Central, Norte e Nordeste do Brasil.

O uso excessivo de grades de discos como método de preparo do solo, operando continuamente na mesma profundidade em condições inadequadas de umidade, provoca a desestruturação da camada arável transformando - a em duas fases: a superficial pulverizada, totalmente exposta a ação dos agentes erosivos, e a subsuperficial adensada, impedindo a infiltração da água das chuvas e favorecendo o escoamento superficial.

* *Pesquisadores da área de uso, manejo e conservação do solo, do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, em Passo Fundo, RS, Brasil*

A desestruturação do solo é ainda mais acentuada em áreas desprovidas de cobertura vegetal, seja pela queima dos restos culturais ou seja pela ausência de cultura no período de inverno. Estas transformações associadas ao aproveitamento de áreas inaptas para culturas anuais e ao uso exclusivo de sistemas de terraços e plantio em contorno, como práticas isoladas de conservação do solo, constituem - se nos principais fatores condicionantes do atual processo de degradação e erosão dos solos destinados a culturas anuais no Brasil.

Métodos de preparo do solo, compatíveis com as características de clima, solo e culturas, são imprescindíveis para interromper esta progressiva degradação do solo e para recuperá - lo, mantendo - o produtivo e, conseqüentemente, integrado economicamente no sistema agrícola nacional.

Preparo conservacionista - conceituação

No Brasil, de forma similar ao que ocorre em muitos países, há confusões sobre o significado do termo "preparo conservacionista". Na grande maioria dos artigos publicados no Brasil, sobre preparo e manejo do solo, observa - se que os termos "preparo mínimo", "preparo reduzido", "preparo conservacionista" e, até mesmo em alguns casos, o próprio "plantio direto", são considerados sinônimos. Conseqüentemente, qualquer um destes termos, sem uma definição precisa em detalhes, pode ser considerado como forma de preparo conservacionista. No entanto, o termo "preparo mínimo" talvez tenha sido o responsável por esta confusão, uma vez que por definição, preparo mínimo implica na mobilização suficiente e necessária do solo para o estabelecimento e desenvolvimento das culturas sem fazer menção à conservação do solo e da água.

Neste caso o uso de grades de discos, por mobilizar apenas os primeiros centímetros da camada arável, pode se enquadrar nesta definição e ser considerado um método de preparo mínimo. Porém, o uso intenso destes implementos, pela desestruturação que provocam no solo, pulverizando - o, compactando - o e incrementando o processo erosivo, não promove um preparo conservacionista. Desta forma, na definição de preparo conservacionista é imprescindível que se atente para o aspecto de conservação do solo e da água. Se estes aspectos forem considerados, grande parte das confusões podem ser eliminadas.

Preparo conservacionista é qualquer sistema de preparo com habilidade de reduzir as perdas de água e solo por erosão em relação ao sistema convencional. Normalmente são formas de preparo que não invertem a camada arável mantendo quantidades consideráveis de resíduos culturais na superfície do solo. Por outro lado, o sistema convencional consiste na combinação de preparos primário e secundário efetuados com arado de discos e grade de discos, respectivamente.

Preparo conservacionista pode ter uma gama de definições, mas é indispensável a redução de perdas de água e solo por erosão em relação ao sistema convencional. Assim, o emprego exclusivo de grades de discos no preparo do solo não pode ser chamado de preparo conservacionista, preparo mínimo ou preparo reduzido. Este sistema reduz apenas a profundidade do preparo, mas não reduz a intensidade do preparo. O uso exclusivo de grades para o preparo do solo, embora mais eficaz do que o convencional no controle da erosão nos primeiros anos de sua adoção, a partir do terceiro ano, pode passar a apresentar uma taxa de perdas de solo quatro vezes maior do que o convencional. Pode - se até sugerir que preparo conservacionista seja definido como um termo "guarda -

chuva" e que toda a prática de preparo do solo que conserve o solo e a água seja listado sob este termo.

A efetividade de qualquer método de preparo do solo, no controle da erosão, depende estritamente da quantidade de restos culturais deixados na superfície do solo e da rugosidade e macroporosidade proporcionada na camada arável ou ainda da combinação destas condições.

Implementos de dentes (escarificadores), para o preparo primário e secundário do solo, são mais eficazes na promoção destas condições do que os implementos de discos (arados e grades).

O sistema de plantio direto, embora não promova rugosidade no terreno, mantém, praticamente, a totalidade dos resíduos culturais na superfície do solo, sendo desta forma, o método mais perfeito de preparo conservacionista. O tempo de permanência de uma área sob o sistema de plantio direto incrementa sua eficácia de controle a erosão. Quanto maior este tempo, maior se torna a resistência do solo ao processo erosivo. Isto, é devido a melhorias da estrutura do solo com formação de macroagregados de alta estabilidade. Solos com estas características apresentam elevada taxa de infiltração de água e conseqüentemente menores perdas de água e solo por escoamento superficial.

O uso de escarificadores para o preparo do solo, além de proporcionar superfícies rugosas, mantém normalmente, uma cobertura vegetal ao redor de 75 por cento. Já arados de discos ou grades aradoras de discos não proporcionam coberturas superiores a 35 por cento. Estes efeitos no solo refletem - se diretamente sobre um maior ou menor controle da erosão.

Comparando - se o próprio preparo convencional em áreas com e sem restos culturais, observa - se que a simples presença da palha pode reduzir as perdas de solo por erosão na ordem de 70 por cento. Assim, se o sistema de preparo convencional sem presença de restos culturais for tomado como padrão comparativo na definição de preparo conservacionista, este mesmo sistema com incorporação de restos culturais pode ser considerado como um método de preparo conservacionista.

Sistema de plantio direto

Entre os métodos de preparo conservacionista em adoção no Sul do Brasil, o plantio direto, embora seja o sistema de maiores necessidades iniciais de investimento, é o que melhor tem se adaptado para o estabelecimento das culturas anuais. Sob este sistema tem se estabelecido com sucesso, nesta região, culturas como soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorgum sp.*), girassol (*Helianthus annuus*), tremoço (*Lupinus spp.*), ervilhaca (*Vicia spp.*), cereais de inverno e até mesmo linho (*Linum usitatissimum*) e colza (*Brassica spp.*) que devido ao tamanho minúsculo de suas sementes, em sistema convencional requerem excessivo preparo do solo.

O sistema de plantio direto, introduzido no Brasil no início da década de setenta vem recebendo continuamente maiores interesses por todos os segmentos do setor agrícola. Na medida que os problemas técnicos vão sendo superados, a área sob este sistema vai se expandindo.

Os fatores técnicos que mais tem recebido atenção e influenciado no processo de adoção são: semeadoras, controle de plantas daninhas, cobertura vegetal do solo e adequação físico-química do solo para a implantação do sistema.

Levantamentos tem mostrado que o Brasil é um dos países que mais tem avançado na utilização do plantio direto. No ano agrícola de 1973/74 a área cultivada sob plantio direto era de apenas 1.000 ha e no ano de 1983/84, dez anos mais tarde, esta área atingiu 400.000 ha. Estimativas, ainda não confirmadas, afirmam que no ano agrícola de 1984/85 a área cultivada sob este sistema atingiu 1.000.000 ha.

Na região de Campos Gerais do estado do Paraná, concentra-se a maior área sob plantio direto do Brasil. Nesta região, sob este sistema, a produtividade da soja se situa entre 2.200 a 3.300 kg/ha em contraste com 1.500 kg/ha da média brasileira. Para a cultura do trigo a diferença também é expressiva variando de 1.800 a 3.000 kg/ha comparados com 700 kg/ha da média do país. No milho os rendimentos são de irrisórios 2.000 kg/ha como média brasileira para rendimentos que vão de 6.000 a 10.000 kg/ha. Embora estes números pareçam animadores, resultados à nível de experimentação são bastante variados havendo inclusive casos de produtividades menores sob plantio direto em comparação a outros sistemas. É possível que estes insucessos estejam relacionados a uma inadequada implantação e condução do sistema.

A eficácia do sistema de plantio direto em controlar a erosão hídrica tem se apresentado de forma similar às produtividades, com valores bastante variados. Os índices de controle, em relação ao sistema convencional, obtidos no Brasil, chegam a superar 90 por cento em algumas situações não havendo, no entanto, registros inferiores a 60 por cento. A maior ou menor eficácia parece estar na dependência da massa vegetativa deixada pelas culturas e pelo grau de mobilização do solo proporcionado pelo sistema rompedor do solo que equipa as semeadoras.

Escarificações

Escarificadores como implementos de preparo primário do solo surgiram no Brasil nos primeiros anos da década de setenta. Os modelos idealizados naquela época caracterizavam-se por apresentar hastes verticais equipadas com ponteiros tipo "pé - de - pato" que dificultavam operações a profundidades superiores a 15 cm.

Esses implementos, dado a sua característica de uso superficial apresentavam maior rendimento operacional (ha/h) e menor consumo de combustível (l/h) do que os arados de discos, passando a serem largamente utilizados no preparo primário do solo. A substituição do arado de discos pelo escarificador "pé - de - pato" atingiu inclusive as práticas de incorporação de corretivos químicos, como o calcário, acarretando prejuízos na uniformidade de distribuição no perfil da camada arável (0 - 20 cm). Concentrações de nutrientes nos primeiros 10 cm da camada arável passaram a ser observadas, aumentando os riscos de serem perdidos pelo processo erosivo ou mesmo, condicionando o estabelecimento da doença mal - do - pé (*Gaeumannomyces graminis*) na cultura do trigo pela elevação excessiva do pH na camada superficial do solo.

Escarificadores equipados com hastes flexíveis e semi - flexíveis, com ponteiros retas, de largura ao redor de 6 cm, também foram introduzidos, porém por dificuldades de penetração nos solos adensados e por serem, de um modo geral, mais exigentes em potência para tração do que os de hastes rígidas, não tiveram aceitação.

O uso destes implementos no preparo primário do solo seguido de preparos secundários com grades de discos, não resultou em benefícios para a estruturação do solo. A diferenciação da camada arável, superficialmente pulverizada e subsuperficialmente adensada, pode até ter sido acentuada.

No final da década de setenta, trabalhos de pesquisa demonstraram a necessidade de um redimensionamento de escarificadores para operarem a maiores profundidades objetivando o rompimento das camadas adensadas oriundas da intensa motomecanização superficial do solo.

A partir dos anos oitenta, surgiram novos modelos de escarificadores com as seguintes características básicas: hastes rígidas com pequeno ângulo de inclinação em relação a superfície do solo ($< 25^\circ$); ponteiros retas, reversíveis e de largura inferior a 8 cm; chassis com duas barras porta ferramentas; espaçamento entre hastes variável sendo em média inferior a 30 cm; e roda reguladora de profundidade de 15 a 30 cm. Esses modelos tiveram uma intensa difusão por parte da pesquisa e extensão da região Sul, como implementos eficazes para o rompimento da camada compactada dos solos, sendo muito bem aceitos pelos produtores. Estatísticas de comercialização indicam uma acentuada ascensão nos últimos cinco anos.

A pesquisa, buscando alternativas de uso para esses escarificadores, além de descompactadores do solo. Embora operando a profundidades maiores do que as convencionais, quando seguidas por grades de discos, no preparo secundário, não têm propiciado melhorias na estrutura do solo, avaliadas em termos de porosidade e densidade do solo. Quanto a rendimentos de grãos de soja e trigo, tanto no estado do Rio Grande do Sul como nos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, não se têm encontrado diferenças estatísticas, quando comparado ao sistema convencional e ao uso exclusivo de grades de discos. No entanto, em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, o uso de escarificador equipado com sistema para preparo primário e secundário simultâneos, têm mostrado tendências para maiores rendimentos.

Desse trabalho, desenvolvido no Rio Grande do Sul, é possível concluir que a substituição da aração mais gradagens ou do uso exclusivo de gradagens por uma única escarificação que conjugue os preparos primários e secundário simultaneamente, é factível e economicamente viável, principalmente para os cereais de inverno. Para a cultura da soja, o sucesso desta substituição está na dependência de alguns fatores essenciais. Dentre estes fatores destacam - se: adaptação de sementeiras, para operarem eficientemente em superfícies rugosas e com presença de restos culturais, além do abandono do uso tradicional de herbicidas pré - emergentes incorporados.

Estas mudanças, para esta cultura, além de proporcionarem consideráveis investimentos e aumentos do custo de produção, sem um retorno de maiores rendimentos a curto prazo, implicam também em alterações de hábitos dos produtores as quais ocorrem lenta e progressivamente. Para os cereais de inverno esta substituição de preparos é facilitada por dois aspectos: o primeiro é que as sementes dos cereais de inverno germinam com grande facilidade independentemente do perfeito contato com o solo, devido as boas condições de umidade proporcionada pelas chuvas freqüentes

na época de implantação. Assim, adaptações de semeadoras não são essencialmente necessárias; o segundo é que o controle de plantas daninhas, nos cereais cultivados no inverno, é realizado normalmente com herbicidas pós - emergentes, independentemente do método de preparo do solo.

Com base nesta possibilidade de se adotar um método de preparo conservacionista através do uso de uma única escarificação que conjugue os preparos primário e secundário simultaneamente, trabalhos de pesquisas estão em desenvolvimento no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, em Passo Fundo, RS, para adaptar equipamento destorroador e nivelador para esta grande disponibilidade de escarificadores existente no sul do Brasil. Neste sentido a adaptação de rolos tem alcançado resultados satisfatórios promovendo superfícies rugosas e com presença de restos culturais mas, possibilitando, contudo, uma operacionalização perfeita das semeadoras equipadas com sistemas de discos para a deposição de sementes.

Conclusão

Individualmente um método de preparo conservacionista não pode ser avaliado única e exclusivamente do ponto de vista da conservação do solo e da água. Sua eficácia está também relacionada com o condicionamento do solo para o estabelecimento das culturas, com o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, com a necessidade e forma de aplicação de corretivos e fertilizantes, com a demanda de trabalho e energia e finalmente com o custo de produção e produtividade das culturas.

Para as condições sulbrasileiras, a possibilidade de se empregar sistemas de preparo conservacionista, dentro de uma agricultura econômica e produtiva, já é uma realidade. O uso de escarificadores, como método de preparo do solo, é facilitado para o estabelecimento de cereais de inverno nesta região, basicamente pela desnecessidade dos produtores sofrerem mudanças acentuadas nos hábitos de manejo do solo e pelos pequenos investimentos requeridos na adaptação de equipamentos. Contudo, para as culturas de verão, como a soja, milho e sorgo, principalmente pela necessidade de uma perfeita deposição das sementes em estreito contato com o solo exigindo adaptações relativamente complexas nas semeadoras, pelo alto custo dos produtos herbicidas alternativos e pelas expressivas mudanças que promove nos costumes dos produtores, a adoção deste método de preparo dar - se - á lenta e progressivamente de forma similar ao sistema de plantio direto.

O sistema de plantio direto, embora ainda com limitações para adoção em pequenas propriedades, basicamente pela indisponibilidade de semeadoras com dimensões para este tipo de área, vem alcançando resultados expressivos para uma gama de culturas anuais e experimentando incrementos na área cultivada a cada ano agrícola colocando o Brasil entre os países em que ocorre a maior expansão deste sistema.

LABRANZA CERO EN LAS TERRAZAS MARINAS DE LA VI REGION Y COMUNA DE SANTO DOMINGO, EN CHILE

por Elías Letelier A. *

Introducción

Este trabajo resume las experiencias de labranza cero efectuadas en la Subestación Experimental de Hidango, ubicada en las terrazas marinas del secano costero de la VI Región. Las conclusiones de estas experiencias podrían extenderse, con bastante seguridad, a las terrazas marinas ubicadas más al sur, posiblemente hasta el río Maule.

Ubicación geográfica

Las terrazas marinas forman parte del secano costero ubicado entre los paralelos 3,5° y 35,0° y que se extiende entre el litoral y aproximadamente 25 km hacia el interior (Figura 1 - página 106). La extensión de las terrazas marinas ubicadas en la VI Región y comuna de Santo Domingo es de unas 116.000 ha.

Clima

El clima del secano costero es mediterráneo marino (6.274 y 6.275 según Papadakis). Las heladas son escasas (Invierno "Ci") y el verano es suficientemente cálido para el maíz (Verano "M").

El régimen hídrico es marcadamente mediterráneo (Figura 2 - página 107). En el extremo norte el promedio de lluvia anual es de 500 mm y en el extremo sur, de unos 1.200 mm. El promedio de 10 años en Hidango es de 903 mm con un mínimo de 581 mm y un máximo de 1.435 mm.

Fisiografía

La fisiografía es de terrazas de topografía ondulada situadas a diversas alturas y disectadas por quebradas de taludes más o menos abruptos. En las planicies de las terrazas, las pendientes

* *Ing. Agr., Investigador de la Estación Experimental de La Platina, INIA, Santiago, Chile*

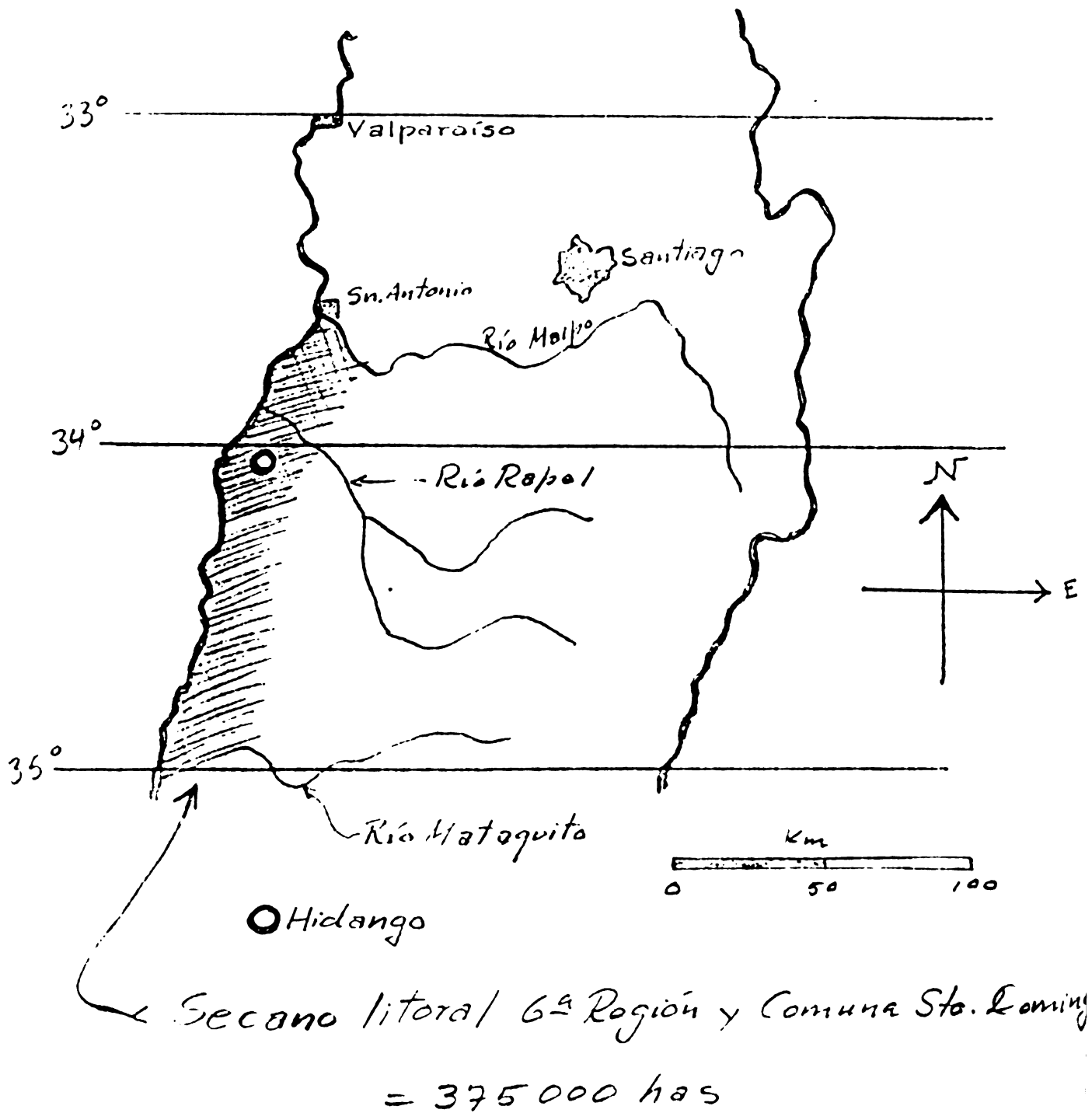


Figura 1. Terrazas marinas – 116.000 ha

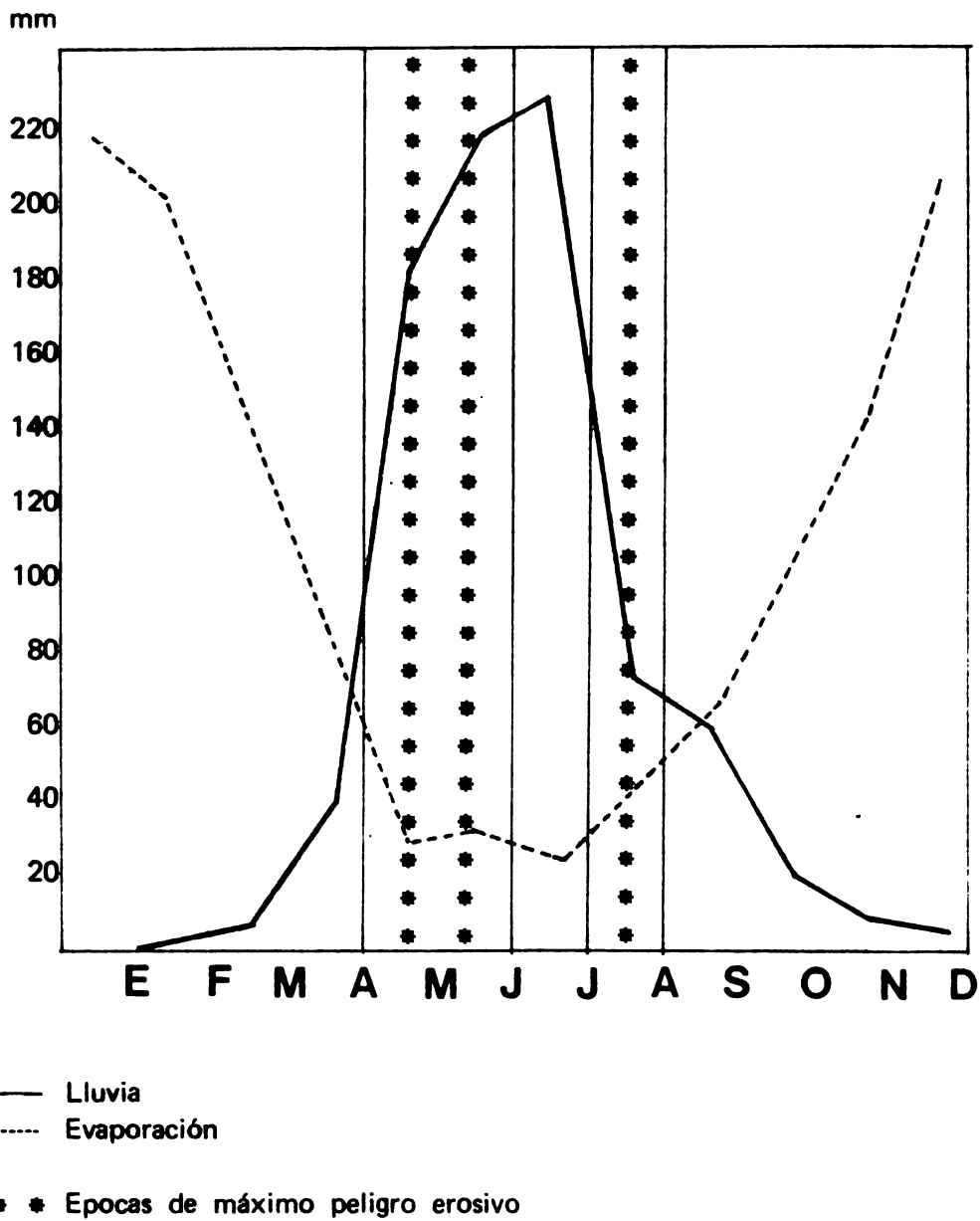


Figura 2. Climograma de Hidango

son del orden del uno al cinco por ciento, siendo del cinco al 10 por ciento más, en los taludes de las quebradas.

Suelos

En general, son suelos profundos que descansan sobre areniscas compactadas. Dominan las texturas arcillosas, aunque el grado de arcillosidad es variable (Figura 3 - página 109). No se nota un horizonte aluvial claramente definido; el porcentaje de arcilla aumenta en profundidad hasta 1 m a 1,40 m de profundidad, a la cual empieza aparecer la arenisca.

No obstante su alto tenor en arcilla, son bastante permeables y rara vez presentan empozamientos duraderos durante la época de lluvias, lo que puede atribuirse a la capacidad de agrietamiento que tienen estos suelos.

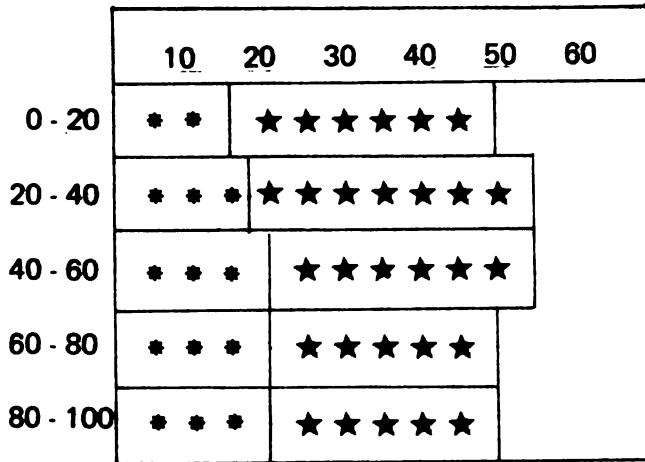
En la capa superficial, el tenor de materia orgánica es de 1,5 a dos por ciento y el pH es de 6 a 6,5.

Por sus condiciones topográficas y su permeabilidad, estos suelos son algo más resistentes a la erosión que otros del secano chileno (graníticos, rojos). Según un estudio efectuado en 1965 por IREN y el Dpto. de Conservación de Suelos y Aguas (IREN, Ministerio de Agricultura, 1965) en el secano de la provincia de Colchagua (Actual VI Región), el 52,9 por ciento del área presentaba erosión en algunos de sus niveles. Esta área comprende otros tipos de suelo, además de terrazas marinas, especialmente graníticas, que son erosionables, de modo que la superficie erosionada en las terrazas marinas debe ser del orden del 30 por ciento. La erosión es importante, especialmente en los bordes de quebradas y en las propiedades de pequeños agricultores. El Cuadro 1 resume la capacidad de uso de estos suelos, según un informe especializado (Mella y otros, 1977).

Cuadro 1. Resumen capacidad de uso terrazas marinas. VI Región y Comuna Santo Domingo

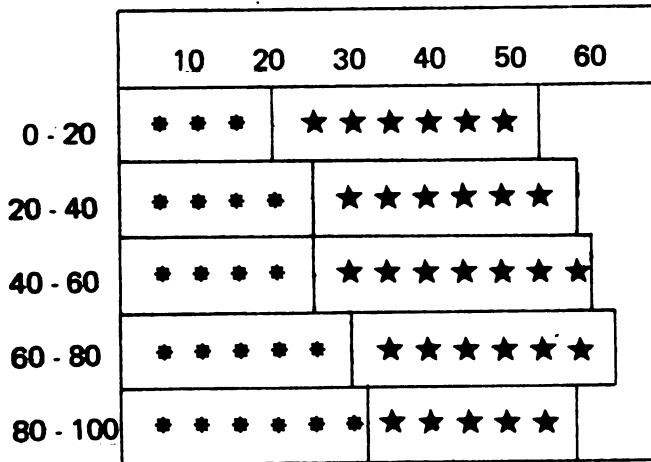
Cap. uso	Hectáreas	Porcentaje
III	5.429	4,7
IV	18.645	16,1
VI	28.983	25,0
VII	61.081	52,8
VIII	1.631	1,4
Total	115.769	100,0

Fuente: A. Mella y otros



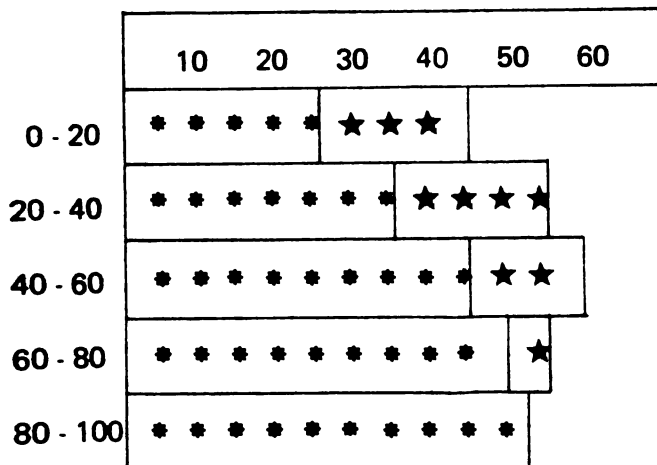
LA MANGA

C. C. en el perfil: 202 mm
 Cap. agua aprov.: 87 mm



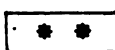
RISCO

C. C. en el perfil: 261 mm
 Cap. agua aprov.: 109 mm



SECTOR 1

C. C. en el perfil: 418 mm
 Cap. agua aprov.: 166 mm



Microporosidad



Macroporosidad

Figura 3 Porosidad en tres suelos de terrazas marinas

Uso de la tierra

La tierra productiva se utiliza especialmente en cultivos de cereales y leguminosas de grano y ganadería extensiva, principalmente ovinos. Los cultivos anuales ocupan el 10 por ciento de la superficie productiva, de la cual el trigo representa los dos tercios (Chacón, 1981). Los cultivos anuales rotan con las praderas, generalmente naturalizadas.

Para cultivar el trigo se efectúa un barbecho, el que se inicia a fines de invierno (agosto - setiembre) con una rotura con arado. El terreno permanece en barbecho hasta el momento de la siembra la que se efectúa en mayo o junio. Este barbecho es el principal causante de la erosión hídrica, pues deja el terreno desprotegido en épocas de alta pluviometría (Figura 2). Esta desprotección se extiende a los meses de mayo y junio en los que el trigo, recién sembrado, no alcanza a cubrir el suelo; estos meses son los de más altas precipitaciones.

El peligro de erosión es especialmente grave en los predios de pequeños agricultores (de menos de 50 ha) que ocupan el 11,5 por ciento de la superficie productiva. En estas propiedades, el uso de la tierra es más intensivo ocupando los cultivos anuales el 39 por ciento de la superficie productiva (Chacón, 1981). Además, estas pequeñas propiedades están situadas en gran parte sobre terrenos abruptos (Clases VI y VII), lo que agrava el problema.

El rendimiento medio del trigo es de 20 qq/ha. Los experimentos en Hidango ha demostrado que usando dosis adecuadas de fertilizantes y herbicidas apropiados, es fácil duplicar esta producción.

Ventajas de la labranza cero para la zona

La experiencia indica que las prácticas tradicionales para control de erosión (terrazas, franjas), son difíciles de adoptar en zonas con topografía demasiado abrupta. La labranza cero presenta una alternativa muy atrayente para estas condiciones ya que no requiere de estructuras especiales.

Otra ventaja adicional de la labranza cero, en zonas de grandes lluvias en épocas de siembra, lo constituye la facilidad para entrar a los potreros en cualquier momento. Con labranza tradicional frecuentemente es necesario atrasar la fecha de siembra por imposibilidad de penetrar al potrero con la maquinaria después de las lluvias; si se insiste en efectuar la siembra antes de que el suelo esté enjuto, se corre el riesgo de efectuar un trabajo defectuoso y de obtener una emergencia desuniforme. Todo esto redundará, por ciento, en mermas importantes de rendimiento. La labranza cero permitiría también intensificar el uso del suelo ya que se podría, por ejemplo, establecer una leguminosa de grano después del trigo, o viceversa. Con labranza convencional esto es problemático, pues cuando se cosecha el trigo el suelo está muy seco para ser barbechado y la preparación del barbecho en otoño es muy difícil, ya que no hay tiempo de hacerlo en los escasos lapsos de buen tiempo que quedan entre los períodos lluviosos.

Una ventaja universalmente reconocida se refiere al mayor contenido de humedad que la cero labranza permite mantener en el suelo. La protección que da el "mulch" orgánico disminuye el escurrimiento superficial durante la época de siembra y mientras el cultivo no alcanza a cubrir el suelo. En las condiciones del secano costero de la VI Región esta ventaja no existe para el trigo debido a que dicho cereal tiene que sembrarse en una época muy lluviosa. En cambio puede ser muy importante para las siembras de garbanzo que se realizan en barbecho de primavera.

Resultados obtenidos con labranza cero

En la Subestación Experimental de Hidango se ha efectuado numerosos ensayos de labranza cero en trigo desde el año 1981. Los herbicidas no selectivos pueden aplicarse en primavera (barbecho químico) o en el otoño, poco antes de la siembra, pero no en el verano en el que prácticamente desaparece toda la vegetación. Desde el punto de vista del control de las malezas, la aplicación en otoño parece más conveniente, ya que si la aplicación se hace en primavera es probable que algunas especies alcancen a depositar sus semillas antes o después de la aplicación del herbicida y, en efecto, esto se ha podido observar en algunos ensayos. Sin embargo, una visión de conjunto de los ensayos realizados muestra que los mejores rendimientos se han obtenido con el herbicida aplicado en primavera (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimientos obtenidos en ensayos de cero labranza en trigo en Hidango*

Año	Epoca aplic. herb. no selectivos		Rendimiento gg/ha	
	Primavera	Otoño		
1981	—	Paraquat	5	**
1981	—	Glifosato	13	**
1982	—	"	22	
1982	—	Paraquat	24	
1984	—	Glifosato	29	
1982	—	"	16	**
1982	—	"	30	
1984	—	"	30	
1984	—	"	31	
1982	—	Paraquat	32	
1984	—	Glif. + Paraq.	35	
1983	—	Paraquat	35	
1984	Glifosato	Glifosato	38	
1983	—	"	38	
1984	Glifosato	—	47	
1984	"	Paraquat	44	
1984	"	—	42	
1984	"	—	41	
1983	"	Glifosato	47	
1984	"	Paraquat	56	
1984	Paraquat	—	58	
1984	Glifosato	—	59	
1984	Paraquat	Paraquat	60	

* Con N, 120 - 150 kg/ha

** Fecha de siembra tardía

Un ensayo de épocas de aplicación de herbicidas no selectivos que se lleva a efecto en la actual temporada (1985/86) puede ayudar a interpretar los resultados anteriores. El ensayo se efectúa en un sitio con topografía irregular, por lo cual algunas parcelas se encuentran en condiciones más húmedas que otras. Las plantas de trigo emergieron bien y presentaron buen color y desarrollo cuando la aplicación se efectuó en primavera, no obstante la mayor cantidad de malezas presentes respecto a las aplicaciones de otoño (Cuadro 3). En estas últimas las malezas fueron bien controladas, pero la emergencia fue baja y las plantas surgidas se veían cloróticas y poco desarrolladas. El efecto deprimente tuvo mayor gravedad en las parcelas más húmedas. La aplicación de nitrógeno fue de 150 kilos por hectárea, lo cual hace poco probable que el efecto sea causado por una escasez del fertilizante.

Cuadro 3. Estimación del porcentaje de trigo emergido en el ensayo de épocas de aplicación de herbicidas. Hidango, 1985

Epoca de aplicación del herbicida no selectivo	Parcelas poco afectadas por exceso de humedad (o/o)	Parcelas muy afectadas por exceso de humedad (o/o)
Primavera 1984	85	62
Otoño 1985	83	3
Primavera 1984 y Otoño 1985	100	60

Una interpretación posible es que el barbecho químico iniciado en primavera permite una mejor descomposición de los residuos vegetales y la consiguiente eliminación de sustancias tóxicas inherentes al proceso, lo que sería importante en suelos húmedos o cuando el otoño es muy lluvioso. El hecho de que la época de siembra del trigo en la zona coincide con un período de gran pluviosidad, explicaría los rendimientos inferiores obtenidos con aplicaciones otoñales en suelos de situaciones bajas.

Es interesante indicar también que hasta el momento el Paraquat ha demostrado una eficiencia semejante a la de Glifosato, siendo el primero bastante más económico.

En cuanto a herbicidas de postemergencia del trigo, el mejor control ha sido mediante una combinación de aquellos destinados a malezas de hoja ancha y a gramíneas, pues éstas últimas son muy importantes en la zona (*Lolium* y *Poa* especialmente).

Equipo utilizado para la siembra

En los experimentos hechos en Hidango se ha efectuado la siembra de cero labranza con la regeneradora de praderas John Deere 1550. Esta máquina deposita la semilla dentro de pequeños surcos de 1,5 cm de ancho hechos por discos aserrados situados delante de los tubos que transportan las semillas.

Dichos discos son accionados por la toma de fuerza del tractor. Los surcos quedan con una profundidad de 2 a 4 cm según las condiciones en que esté el terreno. Esta máquina es arrastrada por un tractor de 90 Hp y siembra un ancho de 2,50 metros. La siembra se puede efectuar con el suelo seco o húmedo, pero no excesivamente húmedo.

La citada máquina funciona bastante bien en las terrazas marinas. Pero, al igual que otros equipos para labranza cero es cara y no está al alcance de los pequeños agricultores. Para enfrentar el problema de este tipo de agricultor, el personal profesional y técnico que trabaja en la Sub - Estación Experimental Hidango, ha desarrollado el sistema llamado "Cero Labranza Popular", que se describe a continuación:

En primer lugar, debe aplicarse un herbicida no selectivo; en esto el sistema es similar a los demás sistemas de cero labranza.

Cuando el herbicida ha hecho efecto se procede a rayar el terreno. Esto se puede hacer con diversos instrumentos: rastras de clavos, cultivadores, escarificadores livianos.

La distancia entre las rayas debe ser de 10 a 20 cm y la profundidad, de unos 2 a 3 cm. Debe quedar un poco de tierra flanqueando las rayas; esto se obtiene cuando el terreno está friable, es decir, con una humedad que no sea excesiva. Posteriormente se siembra y se aplica el fertilizante fosfatado (granulado) al voleo.

En seguida se pasa en sentido perpendicular a las rayas una rastra de ramas de espino con algún peso adicional encima. De este modo, la semilla y el fertilizante fosfatado caen dentro de los pequeños surcos o rayas y son tapados por la tierra suelta que ha quedado a ambos lados de dichos surcos. La siembra queda en líneas no obstante haberse desparramado la semilla al voleo y, lo que es más importante, el abono fosfatado queda localizado junto a la semilla. El abono nitrogenado puede aplicarse al voleo en el momento que se desee.

Con este sistema se han obtenido en Hidango, en la temporada 1985/86 rendimientos de 50 a 60 qq/ha.

Conclusiones

- La labranza cero constituye un método apropiado para prevenir la erosión en las terrazas marinas de la VI Región y en otras ecológicamente similares.
- Efectuada en buenas condiciones la labranza cero permite obtener rendimientos de trigo similares a los que se consiguen con labranza tradicional.
- La labranza cero debe ser complementada por herbicidas de postemergencia que controlen tanto malezas de hoja ancha como gramíneas.
- La "Cero Labranza Popular", constituye un sistema eficiente y económico de cero labranza.

Literatura citada

1. CHACON, A. Diagnóstico Agropecuario Técnico - Económico del Secano Costero Vi Región, año agrícola 1979 - 80. INIA, La Platina, 1981.
2. DUTHION, C. y MINGEAU, M. Les reactions des plantes aux exces d'eau el leur Consequences. Ann. Agrom. 27 (2). 221 - 246. 1976.
3. MELLA, A.; LARA, P. y NOGUEIRA, A. Estudio de suelos del secano costero VI Región. Chile. Proplan, 1977.
4. SCOTT - RUSSELL, R.; CANNELL, R. Q. y GOSS, M. J. Effects of direct drilling on soil condition and root growth. Centlook on Agriculture 8, 216 - 220, 1975.

TECNICAS CONSERVACIONISTAS EN PARAGUAY

por Héctor Cáceres y José Schwartzman *

Ubicación de la zona triguera en el Paraguay

En el Paraguay se alternan anualmente 900.000 hectáreas de soja con 120.000 hectáreas de trigo. El trigo es cultivado entre los meses de mayo y junio para ser cosechado entre octubre y noviembre, mientras que la siembra de la soja se inicia en noviembre y es cosechada entre abril y mayo. La enorme desigualdad en la proporción de ambos cultivos es debida a las características propias de cada uno de ellos en el país.

En general, el agricultor que produce soja dedica baja proporción de sus tierras cultivadas para el trigo, debido principalmente a la baja rentabilidad del cereal.

La zona de mayor producción de trigo - soja se extiende a lo largo de la costa del río Paraná, departamentos de Itapúa y Alto Paraná, en la frontera con la Provincia de Misiones de Argentina y el Estado de Paraná de Brasil. También se encuentran algunas colonias productoras en el departamento de Caaguazú (Colonia Berthal y Sommerfeld) y departamento de San Pedro (Friesland y Volendan).

Año tras año ha ido incrementándose la producción triguera hasta llegar al máximo, en el año 1985, con unas 126.000 hectáreas.

Causas principales de la erosión

a. Habilitación de la tierra

Puede mencionarse dos modelos de trabajos en la habilitación del terreno, el primero de ellos lo realizan las grandes empresas que habilitan grandes superficies en poco tiempo, volteando todo el monte nativo y destroncando con la máquina, arrastrando a su paso toda la materia orgánica existente y dejando la superficie al descubierto, sin el horizonte 0.

Otro tipo de habilitación lo realizan los colonos en forma familiar: una vez volteado el monte, realizan cultivos manuales como maíz, menta, mandioca u otro cultivo en pequeña escala, esto sigue por cuatro a cinco años, para luego hacer el destronque y limpieza total de la chacra.

* *Ing. Agr., Investigador y Técnico en Mejoramiento del IAN, respectivamente, Caacupé, Paraguay*

Un problema en este punto es la habilitación de suelos con alto valor de la pendiente para la agricultura, no destinando estos suelos para bosques o praderas.

b. Precipitación

En la zona de producción trigo - soja se tiene promedios anuales de 1.600 a 1.700 milímetros, distribuyéndose la mayor parte entre los meses estivales de octubre a marzo. Los valores de evapotranspiración están entre 1.000 y 1.100 milímetros anuales, dando esto una diferencia de 500 a 600 milímetros, lo que constituiría el escurrimiento superficial, teóricamente.

c. Pendiente

Los suelos de las áreas trigueras en su mayoría sobrepasan el cinco por ciento de pendiente; las recomendaciones técnicas al respecto mencionan que deberían estar entre tres y cinco por ciento pero es difícil encontrar mucha extensión de cultivo en esta situación, en general los suelos denotan mucha pendiente, llegando en algunos casos, a sobrepasar el 10 por ciento.

d. Tipos de suelo

Predominan suelos de textura franco - arcillo - arenosa, en un radio de 100 km en la costa del río Paraná, son de origen basáltico (latosoles rojos distróficos) con buenos contenidos de materia orgánica.

e. Preparación del terreno

Para la siembra del trigo, en mayo, las labores de preparación comienzan a principios de abril, recomendándose la realización de dos aradas y sus correspondientes rastreadas para una buena cama de siembra; esto trae como consecuencia tener mucho tiempo el terreno desnudo, exponiéndose a la erosión. Debido a la introducción de maquinaria y equipos de procedencia brasilera, la modalidad de la preparación ha sufrido algunas variaciones.

Un factor muy importante que condiciona la preparación es el tiempo disponible entre una cosecha y la siguiente siembra; es muy normal que la siembra, ya sea de soja o de trigo, se atrase por inconvenientes climáticos, esto induce a una cosecha tardía y obliga al productor a realizar tareas mínimas para la siembra siguiente, que pueden ser una arada y una rastreada.

Muy buena acogida entre los productores han tenido las sembradoras - abonadoras de la marca Semeato (Brasil), preparadas para siembra directa, montadas con discos a los costados

de los tubos de semilla para desmenuzar terrones y restos vegetales. Para sembrar con estos implementos el agricultor realiza una o dos rastreadas para eliminar la población de malezas. Es una práctica muy positiva para evitar la erosión, porque permite tener más tiempo el suelo con cobertura.

De empleo más generalizado es el arado y la rastra, a pesar de utilizarse algunos otros implementos como los cinceles y otros elementos de labranza vertical.

Técnicas conservacionistas

Es conocido el arrastre de la capa superficial del suelo, que en su mayor parte constituye la fracción orgánica, como consecuencia de la acción del agua. Los materiales transportados por arroyos y ríos van finalmente al Paraná, para llegar luego al Río de la Plata.

La tarea de controlar o minimizar la erosión resulta necesaria para mantener y superar los rendimientos de los cultivos. Entre las prácticas recomendadas podrían citarse:

- a) **Buscar la mejor forma de desmontar el terreno sin excesivo arrastre de la capa superficial, por medio de maquinaria especializada.**
- b) **Destinar los suelos con elevada pendiente para praderas o cultivos perennes.**
- c) **Buscar la combinación más adecuada de implementos para la preparación del terreno, de tal manera de exponer al mínimo el suelo a la acción del agua. En este punto, debe resaltarse la recomendación de emplear cada vez más la labranza mínima pues hay conocimiento de la formación del "piso de arado" por el uso excesivo de maquinaria en suelos arcillosos. Implantando la labranza mínima, además de reducir la erosión, se tenderá a evitar la formación del "piso de arado".**

Un aspecto por estudiar es el comportamiento de la población de plagas, patógenos y malezas en restos vegetales, y en el suelo, por la realización de tareas de labranzas mínimas.

- d) **Construcción de curvas de nivel. Entre las prácticas más recomendadas en la conservación de suelos se tiene la construcción de curvas de nivel, pero es una labor que no está al alcance de todos los productores.**

ANEXO

NOTA: Los cuatro documentos que se presentan a continuación, basados en trabajos realizados en Uruguay, Chile, China Continental y los Estados Unidos, fueron presentados por los autores principales en la IV Conferencia Internacional sobre Conservación de Suelos, realizada en Maracay, Venezuela, del 3 al 9 de noviembre de 1985. Se incluyen en esta publicación como una contribución positiva al análisis del tema.

CONSERVACION DE SUELOS Y DESARROLLO RURAL EN EL AREA DE ALREDEDORES DE LA CIUDAD DE TACUAREMBO, EN URUGUAY

por José Barrios y J. R. Collares *

Introducción

Uruguay tiene una superficie territorial de 187.000 km²; la mayor parte de las tierras tienen condiciones de suelo y clima favorables para la agricultura (8 por ciento se usa en producción directa de alimentos y fibras y 82 por ciento se dedica a la ganadería en pasturas naturales, principalmente). La población total del país está en torno de 2,9 millones de habitantes con 1,6 millones concentrados en Montevideo. Existen numerosas ciudades en el interior, cuya población no excede de 72.000 habitantes en cada una.

Tacuarembó es una de esas ciudades y cuenta con 34.000 habitantes, aproximadamente. El área circundante a estas ciudades ha sido subdividida en granjas, generalmente no mayores de 50 ha, que producen verduras, leche, frutas y miel, para el mercado local. En las últimas décadas, la situación económica de estas granjas se ha hecho crítica a causa de la erosión y agotamiento del suelo y también como un efecto secundario del mejoramiento de la red caminera nacional, que facilita el acceso a estas ciudades de los mismos productos, pero provenientes de granjas más eficientes localizadas en otras regiones del país. Como resultado de esta situación, la gente joven abandona estas granjas en busca de mejores oportunidades de trabajo y, en algunos casos, se suma a la población marginal de las ciudades.

Para invertir esta situación, la Intendencia Municipal de Tacuarembó (IMT) solicitó apoyo técnico al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Estas organizaciones prepararon, en estrecha colaboración con el Departamento de Fomento y Tecnificación Agropecuaria (DFTA) de la IMT, un proyecto para recuperar los recursos y la economía de alrededor de 280 granjas distribuidas en un área de 30 km en torno a Tacuarembó.

En esta área de poco más de 70.000 ha reside el 44 por ciento del total de la población rural del Departamento de Tacuarembó (superficie del Departamento 1.596.400 ha con una población total de 83.400 personas).

Como resultado de este trabajo conjunto, fue preparado el Proyecto "Desarrollo del Area de Alrededores de Tacuarembó".

* *Ing. Agr., Especialista en Conservación y Manejo de Tierras y Aguas, IICA, Uruguay e Ing. Agr., Técnico del Departamento de Fomento Rural y Tecnificación Agropecuaria - Intendencia Municipal de Tacuarembó, Uruguay, respectivamente.*

El Proyecto

El objetivo principal del Proyecto fue definido como el desarrollo económico y social de un grupo de agricultores de pequeños ingresos, residentes en los alrededores de la ciudad, por medio de una mejor utilización del trabajo familiar, la planificación racional de su granja y el uso de tecnología adecuada y moderna. La idea es financiar algunos agricultores seleccionados para la adquisición de insumos agrícolas, realizar mejoramientos del terreno, adoptar mejores prácticas agrícolas y adquirir algún equipo agrícola de pequeño porte.

El proyecto también incluye el financiamiento de equipo agrícola de propiedad de la IMT, destinado a dar servicio a los agricultores del área del Proyecto. La asistencia técnica a los agricultores y la administración de los créditos a los agricultores, es también de responsabilidad de la IMT.

a) El Sub - Proyecto "Cítricos"

La IMT posee dos campos demostrativos de producción de cítricos en 38 ha de tierra terraceada que están iniciando la producción. Estas experiencias dieron base a este subproyecto que beneficiará a 55 granjas pequeñas, cuyas superficies varían de 20 a 200 ha. El agricultor medio de la región es dueño de su tierra y mantiene a cinco miembros de su familia trabajando dentro del sistema de producción corriente en su área; cada uno de estos trabajadores obtiene el equivalente a 422 dólares como salario anual, a lo que debe añadirse la casa y comida familiar que recibe.

Dentro de este subproyecto, los agricultores beneficiados recibirán un préstamo equivalente a 4.500 dólares en insumos agrícolas destinados a establecer un huerto de cítricos de tres a diez ha. Este préstamo individual deberá pagarse en 11 años siendo los primeros siete de carencia. Aparte de este préstamo, la IMT comprará un tractor, un pulverizador de alta presión y una máquina rozadora rotativa, por un valor de 15.000 dólares, para prestar servicio a estos agricultores, los que deberán pagar por ello. Fue calculado que después del décimo primer año de la plantación, el huerto producirá un ingreso neto anual de 950 dólares por ha. Lo que en el peor de los casos (3 ha de cítricos), permitirá aumentar en 35 por ciento la renta anual por trabajador.

b) El Sub - Proyecto "Lechero"

Con respecto a este subproyecto, no se realizaron ensayos porque se dispuso de suficiente información en las publicaciones de MAP - IICA (Fondo Simón Bolívar) y también en los registros de la Asociación de Productores de Leche de Tacuarembó. Con base en lo anterior, se encontró que la leche que abastece a la ciudad llega principalmente de un área de 15 km alrededor de la ciudad. Las granjas productoras de leche en los meses de invierno y primavera (mayo a octubre) sumaron 110; en los meses de verano y otoño (octubre a mayo) suman 140. La granja media tiene una superficie de 35 ha con 10 o 12 vacas lecheras que producen 7,4 litros por vaca en verano, otoño y primavera y 5,5 litros en invierno.

El objetivo específico de este subproyecto es promover 125 productores de leche mediante diferentes líneas de crédito, para los siguientes propósitos: plantar cinco ha de praderas mejoradas, sustituir alguna de las vacas lecheras, hacer mejoramientos en cercados, establos e instalaciones. En general, el préstamo no sobrepasará del equivalente a 2.500 dólares para cada agricultor, el cual deberá ser pagado en cuatro años.

Como en el subproyecto anterior, en este caso la IMT comprará el siguiente equipo agrícola para dar servicio a estos agricultores: un tractor de 70 HP, un arado de cinco discos o cuatro rejas, una rastra excéntrica de 16 discos, una máquina distribuidora de fertilizantes, un carro de arrastre para 2 1/2 toneladas y una segadora rotativa de 1,80 m de corte.

c) El Sub - Proyecto "Cultivos"

Este tercer subproyecto promoverá el mejoramiento de algunos cultivos corrientes en la región, tales como: papas, maíz, maní, boniato (camote o papa dulce) y zapallos. Se decidió financiar alrededor de 100 agricultores con préstamos de hasta 2.000 dólares en moneda nacional, cada uno para preparación de suelo, adquisición de semillas, fertilizantes, herbicidas y pesticidas. El préstamo deberá ser devuelto en un año.

Como en otros subproyectos, la IMT adquirirá equipo para servicio y en este caso, será una camioneta pick - up de 1/2 tonelada con tracción a las cuatro ruedas.

La textura arenosa de los suelos de la región, la topografía ondulada con desniveles de hasta 12 por ciento y la intensidad y consecuente erosividad de las lluvias del área, hacen que este proyecto sea muy delicado de manejar a causa del inminente riesgo de provocar una erosión acelerada de los suelos cultivados.

Con el fin de generar y experimentar la tecnología adecuada por aplicar, fueron establecidos varios ensayos demostrativos en granjas locales.

d) El préstamo general para financiar el Proyecto

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), aprobó un fondo no reembolsable por la suma de 68.000 dólares para colaboración técnica con el objeto de capacitar y fortalecer al Departamento de Fomento y Tecnificación Agropecuaria de la IMT, para adecuarlo a actuar como la Unidad Ejecutiva del Proyecto, incluyendo en ella las funciones de administración, el crédito y la capacitación de su personal técnico y administrativo.

El préstamo para la financiación del Proyecto es por la suma de 500.000 dólares en moneda nacional, proveniente del Fondo de Operaciones Especiales del Banco para ser devuelto en 40 años con 10 años de carencia y su distribución es la siguiente, en dólares:

	Crédito	Equipo	Cooperación Técnica	Total
Sub - Proyecto Citrus	135.000	15.000	—	150.000
Sub - Proyecto Leche	158.000	32.000	—	190.000
Sub - Proyecto Cultivos	110.000	—	—	110.000
Cooperación Técnica	—	—	68.000	68.000
Totales	403.000	47.000	68.000	568.000

Por su parte, el IMT financiará el equivalente a 9.500 dólares para Cooperación Técnica y a 165.000 dólares para el Proyecto en sí mismo.

Cultivos demostrativos para conservación de suelos y mejores rendimientos

a) Suelos y clima del área del Proyecto

Los suelos de la región son derivados de rocas areniscas triásicas y muestran una textura en el perfil como sigue: 0 - 50 cm franco - arenoso (A); 50 - 160 cm arcillo - arenoso (B); 160 cm franco - arenoso (C).

La zona habitada por las raíces de las plantas comprende el horizonte A más 10 cm del horizonte B y el agua aprovechable que puede ser almacenada en ella se calculó en 35 mm. Para fines de riego, se decidió repetir el riego al agotarse el 75 por ciento de la humedad aprovechable, en la profundidad considerada, lo que indica una lámina de riego neta de aproximadamente 27 mm que se convierte en 54 mm al adoptar un 50 por ciento de eficiencia de aplicación. La velocidad de infiltración, muy rápida en los primeros 30 minutos, disminuye después de dos horas a menos de 10 mm/hora (Figura 1 - página 123). La topografía es fuertemente ondulada, con declives entre 9 y 12 por ciento.

El clima es húmedo y templado con temperaturas medias del aire de alrededor de 12° C en julio y de 24° C en enero. Temperaturas mínimas cercanas a 0° C ocurren con cierta frecuencia en los meses de junio y julio principalmente.

La pluviometría media anual está en torno a 1.300 mm con una distribución regular a lo largo del año. Sin embargo, puede darse variaciones mensuales de hasta 117 por ciento para un mismo mes en años diferentes (Cuadro 1 - página 124).

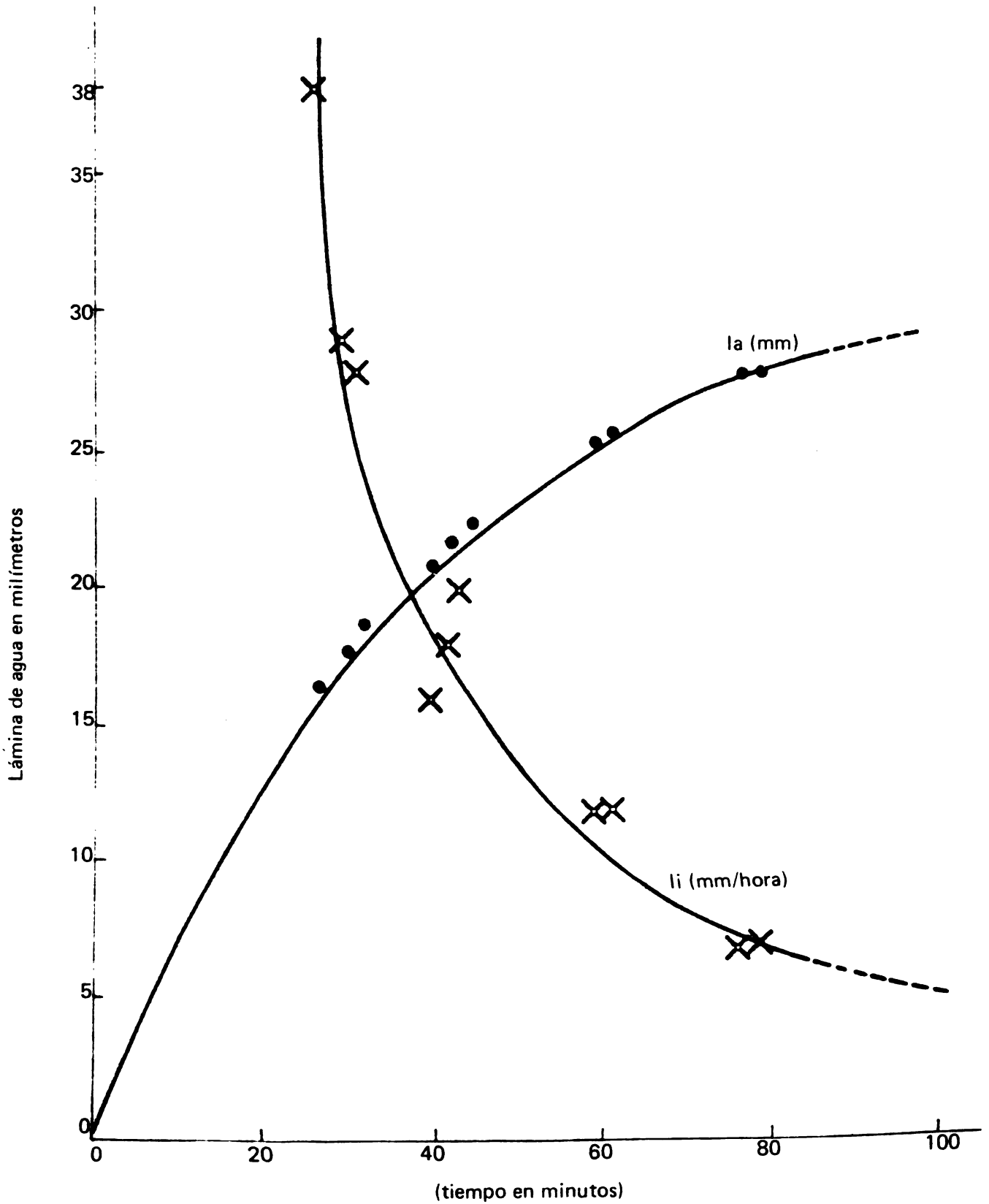


Figura 1. Infiltración instantánea (I_i) y acumulada (I_a) en los suelos arenosos de Tacuarembó - Uruguay

Cuadro 1. Precipitación mensual media (Pp), lluvia mínima con 80 por ciento de probabilidad de ocurrencia (P 80 por ciento). Evapotranspiración de referencia (ETo) y deficiencias máximas probables en humedad en el suelo (DEF) en Tacuarembó - Uruguay

Meses	Pp (mm)	Pp 80 α/o (mm)	ETo * (mm)	DEF (mm)
Enero	96,2	36,4	174	138
Febrero	106,7	46,3	162	116
Marzo	146,3	63,9	100	36
Abril	134,1	1,8	75	0
Mayo	97,0	31,1	43	0
Junio	117,8	54,3	33	0
Julio	93,4	28,5	36	0
Agosto	112,5	35,9	42	6
Setiembre	123,2	59,3	69	9
Octubre	118,0	41,1	107	66
Noviembre	76,6	28,0	128	100
Diciembre	80,1	22,7	190	167
Año	1.301,9	449,3	1.159	638

* Valores calculados a partir de la evaporación del tanque clase A y los coeficientes Kp preparados por DOREMBOS y PRUITT. Estudios de riego y drenaje No. 24. FAO, 1976.

b) La sistematización de la tierra

Bajo este nombre, en Uruguay, se comprende a una serie de cuidadosas operaciones de terreno tendientes a organizar un potrero o un campo para prevenir la erosión, para efectuar el drenaje y el riego, si es necesario, y para hacer más expeditas las labores agrícolas y el transporte de insumos y productos.

En el caso de los cultivos demostrativos, el terreno seleccionado estaba destinado a pastos naturales y la primera operación fue levantar un pequeño mapa de curvas de nivel del área.

En este mapa se proyectaron los caminos de acceso al cultivo, los colectores de drenaje y el sistema de terrazas para el control de la erosión por lluvia.

El intervalo vertical de las terrazas proyectadas y construídas en cada cultivo demostrativo varía entre 1,20 y 1,30 m. La pendiente de la terraza es de 0,8 por ciento aumentando a 1,2 por ciento al final de ella y la longitud de la misma no sobrepasa los 200 m.

Las líneas de plantación y los surcos de riego se trazan con una separación de 0,90 m y paralelos a la terraza superior. Cuando aumenta el declive de la tierra, las terrazas se acercan una a otra y algunos surcos terminan en el canal de la terraza inferior. Por el contrario, cuando disminuye la pendiente, las terrazas se separan y se hace necesario trazar surcos más cortos que se alimentan con sifones desde el último surco superior. En general, se estima que las terrazas no deben quedar separadas más de 15 o 20 metros. Si en algún caso resulta una separación mayor, será conveniente disminuir el intervalo vertical (Figura 2 - página 126).

c) El riego suplementario

Al examinar el Cuadro 1 se observa que, desde octubre a marzo, el agricultor de esta región debe estar preparado para proporcionar humedad suplementaria a sus cultivos en algunos períodos; de no hacerlo, corre el riesgo de sufrir fuerte reducción en el rendimiento de sus cosechas.

Por razones de economía y rusticidad, se decidió aplicar el agua por surcos, cuya longitud se trata de mantener en alrededor de 50 m y cuya separación es de 0,90 m, de manera que cada surco debe humedecer una superficie de $50 \times 0,9 = 45 \text{ m}^2$ y así en una ha habrán $10.000/45 = 222$ surcos.

Como se dijo anteriormente, la lámina de riego por aplicar es de 54 mm o $540 \text{ m}^3/\text{ha}$ y la velocidad de infiltración del agua en el suelo húmedo es de 7 mm/hora. O sea que será necesario mantener el agua sobre el suelo por unas ocho horas.

El volumen de agua que debe recibir cada surco es de $540.000/222 = 2.432$ litros que deberán entregarse en 8 horas, o sea cada surco deberá recibir un caudal de $2.432/28.800 = 0,08$ litros por segundo. Caudales mayores significarían desperdicio de agua al final del surco. Este gasto o caudal es muy pequeño y sólo correría como un hilo de agua en el fondo del surco y el camellón puede permanecer seco. Por otra parte, como la fuente de agua es el bombeo, no resulta práctico demorar 8 horas en regar un conjunto de surcos. Por estas razones se decidió reducir el tiempo de riego a 1 hora con lo cual el caudal que se debe aplicar por surco aumentó a $2.432/3.600 = 0,67$ l/seg, aproximadamente. Para obtener una buena distribución del riego a lo largo del surco y evitar pérdidas de agua al final del mismo, se decidió levantar pequeñas barreras o atajes cada 10 m, en cada surco, y mantener así el agua sobre el suelo hasta su total infiltración.

Las dimensiones del equipo para riego se obtienen del mayor valor de la evapotranspiración de referencia, que es de 6 mm/día de acuerdo al Cuadro 1; como se dispone de 27 mm de agua almacenada en el suelo, el riego deberá repetirse cada cuatro días durante los períodos más secos del verano.

Paso Baltasar
 Superficie relevada: 25.531 m²
 Escala 1:500

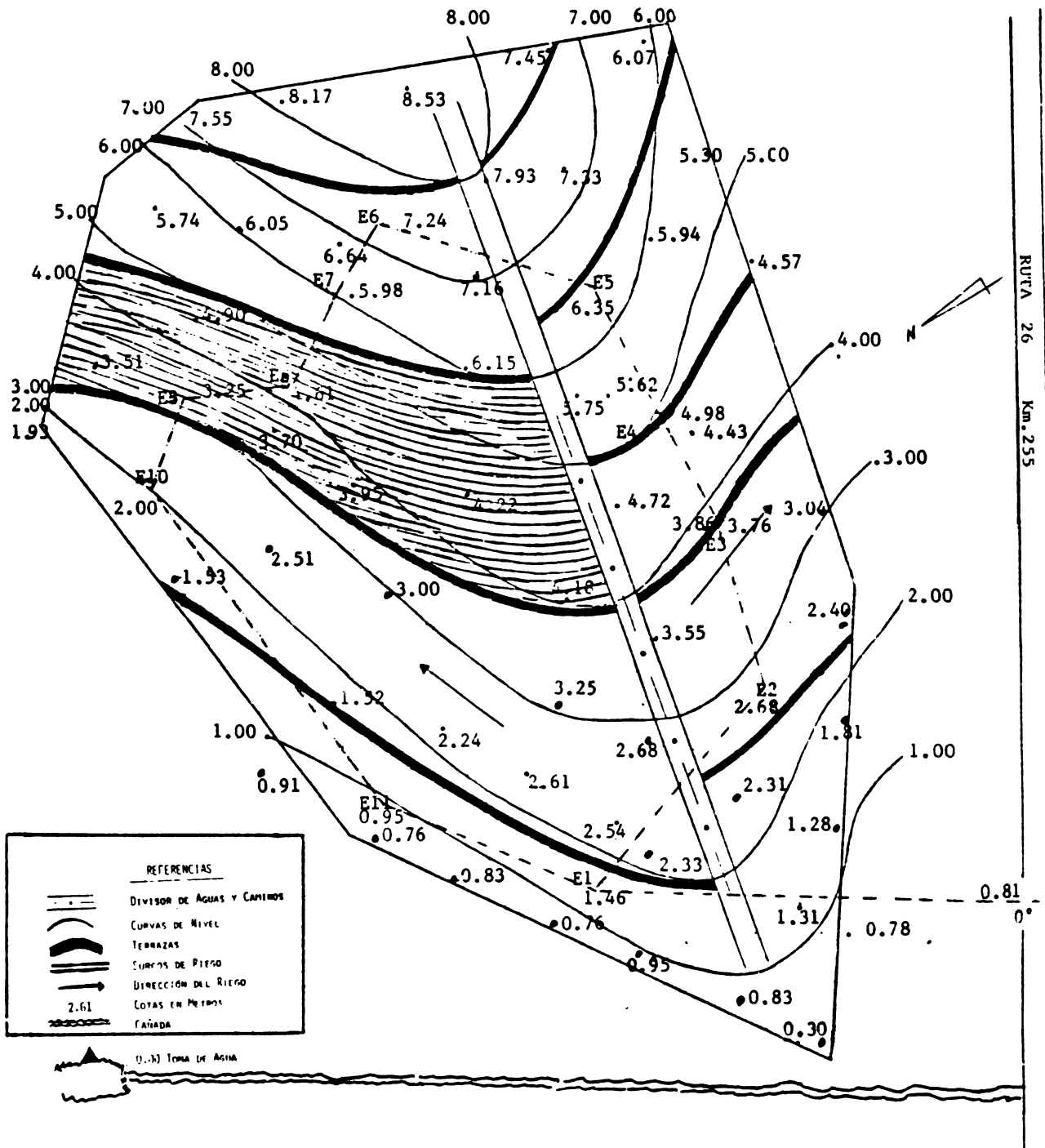


Figura 2. Chacra de Gilberto Sandes

Con el objeto de disminuir el costo de inversión del equipo, éste fue proyectado para atender el riego de cuatro pequeños agricultores, que en total cultivan alrededor de cuatro ha. La mayor demanda por riego sería de acuerdo a lo anterior, regar una ha por día o sea 222 surcos de las características ya indicadas en 20 horas de trabajo. De esto resulta que será necesario regar 11 surcos ($222/20$) por hora y como cada surco necesita un caudal de 0,68 l/seg, la bomba deberá entregar $0.67 \times 11 = 7,37$ l/seg o $27 \text{ m}^3/\text{hora}$. Al mismo resultado se puede llegar, sin entrar en detalles, dividiendo el volumen total de agua por aplicar por ha por el número de horas de trabajo $540/20 = 27 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Considerando la topografía ondulada del terreno y una distancia de transporte del agua de unos 200 metros, la presión manométrica de la bomba deberá estar entre 8 y 18 metros.

Con base en esta información fue seleccionado y adquirido el equipo siguiente: una bomba centrífuga de 50 mm de diámetro de descarga y 160 mm de diámetro de impulsor, acoplada directamente a un motor diesel de 5,5 HP a 2.400 RPM. Las curvas características de esta bomba para funcionar a 3.470 RPM aparecen en la Figura 3 (página 128). Dichas curvas fueron recalculadas para rotaciones de 1.680, 1.800, 2.000, 2.200 y 2.400 RPM, que son las que aproximadamente corresponden al motor diesel de 5,5 HP seleccionado (Figura 4 - página 129).

Para la conducción del agua fue seleccionada una manguera tipo flexible (lay flat) de 100 mm de diámetro, hecha de PVC, con cuerdas internas de refuerzo de poliéster y dividida en segmentos de 100 m de largo. Esta manguera resiste presiones de hasta $5,44 \text{ kg/cm}^2$ (80 lb/plg^2), es resistente a la abrasión y su alta flexibilidad permite manejarla en rollos de 100 m de largo que alcanzan un diámetro no mayor que 0,8 m y pesan 78 kg cada uno.

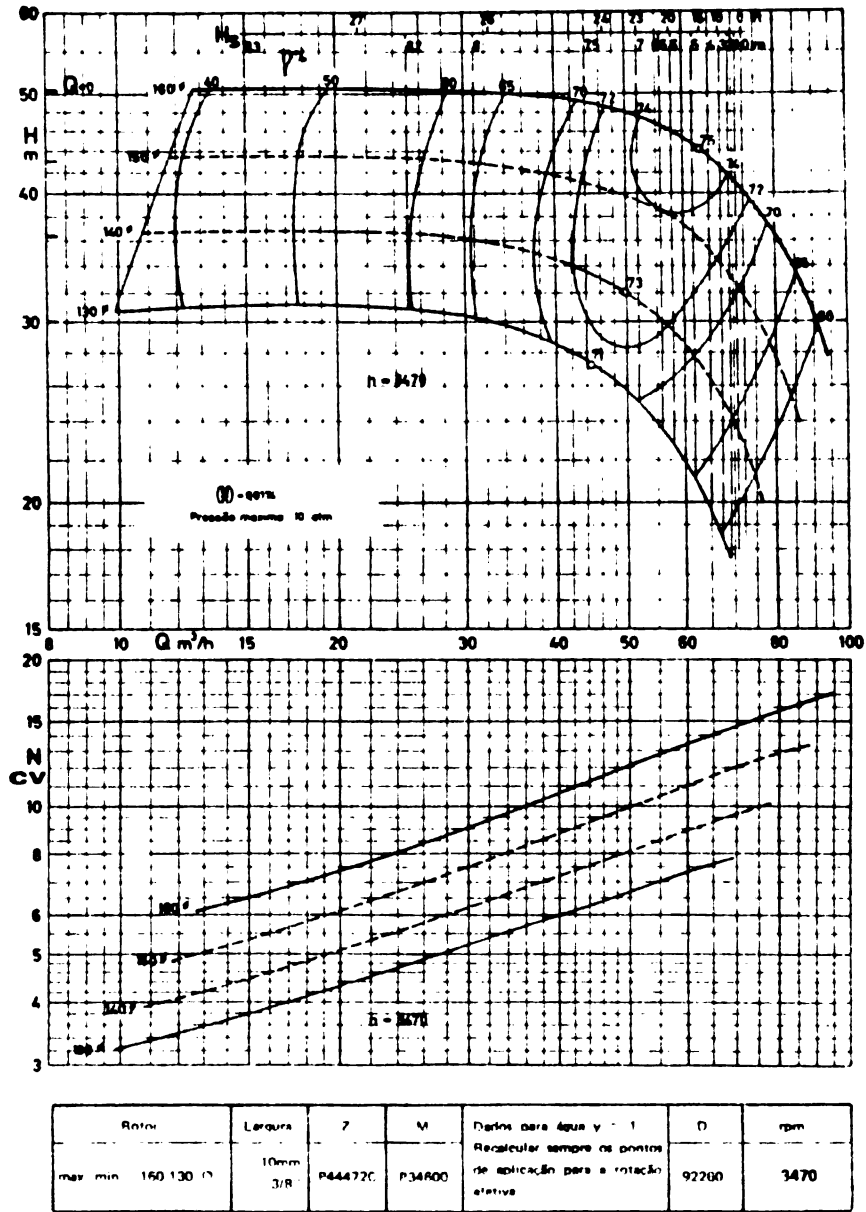
La distribución del agua en la cabecera de los surcos se efectúa por medio de un tubo semi rígido de PVC de 75 mm de diámetro, de 10 m de largo dividido en segmentos de tres metros cada uno y provistos de acoplamiento rápido. Estos tubos de distribución llevan orificios para salida del agua cada 90 cm cubiertos por un segmento corto del mismo tubo que permite regular o cerrar la salida del agua.

El costo horario del riego incluyendo mano de obra (un hombre), amortización y posibles reparaciones del equipo y combustibles y lubricantes, es equivalente a 1,386 dólares. De este modo cada riego a una ha (540 m^3) que necesita 20 horas de operación cuesta el equivalente de 27,72 dólares.

En una situación específica como la que se indica en la Figura 5 (página 130) (4 riegos) el costo del riego es equivalente a 110,88 dólares por temporada y por ha.

d) Los resultados de los cultivos demostrativos

En el Cuadro 2 (página 131) se presenta un corto resumen de los resultados obtenidos: se puede observar un aumento muy significativo en los rendimientos de los cultivos demostrativos en relación a los rendimientos medios de la región para la misma temporada. Para el caso de papas, el aumento está entre 238 y 280 por ciento, llegando a 650 y 1.000 por ciento para maíz.



ETA 50.16

Figura 3. Curvas caractersticas de la bomba adquirida

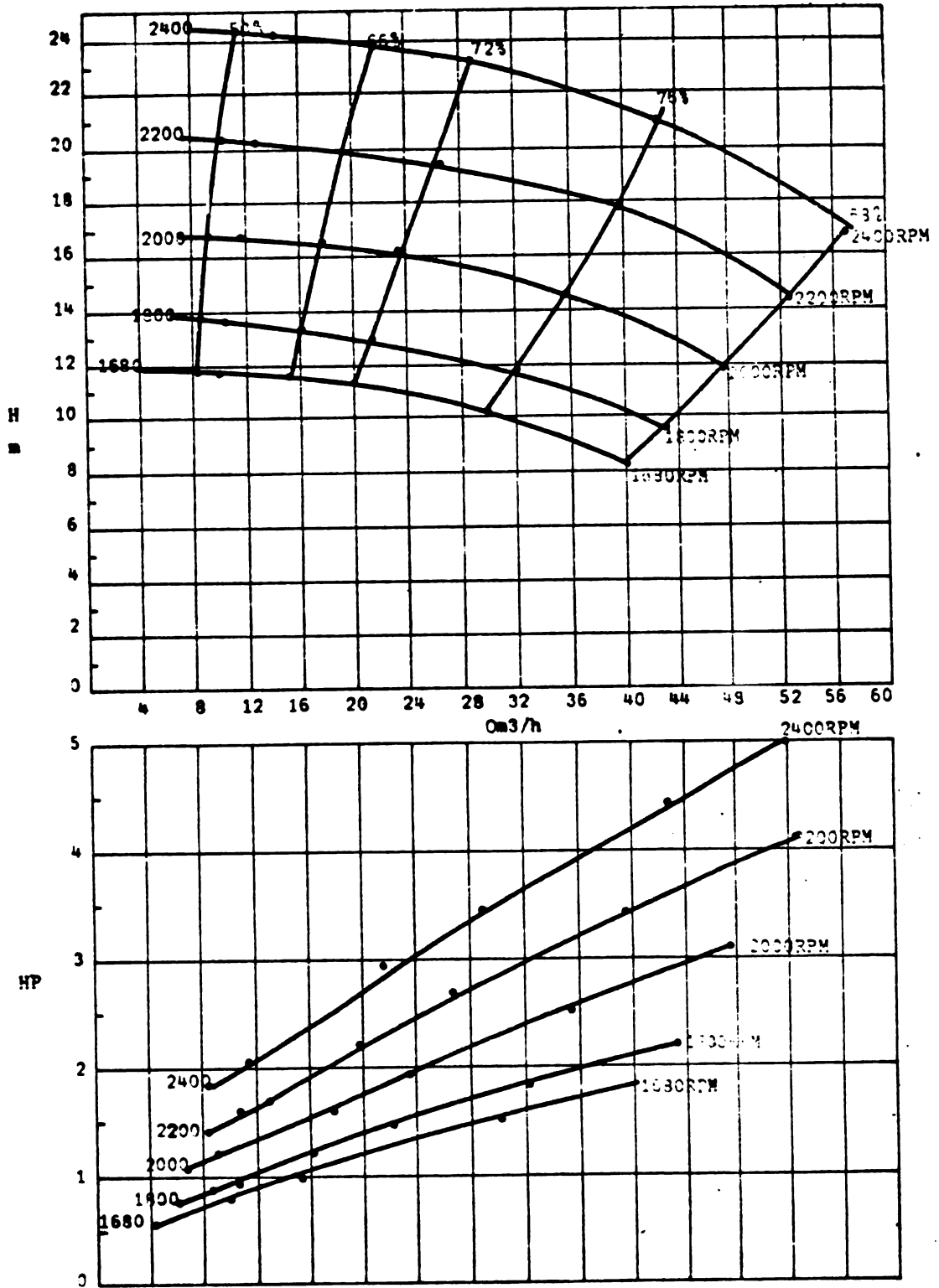


Figura 4. Nuevas curvas características calculadas para la bomba ETA 50 - 16 con rotor normal de 160 mm de diámetro para rotaciones de 1.680, 1.800, 2.000, 2.200 y 2.400 RPM

Calculado por Ing. Agr. J. Pannone

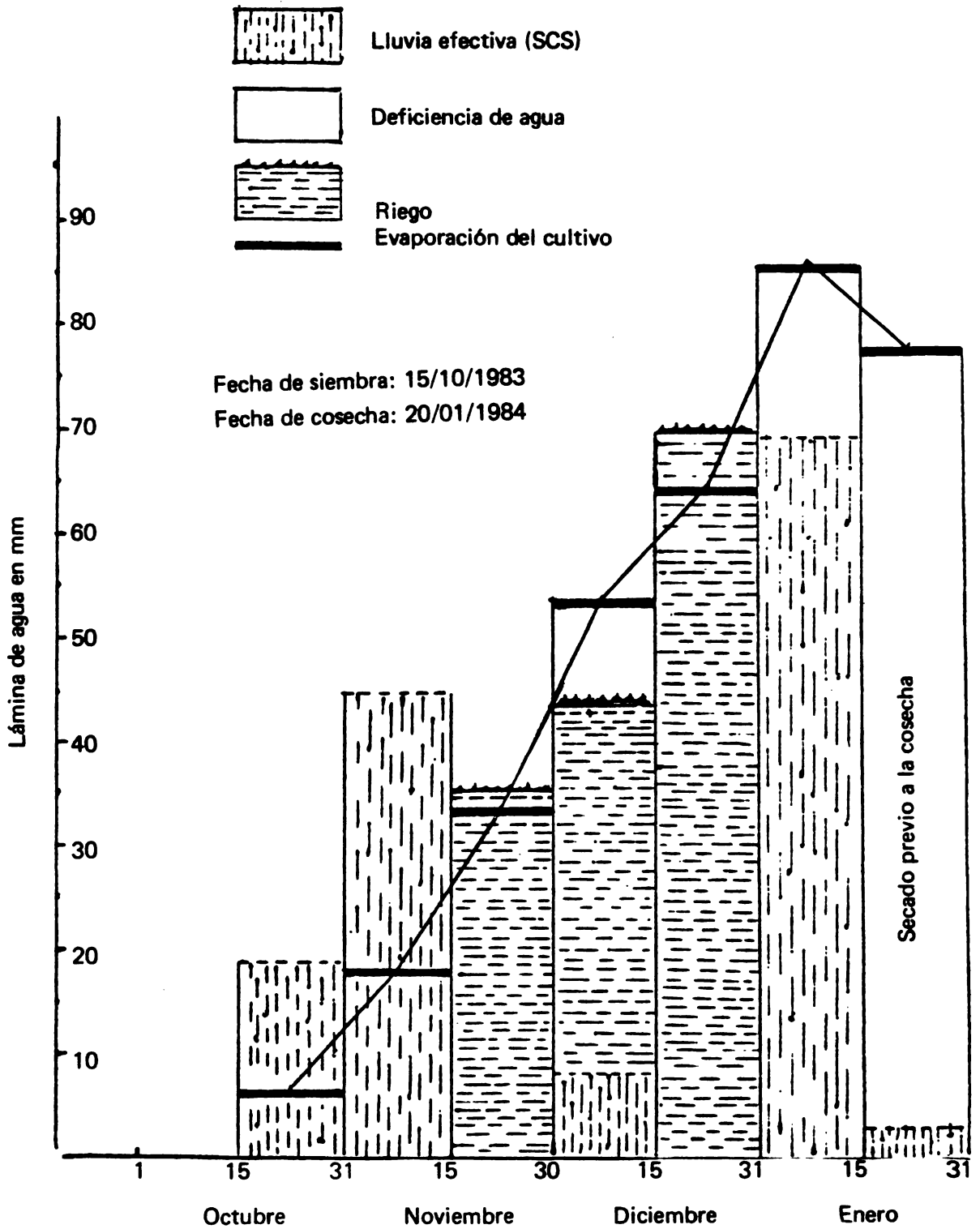


Figura 5. Riego suplementario para papas Kennebeck en Tacuarembó - Uruguay (1983 - 84)

Cuadro 2. Resumen de resultados de ensayos demostrativos de campo

Temporada	Cultivo	Variedad	Area plantada en ha	Rendim. en kgs - ha	Entrada neta en U\$\$ incluye salario del agricultor	Precios de mercado en U\$\$ - kg	Rendim. medio nacional sin riego en kgs - ha
1982/83	Papas	Common	0,68	13.588	2.601	0,25	4820
1983/84	Papas	Kennebeck	0,20	12.500	1.085	0,19	4820
	Papas	Norland	1,24	11.500	797	0,19	4820
	Maíz	Hybrid	0,50	10.700	974	0,13	940
1984/85	Maíz	Hibrid	2,00	5.600		0,14	940
	Maíz	Hybrid	1,00	6.000		0,14	940

Es evidente que el éxito obtenido no puede atribuirse únicamente al riego, pero debe destacarse que sin la posibilidad de aplicar riego suplementario, la tecnología quedará incompleta y sus resultados serán inseguros.

Conclusiones

Los cultivos demostrativos constituyen una respuesta significativa a algunos de los problemas que presenta el desarrollo regional. En ellos se ha demostrado que aplicando una tecnología ya conocida en semillas, fertilizantes, pesticidas y riego suplementario de bajo costo, es posible conservar el suelo y aumentar los rendimientos de las cosechas y los ingresos de los agricultores.

Las autoridades municipales de otros Departamentos del país, han puesto atención a estos buenos resultados obtenidos y ya han solicitado la colaboración técnica del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y del IICA, para estudiar proyectos similares en sus áreas jurisdiccionales.



CERO LABRANZA, EXTRAORDINARIA ALTERNATIVA PARA EL CULTIVO DE CEREALES EN SUELOS EROSIONADOS

por C. Crovetto *

Introducción

La "Cero Labranza" (OL), técnica agronómica que se basa fundamentalmente en sembrar sin alterar la superficie del suelo, permite usar aquéllos con fuerte pendiente y alta pluviometría, en cultivo de cereales, sin riesgo de erosión hídrica. Esta nueva técnica agronómica está siendo difundida rápidamente en muchos países, entre ellos Estados Unidos, donde, en 1982, se sembraron 4.200.000 ha (King, 1983). En Brasil, en 1983, se sembró con trigo 1.000.000 ha y 580.000 ha con soja (Gazeta Rural, 1985). En Chile la OL se inició en la década del 60, con la regeneración de praderas y, posteriormente, en la década del 70, con siembras de cereales.

Antecedentes experimentales

Desde 1978, la OL está siendo aplicada en suelos franco - arcillosos de origen granítico de la Comuna de Florida, en la Cordillera de la Costa de Chile Central.

El suelo del predio fue destruído por la erosión hídrica en el siglo pasado. Hasta la década del 50, se utilizó en siembras de cereales, con empleo permanente del arado y el fuego. La fuerte precipitación invernal, con promedios de 950 mm entre mayo - agosto (según registros llevados en el predio), destruyó el horizonte A (25 cm) y el horizonte B hasta una profundidad de 60 cm. Una situación similar está dejando marginadas de la agricultura más de 10.000.000 ha en Chile. En la actualidad, se ha reforestado con *Pinus radiata* 1.140.000 ha, mayoritariamente en las zonas costeras erosionadas.

Sin embargo, pese al agudo deterioro que ha sufrido este suelo, que ha provocado mayoritariamente erosión de manto y enormes cárcavas, con el uso de la OL se ha logrado producir nuevamente cereales en altos niveles y mejorar notablemente el suelo (Crovetto, 1983).

Todas las siembras experimentales fueron realizadas sobre praderas permanentes, con excepción de las cárcavas ubicadas en el área adyacente, las que fueron rellenadas por medio de "Bulldozer" y explosivos y recuperadas para siembra de cereales.

En siembras de trigo, el riego por aspersión fue sólo usado en pre - siembra, por un período de 30 - 60 días, para acelerar la descomposición del rastrojo y germinación de las semillas.

* *Presidente de la Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, Maipú 1201, Concepción, Chile*

Este sistema se ha adaptado en forma extraordinaria a un suelo granítico con uno a tres por ciento de materia orgánica, de textura franco - arcillo - limosa, infiltración lenta, baja fertilidad y excesiva pendiente (seis a 20 por ciento). Los equipos usados fueron los tradicionales, con la sola excepción de las sembradoras. Se ha empleado sembradoras OL de las marcas Tye (USA) y Semeato (Brasil); aplicadores de herbicidas y fertilizantes y picadores de rastrojos, en siembras de maíz y trigo. En el caso del trigo, se usó cortadoras rotativas horizontales y en el maíz una "chopper" modificada. En los rastrojos de ambos cereales se permitió el ingreso controlado de ganado Hereford con el objeto de rebajar la cantidad de rastrojo y obtener una extracción de 1.000 a 1.600 kg de paja por ha. Esto logró un rendimiento adicional de 8 - 10 kg de carne por ha.

Tres sucesiones de cultivo fueron consideradas durante el período experimental que se indica:

- a) Siembra de trigo sobre rastrojo de trigo, durante tres años.
- b) Siembra sucesiva de maíz y trigo sobre rastrojos precedentes, durante seis años.
- c) Siembra de maíz sobre rastrojo de maíz, durante seis años.

Trigo sobre rastrojo de trigo

En siembras OL de trigo sobre el rastrojo precedente, los rendimientos del cereal varían con la cantidad de residuos, siendo normales cuando los residuos son bajos (Elliot et al, 1978). Esta intolerancia a exceso de rastrojos (sobre 4.000 kg por ha) se debe probablemente a efectos alelopáticos, altamente inhibidores de la germinación de semillas.

La fitotoxicidad producida por la paja es mayor durante los procesos iniciales de su descomposición. Después de cuatro semanas de exposición de paja al efecto de la lluvia, se ha encontrado la mayor actividad fitotóxica sobre trigo en germinación, con efecto residual de hasta ocho semanas. Guenzi, (1967) y McCalla, (1963), identificaron el agente de descomposición del rastrojo la Patulina. Esta puede afectar el desarrollo de las plantas en cualquier estado de crecimiento.

En Australia, Kimber (1967), observó que los rendimientos de trigo eran más pobres cuando el otoño era seco y cuando las primeras lluvias coincidían con la siembra sobre rastrojo de trigo. Esto es concordante con los resultados de Guenzi y McCalla.

Kimber estudió la producción de toxinas en varios rastrojos de cereales y leguminosas, determinando que los extractos eran más fitotóxicos en rastrojos en estado verde que en residuos maduros o secos.

En siembras de trigo de secano extensivas con OL en Florida, no se ha detectado problema de germinación ni de fitotoxicidad posterior. Un correcto manejo del rastrojo parece ayudar notablemente a una buena sementera (Crovetto, 1983).

Por otra parte, frecuentemente se detecta una enfermedad radicular del trigo llamada "mal del pie", causada por el hongo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (sin. *Ophobiolus graminis*).

Este hongo daña la raíz y la base de los tallos (Apablaza, 1985). Por este motivo, los agricultores practican la rotación con avena, raps, leguminosas, praderas, entre otros.

El "mal del pie" ha sido generado por el mal uso del suelo, siendo un clásico problema de desequilibrios ecológicos. Se ha comprobado que el hongo no ataca al trigo cuando se efectúa una adición de abono orgánico que favorece la actividad microbiana del suelo. Las poblaciones bacterianas generadas compiten con el fitopatógeno por su menor velocidad de crecimiento y lo superan en número o lo eliminan (Demolón, 1965).

Por ello, existe una relación entre la actividad biológica que generan los guanos orgánicos en el corto tiempo y los rastrojos orgánicos en un mayor plazo. Sin duda alguna, al humificarse, ambos residuos generan un medio microbiológico similar.

Es importante destacar que después de tres años de trigo sobre trigo en Florida, no se ha detectado daño radicular, lo que estaría indicando que al restituir parcialmente el equilibrio ecológico se estaría minimizando el problema.

Los mejores resultados se han logrado en otoños con precipitaciones tempranas y siembras después de seis semanas del inicio de las lluvias o riego por aspersion. Resulta ideal sembrar trigo sobre un rastrojo de trigo extensamente cubierto por malezas anuales. En esas condiciones, bastará con emplear herbicidas de contacto para su control. Se ha observado que la generación espontánea de malezas sobre el rastrojo, antes de la siembra del trigo, ayuda a acelerar la formación de fitotoxinas.

Es importante obtener uniformidad en el rastrojo previo a la siembra. Durante la cosecha, un picador y desparramador de paja en la automotriz, solucionará este serio problema. El rastrojo final no debe exceder de tres ton por ha.

Los rendimientos logrados en estas siembras se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rendimientos de trigo sobre trigo con relación al N y P aplicado

	N (kg/ha)	P (kg/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Residuo final (ton/ha)
Testigo (arado)	—	—	1.1	0.3 (*)
Testigo (arado)	30	—	1.5	0.8 (*)
1982 Cero Labranza	120	46	2.5	1.8 (**)
1983 Cero Labranza	145	46	3.2	2.6 (**)
1984 Cero Labranza	160	—	3.8	3.0 (**)

* Cosecha efectuada a mano. Los rastrojos se extraen de la sementera.

** Cosecha efectuada con automotriz

Los problemas más serios que plantea la siembra de trigo sobre trigo se concentran en el control de malezas de monocotiledóneas anuales, para lo que se ha empleado los herbicidas que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Herbicidas usados en el control de malezas de trigo sobre trigo

Nombre comercial	Nombre técnico	Epoca aplicación	Dosis p - c/ha	Observaciones
Roundup	Glifosato *	Pre - siembra, 7 días	2 L	-
Iloxan	Diclofop Metil	Malezas 2 - 4 hojas	2 L	-
2 - 4 - D	2 - 4 - D	Macolla	1 L	} m/e
Bladex	Cianazina	Macolla	0.7 kg	
Banvel D	Dicamba	Macolla	.250 L	} m/e
2 - 4 - D	2 - 4 - D	Macolla	1 L	

p - c = Producto comercial

m/e = Mezcla estanque

* El Glifosato puede ser reemplazado por 3 L de Paraquat más 1 L 2 - 4 - D a partir del tercer año

Maíz sobre trigo

La 0L se inició experimentalmente con maíz en 1978, bajo riego por aspersión. La población ideal fue de 100.000 plantas por ha (lograda a partir de 1983). Se usaron herbicidas sistémicos y hormonales, pre - siembra (Glifosato 2 L/ha - 2 - 4 - D 1 L/ha p - c) y post emergente (Atrazina 1,5 - Cianazina 2,5 y 2 - 4 - D 1 L/ha), logrando un buen control de malezas. Las malezas más resistentes a los herbicidas fueron ballica (*Lolium sp.*), siete venas (*Plantago lanceolata*), hualcacho (*Echinochloa crusgalli*), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*) y alfilerillo (*Erodium sp.*).

El Cuadro 3 (página 139) muestra los rendimientos obtenidos en los cultivos en rotación.

El rastrojo fue picado con "chopper" y sobre él se sembró trigo. Durante los años sucesivos, en el rastrojo de trigo se introdujo una carga de 100 Hereford por ha/día, lo que permitió bajar el contenido de paja. El mismo procedimiento se efectuó con la caña de maíz.

Cuadro 3. Rotación maíz - trigo (6 años 0L)

Siembra	Cultivo	N (kg/ha)	P (kg/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Residuo final (ton/ha)
1979	Maíz	160	92	4.6	3.8
1980	Trigo	90	46	2.2	1.4
1981	Maíz	220	92	6.5	6.0
1982	Trigo	100	—	3.0	2.2
1983	Maíz	260	92	7.8	7.2
1984	Trigo	120	—	4.3	3.5

El riego del rastrojo de trigo se efectuó para iniciar la germinación de semillas de crecimiento estival y las normales de la época. Las primeras no pudieron semillar por las heladas de otoño, con lo que se logró posteriormente, un mejor control de *E. crusgalli* y *D. sanguinalis*. Sin embargo, el resto de las malezas se robusteció durante el cultivo del maíz. No obstante, los rendimientos fueron aumentando tanto en maíz como trigo, producto de una mejor fertilización, manejo de malezas, rastrojos, riego y variedades de maíz híbrido más adecuadas al medio (Crovetto, 1983) (Cuadro 3).

En siembras de trigo sobre rastrojo de maíz no fue necesario aplicar herbicidas pre - siembra, por cuanto no hubo malezas en desarrollo. Sin embargo, fueron importantes los herbicidas post - emergentes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Herbicidas usados en control de malezas en trigo sobre rastrojo de maíz

Nombre comercial	Nombre técnico	Epoca aplicación	Dosis p - c/ha	Observaciones
Iloxan	Diclofop Metil	Invierno maleza 2 - 4 hojas	2 L	
Banvel D	Dicamba	Fin de invierno (macolla)	300 gr	m/e
2 - 4 - D	2 - 4 - D	Fin de invierno	1 L	m/e

p - c = Producto comercial

m/e = Mezcla estanque

La rotación maíz - trigo ofreció buenos rendimientos que se han incrementado desde el inicio de la rotación. No se ha detectado problemas sanitarios más allá de los tradicionales.

Maíz sobre maíz

Para aprovechar mejor el riego por aspersión y controlar las malezas, se efectuaron estas siembras por seis años seguidos. El rendimiento fue siempre en aumento con excepción del año 1982 (Cuadro 5). Este aumento ha sido notable desde el año 1983 a la fecha y aunque se logró mejorar el control de malezas por medios químicos, existieron factores naturales que contribuyeron a dicho control. En el otoño de 1982, inmediatamente después de la cosecha, se inició la siembra de cereales (avena y centeno) sobre el abundante rastrojo de maíz, con lo que se estableció una cubierta vegetal que mantuvo al suelo activo durante la época invernal, aceleró la descomposición del rastrojo al mejorar la relación C/N, generó más recursos en la nutrición vegetal y a la vez, un mejor control de malezas de hoja ancha, aún en las malezas estivales, que ya se han mencionado.

Cuadro 5. Siembra maíz sobre rastrojo maíz (6 años)

Siembra	N (kg/ha)	P (kg/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Residuo final (ton/ha)
1979	160	92	3.8	3.4
1980	185	92	5.2	4.8
1981	200	92	6.0	5.6
1982	240	92	5.4	5.0
1983	280 (*)	46	10.5	12.2
1984	320 (*)	46	11.6	14.2

* Incluidos 40 kg de N aplicados a la avena y centeno

Este fenómeno se generó a los pocos días de cortado el cereal de invierno (setiembre - 45 días antes de la siembra del maíz), debido a los ácidos orgánicos formados por la descomposición de la materia verde. El fenómeno llamado alelopatía es capaz de producir diferentes ácidos presentes en la germinación de semillas de malezas formando un compuesto fitotóxico muy activo llamado estireno (Putnam, 1983). Por este efecto alelopático el control de malezas en maíz ha llegado al 98 por ciento, lo que unido a una adecuada fertilización ha llegado a producir el equivalente a 22 ton de maíz por ha.

Por otra parte, la activa proliferación micorrítica endotrófica, analizada en el Cuadro 6, muestra una mayor población respecto de otros manejos, lo que estaría confirmando que la alta disponibilidad de fósforo en OL se debe a la acción de estos microorganismos asociados al vegetal (Borie, 1981).

Cuadro 6. Análisis de micorrización

Manejo	Profundidad	No. esporas x 100 g suelo	Micelio	Infección raíces o/o
Cero labranza	0 - 20	216	***	27
Pradera	0 - 20	75	*	13
Convencional (arado)	0 - 20	56	*	19

*** Abundante ** Regular * Escaso

En los primeros años los bajos rendimientos se explican por el deficiente control de malezas, fertilización y nutrición vegetal. Sin embargo, a partir del cuarto año, se observó un mejor control, debido a la alelopatía y acción de los herbicidas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Herbicidas usados en control de malezas sobre maíz durante los tres primeros años

Nombre comercial	Nombre técnico	Epoca aplicación	Dosis p - c/ha	Observaciones
Roundup	Glifosato	Pre - siembra	2 L	m/e
2 - 4 - D	2 - 4 - D	Pre - siembra	1 L	m/e
Atrazina	Atrazina	Post - siembra maíz con 3 hojas	1,5 L	m/e
Bladex	Cianazina	"	2 L	m/e
2 - 4 - D	2 - 4 - D	"	1 L	m/e

p - c = Producto comercial

m/e = Mezcla estanque

El Glifosato fue reemplazado a partir del quinto año por Paraquat 2 - 3 L p - c. La Atrazina también fue reemplazada por Cianazina en dosis 3 kg/ha, por mejor acción gramínicida de este último. El Glifosato en combinación con 2 - 4 - D ejerce mejor acción sobre malezas leguminosas.

En las tres rotaciones experimentales el cultivo de maíz en sucesiva, ha ofrecido las mejores ventajas comparativas. Se adapta bien a la OL y su rastrojo es absolutamente compatible con la siembra de otros cereales. Cantidades superiores a 10 ton/ha no producen problemas patológicos a las siembras de trigo.

Resultados generales

Resulta interesante analizar la densidad aparente del suelo sometido a la OL con relación a una pradera permanente y a un cultivo tradicional. Los valores del primer horizonte (0 - 5 cm) en OL son menores en densidad aparente que los otros observados (Cuadro 8). La mayor profusión radicular que se detectó en este horizonte debido a la mayor concentración de nutrimentos y mejor capacidad de retención de agua, puede explicar la disminución de la densidad aparente.

Cuadro 8. Valores de densidad aparente (Da), reacción (pH), materia orgánica (M. O.), carbono total (Ct), nitrógeno total (Nt), relación carbono/nitrógeno (C/N), fósforo total (Pt), fósforo asimilable (Pa), extractables en tres perfiles graníticos en Florida - VIII Región

Manejos	Profundidad (cm)	Da (g/cc)	pH	M. O. (o/o)	Ct (o/o)	Nt (o/o)	C/N	Pt (ppm)	Pa (ppm)
Cero labranza	0 - 5	0.95	6.1	8.8*	5.2	0.43	12.0	1.647**	71.6**
	5 - 10	1.58	5.9	4.2	2.4	0.23	10.3	855	48.3
	10 - 20	1.67	5.8	3.3	1.9	0.17	10.8	721	27.3
Pradera	0 - 5	1.05	6.0	5.7	3.3	0.28	11.9	1.211	28.0
	5 - 10	1.42	5.7	2.6	1.5	0.12	12.5	423	17.0
	10 - 20	1.20	5.3	2.4	1.4	0.11	12.8	467	10.0
Convencional (arado)	0 - 5	1.30	5.0	3.6	2.1	0.19	11.0	728	15.0
	5 - 10	1.38	5.0	2.3	1.3	0.14	9.6	807	16.0
	10 - 20	1.60	4.9	0.7	0.4	0.10	4.0	530	9.0

* Rastrojo cosechas últimos 6 años, 30 ton

** Fertilización fosfatada, últimos 6 años 211 U, producción maíz grano total últimos 6 años 42,5 t. m. x ha

El aumento de la densidad aparente para los horizontes subyacentes se puede deber a no haber removido el suelo como sucede con el sistema tradicional. Sin embargo, es posible que la mayor actividad orgánica futura de estos horizontes inferiores, permitirá una mejor penetración radicular.

Durante 20 años de praderas permanentes y seis años de OL se ha observado un incremento en el "renaciente" horizonte A, de aproximadamente 1 mm/año. Este aumento del contenido de materia orgánica ha generado un mejoramiento de la fertilidad inherente del suelo y de los rendimientos.

Es importante destacar que el aumento de la masa microbiológica en los suelos sometidos a OL resulta en una mayor disponibilidad neta de N y P. En el caso del nitrógeno, éste ha aumentado 2.2 veces y el fósforo 4.7 veces. Sin duda alguna, este mayor aporte de nutrimentos básicos, en OL se debe a:

- a) Mejoramiento gradual de la estructura del suelo y su fertilidad y disminución de la erosión hídrica.
- b) Mineralización de todos los residuos de cosecha, lo que aumenta el tenor de elementos químicos asimilables.
- c) La activa proliferación microorgánica que está generando nutrimentos como es el caso de **Azetobacter**, **Azospirillum**, algas verdes, **Rhizobium**, etc. los cuales son capaces de elevar los niveles de nitrógeno en el mediano y largo plazo.
- d) Por otra parte, las micorrizas endotróficas asociadas a las raíces de las plantas, especialmente gramíneas y leguminosas, generan importantes cantidades de P, Cu y Zn (Menge, 1984). Estos elementos químicos, aunque existen en el suelo, no siempre son aprovechables por las plantas, por lo que se requiere de la actividad microorgánica para hacerlos asimilables.
- e) La mayor actividad biológica que ha generado la OL se ha traducido en aumentos del pH del suelo, factor importante en la mayor disponibilidad de P y otros elementos químicos (Cuadro 8).

Conclusiones

Los resultados presentados permiten obtener las siguientes conclusiones relacionadas con la Cero labranza:

- Notable disminución de la erosión hídrica y estabilidad física del suelo.
- Mineralización de los rastrojos y aumento de la disponibilidad de nutrimentos.
- Aumento de la población endomicorrítica, importante en la absorción del fósforo.
- Mejor control de malezas por acción alelopática.
- Adecuado control biológico de **Gaeumannomyces graminis**.
- Disminución de la densidad aparente del suelo y mejoramiento del pH.
- Los cultivos sucesivos de trigo - maíz ofrecen ventajas comparativas respecto de las rotaciones con los mismos cereales.

- Potencializa positivamente todos los factores bióticos, que afectan a la disponibilidad de nutrimentos.
- Permite sembrar áreas con mayor pendiente sin riesgo de erosión.
- La preservación del recurso suelo se asegura aún bajo la más alta productividad.

Literatura citada

1. APABLAZA, G. E. Enfermedades tradicionales del trigo y su control. In: Proc. Seminario de trigo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Dept. Ciencias Vegetales, Santiago, pp. 9.1 - 9.16. 1985.
2. BORIE, F. y BAREA, J. M. Anales de Edafología y Agrobiología. Tomo 40, 11 - 12. Ciclo del fósforo: II Papel de los microorganismos y su repercusión en nutrición vegetal. pp. 2365 - 2381. 1981.
3. CROVETTO, C. Cero labranza: producción de cereales sin deterioro del suelo. El Campesino 114 (11): 6 - 9. 1983.
4. ————. Importancia de los residuos de cosechas en la producción agrícola. Próxima Década 2 (14): 13 - 15. 1983.
5. ————. Cero labranza maíz - trigo. Chile Agrícola. 8 (82): 176. 1983.
6. DEMOLON, A. Dinámica del Suelo. 5a. ed. Omega, Barcelona. pp. 419 - 436. 1965.
7. ELLIOT, L. F.; McCALLA, T. M. and WAISS, A. Phytotoxicity associated with residue management. In: Crop residue management systems. ASA Special Publication. No. 31. pp. 131 - 146. 1978.
8. GAZETA RURAL. Especial Plantío Direto. Año 1, No. 7, enero - febrero. 1985.
9. GUENZI, W. D.; McCALLA, T. M. y NORSTADT, F. A. Presence and persistence of the phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues. Agronomy Journal. 59: 163 - 165. 1967.
10. KIMBER, R. W. L. Phytotoxicity from plant residues I. The influence of rotted wheat straw on seeding growth. Australian Journal of Agriculture Res. 18: 361 - 374. 1967.
11. KING, A. D. Progress in no till. Journal of Soil and Water Conservation. 38 (3): 160 - 161. 1963.
12. McCALLA, T. M.; GUENZI, W. D. y NORSTADT, F. A. Microbial studies of phytotoxic substances in the stubble mulch system. Z. Allg. Mikrobiol. 3: 202 - 210. 1963.
13. MENGE, J. California Farmer. Alton Pryor. 260 (3): 10/11 - 81. 1984.
14. PUTNAM, A. R. Allelopathic chemicals. Chem. and Eng. N. 61 (14): 34 - 45. 1983.

EVALUACION DE BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS DE REPRESAS DE ALMACENAMIENTO EN EL VALLE DEL RIO AMARILLO PARA PREVENIR LA EROSION, AUMENTAR LA PRODUCCION Y REDUCIR LAS PERDIDAS DE SUELO

por Fang Huarong, Hua Shaozhu, Mong Guingmei y Mou Jinze *

Resumen

Este trabajo trata, principalmente, de la importancia del sistema de represas de almacenamiento para mejorar pequeñas cuencas hidrográficas y algunos tipos de cárcavas, basándose para ello en la erosión y en la producción de sedimentos de pequeñas áreas de drenaje, en la zona de colinas loessíticas con erosión de cárcavas, localizada en la parte media del Río Amarillo (Huanghe). Los datos observados han sido usados para verificar el rol del sistema de represas de almacenamiento en incrementar la fertilidad y humedad del suelo, aumentando así los rendimientos de los cultivos y reduciendo la sedimentación en el área de drenaje.

Las corrientes en el medio y alto Río Amarillo fluyen a través de la meseta de loess, —la más grande del mundo—, cubriendo un área de 580.000 km², formada por deposición de loess en el período cuaternario. En esta área, el espesor total del horizonte del suelo va desde algunas decenas de metros hasta 200 m. La textura del suelo es porosa, de grano fino; el diámetro medio va desde 0.015 mm hasta 0.045 mm. El suelo es rico en carbonato de calcio.

Bajo la erosión hídrica, el suelo se aglomera en agregados y terrones; además, como el loess tiene clivaje vertical, el terreno se disecta formando cárcavas de erosión que constituyen una red de drenaje. La región de la meseta loessítica fue también una zona de actividad en el nuevo tectonismo, donde muchas de las áreas se elevaron mientras otras, especialmente los "grabens" ** de los Ríos Fenhe y Weihe, muestran una subsidencia relativamente grande. Esto significa que la cota del fondo del lecho de los ríos, en las áreas norte y noroeste de Shaanxi y en la Provincia de Gansu, bajaron en razón del citado tectonismo. Cuando el desnivel aumenta, el fondo de las cárcavas se torna más profundo y angosto, provocando la formación y transporte de sedimentos.

En esta región la cobertura vegetal es poco densa; durante las tormentas, el escurrimiento superficial puede transportar una gran cantidad de material de suelo por medio de arroyuelos y cárcavas hacia las cañadas, contribuyendo así al transporte de aguas con alta concentración de sedimentos. Dentro de esta concentración, la máxima observada actualmente es de aproximadamente 1.000 kg/m³. Este flujo hiperconcentrado puede tener una relación de transporte de sedimentos (sediment delivery ratio), tan alto como en las cárcavas.

* *Técnicos del Departamento de Riego y Conservación del agua, Ministerio de Recursos Hídricos y Energía Eléctrica y de la Comisión de Conservación del Río Amarillo. Ministerio de Recursos Hídricos y Energía Eléctrica, Beijing, China, respectivamente.*

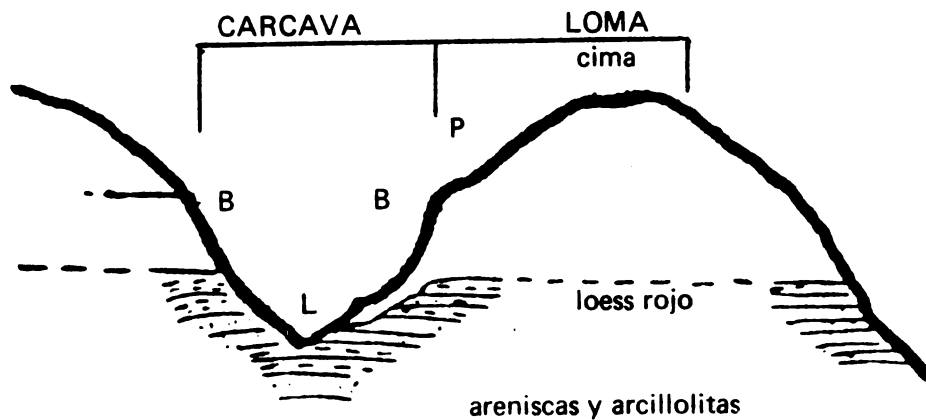
Traducido por G. Romero y G. Camussi, Ings. Agrs. Becarias del IICA (Montevideo, abril 1986)

** *Depresión alargada del terreno provocada por dos fallas geológicas más o menos paralelas. N. del T.*

Erosión del suelo y producción de sedimentos en pequeñas cuencas hidrográficas con erosión de cárcavas

Por causa de la acelerada erosión ocurrida en años recientes en la meseta loessítica, las cárcavas han avanzado formando una red de zanjas de erosión; la densidad de las cárcavas alcanza a 3 - 7 km/km² en la zona de colinas loessíticas con erosión de cárcavas, donde el terreno está severamente afectado. En la meseta loessítica con erosión de cárcavas, la densidad de ellas es de 1 a 2 km/km². La longitud de las cárcavas principales es generalmente de 5 - 40 km y la pendiente del lecho entre uno y tres por ciento.

De acuerdo al geomorfismo de erosión, el borde superior o margen de la cárcava actual es usado como límite convencional por encima del cual queda el terreno ondulado normal (loma) y por debajo, la cárcava (Figura 1). Basándose en muchas observaciones y en el análisis del agua y de los sedimentos en pequeñas cuencas hidrográficas en la meseta loessítica, se encontraron diferentes fuentes de sedimento en la loma y en la cárcava, como se muestra en el Cuadro 1 (página 147). Las cárcavas comprenden el 36 por ciento del área total de la cuenca erosionada, pero la carga de sedimentos que producen es 57 por ciento del total; en caso de lluvias fuertes, la proporción puede aumentar pronunciadamente (ver Cuadro 1).



- B: Borde de la cárcava
- L: Lecho de la cárcava
- P: Pendiente de la loma

Figura 1. Esquema del corte de una pequeña cárcava en la zona de colinas loessíticas, con erosión de cárcavas

Cuadro 1. Sedimentos originados en lomas y cárcavas

Cuenca Hidrográfica	Area tipo de erosión de suelo	Area de la cuenca (km ²)	Módulo de carga de sedimentos (ton/km ²)	Origen de los sedimentos			
				LOMA		CARCAVA	
				Area (o/o)	Carga sedimentos (o/o)	Area (o/o)	Carga sedimentos (o/o)
Cárcava	Zona de colinas erosionadas loessíticas	0.18	23.460	74	61,8	26,0	38,2
Tuanuyan	Idem	0.49	27.530	45,4	43,3	54,6	56,7
Dabian	Idem	3.70	10.706	86,0	46,3	14,0	53,7
Yiouyan	Idem	70.10	18.100	56,6	50,1	43,4	49,9
Nanxiaohe	Meseta loessítica erosionada	30.60	4.350	56,9	13,7	43,1	86,3
Promedio				64	43	36	57

Las cárcavas no sólo son susceptibles a una fuerte erosión hidráulica sino también a la erosión gravitacional activa. Bajo la acción de la gravedad y el movimiento del agua subterránea, el fenómeno de la erosión se traduce en desprendimiento, deslizamiento y avalancha, los cuales son muy serios sobre todo en cárcavas con taludes muy inclinados y con escarpas salientes. La erosión en este caso, se da principalmente en tres formas: expansión del lecho; retroprolongación de la cabecera y corte del fondo de la cárcava. Afectada por el escurrimiento superficial de la lluvia, la velocidad de la erosión retrogresiva en la cabecera de la cárcava es muy alta; a veces sucede que luego de una sólo tormenta ella retrocede varias decenas de metros.

Debido a la intensa erosión que ocurre dentro de la cárcava, el módulo de erosión es muy alto; es así que el módulo promedio anual de erosión de suelo en la zona de colinas loessíticas con cárcavas, es superior a 10.000 ton/km²; el módulo promedio anual de erosión de suelo en la zona de la meseta erosionada es 5.000 - 10.000 ton/km² *.

* 10.000 tt/km²/año equivalen a 100 tt/ha/año. Considerando una densidad aparente del suelo, en su condición natural, de 1,2 g/cm³, esta masa de suelo equivale a una lámina de 8,3 cm de altura. N. del T.

En vista del análisis anterior, se observa que las cárcavas son las fuentes más importantes de sedimentos en pequeñas cuencas hidrográficas. La forma de erosión sirve como base científica para adoptar medidas de conservación de suelos para las condiciones locales de acuerdo a planes unificados de manejo de pequeñas cuencas hidrográficas.

Papel del sistema represa - reservorio en el mejoramiento de pequeñas cuencas hidrográficas

Todas las medidas de conservación de suelo tienen que considerar la regularidad de la distribución vertical del proceso de sedimentación, para las diferentes áreas en que es necesario tomar medidas específicas para la conservación de suelos, buscando en cada caso las más apropiadas para las condiciones locales.

En las lomas se emplean mayormente prácticas culturales y conservacionistas en los predios, mientras que en las cárcavas hay que considerar proyectos de ingeniería. La aplicación de cualquier sistema de conservación tiende en definitiva a combinar la obtención de la mejor producción con la reducción de pérdidas de suelo. Según el análisis del área de drenaje de la zona de colinas loessíticas con erosión en cárcavas, puede obtenerse un control del 20 al 40 por ciento de los sedimentos, con un máximo de 50 por ciento, mediante prácticas de terracedo, con plantación de árboles, establecimiento de pasturas y otros. El restante 50 por ciento de los sedimentos se puede controlar con obras de ingeniería dentro de las cárcavas.

Algunas medidas muy relacionadas con el control de la erosión en cárcavas son: la construcción de lagos y represas para bloquear el flujo de agua que escurre a través de campos, villas y a lo largo de carreteras, la retención del agua de lluvia en diques construídos a lo largo de las carreteras en la meseta loessítica erosionada y los diques de control al pie de las cárcavas. Sin embargo, estos mecanismos no son suficientes para el control y la reducción de la erosión.

Desde hace 400 años, en China, los diques y represas constituyen una línea importante para el manejo de pequeñas cuencas hidrográficas, pero sólo eran construídos en los brazos pequeños de las cárcavas. En épocas más recientes, una gran cantidad de medianas y grandes presas - reservorio se han construído en las cárcavas principales; el área bajo control varía desde 10 a 1.000 km² y las alturas de las cortinas entre 10 y 30 m. En el presente, siguiendo el desarrollo de los trabajos de conservación de suelos y utilizando el terraplenado hidráulico * de los diques, el desarrollo de los sistemas dique - reservorio ha alcanzado una escala y velocidad sin precedentes. Alrededor de 9.000 diques de terraplenado hidráulico se construyeron en el Shaanxi del Norte y en el Shaanxi del Oeste (incluyendo detentores de limo y reservorios de agua). Entre ellos hay 5.400 diques de más de 15 m de altura, 2.200 de más de 20 m y el más grande alcanza una altura de 70 m (el Gran Dique en la zona de Wuqui, Provincia de Shaanxi).

En la actualidad, hay muchos modelos de control de cárcavas a lo largo del curso medio del Río Amarillo; algunos comprenden sistemas de dique - reservorio en combinación con otras medidas para organizar el área de la cuenca.

* *Alude al transporte de arena, limo y arcilla en suspensión de agua, utilizando bombeo y tuberías adecuadas. N. del T.*

Pero las particularidades de cada cárcava llevan a adoptar diferentes medidas de control, tales como:

— Cárcava de Yangjiagou en Xifeng, Qingyang Provincia de Gansu. Pertenece a la meseta de colinas loessíticas con erosión en cárcavas y posee un área de drenaje de alrededor de 0,87 km². Cumpliendo el lema de "Conservar la tierra y fijar la cárcava" desde 1954, dentro de un plan integrado, se usaron prácticas culturales en su mayoría combinadas con recursos de ingeniería. El control de la cárcava se consiguió con la construcción de terrazas y control de pendientes *.

En el terreno terracedo, toda la tierra de labranza se dispuso en una faja horizontal protegida por un dique de contención de 588 m de longitud construido a lo largo del borde superior de la cárcava y en la cabecera de ella. En la tierra en pendiente, se construyeron terrazas separadas por diques de contención.

Una superficie de 365 mu ** se encuentra forestada y 34,5 mu plantada con alfalfa: hay 75 represas de sauces para decantación de sedimentos, cada 20 - 30 m, a lo largo del lecho de la cárcava. Se plantaron 31.000 árboles entre álamos y sauces que en su mayoría actúan como protección y para fijar el fondo de la cárcava; se construyeron también 149 represas de contención hechas de tierra, en las cárcavas de los afluentes menores de la cárcava. Al principio de los años 60, la cárcava de Yangjiagou se tornó un ejemplo en el control de cárcavas y de forestación en el este de la Provincia de Gansu.

— Cárcava de Wangmaogou, en el Departamento de Suide, Provincia de Shaanxi, pertenece a la zona de colinas loessíticas con erosión en cárcavas y posee una cuenca de 5,97 km².

La construcción de la represa de tierra en la boca de la cárcava se inició en 1953 y evolucionó más tarde hacia un sistema completo para el control de la pequeña cuenca hidrográfica. El proceso de desarrollo del sistema fue: primero, se usaron las presas superiores para el almacenamiento de agua y las inferiores para uso agrícola, así cada presa individual se integró al sistema paso a paso. Una vez integrado el sistema, las presas con una gran área de limo depositado se usan para fines agrícolas, mientras que las que aún poseen poco depósito, se utilizan para reserva de agua y sedimentación; cada tantos años esta situación se invierte.

El método de alternar cultivos con reserva de agua se usa para expandir y utilizar al máximo el sistema de presas. Además, al planificar el sistema de presas, se pueden combinar grandes y pequeños reservorios y elegir la posición más conveniente para localizar la cortina en lugares estratégicos para la seguridad de otras presas aguas abajo.

Treinta y cinco presas de reserva, entre grandes y pequeñas y 340 mu de tierra limosa detrás de las cortinas, forman el sistema de la cárcava de Wangmaogou, en una combinación de depositación, cultivo, sedimentación y descarga.

* Posiblemente terrazas de banco o andenes. N. del T.

** 1 mu = 667 m²

— Cárcava de Duichagou, en el Departamento de Mizhi, Provincia de Shaanxi. Pertenece a la zona de colinas loessíticas con erosión en cárcavas y posee un área de drenaje de 4,6 km².

Para organizar esta cárcava fue necesario recurrir a mecanismos para la detención de limo combinado con pequeñas reservas de agua. En el manejo y operación de las presas, reservas, pozos y alcantarillas, se tiende a protegerlas contra las crecientes, a controlar la alcalinización, a desarrollar el riego, a racionalizar el uso del agua y de la tierra y así aumentar la producción agrícola.

Desde el inicio de las obras en 1964, se ha construído siete presas de retención en la parte alta de la cárcava principal y en algunos de los brazos más importantes, con la finalidad de retención del escurrimiento y deposición de limo, así como también para un uso agrícola. En presencia de manantiales, se hicieron más de 10 pozos en los alrededores de los mismos y tres represas de mampostería en la parte alta, media y baja del curso de la cárcava para almacenar agua para riego. Al haber manantiales en el fondo de la cárcava, se ha instalado 1.030 metros de colectores hechos de piedra que actúan como alcantarillas y permiten que el agua clara entre al reservorio; además, este sistema baja el nivel del agua freática en la tierra limosa, protegiéndola así de la alcalinización. En los brazos pequeños y en la parte más baja de la cárcava principal, se ha construído represas retentoras de limo formando tierra, por un total de 167 mu; en las tierras en pendiente se ha plantado pasturas y árboles y se ha terraceado, obteniéndose 900 mu de tierra en terrazas horizontales, 1.905 mu de bosques y 610 mu de praderas. En el momento, Duichagou se ha vuelto un modelo avanzado en el norte de Shaanxi para el control de cárcavas.

Efectos del sistema represa - reservorio en la reducción de pérdidas de suelo

Retener limo para formar suelos agrícolas es el espíritu que lleva a la construcción de reservorios y retentores de limo en la cárcava principal y en sus ramales; además, el sistema represa - reservorio cumple otras funciones, a saber:

- retiene el limo, regula el escurrimiento y reduce la entrada de sedimentos a la boca de la cárcava;
- eleva la cota del fondo de la cárcava y con ello se cambia, lentamente, la pendiente del piso de la cárcava; se estabilizan los taludes y se reducen varios tipos de erosión gravitacional.

Generalmente, el sistema represa - reservorio para retención de limo es el factor más importante en la obtención de beneficios en cuanto a la pérdida de suelo en la zona media del Río Amarillo. Si se analiza el valle del Río Wuding en el Norte de Shaanxi (área de drenaje: 30.261 km²), según los datos tomados en alrededor de 10 años (1971 - 1980), el total anual de sedimentos fue de 94,8 millones de toneladas, mientras que 204 millones de toneladas se perdieron en los diez años anteriores (1961 - 1970).

El limo que recibe el Río Amarillo se redujo en un 53,5 por ciento. Según los análisis realizados, el sedimento retenido en el sistema represa - reservorio representa un 80 - 90 por ciento del

total de la reducción, mientras que sólo un 5 - 19 por ciento de retención se debió al control de las pendientes (prácticas agrícolas).

La construcción de retenedores de limo es la medida más importante dentro del sistema represa - reservorio y los beneficios obtenidos son importantes. En el Cuadro 2 se puede ver que la retención del limo está sobre el 50 por ciento del total de los sedimentos. El valor promedio del peso del limo retenido por mu de tierra decantada detrás de la cortina, es de 1.000 a 4.000 toneladas en la zona del curso medio del Río Amarillo.

Cuadro 2. Retención de limo en las presas detentoras

Nombre de la cárcava	Area de de captación (km ²)	No. de presas	Area de tierra limosa (detrás de la cortina)* (mu)	RETENCION DE LIMO		
				Peso total anual de sedimentos (10 ⁴ ton)	Peso anual de limo retenido (10 ⁴ ton)	Proporción limo retenido/total (α/o)
Yaogou	0.84	6	71	0.13	0.11	85.5
Dongliu	1.00	5	84	1.59	0.95	59.6
Xinian	6.10	46	200	4.57	4.27	95.3
Wangjia	9.10	26	488	14.40	6.91	48.0
Gaojia	14.10	54	730	22.35	12.34	55.2
Liujiawan	47.10	71	1.566	73.90	40.92	55.4

* 1 mu equivale a 1/15 ha o 667 m²

La construcción de numerosas represas de retención de limo dentro de la cárcava funciona muy bien. Tal es el caso de la de Huihogou en el Departamento de Mizhi, con un área de drenaje de 2,5 km², donde hay seis represas y el total de limo retenido es de 6.500 toneladas por mu detrás de las cortinas.

La retención de limo en las represas detectoras, se relaciona con la condición geomorfológica del área de drenaje. Según los datos del norte y oeste de Shaanxi, la relación entre V/F (m³/mu), volumen de limo retenido por unidad de superficie en la estructura de contención y la altura o espesor real (H) del depósito de la cortina, es:

$$V/F = 240 H **$$

donde:

** El primer término de esta relación representa la altura teórica que debería tener el depósito de limo retenido en el reservorio; en tanto que el 2do. término es la altura real medida en el depósito, que según estas mediciones se reduce a un 64 por ciento. En el sistema métrico sería: $V(m^3)/A(m^2) = 0.36 H(m)$. N. del T.

- V = retención total en un grupo de represas (m^3)
- F = área total de tierra limosa detrás de la cortina (mu)
- H = espesor del depósito de limo en m

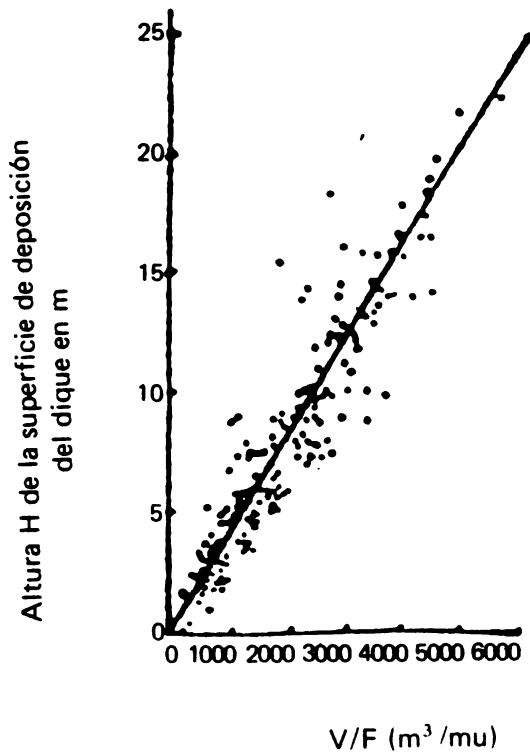


Figura 2. Relación entre V/F y H

Según esta relación, conociendo el espesor del limo acumulado en un grupo de represas, se puede obtener el total de retención de limo por unidad de área y según esto, se puede estimar el total de limo retenido en el grupo de presas.

Beneficios de los proyectos reservorio - represas en términos de incremento de la producción

Desde la fundación de la Nueva China, más de 100.000 detentores de limo han sido construídos y más de 2.600.000 mu de tierra limosa se han formado detrás de las represas, jugando éstas un activo rol en el desarrollo de la producción agrícola en ciertas áreas.

Las tierras limosas concentran agua y nutrimentos, lo cual implica: suelo fértil y agua suficiente. De acuerdo al análisis de los datos observados en la Estación Experimental de Conservación de Suelos y Agua de Suide, la fertilidad de las capas inferiores de suelo limoso depositado detrás de las represas es 3,8 por ciento más alta que la de la tierra agrícola ondulada y en las tierras limosas recientemente depositadas (capas superiores) ésta es superior en 28 - 36 por ciento. La humedad del suelo en las tierras limosas depositadas detrás de las represas es 86 por ciento más alta que en las tierras agrícolas onduladas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de la fertilidad del suelo y la humedad de la tierra limosa depositada detrás de la represa y la tierra agrícola ondulada.

Item Unidad Tipo suelo	Materia orgánica		Nitrógeno total		Nitrógeno		Humedad	
	Conte- nido (o/o)	Relación (o/o)	Conte- nido (o/o)	Relación (o/o)	Conte- nido mg/g de suelo	Relación (o/o)	Conte- nido (o/o)	Relación (o/o)
Tierra agrícola ondulada	0.289	100	0.0532	100	4.451	100	9.47	100
Tierra limosa depositada detrás dique (capas inf.)	0.305	106	0.0573	108	4.574	103	17.61	186
Idem ant. (capas sup.)	0.394	136	0.0683	128	5.783	130	—	—

El rendimiento en trigo en las tierras limosas depositadas detrás de las represas es alto y el beneficio de aumentar el producto es muy importante. Generalmente, el rendimiento por mu en estas tierras, es de 400 - 500 jin, llegando en algunos casos a 1.000 jin o más (1 jin = 0,5 kg).

En la Figura 3 (página 154), se ve la comparación del rendimiento promedio de trigo en jins por mu en la tierra agrícola ondulada, en la zona de terrazas y en la tierra limosa depositada detrás de las represas en años con diferentes condiciones de humedad en la Zona Norte de Shaanxi.

Allí puede verse que el rendimiento promedio por mu en la zona de tierra limosa depositada detrás de las represas, sin riego, es cinco veces superior al rendimiento en las tierras agrícolas onduladas, 2,5 veces superior que el rendimiento obtenido en la zona de terrazas y a su vez, es el 60 por ciento del rendimiento logrado en la zona de tierra limosa depositada detrás de las represas, con riego.

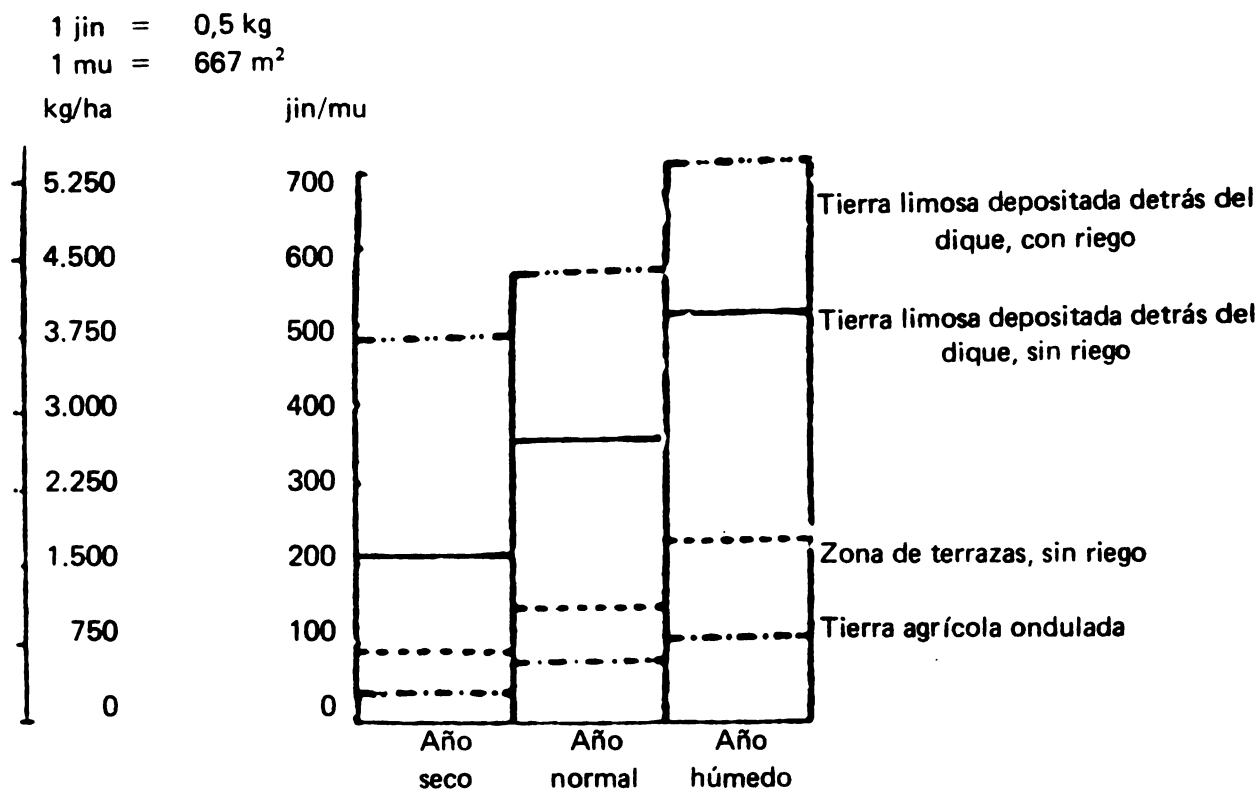


Figura 3. Comparación de rendimiento de trigo en diferentes tierras y diferentes años

El área de suelos limosos depositados detrás de las represas no es grande en proporción al área total cultivada, pero el rendimiento en trigo en esas tierras es muy significativo en el rendimiento total de trigo en la región.

En el Cuadro 4 (página 155) se muestra la comparación del área y el rendimiento en las tierras limosas depositadas detrás de las represas en 1981, en algunas regiones típicas del norte de Shaanxi.

Como se muestra en el Cuadro 4, 1.487 mu de tierra limosa retenida detrás de las represas representan un 12,9 por ciento del área total de tierra bajo cultivo en la región de Shaanxi, mientras que el rendimiento de trigo obtenido en dicha tierra representa el 31,65 por ciento del rendimiento total del área cultivada con trigo.

Cuadro 4. Comparación de área y rendimiento entre la tierra limosa detrás de las cortinas y las tierras de cultivo en unas regiones típicas, en 1981

Región	Area plantada en suelos limosos detrás de las cortinas (mu)	Proporción que representa sobre el total de la tierra cultivada en la región (o/o)	Cosecha de trigo en los suelos depositados (jin) *	Proporción que representa la cosecha en los suelos depositados sobre el total de área bajo cultivo (o/o)
Cárcava de Wangmao en Suide	289	9.0	15.7	27.5
Cárcava de Gaoxi en Mizhi	220	18.6	15.2	53.9
Duicha en Mizhi	167	5.8	12.0	16.7
Cárcava de Shibao en Zizhou	251	16.7	6.9	25.6
Hongshimao en Hengshan	440	7.2	7.8	14.6
Jiaonizhuang en Jinghian	120	20.0	3.3	51.5
Total	1.487	12.9	60.9	31.6

* 1 jin = 0,5 kg

Conclusiones

De acuerdo con el análisis anterior, se pueden formular las siguientes conclusiones:

- a) La región loessítica del medio Río Amarillo y la zona de cárcavas con aproximadamente algunos cientos de miles de ellas, representan las fuentes más importantes de sedimentos que llegan al Río Amarillo.

Es así que el sistema de represas - reservorio dentro de las cárcavas tienen gran importancia en el control de sedimentos y de la calidad del agua, en el desarrollo de la agricultura y en el manejo y desarrollo de la cuenca del Río Amarillo.

- b) Los detentores de limo son un importante componente del sistema presa - reservorio.

En cárcavas controladas y con presas construídas, el control de una presa puede hacerse a escala pequeña, pero el sistema de represas debe ser construído a gran escala, incluyendo represas clave, de modo que se pueda disponer de gran capacidad de almacenamiento de agua y detención de limo, para así tener control de todo el proyecto y consecuentemente de la seguridad del sistema.

- c) Los beneficios obtenidos en la retención de limo dentro de los sistemas presa - reservorio en las cárcavas, son altos, pero con el aumento de deposición de limo, se reduce progresivamente la capacidad de los reservorios y la retención de limo disminuye.

Por lo tanto, para lograr sucesivamente altos niveles de retención, habría que aumentar la altura de las cortinas, o construir nuevas presas; al mismo tiempo, habría que desarrollar en las áreas de drenaje, medidas de control preventivas.

- d) El sistema presa - reservorio en la cárcava no sólo es útil para el almacenaje de agua y la retención de limo, sino que además la tierra limosa retenida detrás de las cortinas es un suelo de alta fertilidad y con buena humedad, donde se logran altos rendimientos de granos.

Además, es una importante medida para lograr el uso racional de los recursos agua y suelos en una región semi - árida, siendo además una manera efectiva de solucionar el problema de la escasez de granos en la zona.

CONSERVATION TILLAGE IN THE USA

by W. C. Moldenhauer, G. W. Langdale, W. Frye, D. K. McColl,
R. I. Papendick, D. E. Smika, D. William Fryrear and O. L. Bennett*

Introduction

Of the 132.5 million hectares of harvested cropland in the United States, 29.58 percent was in conservation tillage in 1984. The percentage of acres in no-till was 4.35 (Conservation Tillage Information Center, Fort Wayne, IN).

While this tremendous expansion in conservation tillage is very encouraging for its erosion reduction potential, problems exist in realizing this potential. First is the lack of surface residue existing at planting time with the use of chisel and disk tillage. The second is difficulty in manipulating high rates of residue for planting and cultivating and for getting normal germination and early growth. It is essential that the effect of amount, kind and row orientation of surface residue on erosion be quantified for purposes of estimating and controlling erosion and that crop yields are comparable with clean tillage to assure adoption of conservation tillage.

Description and importance

Unquestionably, one of the most effective ways to reduce erosion is to have living or dead vegetation on the soil surface. Surface roughness is also important in reducing erosion by both wind and water, but the protection is short-lived because of the splash action of raindrops. Close-growing vegetation is more effective than vegetation grown in wide rows. Perennial vegetation, provided the stand is good, is generally more effective than annual vegetation.

No tillage is generally most effective in reducing soil erosion over an entire season, even though tillage may increase surface roughness and porosity and allow greater intake of water, at least for a short period of time. But tillage loosens the soil for easy detachment, and excessive erosion will occur through a combination of raindrop detachment and runoff.

Status of science and technology

Conservation tillage as a viable alternative to moldboard or disk plowing was introduced in the U. S. Great Plains for wind erosion reduction on wheat lands. From there it moved very

* *Scientists, National Soil Erosion Laboratory (400 N River Road, apt. 1140, West Lafayette, Indiana 47906, USA) and Southern Piedmont Conservation Research Service (P. O. Box 555, Watbinsuite, Georgia 30677, USA), respectively*

gradually into the Corn Belt and other regions. No - tillage studies were initiated in the 1950's in Virginia, Ohio, and other eastern states as the start of water - erosion reducing cropping systems. The success of conservation tillage systems in the humid areas was linked inexorably with the effectiveness of chemical herbicides in controlling weeds.

— Corn Belt

In the 1970's farmers began to realize that chisel - disk tillage saved time and fuel compared to moldboard plowing and crop yields were comparable. The use of chiselling increased dramatically. Unfortunately, the farmer's concept was to bury all the residue possible, and he accepted chisels that would leave the field nearly bare of residue after a disking or two.

In 1981, conservation tillage was used on one - third of the harvested cropland in the Corn Belt. The percentage of cropland in no - till was near the national figure of 2.5 percent. The remainder was mainly chisel - plowed or disked with a heavy, primary - tillage disk (Moldenhauer et al, 1983).

The effectiveness of any tillage method for controlling erosion ultimately depends upon the amount of crop residue left on the soil surface (Lafien et al, 1980). With a chisel plow, for example, the amount of residue left depends upon the type of chisel used and the type and condition of crop residue. Following corn, the residue left may vary from 10 to 20 percent with 10 cm twisted shanks to 50 percent or more with narrow points or sweeps. Much less cover is left on soybean ground after chiselling.

Regardless of how much residue is left after primary tillage, most important in the Corn Belt is the amount of residue remaining after planting. The first 60 days after planting normally is the period of greatest amount and most erosive rain.

The percentage of cover left on chiselled ground after planting depends upon how many secondary tillage operations are carried out in the process of smoothing the field surface and incorporating fertilizer and herbicide. Because tillage with 10 cm twisted shanks leaves little residue, there is little difference in erosion reduction after planting between this method and use of the moldboard plow, which leaves less than 10 percent of the residue from cornstalks on the surface. Chiselling on the contour is much more effective in reducing erosion than chiselling up and down slope.

Following primary tillage with straight chisel points or with sweeps, each secondary tillage operation with a disk in the spring cuts the percentage of cover in half (Sloneker and Moldenhauer, 1977). With 50 percent cover left in the fall, therefore, a spring disking would leave about 25 percent and subsequent disking to incorporate herbicide would reduce the residue cover to 10 or 12 percent.

Using a field cultivator for secondary tillage leaves more residue than using a disk. This can be important from the standpoint of erosion reduction. One study showed that for each 10 percent increase in groundcover, erosion is reduced about 40 percent (Lafien et al, 1980).

The greatest reduction in erosion comes between 0 and 20 percent cover. A 65 percent reduction in soil loss was achieved with 20 percent residue cover.

Using data collected up to the time of publication of USDA Handbook 537 (Wischmeier and Smith, 1978) showed a 20 percent reduction in erosion occurred for each 10 percent increase in groundcover. A 36 percent reduction in erosion was achieved with 20 percent cover. With 30 percent cover, the reduction was 48 percent. The percent reduction varies with the erodibility (K) of the soil and slope steepness.

One problem with straight row farming is the up and down hill tillage marks, especially from chisels or ammonia applicator knives. This effect is evident in the high erosion rates for chiselling. Some manufacturers of chisel plows are aware of the effect up and down hill chisel marks have on runoff and erosion. One has attached various smoothing devices behind the chisel plow to erase these marks and leave the residue better distributed. This also has the effect of smoothing the chiselled ground and reducing or eliminating the need for secondary tillage before planting with a fluted coulter. On the other hand, smoothing increases runoff and erosion by reducing roughness (Moldenhauer et al, 1983).

Ridge till, strip till, and disk - tillage all reduce soil losses, depending upon how much residue remains on the soil surface. With all of these systems, however, it is important to avoid planting up and down hill if possible. Erosion reducing effectiveness decreases greatly when done up and down slopes. Ridge tilling, when done correctly, allows runoff to move down the ridge side slopes and through the residue accumulated in the furrows. The result is very effective soil erosion control. Raised wide beds also offer control of surface water if oriented across slope to conduct runoff water to a grassed waterway (Morrison and Gerik, 1983).

The correlation between percentage of residue cover and soil loss applies equally to no till, ridge till, strip - till, disk - till and all other systems. No - till is generally the most effective means of erosion reduction, mainly because more residue is left. The longer a field remains in no till, the more effective erosion reduction becomes (Wischmeier, 1973), because as surface structure of the soil improves, infiltration improves. Also, detachment becomes more difficult because soil aggregates become larger and more stable. With no till on moderate slopes (2 - 5 percent), there is little effect of row direction on soil loss. Soil loss from up and down hill planting is nearly the same as that from contouring. On slopes greater than 10 percent, the planter opener slot can erode, especially when planting is in soybean residue.

Soybeans in a corn - soybean rotation greatly reduce the effectiveness of no - till in reducing erosion. Little residue remains following soybeans, and this deteriorates rapidly in comparison with corn or wheat residue. For example, on slopes 90 m long, a corn - soybean rotation effectively controls erosion on slopes up to four percent in the western Corn Belt. With continuous corn, no - till will protect slopes up to six percent under similar conditions.

Cover crops, such as legumes, certain grasses, and wheat or rye seeded into the senescing soybean crop, show promise for helping to control erosion following soybeans. The cover crop is killed with a contact herbicide in the spring and planting is done into the soybean and cover crop residue.

As for the status of conservation tillage in the Corn Belt, chiselling in corn residue is much more common now than a few years ago. Chiselled bean residue is widely accepted. Use of no - till, or a shallow pass with a field cultivator, for corn following soybeans is gaining acceptance rapidly. There is great interest in till - planting on ridges, although the practice is not widespread. Most discouraging about the shift to normoldboard plow tillage systems is the small amount of crop residue left after planting, especially with chisel plow systems.

— South and Southeast

A large percentage of the conservation tillage in the Southeast is in double cropping of soybeans and wheat. Use of fluted coulters for planting row crops in cool - season grass sods emerged during the late 1960's in the upper South. Little data for fluted - coulters, sod - base crops relate to soil erosion (Carreker *et al*, 1972; Jones *et al*, 1968). What research has been done suggests that soil loss is not a hazard with this conservation tillage system. More recent work includes Box *et al*, 1980, and Legg *et al*, 1979.

In the early 1970's, use of fluted coulters in small grain residue began. Much of the fluted - coulters research in both cool - season sods and small grain residue was reviewed in 1977 (Reicosky *et al*) and again in 1980 (Phillips *et al*). More recent work includes Hargrove *et al*, 1982, and Banks and Robinson, 1982.

Reliable, trouble - free residue cutting procedures have not yet been achieved. This is mainly because of the widely varying soil and residue conditions which must be addressed for timely no - till planting of crops. Devices including smooth, rippled (serrated), fluted and powered coulters, powered cutters, and staggered double disks all have functional inadequacies and may contribute to the prevailing conditional problems in no - tillage of poor seed germination, seedling emergence and early plant vigor.

Research relating the use of no - tillage cropping with soil erosion remains limited in the South and Southeast (Langdale *et al*, 1978, and 1979; McGregor, 1978; McGregor and Mutchler, 1983; McGregor *et al*, 1975; and Hargrove *et al*, 1984). Flume - measured sediment was reduced 99 percent by using continuous fluted - coulters procedures for both small grain and grain sorghum production on a Piedmont soil (Langdale, 1979). Similar success with respect to erosion control was obtained in rainulator studies with soybeans following wheat, but runoff remained nearly constant at 57 percent (Langdale *et al*, 1978).

Much higher watershed (no - till/double - crop) runoff and sediment transport was reported on loess silty clay loam soils in northern Mississippi (McGregor *et al*, 1975). Runoff and soil losses declined about 21 percent and 86 percent, respectively, when no - till (fluted coulters) rather than conventionally tilled soybeans were used. C - factors experimentally determined for these conservation tillage systems were lower than those reported in Agriculture Handbook No. 537 (McGregor, 1978; Wischmeier and Smith, 1978).

Conservation tillage using fluted coulters has not been successful on Southeastern soils where shallow subsurface or surface root - restrictive layers exist. Subsurface restrictive zones

have been attributed, in part, to disk harrows and surface compaction by cattle grazing small grain in the winter and spring months as well as to aluminum toxicity (Elkins et al, 1983).

Another conservation tillage system, the coultter in - row chisel/subsoil system, performs well under these conditions (Langdale et al, 1979 and 1981; Thomas et al, 1982). This tillage innovation controls soil erosion and runoff on slopes up to seven percent in the southern Piedmont (Langdale and Leonark, 1983; Thomas et al, 1982). Runoff has declined to about three percent of rainfall annually when this tillage procedure is used to plant soybeans in wheat residue (Langdale and Leonard, 1983). In dry and wet rainulator runs, runoff was four percent and 37 percent of rainfall, respectively, with the same cropping system on six percent slopes with up - and - down - hill rows (Langdale et al, 1983). Coulter in - row chiseling grain sorghum into cool season legumes (e. g. crimson clover) decreases runoff to approximately one percent annually. The cool season legumes also supply adequate quantities of biologically fixed N for unirrigated grain sorghum (W. L. Hargrove et al, 1984).

Narrow - row smooth and serrated coultters are currently used in the Southeast to plant rye and clover seed through soybean or grain sorghum residue and in dormant warm - season grass sods in the fall. There is no soil erosion research in progress on these systems. Few attempts have been made in Kentucky and Tennessee to measure the effects of tillage and cropping systems on soil loss. Some erosion experiments are underway in both states, but data from them are preliminary.

The obvious effect that soil losses are a function of vegetative cover is evident from tests at the Milan Experiment Station in West Tennessee (Shelton et al, 1983). The effect of no - till in reducing soil erosion is also apparent by comparing soil loss for single - cropped soybeans using conventional tillage (62 Mg/ha) and single - cropped soybeans under no - till (0.8 Mg/ha). No - till cotton following no - till soybeans - wheat double crops lost 1.3 Mg/ha of soil compared with 20 Mg/ha following reduced till soybeans. Soil loss was 74.2 Mg/ha with conventional tilled continuous cotton (Mutchler et al, 1984).

— Great Plains

Conservation tillage in the semiarid Great Plains is effective for both wind and water erosion control but is also used to improve efficient use of the precipitation which, over most of the Great Plains region, is the only and frequently limited source of water for agricultural production. Conservation tillage systems have increased water supplies through more efficient soil water storage which is essential to produce the necessary vegetation on the soil surface for erosion control. Soil erosion by wind is the predominant erosion problem, but conservation tillage techniques that control erosion by wind will also control water erosion.

The development of sprinkler irrigation in the semiarid plains, wherever ground water supplies are adequate, has increased the potential for water erosion on the silt - clay - loam soils. The erosion potential is particularly evident where the sprinkler systems have been converted from high to low pressure application to conserve energy. There is, therefore, a need to develop conservation tillage systems that adequately control runoff and erosion under sprinkler irrigation as well as on non - irrigated lands.

One of the problems of conservation tillage and especially no - till is the failure of many planters to provide a firm seed - to - soil contact for uniform germination. Most planters will provide an adequate soil slot to embed the seed, but there has been a failure for packer wheels to firmly pack the soil around the seed because of the amount of residue on the surface and the firmer soil not flowing back on top of the seed. The problem is not as critical where some form of tillage is done prior to planting.

Problems and research needs associated with conservation tillage systems are similar to those experienced and discussed in other regions. Emphasis, however, should be more on water conservation and wind erosion control than water erosion in the semiarid Great Plains.

— Pacific Northwest

Runoff and erosion are frequently severe in the dryland grain areas of the Pacific Northwest. The Mediterranean climate (winter precipitation and dry summers) is ideal for producing winter small grain. Unfortunately, traditional tillage practices leave the soil unprotected except for the cover from the growing wheat crop. In much of the area, because of the cool fall and cold winter, the growing crop provides insufficient groundcover to protect the soil. The problem is compounded by rainfall and by snowmelt when the soil is thawing from the surface following periods of cold temperatures. With traditional tillage and rotations, soil erosion can reach 225 Mg/ha or more in a single event of a day or a few days duration (Moldenhauer et al, 1983).

Conservation tillage systems with more surface residue are being emphasized as a means of preventing erosion and reducing crop production costs. In the low precipitation zone (200 to 350 mm/yr), where winter wheat following a year of summer fallow is traditional and necessary, chisels are the standard primary tillage tool. If less - intensive secondary tillage is used, surface residues of 1.35 to 1.70 Mg/ha remain after seeding. These are sufficient to protect soil on all but the steep or concave field areas where water can concentrate and flow across drill rows.

In the intermediate precipitation zone (350 to 450 mm/yr), where summer fallow is used every third or fourth year, both chisels and plows are used. Only by turning the plow furrow up - slope and using minimal secondary tillage is it possible to retain sufficient residue for soil protection after the winter wheat crop is seeded. Even then, only moderate slopes will be adequately protected.

The moldboard plow has been traditional primary tillage tool in the higher precipitation zone (more than 450 mm/yr). Its use remains widespread. Newer models allow turning the furrow upslope on much steeper slopes than previously thought possible. The chisel is sometimes used as a primary tillage tool in the fall in preparation for seeding a spring crop. It is used prior to reseeding a fall crop only if the previous crop was a low - residue one, such as spring peas or lentils.

In recent years, a number of mulch - type implement have been introduced. They are being used across all precipitation zones. These implements generally have a straight coulter, either smooth or fluted, preceding a chisel shank. The chisel shank may be twisted so it buries more

residue. On some implements, horizontal rotating bars or rods behind the chisel shanks provide additional residue incorporation and flatten the ridges left by the shanks.

Attempts to deal with annual weed problems, such as downy brome (*Bromus tectorum*), have led to the use of heavy disk harrows in the fall, prior to primary tillage in the fall or spring. The intent is to incorporate the weed seed prior to early fall rains and encourage germination. Subsequent tillage operations kill the downy brome before seed set. Unfortunately, unless residue is quite heavy, the disking breaks the straw and pulverizes the surface soil so that, even though the soil may be chiseled later, the chisel marks fill with loose soil and runoff and erosion occur (Moldenhauer et al, 1983).

The heavy disk harrow is also used frequently as the main tillage tool for fall tillage after dry peas. The disk pulverizes the surface soil, buries the scant residue, and leaves an erosion-prone surface after winter wheat is seeded.

No-till seeding has been used by farmers in the Pacific Northwest since 1975. The area in no-till varies from year to year, but currently amounts to about 20,000 of the four million hectares of dryland. There has been a substantial increase in no-till seeding within the past two years. Drills with fertilizer placement capability have been responsible for much of the increased interest and success.

No-till seeding into small grain stubble reduces erosion in comparison with most other conservation tillage systems. Runoff may or may not be less. No-till seeding into pea and lentil residue may not reduce run-off and erosion much in comparison with tillage systems that leave the soil rough.

Data from plots at the Palouse Conservation Field Station at Pullman, Washington, indicate reduced tillage and direct stubble seeding have significant impacts on runoff and soil loss on frozen soil. When soil on bare smooth-tilled plots is frozen to a depth of 10 cm or less, rough tillage and greater amounts of residue prevent a continuous concrete frost layer; hence, the land is less prone to runoff and soil loss from rain and snowmelt during the thawing period. When soil is frozen to greater depths, 15 to 20 cm or more, concrete frost forms under all treatments, and runoff quantities can be quite similar. Land with greater surface roughness and residue is better protected from erosion as the water runs off (Moldenhauer et al, 1983).

– Northeast

The hilly terrain common to the Appalachian region is characterized by shallow soils with low water holding capacity, low pH, and low fertility. Production is further complicated by the effects of slope, exposure and elevation. The steep slopes and high rainfall contribute to a continuous problem with runoff and soil erosion.

Conservation tillage may be used for row crops (corn, soybeans, string beans, sweet corn and a variety of horticultural crops) as well as small grains and forage species. Legumes may be used both as a continuous growth cover and a source of nitrogen.

Needed scientific and technological advances

Great progress has been made in the past 10 - 15 years in making normoldboard plow tillage acceptable as both crop production and erosion reduction systems. But much more can be done in both areas to improve these systems for both production and erosion reduction. In the area of quality of yields, pest control is a continuing problem, especially certain weeds, insects such as slugs and rodents such as mice. Placement of fertilizer and pesticides is a problem requiring more research. These are all much more of a problem in no - till than in the other normoldboard systems because of the severely limited management options in solving them.

It should be stressed in all this that the wonder of it all is not in the problems we have left to solve but in the tremendous strides that have been made in the short span of 10 - 15 years by researchers, extension and action agency people, commercial chemical and machinery companies and innovative farmers in getting those systems accepted.

In the area of erosion control, research and development are needed to make chisel plowing a more effective conservation tillage practice. Now, much chisel plowing in the Corn Belt has little effect on soil erosion because of the small amount of residue left after planting. This is particularly serious in chiselled soybean stubble.

More research and development are needed to find ways to reduce erosion where soybeans are part of the management system. Much remains to be learned in handling of winter crops to reduce erosion following soybeans. More research, and development, but especially education, are needed to find ways and to get operators to leave more residue during tillage.

In the South and Southeast research is needed to develop the specifications for improved residue cutting and crop planting in undisturbed soils. Research on C factors for no - till planting and the coulter in - row/chisel sobsoil system is needed by soil association to determine reduction in runoff and erosion. There is a distinct lack of soil and water loss data from the above systems and systems where rye and clover seed are coulter planted through soybean and grain sorgnum residue. Research is needed to understand better why yields are reduced under no - till in many areas of the South.

In the Pacific Northwest research and development are needed on innovative methods to reduce erosion. Vertical mulching is an example, also variable row seeding with fertilizer placed so all wheat plants have access to it and between - row weeds have little or none. Drills are needed that can cut through heavy wheat residue and place fertilizer very accurately. Methods must be found to reduce erosion following peas and lentils. Much research is needed on frozen and thawing soil to determine the most effective tillage and management systems for erosion reduction.

Conservation tillage is increasing production over conventional on severely eroded soils in both the Southeast and Corn Belt. Research is needed to better understand the reasons for this. A very important point here is that development and education play a crucial role in getting conservation tillage accepted by farm operators. Research is just one step, but a crucial one many times. Most of the time farm operators, at least in the Corn Belt, are not waiting for research but are developing their own system by trial and error and whatever they can learn from extension and SCS, farm magazines, chemical and equipment companies and their more innovative neighbors.

In the Great Plains conservation tillage systems have increased plant water availability and could reduce the frequency of the practice of summer fallow. There is a need to study cropping sequences and herbicides that are compatible with one another and provide a year - round surface cover for erosion reduction. Multi - cropping rather than single - cropping systems may also provide better control of weeds, insects, and other plant diseases.

The more intensive cropping systems will require better fertilizer management. There is a question of how much, placement, and timing of fertilizer application for optimum yields in conservation tillage systems.

Long - term effects of conservation or no - tillage systems on soil structure and soil water movement need to be evaluated. Will hardpans, developed under conventional tillage systems, gradually disappear under no - till practices, or is periodic deep tillage needed to improve water intake and plant root development?

Water conservation and water erosion control are further improved when land - forming systems are used in conjunction with conservation tillage systems. The use of bench terraces, level pans, or level benches on the steeper sloping land have been effective in reducing erosion potential by reducing slope length. Applying conservation tillage or no - till farming practices to these land - forming systems can provide additional erosion protection and water conservation.

Final appraisal of any workable conservation practice should involve an accurate economic evaluation of the system. It will not be appealing to a farmer unless it shows a good economic return for his efforts.

In the Northeast research is needed on the changes brought about by conservation tillage on soil chemical and physical properties, availability of plant nutrients; effect of organic compounds released from residues; plant root development and microbial populations including mycorrhiza; environmental factors such as moisture, temperature, and radiation; and other factors that might involve growth such as slope and exposure. Research is needed to determine the effect of soil erosion on crop productivity using both conventional and no - tillage.

Research is needed to develop tillage techniques where long - lived perennial legume and grass species can be used as a continuous ground cover for control of soil erosion and as a source of nitrogen. Changes in chemical and physical properties with these systems need to be determined.

References

1. BANKS, P. A. and ROBINSON, E. L. The influence of straw mulch on the soil reception and persistence of metribuzin. *Weed Science* 30: 164 - 168. 1982.
2. BOX, J. E. Jr.; WILKINSON, S. R.; DAWSON, R. N. and KOZACHYN, J. Soil water effects on no - till corn production in strip and completely killed mulches. *Agronomy Journal* 72: 797 - 802. 1980.

3. CARREKER, J. R.; BOX, J. E.; DAWSON, R. N.; BEATY, E. R. and MORRIS, H. D. No - till corn in fescue grass. *Agronomy Journal* 64: 500 - 503. 1972.
4. ELKINS, C. B.; THURLOW, D. L. and HENDRICK, J. G. Conservation tillage for long - term amelioration of plow pan soil. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 305 - 307. 1983.
5. HAIRSTON, J. E.; SANFORD, J. O.; HAYES, J. C. and REINSCHMIEDT, L. L. Crop yield, soil erosion, and net returns from five tillage systems in the Mississippi Blackland Prairie. *Journal of Soil and Water Conservation* 39: 391 - 395. 1984.
6. HARGROVE, W. L.; REID, J. T.; TOUCHTON, J. T. and GALLAGHER, R. N. Influence of tillage practices on the fertility status of acid soil double - cropped to wheat and soybeans. *Agronomy Journal* 74: 684 - 687. 1982.
7. ———; LANGDALE, G. W. and THOMAS, A. W. Role of legume cover crops in conservation tillage production systems. Presented at the 1984 ASAE summer meetings, Knoxville, Tennessee. Paper No. 84 - 2038. 1984.
8. JONES, J. N.; MOODY, J. E.; SHEAR, G. N.; MOSCHLER, W. W. and LILLARD, J. H. The no - tillage system for corn (*Zea mays* L). *Agronomy Journal* 60: 17 - 20. 1968.
9. LAFLEN, J. M.; MOLDENHAUER, W. C. and COLVIN, T. S. Conservation tillage and soil erosion on continuously rowcropped land. In *Crop Production with Conservation in the 80s*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. 1980.
10. LANGDALE, G. W.; BARNETT, A. P. and BOX, J. E. Conservation tillage systems on their control of water erosion in the Southern Piedmont. In J. T. Touchton and D. G. Gummins (eds.) *Proceedings of the First Annual Southeastern No - Till Systems Conference*. Ga. Agricultural Experiment Station, Athens. pp. 20 - 29. 1978.
11. ———; LEONARD, R. A. and FLEMING, W. G. Reduction of soil erosion by the no - till system in the Southern Piedmont. *Trans., ASAE* 22 (1): 83 - 86, 92. 1979.
12. ———; PERKINS, H. F.; BARNETT, A. P.; REARDON, J. C. and WILSON, R. L. Soil and nutrient runoff losses with in - row, chisel - planted soybeans. *Journal of Soil and Water Conservation* 38 (3): 297 - 301. 1983.
13. ———; BOX, J. E. Jr.; PLANK, C. O, and FLEMING, W. G. Nitrogen requirements associated with improved conservation tillage for corn production. *Soil Science Plant Anal.* 12 (11): 1, 133 - 1, 149. 1981.
14. ——— and LEONARD, R. A. Nutrient and sediment losses associated with conventional and reduced - tillage agricultural practices. p. 457 - 468. In R. R. Lawrence et al (eds). *Nutrient cycling in agricultural ecosystems*. University of Georgia Collection of Agriculture Special Publications No. 23. 1984.

15. LEGG, J. O.; STANFORD, G. and BENNETT, O. L. Utilization of labeled N fertilizer by silage corn under conventional and no - till culture. *Agronomy Journal* 71: 1009 - 1015. 1979.
16. MCGREGOR, K. C. C factors for no - till and conventional till soybeans from plot data. *Trans., ASAE* 21 (6): 1, 119 - 1, 122. 1978.
17. ——— and MUTCHLER, C. K. C factors for no - till and reduced - till corn. *Trans. ASAE* 26: 785 - 788. 1983.
18. ———; GREER, J. D. and GURLEY, G. E. Erosion control with no - till cropping practices. *Trans., ASAE* 18 (5): 918 - 920. 1975.
19. MOLDENHAUER, W. C.; LANGDALE, G. W.; FRYE, W.; McCOOL, D. K. PAPENDICK, R. I.; SMIKA, O. E. and WILLIAM FRYREAR, D. Conservation tillage for erosion control. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 144 - 151. 1983.
20. MORRISON, J. E. Jr. and GERIK, T. J. Wide beds with conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 231 - 232. 1983.
21. MUTCHLER, C. K.; McDOWELL, L. L. and GREER, J. O. Soil loss from no - till cotton. Paper presented at 1984 summer meetings ASAE, Knoxville, Tennessee, Paper No. 84 - 2039. 1984.
22. PHILLIPS, R. E.; BLEVINS, R. L.; THOMAS, G. W.; FRYE, W. W. and PHILLIPS, S. H. No - tillage agriculture. *Science* 208 (4, 448): 1, 108 - 1, 113. 1980.
23. REICOSKY, D. C.; CASSEL, D. K.; BLEVINS, R. L.; GILL, W. R. and NADERMAN, G. L. Conservation tillage in the southeast. *Journal of Soil and Water Conservation* 32 (1): 13 - 19. 1977.
24. SHELTON, C. H.; TOMPKINS, F. D. and TYLER, D. D. Soil erosion from natural and simulated rainfall on five soybean tillage systems. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 425 - 428. 1983.
25. SLONEKER, L. L. and MOLDENHAUER, W. C. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. *Journal of Soil and Water Conservation* 32: 231 - 236. 1977.
26. THOMAS, A. W.; LANGDALE, G. W. and ROBINSON, E. L. Tillage and double cropped practices on watersheds. In E. G. Kruse, C. R. Brudick, and Y. A. Yousef (eds). *Proceedings, Specialty Conference on Environmentally Sound Water and Soil Management*. American Society of Civil Engineers, New York, N. Y. 1982.
27. WISCHMEIER, W. H. Conservation tillage to control water erosion. In *Conservation Tillage*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, Iowa. 1973.
28. ——— and SMITH, D. D. Predicting soil erosion losses: A guide to conservation planning. *Agronomy Handbook No. 537*. USDA - ARS, Washington, DC, 58 pp. 1978.

NOTA DEL EDITOR

La conservación de suelos y el estudio, análisis y selección de sistemas apropiados para la siembra no son aspectos nuevos en el quehacer de los investigadores y productores. Sin embargo, es poco lo que se avanza en estos aspectos, por situaciones de tipo técnico a las que se unen factores económicos importantes o de falta de equipo o interés por quienes arriendan la tierra con fines exclusivos de explotación extractiva, más no conservacionista.

Todos estos temas se discuten con importante profundidad en esta publicación que reúne los trabajos y las posiciones (a veces distintas) de los especialistas de los seis países que integran el PROCISUR, en un trabajo que se ha dividido, para ser coherentes con lo establecido en la reunión en los que fueron presentados, en tres secciones: la primera, presenta una versión editada (en lo que a forma se refiere) de dos conferencias dictadas al inicio de la reunión, por connotados especialistas argentinos; en segundo lugar se presenta cuatro documentos relacionados con la situación de la conservación del suelo en cuatro de los seis países, para pasar luego a una tercera sección con cinco trabajos en aspectos relativos a los sistemas de labranza conservacionista, con relación a la producción de trigo en el Cono Sur.

Durante la edición, surgió la inquietud de la posibilidad de incluir algunos de los trabajos presentados durante la realización de la IV Conferencia Internacional sobre Conservación de Suelos, llevada a cabo en Maracay, Venezuela, en el mismo mes de noviembre de 1985. Dos de estos trabajos están relacionados con experiencias en Uruguay y Chile y los otros dos (para un total de cuatro en el Anexo) con trabajos relativos a acciones llevadas a cabo en China continental y en los Estados Unidos de América. Para la publicación de estos trabajos en este documento, se contó con la autorización correspondiente por parte de los autores (obtenida por el Ing. José Barrios, especialista en Conservación y Manejo de Tierras y Aguas del IICA) y con la anuencia del Ing. Pedro Novello, Coordinador de la Reunión en Marcos Juárez.

Carlos J. Molestina, I. A., M. S.
Especialista en Comunicación Científica

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL
CONO SUR - PROCISUR**

Este Programa consiste en el esfuerzo conjunto de los Gobiernos de los Países del Cono Sur, en el sentido de dar continuidad al trabajo iniciado por el Programa IICA - Cono Sur/ BID y consolidar un sistema permanente de coordinación y soporte científico del apoyo recíproco, del intercambio de conocimientos y de acciones conjuntas y cooperativas.

La cooperación interinstitucional busca promover un sistema de cooperación entre los Países en la investigación agrícola, al mismo tiempo, a través del intercambio y apoyo mutuo para el mejor conocimiento de la situación e inicio de actividades y productos. Para esto las actividades en Cooperación y Adiestramiento se distribuyen en: Cereales de grano duro y Bovinos. Los instrumentos principales de apoyo son: Cooperación y Documentación, Transferencia de Tecnología y Administración.

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Programa de Cooperación para la Agricultura (IICA) y su administración ha sido encargada al IICA y la ejecución a las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ARGENTINA; Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) BOLIVIA; Instituto de Investigación y Experimentación Agropecuaria (INIA) CHILE; Dirección de Investigación y Experimentación Agrícola (DIEA) PARAGUAY; Centro de Investigaciones Agrícolas

PROCISUR-IICA DIALOGO-15	
Autor	
Título Sistemas de labranza y conservación de suelos	
Fecha Devolución	Nombre del solicitante
24 JUN 1988	Lina B.
7/10/91	Miguel
30 OCT 1997	M...

