



LIBRARY
15
DOCUMENTATION

IICA-CIDIA

PROCIANDINO

VI CURSO CORTO TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE AJONJOLI

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA
BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA





LIBRARY OF THE
BIBLIOTHECA MUSEI HISTORICI
DOCUMENTAZIONE

11
12

00001786

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
PARA LA SUBREGION ANDINA
P R O C I A N D I N O**

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

VI CURSO CORTO

TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE AJONJOLI

**Editor:
B. Ramakrishna**

**Acarigua, Venezuela
Marzo, 1990**

PROCIANDINO-10A

E14

RILEC

BV 024650

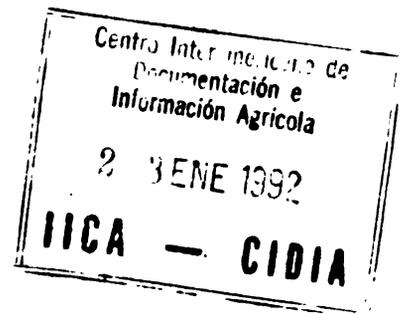
**Programa Cooperativo de Investigación Agrícola
para la Subregión Andina - PROCIANDINO
Dirección Postal: Apartado 201-A
Mariana de Jesús 147 y La Pradera
Quito, Ecuador**

Edición: B. Ramakrishna

CITACION

**IICA-BID-PROCIANDINO. 1990. VI Curso Corto.
Tecnología de la Producción de Ajonjolí. Ed.
por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador.
PROCIANDINO.
175 p.**

**Adopción de tecnología/ Certificación de
semilla/ Colombia/ Cosecha y transporte/
Enfermedades/ Fertilización/ Mejoramiento
genético/ Plagas/ Siembra/ Variedades/
Venezuela.**



Este Curso corresponde al evento codificado como 3.1.12 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina - PROCIANDINO.

Fue organizado por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias - FONAIAP, entidad responsable de ejecutar en Venezuela las actividades planificadas por el PROCIANDINO.

**Coordinadores locales: Jesús Avila
Jesús Peña B.**

•

•

•

•

•

TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
Presentación	Nelson Rivas V. IICA-PROCIANDINO	i
Introducción	B. Ramakrishna IICA-PROCIANDINO	iii
Mejoramiento genético del ajonjolí (<u>Sesamum indicum</u> L.), reseña y logros en Venezuela	Daniel Montilla UCLA, Venezuela Bruno Mazzani FONAIAP, Venezuela Teófilo Cedeno FONALI, Venezuela	1
Comportamiento de variedades de ajonjolí (<u>Sesamum indicum</u> L.) en los Llanos de Monagas (1985 - 1987)	Tania Rodriguez Federico Barreto Celestino Brito Humberto Yibirin y Maribel Diaz FONAIAP, Venezuela	69
El uso de las mutantes inducidas en el mejoramiento genético del ajonjolí	Pedro R. Delgado FONALI, Venezuela	83
Situación del ajonjolí en Colombia	José J. Aragón C. ICA, Colombia	87
Producción de ajonjolí en los Llanos Centro Occidentales de Venezuela	Jesús Avila FONAIAP, Venezuela	95
Tecnología para la siembra temprana de ajonjolí en los Llanos Occidentales	Carlos A. Barrios FONAIAP, Venezuela	113
Fertilización del ajonjolí	Tania Rodriguez FONAIAP, Venezuela	117
Alternativas para controlar algunas enfermedades del ajonjolí (<u>Sesamum indicum</u> L.)	Juan Pineda y Jesús Avila M. FONAIAP, Venezuela	121
Plagas del ajonjolí	Omar A. Aponte FONAIAP, Venezuela	125
Aspectos económicos derivados de los procesos de cosecha y transporte de granos y semillas	Rafael Dávila y Humberto Echeverría Univ. Central, Venezuela	129

		<u>Página</u>
Certificación de semilla de ajonjolí	Jesús E. Ochoa FONAIAP, Venezuela	155
Aspectos sobre adopción de tecnología en el cultivo de ajonjolí en la región Centro-Occidental de Venezuela	Jesús M. Peña B. FONAIAP, Venezuela	163
Lista de participantes		169
Anexo: Divulgación sobre evaluación de plagas en ajonjolí (FONAIAP-FUNDESOL, Venezuela)		173

PRESENTACION

El Curso sobre Tecnología de la Producción de Ajonjolí, es el segundo evento sobre este cultivo que se realiza dentro del marco del Subprograma Oleaginosas de Uso Alimenticio del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), en Venezuela, bajo la organización del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP).

Amplios campos disciplinarios y tecnológicos fueron discutidos y analizados en esta oportunidad, tales como: las metodologías de investigación para la obtención de variedades y producción de semillas mejoradas de ajonjolí; reconocimiento de plagas, enfermedades y sus métodos de control integral; condicionamientos ambientales para el establecimiento del cultivo incluyendo los métodos de labranza y mecanización con fines de conservación de suelos; y, diferentes enfoques para optimizar la siembra y la nutrición mineral.

Adicionalmente, se abordaron aspectos económicos que implican el uso de equipos y maquinarias, y la influencia de factores socio-económicos y tecnológicos que afectan la adopción de tecnologías.

En la realización del curso se contó con la asistencia de profesionales de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, países participantes de PROCIANDINO. Actuaron como instructores investigadores y especialistas de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Universidad Central de Venezuela, Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí y del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Adicionalmente de Venezuela, estuvieron representados gremios agrícolas y la agroindustria.

Por su parte, merece especial reconocimiento la adecuada coordinación del curso y la concurrencia acertada de esfuerzos del FONAIAP, conjuntamente con las instituciones nacionales de docencia, fomento a la producción y agroindustria, que abrieron un ambiente propicio para la ejecución del evento en sus componentes teóricos y prácticos a nivel de campo.

Este foro técnico, desarrollado en el contexto de la cooperación recíproca de PROCIANDINO, visualiza el aprovechamiento de experiencias y conocimientos para la investigación cooperativa y tecnologías de la producción, ya adelantados en Venezuela, a un menor costo y tiempo para los demás países del Programa.

Las memorias de este Curso que se están publicando, recogen los trabajos presentados por los expositores en cada área de su especialidad; esperamos se capitalice su contenido, diseminándolo ampliamente entre los recursos humanos e institucionales de los países como un aporte al proceso de institucionalización del PROCANDINO, mecanismo de cooperación técnica en el Area Andina.

**Nelson Rivas Villamizar
DIRECTOR**

INTRODUCCION

PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AJONJOLI EN LA SUBREGION ANDINA

B. Ramakrishna *

1. Contexto del Convenio:

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), consistentemente se ha empeñado en difundir la bondad del cultivo del ajonjolí dentro del contexto de las otras oleaginosas de uso alimenticio. A la luz de las experiencias y de los logros en la investigación y su fomento, particularmente en Venezuela y Colombia, el Programa realiza la difusión y el fortalecimiento de este cultivo, no solo en estos países, sino también en los otros miembros integrantes del Programa Cooperativo.

En los últimos tres años, se han desarrollado varias actividades coherentes dentro del PROCIANDINO, que propenden a consolidar el caso del ajonjolí mediante:

- a. Un diagnóstico del cultivo a nivel subregional y la identificación de la oferta y demanda tecnológicas.
- b. El intercambio de conocimientos y materiales genéticos.
- c. La realización en Venezuela del Seminario sobre "Cosecha mecánica del ajonjolí" y la edición de las memorias respectivas.
- d. El desarrollo del Curso Corto sobre "Tecnología del cultivo del ajonjolí, también realizado en Venezuela (el presente documento corresponde a las memorias del mismo).
- e. Una Consultoría Internacional de corto plazo sobre la producción de ajonjolí en la Subregión.
- f. Finalmente, a través del relativo avance logrado (80%) en el ensayo internacional de cultivares comerciales y líneas promisorias de ajonjolí, incluyendo materiales indehiscentes con la participación de los cinco países del Convenio.

* Especialista Internacional en Transferencia de Tecnología y Comunicación. IICA-BID-PROCIANDINO.

2. Potencial del cultivo:

El ajonjolí tiene grandes ventajas para sostenerse como un cultivo de gran potencial y de respuesta viable a las necesidades de la Subregión por las siguientes razones (IICA-BID-PROCIANDINO, 1988):

- . El cultivo no es desconocido en los países de la Región Andina, siendo tradicional el uso de sus productos, sea a escala casera como a nivel de pequeñas industrias locales.**
- . No existen limitaciones agroecológicas para el incremento del área de cultivo, por tratarse de una especie adaptada a regiones tropicales y subtropicales.**
- . En la Región Andina hay disponibilidad abundante de tierras, por lo cual el incremento del ajonjolí no competirá con otros cultivos ya establecidos.**
- . El cultivo del ajonjolí se adapta a condiciones de clima y suelo, bajo las cuales otros cultivos no prosperan, ampliando así las posibilidades de su explotación.**
- . Comparativamente con otros cultivos, el ajonjolí no es exigente en cuanto a insumos e inversiones; mas bien ayuda a un aprovechamiento más integral de los medios de producción.**
- . El cultivo del ajonjolí ofrece una alternativa más de trabajo y de producción, contribuyendo así al mejoramiento socio-económico de la población.**
- . La calidad de los productos y subproductos del ajonjolí lo diferencia de otras oleaginosas, sea por la composición de la semilla como de su aceite, características que los colocan entre los productos privilegiados y de uso exclusivo.**
- . En los países de la Región Andina existe infraestructura de agroindustria y canales de comercialización ya establecidos como para que se pueda realizar el fomento de la producción del ajonjolí.**
- . En general, el ajonjolí no se produce en países industriales, lo cual crea una posibilidad más para su comercialización.**
- . En la Región Andina existe información tecnológica suficiente, así como experiencia que abarca desde la selección de variedades hasta la mecanización de la cosecha.**

Dado este potencial del cultivo del ajonjolí, el PROCIANDINO debe asegurar medios para intercambiar las experiencias, conocimientos, materiales genéticos, insumos eficientes, maquinaria agrícola y, lo que es más importante, fomentar una infraestructura y un ambiente propicios para la conducción de la investigación agrícola en los cinco países en su conjunto.

Esto no solo evitaría las duplicaciones de esfuerzos, sino constituiría una masa crítica de investigación en la Subregión para atacar los problemas de manera más dinámica y eficiente.

3. Análisis de las necesidades conjuntas:

El PROCIANDINO, en sus últimos tres años, tal como se señaló anteriormente, ha propiciado el ambiente adecuado para el análisis conjunto de los problemas, identificación de oferta y demanda tecnológica subregional y la conducción de las acciones recíprocas que incluyen también los proyectos de investigación cooperativa.

El soporte básico de la tecnología avanzada del cultivo de ajonjolí descansa en Venezuela, país que tiene una experiencia valiosa en la investigación y fomento del cultivo, tanto del sector público (FONAIAP) como del sector privado (organizaciones, productores individuales). Después de la tecnología venezolana, sigue la de Colombia y la de Ecuador; mas bien Bolivia y Perú son países netamente demandantes de la tecnología de otros países del Convenio.

El Cuadro 1 resume los problemas del cultivo y la oferta y demanda de la tecnología en la Subregión Andina. Se han agrupado los problemas en seis áreas fundamentales: Problemas generales que incluyen macro-políticas y comercialización; variedades adecuadas a las condiciones locales; aspectos agronómicos que aseguran buenos rendimientos con bajos costos de producción; problemas de cosecha que reduzcan su costo; mano de obra; y, pérdidas de semillas en sitio. Desde luego, los problemas de importancia también se refieren a la falta de utilización de semilla certificada y a la asistencia técnica a lo largo del ciclo del cultivo.

Cuadro 1. Identificación de los problemas, oferta y demanda tecnológica en el cultivo de ajonjolí, Subregión Andina. 1987 - 1990.

PROBLEMAS	OFERTA TECNOLÓGICA	DEMANDA TECNOLÓGICA
<p>A. <u>Generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Políticas no adecuadas para el fomento del cultivo. . Comercialización interna. . Utilización de áreas agroecológicas inadecuadas. . Requiere tecnología para minifundios y a la vez para áreas extensas. . La gran demanda de mano de obra impide su expansión. . Factores climáticos y fitosanitarios adversos en algunas épocas. <p>B. <u>Variedades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Falta de variedades apropiadas (uso de variedades no adaptadas en algunos casos). 	<p style="text-align: center;">-----</p> <p>Venezuela ofrece metodologías.</p> <p>Existe tecnología que requiere su comprobación en cada tipo de productor.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Venezuela ofrece variedades.</p>	<p>Requieren soluciones políticas e incentivos.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Requiere investigación previa en cada zona apta para el cultivo.</p> <p>Requiere precisar y diferenciar la tecnología a pequeños y grandes productores.</p> <p>Tecnología que ahorra mano de obra.</p> <p>Requiere investigación.</p> <p>Adaptación de materiales de Venezuela.</p> <p>Desarrollar variedades regionales con mayor adaptación y mejor explotación del potencial genético.</p> <p>Híbridos con resistencia a marchitez, Cercospora y bacteriosis.</p> <p>Híbridos con características de precocidad, cápsula larga, bajo inicio de capsulación, ramificación y resistencia al volcamiento.</p> <p>Variedades productivas indehiscentes.</p>

PROBLEMAS	OFERTA TECNOLÓGICA	DEMANDA TECNOLÓGICA
<p>C. <u>Problemas agronómicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Oportunidad y época de siembra. . Compactación de suelos por exceso de mecanización en siembra. . Inapropiado uso de fertilizantes y enmiendas (cantidad y épocas de aplicación). . Inadecuado e inoportuno control de malezas. . Falta de conocimiento sobre la época de cosecha por parte de los agricultores. . Falta de conocimiento sobre sistemas de cultivos más eficientes. . Insuficiente control de plagas. . Insuficiente control de enfermedades. 	<p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Fertilización siembra: fórmula completa, fraccionado: Nitrógeno escalado descendente (Venezuela).</p> <p>Control de malezas mecanizado (Venezuela).</p> <p>Si hay oferta.</p> <p>Asociación con maíz y caupí (Colombia).</p> <p>Tecnología para identificar, evaluar incidencia y medidas de control (Venez.)</p> <p>Tecnología para identificar medidas de control (Venez.)</p>	<p>Requiere investigación en zonas claves para siembra de ajonjolí.</p> <p>Requiere investigación en zonas claves para siembra en mínima labranza.</p> <p>Requiere investigación en zonas claves de cultivo en cada país.</p> <p>Requiere investigación en cada sistema de cultivo, labranza mínima, control químico, etc.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Requiere investigación en zonas aptas para determinar sistemas de cultivos eficientes.</p> <p>Pruebas locales en cada país para establecer controles biológicos, químico</p> <p>Pruebas locales en cada país para establecer controles biológicos, químico</p>
<p>D. <u>Cosecha:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Requiere gran cantidad de mano de obra. . Utilización deficiente de implementos y equipos para la cosecha. . Pérdida de semilla en la cosecha mecanizada. . Deficiencias en la tecnología de cosecha mecanizada. 	<p>Cosecha mecánica del cultivo (Venezuela).</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>Equipos y maquinarias que ahorran mano de obra.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Evaluación de maquinarias y equipos para controlar pérdidas de semilla.</p> <p>Requiere investigación de uso de maquinarias en combinación con mano de obra mínima.</p>

PROBLEMAS	OFERTA TECNOLÓGICA	DEMANDA TECNOLÓGICA
<p>E. <u>Semilla:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Falta de utilización de semilla certificada en gran proporción de siembras. <p>F. <u>Asistencia técnica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Insuficiente asistencia técnica a los productores <ul style="list-style-type: none"> . pequeños . medianos . grandes 	<p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>Producción artesanal de semilla.</p> <p>Disponer de variedades aptas por cada zona del país.</p> <p>Intercambio de metodologías para trabajar con pequeños y medianos productores.</p>

4. Acciones reciprocas:

Es evidente que los países tienen un desarrollo diferenciado, tanto en la investigación como en el fomento del cultivo de ajonjolí. La esencia básica de un Programa Cooperativo, como PROCIANDINO, consiste en promover al intercambio recíproco de la tecnología entre los países. Sin embargo, es necesario reconocer las necesidades específicas de cada país y satisfacer sus demandas dentro de la oferta que existe en la Subregión Andina.

De hecho, los proyectos de investigación cooperativa han iniciado con el intercambio de materiales genéticos. Esto debe fortalecerse en el futuro con miras a satisfacer los requerimientos de cada país. Hay el claro deseo de buscar híbridos resistentes a plagas y enfermedades; los materiales indehiscentes con altos rendimientos presentan cualidades deseadas en la mayoría de los países. El porte y otras características de la planta para la cosecha mecanizada, son otros rasgos identificados y que deben ser la meta de los mejoradores del cultivo.

Los aspectos agronómicos inciden en cierta medida en el aumento del costo de producción del ajonjolí. A pesar de que algunos países tienen la tecnología agronómica desarrollada para sus propias condiciones locales, es importante probarla y adaptarla en cada país y su respectiva zona de producción, todo con el fin de bajar los costos de producción. Esto es determinante para extender el cultivo en ciertos países de la Subregión.

Los costos de cosecha y el requerimiento de mano de obra son criterios para evaluar la productividad de este cultivo oleaginoso. Los avances tecnológicos de Venezuela requieren perfeccionarse y adaptarse a las condiciones locales de la Subregión. Hasta que se pruebe los niveles de producción y productividad del cultivo, y en especial los medios para superar el alto costo del cultivo, no puede esperarse que las políticas e incentivos sean favorables al desarrollo del cultivo.

Es también importante que los países intercambien sus experiencias en investigación y transferencia de tecnología, con la participación de los productores. En otro nivel, también es válida la participación conjunta de los productores del cultivo en la definición de políticas, incentivos, comercialización, intercambio de la tecnología y, más aún, en la definición de los proyectos cooperativos de investigación que verdaderamente sean para beneficio de los productores de la Subregión Andina.

El fomento del cultivo de ajonjolí en la Subregión, a través del PROCIANDINO, si es una realidad; sin embargo, requiere

del concurso tanto de los investigadores y productores, como de las políticas e instrumentos adecuados de los países del Convenio.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. IICA-BID-PROCIANDINO. 1988. VII Seminario. Cosecha Mecánica del Ajonjolí. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador. PROCIANDINO.
2. MAZZANI, B. 1988. Producción de ajonjolí en los países: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Informe del Consultor Internacional de corto plazo. IICA-BID-PROCIANDINO.
3. RAMAKRISHNA, B. y PALMA, V. 1988. La transferencia de tecnología horizontal en el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina: Avances y perspectivas. IICA-BID-PROCIANDINO.

**MEJORAMIENTO GENETICO DEL AJONJOLI (Sesamum indicum L.)
RESEÑA Y LOGROS EN VENEZUELA**

Daniel Montilla *
Bruno Mazzani **
Teófilo Cedeño ***

I. INTRODUCCION

El ajonjolí (Sesamum indicum L.) es un cultivo de amplia distribución en las zonas tropicales del mundo. Se cultiva aproximadamente en unos 65 países: 24 en Asia, 21 en Africa, 15 en América Central y del Sur y 5 en Europa; entre los cuales la India como mayor productor contribuye con un 27% de la producción total mundial distribuida aproximadamente en un tercio de la superficie mundial, otros países con importantes producciones son: China, Nigeria, Burma, Sudán, México; destacándose en América del Sur Venezuela (Brauer, 1981; Ashri, 1981, 1988).

Actividades relacionadas con investigaciones sobre la potencialidad productiva de cultivares locales e importados, con el aislamiento de líneas estables y altamente productivas, resistentes a plagas y enfermedades, con buenas respuestas a la fertilización y al riego, de hábitos determinados y uniforme floración, indehiscentes, etc., se están llevando a cabo, con mayor o menor grado, en algunos centros experimentales del mundo, entre los cuales se destacan los siguientes:

Research Agronomist, Cotton and Industrial Plant Institute. Grecia; Plant Production and Protection Division FAO, Roma, Bangladesh e Iraq; The Hebrew University. Faculty of Agriculture. Israel; Crop Evolution Laboratory. Illinois USA; Division of Tropical Crops and Pastures CSIRO-Australia; State Department of Agriculture USA; Indian Central Oilseeds Committee, India; Department of Agronomy. Faculty of Agriculture. University of Khartoum. Sudan; Biological Institute. Toyama University. Japón; Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Maracay. Venezuela; Head Plant Breeding and Genetics Section. Joint FAO/IAEA División. Austria; INIA-SARCH. CIANO. México; Plant Pathology Research Institute. Agricultural Research Centre.

* UCLA, Barquisimeto, Venezuela.

** CENIAP-Maracay, Venezuela.

*** FONALI-Araure, Venezuela.

Egipto; Field Crops Research Institute. Egypt; Tamil Nadu Agricultural University. India; University of Nigeria. Nigeria; University of California. USA; Agricultural Research Station. Rajasthan; Marathwada Agricultural University. Maharashtra; Agricultural Research Institute. Sabour. India, etc.

Sin embargo, a pesar de los grandes esfuerzos que las innumerables instituciones de investigación le dedican al mejoramiento genético del cultivo, el rendimiento promedio mundial de 353 kg/ha sigue siendo bajo, Ashri, 1988; en comparación con el potencial de rendimiento en condiciones experimentales, el cual en diversos países ha superado los 2.000 kg/ha; en consecuencia, a los fines de contribuir a la optimización de producción y productividad del ajonjolí se hace menester intensificar las labores del mejoramiento genético en muchos de los países productores.

II. RECURSOS GENETICOS

A. Centros de origen

Las revisiones más completas sobre los centros de origen del género *Sesamum* han sido realizadas por Mazzani, 1957; Weiss, 1971; Simmonds, 1976; Kobayashi, 1981, 1983; Bendigian, 1981, 1986; y, Rheenen, 1981; basados en sus propias conclusiones y en aquellas aportadas por Hildebrandt, Vavilov, Watt, Nayar y Mehra y otros. Resumiendo las conclusiones correspondientes se colige que existan diferencias de opiniones sobre el tema, así por ejemplo, para Vavilov y Nayar Mehra el centro de origen básico es la India, mientras que para Hildebrandt, Kobayashi, Bendigian, y Rheenen el Centro primario lo circunscriben al Africa; Hildebrandt identifica además, a la India y al Japón como centros secundarios. A su vez Kobayashi, 1983, señala a China, Japón, India y Sir Lanka como centros secundarios.

Sin embargo, hay evidencias sugerentes que el ajonjolí cultivado apareció por primera vez en las regiones de Malaya e Indonesia y que, probablemente, de Etiopía el cultivo se expandió a regiones cercanas como Seudan, pasando luego a Egipto y posteriormente a la India y China. No obstante, generalmente se considera al Africa como el continente de origen por el hecho de que allí existen la mayoría de las especies silvestres; en efecto, de las 37 especies reportadas por Kobayashi, 1981, 30 están distribuidas en el Africa Tropical y 2 en la India (Wolde-Marian, 1985).

De las especies hasta hoy conocidas, *S. indicum* L. (*S. Orientale*) ($2n = 26$) ha sido reconocida como la especie cultivada, sin embargo, otras especies parcialmente cultivadas son: *S. auriculatum* en Creta, *S. brasilensis* en Brasil, *S.*

radiatum en Alta Guinea, S. prostratum y S. indicatum en la India, S. malabaricum y S. occidentalis en África e India, (Kobayashi, 1981b).

Los esfuerzos para clasificar la especie cultivada han sido una ardua tarea en la cual los investigadores han agrupado a sus colecciones de germoplasma basados en caracteres fisiológicos, botánicos y de producción (Langham y Rodríguez, 1945; Mazzani, 1957, 1962; Weiss, 1971; Thangavelu et al., 1985; Xingyum, 1988). No obstante, por la forma independiente en que han trabajado estos investigadores, el énfasis en la utilización de un carácter o combinación de caracteres para sus clasificaciones han sido diferentes. Kobayashi (1981, 1983), en un intento para clasificar la especie cultivada de ajonjolí ha diferenciado 24 tipos, basado en la combinación de los caracteres siguientes: número de carpelos, presencia o ausencia de nectarios, filotaxia y número de frutos por axila. Los tipos más apropiados para incrementar los rendimientos de semillas por planta corresponden a aquellos con las características siguientes: 3(B0) tres cápsulas por axila, hojas opuestas, dos carpelos por cápsula y ausencia de nectarios y (300) tres cápsulas por axila, hojas opuestas, cuatro carpelos por cápsula y ausencia de nectarios. Señala el mismo autor que los tipos: (3BA) tres cápsulas por axila, cápsula bicarpelar, hojas alternas y (3B0) tres cápsulas por axila, cápsula bicarpelar, hojas opuestas; muy frecuentes y considerados como los más evolucionados dentro de la especie cultivada derivaron de los tipos primitivos característicos de las especies silvestres como son: (BAN) una cápsula por axila, cápsulas dos carpelos, presencia de nectarios y (BON) una cápsula por axila, cápsula bicarpelar, hojas opuestas, con nectarios, en consecuencia, por analogía y basado en los resultados de sus trabajos sobre inducción de variabilidad por agentes mutagénicos, afirma que la especie cultivada (S. indicum L. $2n = 26$) pudo haberse originado de las especies S. alatum, S. schenkii o S. capense, las cuales poseen el mismo número cromosómico de la especie cultivada. No obstante, Bedigian, 1986, basado en estudios químicos y etnobotánicos sugiere que el ancestro del cultivo es la especie Sesamum latifolium, la cual se encuentra en el Este del África y está ampliamente distribuida en las regiones agrícolas de Sudán.

B. Bancos de Germoplasma

La búsqueda de nuevo germoplasma en las regiones donde las especies de Sesamum son nativas ha sido estimulada por la necesidad de encontrar factores genéticos capaces de solucionar problemas específicos, en este sentido, Van Rheenen, 1981, ha sugerido la confección de colecciones mediante las exploraciones en sabanas tropicales y áreas secas tropicales del África, específicamente en países de alta producción: Sudán, Etiopía, Uganda, Tanzania, Nigeria y República Central Africana, en donde existen la mayoría de las especies silvestres conocidas; destaca además la importancia de la India como la fuente más variable

para la especie cultivada. Bedigian, 1981, de sus experiencias sobre la confección de Banco de Germoplasma, recomienda estrategias para la colección y métodos de muestreo a fin de obtener muestras tan amplias como sea posible de la diversidad genética sobre una base regional o en áreas locales de variabilidad identificada, sugiere además la necesidad de establecer una colección mundial de ajonjolí donde se incluyan especies relacionadas: Martinia annus, Pedaliium murex y Rogeria adenophila, Caratolheca sesamoides Endl.

El intercambio de los numerosos materiales entre los Centros de Investigación Genética del Ajonjolí, así como las exploraciones a los centros de variabilidad han conformado bancos de genes de relativa importancia, entre los cuales se destacan:

Regional Research Station Variddhachalam India; Serere Agricultural Research Station, Uganda; Oil crops Institute China; The Germplasm Collection. Illionois University, Centre for Agriculture. Ethiopia; Centro de Investigaciones Agropecuarias Maracay-Venezuela; University of Nigeria; Oilseeds Research Institute, Tandojam (West Pakistan). Además se encuentra colecciones menores en la mayoría de los países productores de ajonjolí. Asimismo, se debe mencionar la labor desplegada durante los últimos años por la FAO a través de su División de Producción y Protección Vegetal, tendiente a impulsar los esfuerzos coordinados para reunir, estudiar y conservar la variabilidad genética del ajonjolí, en efecto, se han venido implementando acciones, a fin de establecer un centro mundial de información sobre germoplasma y de difundir la necesidad de la cooperación internacional de este campo, en este sentido le ha asignado la responsabilidad al Dr. Ashri en Israel de establecer una colección mundial como complemento de las Naciones Unidas ha enfatizado la importancia de los recursos genéticos y a través de una Junta Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales (Anon, 1971); con el asesoramiento de un grupo de especialistas ha publicado un manual sobre descriptores en ajonjolí como respuesta a la necesidad de contar con una terminología estandarizada que facilitase la descripción, evaluación y aprovechamiento de las colecciones de cultivares disponibles.

Los descriptores elaborados por Langham, 1945; Mazzani, 1957, conjuntamente con los caracteres morfológicos reportados por Bruce, Kashi Ram, Hildebrand citado por Weiss, 1971; así como los utilizados por Rhind y Their citados por Mazzani, 1983 y los recientemente elaborados por la Junta Internacional para los recursos genéticos vegetales, 1971; han sido útiles para la descripción y evaluación de colecciones de germoplasma realizadas entre otros por: Langham y Rodriguez, 1945; Mazzani, 1962, 1983; Baluch et al., 1970; Snrivas y Kaushal, 1972; Rivas y Allievi, 1980; Montilla et al., 1981; Montilla y Cedeño, 1983; Thangavelu, 1985 y Xingyum, 1988.

C. Variabilidad inducida

La propiedad de crear variabilidad genética por acción directa de los agentes mutagénicos es un beneficio que se utiliza en el mejoramiento del ajonjolí. El principal objetivo de estas actividades ha sido dirigido fundamentalmente a desarrollar mutantes indehiscentes altamente productivos, con hábito determinado o con cambios morfológicos y fisiológicos de importancia económica, para ello se ha aplicado a la semilla seca de 40 - 50 krad de rayos gamma o las concentraciones de Metanosulfomato de Etilo (EMS) en las proporciones y tiempos siguientes: 0,5% v/v durante 24 horas, 150 mg/l durante 12 horas y 500 mg/l durante 12 horas (Ashri, 1981); también se han tratado semillas con radiaciones ionizantes (rayos B del p 32, rayos r y x del 60 Co y neutrones térmicos), (Kobayashi, 1981a, 1983). Los resultados de estas investigaciones demostraron la eficiencia de la mayoría de los tratamientos en la producción de una alta proporción de mutaciones, habiéndose detectado un mutante de hábito determinado de herencia mono genética recesiva (Ashri, 1988); se aisló, además, un número considerable de mutantes precoces de entrenudos cortos, con cambios fisiológicos de importancia económica (Kobayashi, 1986); cruzamientos entre las variantes y otras líneas ha permitido obtener materiales promisorios.

Kamala et al. (1985), mediante la irradiación de dos variedades de ajonjolí con rayos gamma, obtienen 4 mutantes, los cuales superaron a las variedades no irradiadas en un 3 - 30% y 5 - 13% en cuanto al rendimiento por planta y contenido de aceite, respectivamente; igualmente, Murty y Joshua (1986), aislan un mutante alto a nivel de plántula en la generación M2 derivado de una población tratada con 30 K de rayos gamma, el análisis genético de este caracter demostró que el mismo era de herencia monogénica recesiva.

Otros objetivos dentro de la inducción de la variabilidad, han sido la obtención de mutantes estériles, en este sentido Rivas y Mazzani (1974); Mazzani y Rivas (1974); Layrisse et al. (1973), mediante la aplicación de gameticidas lograron obtener resultados prometedores; otros investigadores Chauhan y Singh (1971), obtuvieron completa esterilidad con tres aspersiones de FW-450 (2-3 Dicloro Isobutirato) al 0,5%, Hidrazina maleica al 1% y Dalapon al 0,5%. No obstante, ninguno de los autores ha especificado la naturaleza genética de los mutantes estériles obtenidos.

D. Poliploidia e hibridación inter-específica

La poliploidia se ha encontrado en forma natural en el ajonjolí; también ha sido producida artificialmente mediante la utilización de colchicina. Langham y Rodríguez (1945) y Mazzani y

Zerpa (1953) así como Richaria y Persal, Shimamura y Kobayashi y Takezaki y Nakamura citados por Mazzani (1962), han logrado ampliar el juego cromosómico de la especie cultivada, mediante la aplicación de colchicina al 0.4% - 0.5% tanto a los botones florales como a las semillas, los tetraploides resultantes cuando se compararon con los diploides manifestaron el efecto del gigantismo en los caracteres siguientes: tamaño de las glándulas de las hojas, volumen total de las glándulas por centímetro cuadrado, tamaño del polen, altura de planta, peso, peso de la semilla, no obstante, hubo una drástica disminución en el contenido de aceite y una reducción en la fertilidad.

La hibridación inter-específica se ha utilizado en ajonjolí con el objeto de crear variabilidad, empero, la mayoría de los híbridos obtenidos entre la especie cultivada y las silvestres no han sido exitosas (Mazzani, 1952). Sin embargo, la ampidiploide S. indicatum citado por Mazzani (1983) ha resultado del cruce entre S. prostratum ($2n = 32$) y S. indicum L. ($2n = 26$). Por otra parte, Aiyadurai et al., con auxilio de la colchicina, han obtenido híbridos fértiles alopoliploides entre Sesamum Orientale ($2n = 26$) y S. laciniatum ($2n = 32$). Rheenen (1970), obtuvo un híbrido intergenérico entre Ceratotheca Sesamoides Endl. y Sesamum indicum L. No obstante, el híbrido no produjo polen y las retrocruzas utilizando a ambos padres como polinizadores fueron infructuosas.

La especie silvestre más emparentada con el ajonjolí cultivado es el "Taxon" en la región de Malabar, India conocido como Sesamum Orientale var. Malabaricum Mar. Este Taxon es el probable ancestro del cultivo, lo cual es confirmado porque ambos contienen sesamina y sesamolina, su número cromosómico es similar ($2n = 26$) y los cruces recíprocos entre ambos han resultado completamente fértiles, Bedigian, 1986.

En general, a pesar de la amplia variabilidad detectada en las especies silvestres del género Sesamum, su citogenética y relaciones interespecíficas no han sido bien estudiadas, por lo que las investigaciones en este sentido deben intensificarse.

III. GENÉTICA

Desde hace tiempo, los países productores de ajonjolí vienen desarrollando programas de mejoramiento, con excelentes resultados, demostrando por hecho de que alrededor de 3.000 cultivares mejorados están siendo utilizados comercialmente a nivel mundial (Kobayashi, 1981). Junto con esos programas se han venido desarrollando algunos trabajos de genética en esta planta, los análisis genéticos realizados han proporcionado informaciones seguras y muy válidas que contribuyen o han servido de base a los planes de mejoramiento.

A continuación se proporcionan informaciones resumidas de los trabajos genéticos mejor estudiados, los cuales se agrupan de acuerdo a sus efectos más visibles.

1. Factores que actúan sobre el tallo

- 1.1. Tallo verde dominante sobre tallo amarillo (a la madurez). Herencia monogénica semilla. Langham (1945).**
- 1.2. Altura de la planta. Herencia multigénica controlada por 3 a 10 factores, la mayoría de ellos con efecto dominante. Culp, 1960.**
- 1.3. Plantas con hábito determinado de herencia monogénica recesiva. Ashri, 1981.**
- 1.4. Tallo ramificado condicionado por la interacción de dos genes de condición dominante, tallo no ramificado puede estar determinado por homocigosis recesiva para ambos pares de genes o por homocigosis recesiva para un par cualquiera de genes alelos (Avila, 1972); Tallo ramificado dominante sobre no ramificado, El-Hansan, 1988.**
- 1.5. Tallo largo a nivel de plántula. Herencia monogénica recesiva. Murty y Joshua, 1986.**

2. Factores que influyen sobre las hojas

- 2.1. Hoja normal dominante sobre hoja fruncida. Herencia monogénica sencilla. Langham, 1945.**
- 2.2. Hoja normal dominante sobre hojas con mal formaciones. Herencia monogénica semilla. Reddy et al., 1973.**
- 2.3. Hojas no glabras dominante sobre hojas glabras. Herencia monogénica sencilla. Langham, 1945.**
- 2.4. Hoja verde dominante sobre hoja amarilla (a la madurez). Herencia monogénica sencilla, Langham, 1945.**

3. Factores que influyen sobre las flores

- 3.1. Una flor por axila dominante sobre tres flores por axila. Herencia monogénica sencilla. Kashi Ram, 1930; Langham, 1945; Sikka y Gupta, 1947; Culp, 1960.**
- 3.2. Flores color rojo dominante sobre color blanco. Herencia monogénica sencilla. Khidir, 1974.**
- 3.3. Flores normales dominantes sobre flores con apéndices. Herencia monogénica sencilla. Reddy et al., 1973.**

3.4. Esterilidad genética. Herencia recesiva monogénica sencilla Montilla, 1973; Osman y Yermanos, 1982.

3.5. Floración tardía dominante sobre floración temprana. Herencia multifactorial con dos, tres o más pares de genes.

Nohara, 1933; Kotecha y Yermanos, 1975. Herencia con dominancia parcial con genes modificadores, Delgado y Yermanos, 1979.

3.6. Corola dividida. Caracter controlado por un par de genes recesivos. Brar y Ahuja, 1979.

4. Factores que influyen sobre el fruto

4.1. Fruto dehiscente dominante sobre fruto indehiscente. Herencia monogénica sencilla, el carácter indehiscente está asociado a un complejo de genes pleiotrópicos, los cuales confieren a la planta portadora ciertos caracteres indeseables. Langham, 1946; Mazzani y Horovitz, 1952; Collister, 1955; Costa y Carvalliho, 1961; Demir, 1969; Reddy et al., 1973; Nafie, 1980; Avila, 1982.

4.2. Cápsulas de color verde dominante sobre cápsulas amarillas (al madurar). Herencia monogénica sencilla. Langham, 1945.

4.3. Una cápsula por axila dominante sobre dos o tres cápsulas por axila. Herencia monogénica sencilla. John, 1934; Langham, 1945; Sikka y Gupta, 1947; Reddy et al., 1973; Shukla y Verara, 1976; El-Hassan, 1988.

4.4. Cuatro lóculos por cápsula dominante sobre ocho lóculos. Herencia monogénica sencilla. Khidir, 1974; Rheemem, 1980 (a), El-Hassan, 1988.

4.5. Frutos normales dominantes sobre frutos con apéndices. Herencia monogénica sencilla. Reddy et al., 1973.

4.6. Longitud de las cápsulas. Herencia multifactorial, controlada por dos a cinco pares de genes. Culp, 1960.

4.7. Frutos papiráceos (papershell) herencia monogénica sencilla recesiva. Culp, 1960.

5. Factores que influyen sobre la semilla

5.1. Semilla con cáscara lisa dominante sobre cáscara rugosa. Herencia monogénica sencilla. Howard et al.,

1919; Nohara, 1933; Culp, 1952; Avila, 1982.

6. Factores que influyen sobre la resistencia a factores bióticos

6.1. Tolerancia al *F. oxysporum* condicionada por 2 pares de genes y al *Sclerotium bataticola*, 1 - 2 pares, Shafshak et al., 1985.

7. Factores que influyen sobre el ciclo de la planta

7.1. Precocidad dominante sobre ciclo largo. Herencia monogénica sencilla, El-Hassan, 1988.

IV. OBJETIVOS DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO

La prioridad de los objetivos en los programas de mejoramiento deben establecerse en función a la problemática específica de cada región; sin embargo, existen ciertos objetivos comunes que han sido considerados prioritarios en muchos países: incremento de los rendimientos, adaptabilidad a la cosecha mecánica y resistencia a ciertas enfermedades y plagas.

El ajonjolí es un cultivo con un alto potencial de rendimiento; el mejoramiento en función a alta capacidad de producción envuelve la obtención de favorables combinaciones de genes para el crecimiento, vigor y productividad y estabilidad en su producción. En general, el rendimiento es de importante consideración en todo programa, mientras que el ciclo, tolerancia a la sequía, resistencia al vuelco, etc., son objeto de mucha consideración en ciertos países. La resistencia a la sequía está asociada con la naturaleza y extensión del sistema radical, número de glándulas foliares por unidad de superficie, forma de la hoja y con la altura de la planta. El mejoramiento de variedades que se adaptan a la variabilidad del medio ambiente y a las variables épocas de siembra en cada área específica es un objetivo de singular importancia, en este sentido los mejoradores tienen como meta el desarrollo de variedades precoces, semi-precoces y tardías.

Desde el descubrimiento del primer mutante indehisciente, los mejoradores le han dado un énfasis importante al desarrollo de cultivares que se adapten a la cosecha mecánica. El desarrollo de nuevas variedades que retengan las semillas después de la maduración podría lograrse a través del manejo de los caracteres siguientes: indehiscencia, semillas fuertemente adheridas a la placenta o cápsulas papiráceas.

Otro importante objetivo es el desarrollo de cultivares resistente a enfermedades; el ajonjolí es afectado por numerosas

enfermedades: manchas foliares causadas por Alternaria sesami = Macrosporium sp., Cercospora sesami, Cylindrosporium sesami, Helminthosporium sesami, Xantomona sesami, Pseudomona sesami; marchitez causada por Fusarium oxysporum, Phytophthora parasitica, Verticillium dahliae, Macrophomina phaseoli = Sclerotium baticola = Rhizoctonia baticola; Mildew lanoso causado por Oidium sp., "el sanchocho de las plántulas" por Phythium debaryanum; pudrición del tallo causado por Rhizoctonia solani; antracnosis por Colletotrichum sp. y filoidia por Mycoplasma. Las prioridades de mejoramiento en este campo se están estableciendo en base a la importancia que merezca la enfermedad en particular, no obstante, la mayoría de los programas hasta ahora emprendidos le han prestado una remarcada consideración al desarrollo de cultivares resistentes a la marchitez causada por Fusarium, Phytophthora y Macrophomina; sin embargo, como complemento, se requiere la evaluación de materiales promisorios en escala internacional bajo condiciones epifíticas de las principales enfermedades tales como Filoidia, marchitez (Fusarium, Phytophthora, Macrophomina), manchas foliares (Cercospora, Alternaria, Cylindrosporium). En lo que respecta a insectos plagas, un objetivo que se ha hecho común en la mayoría de los países productores de ajonjolí es la resistencia al Antigastra Catalaunalis.

Otros objetivos que no han recibido el énfasis de los anteriores pero que reviste una singular importancia es el incremento del contenido de aceite y protéico. Análisis diversos realizados entre otros por Mazzani, 1959; Brar, 1982; Gangrade et al., 1973; Uzo y Ojiake, 1981, así como estudios sobre determinación de la heredabilidad para contenido de aceite y proteína, sugieren que estos caracteres pueden mejorarse significativamente. Reddy et. al., 1973; Delgado y Yermanos, 1979; Murty y Hashim, 1976. Adicionalmente, algunos países incluyen entre sus objetivos de mejora uno o varios de los aspectos siguientes:

1. Incremento en la calidad de la torta mediante la eliminación del ácido oxálico.
2. Desarrollo de variedades con idiotipos con altos índices de cosecha y maduración uniforme.
3. Desarrollo de variedades con cualidades especiales de las semillas con fines de exportación.
4. Aprovechamiento del vigor híbrido.

V. EL MEJORAMIENTO Y LA GENETICA CUANTITATIVA

A. Variabilidad

Varios métodos se han utilizado en ajonjolí para estimar la extensión de la variación genética, no obstante, las mejores expresiones cuantitativas de la variabilidad se han obtenido a través del coeficiente de variación, la heredabilidad y el análisis de la varianza así por ejemplo, Mohanty y Sinha, 1965; Sawant, 1971; Phadnis et al., 1976; Osman y Khidir, 1974; Srivas y Kaushal, 1972; Layrisse, 1976; Solanki y Paliwal, 1981; Montilla y Cedeño, 1983; Pathirana et al., 1988, han presentado datos a través de los cuales coinciden que los más altos coeficientes de variación entre numerosos caracteres corresponden a: rendimiento por planta, número de ramas por planta, número de cápsulas por planta, número de semillas por plantas, color de la semilla.

Diversos estudios han sido realizados para determinar la variabilidad genética a través de estimaciones de la heredabilidad. Culp, 1960, calculó la heredabilidad para los caracteres: altura de planta y longitud de cápsulas, encontrando valores de 40% - 50% - 70%, respectivamente, para estos mismos caracteres, Pathirana et al., 1988, reportan valores de 66% y 80%, respectivamente.

Sawant, 1971, señala los más altos valores de heredabilidad en sentido amplio para número de ramas por planta, número de semillas por cápsula y rendimiento por planta. Para estos mismos caracteres, Phadnis et al., 1971, reportan heredabilidad aditiva. Solanki et al., 1981 y Brar, 1982, señalan heredabilidades altas en sentido amplio para: peso de 1.000 semillas, longitud de cápsulas, número de semillero por cápsulas y contenido de ácido oleico y linoleico.

Osman et al., 1974 y Khidir et al., 1970, determinan la heredabilidad en sentido amplio en más de diez caracteres, los estimados superaron al 80% en la mayoría de ellos a excepción del rendimiento, contenido de aceite y proteínas cuyos valores fueron 57%, 27% y 63%, respectivamente. Kotecha y Yermanos, 1975; Delgado y Yermanos, 1978, en estudios para determinar la variabilidad genética de la edad de floración en un grupo de cultivares, estiman la heredabilidad en sentido amplio consiguiendo valores de 78% y más de 80%, respectivamente; Rheenen, 1980, en estudios sobre herencia de la longitud de cápsulas reporta valores de heredabilidad de 86,8% y 85,1% en sentido amplio y restricto respectivamente.

Diferentes investigadores han medido la variabilidad a través del análisis de la varianza; en efecto, se han obtenido diferencias significativas entre caracteres cuantitativos en diferentes cultivares, además, se han constatado que la más

amplia variación corresponde a: altura de planta, longitud de los entrenudos, número de cápsulas por axila, longitud de cápsula, peso de la semilla, número de ramas y número de cápsulas por planta; López y Mazzani, 1964; Khidir et al., 1970; Osman y Khidir, 1974; Layrisse, 1976; El-Hassan, 1988.

B. Correlaciones

Mazzani, 1959, en estudios de correlaciones del contenido de aceite con los caracteres ramificación, rendimiento, altura de planta, altura de los primeros frutos y tamaño de la semilla, concluye que la ramificación parece estar correlacionada con el contenido de aceite, los coeficientes de correlación simple calculados mostraron una correlación negativa entre el contenido de aceite y tamaño de la semilla, este tipo de correlación fue reportado previamente por Budowski y Jaffe, 1946 y corroborado recientemente por Kingyun, 1988.

Análisis de correlaciones entre rendimiento y sus componentes han sido efectuados por diferentes investigadores: Angarita, 1962; Osman y Khidir, 1974; Khidir y El Gizouli, 1970; Dabral y Holker, 1971; Delgado, 1972; Delgado y Yermanos, 1975; Layrisse, 1976; Chavan y Chopde, 1981; Palaniswamy et al., 1978; Brar, 1982; Shukla y Verura, 1972; El-Hassan, 1988; Amari et al., 1988, en la mayoría de los casos, salvo ciertas excepciones, el rendimiento ha estado correlacionado con muchos de sus componentes, sin embargo, estos autores coinciden en señalar como más importantes las altas correlaciones del rendimiento con: longitud de cápsulas, número de cápsulas por planta, número de ramas por planta y peso de las semillas.

Osman y El Gozouli, 1970, detectan que la altura de la planta está positivamente correlacionada con el número de cápsulas por planta, tamaño de la cápsula y número de semillas por planta y correlacionado negativamente con el peso de las semillas. El número de ramas por planta positivamente correlacionado con el número de semillas por planta y negativamente con el número de semillas por cápsula, reporta además, una correlación negativa entre el peso de las semillas y número de semillas por planta.

Osman, 1986, estudiando la relación entre rendimiento, contenido de aceite y sus componentes en dos combinaciones andro estéril x andro fértil, encontró, a través del análisis de la regresión parcial que los caracteres ha ser considerados en orden de importancia para la selección de líneas con alta capacidad de producción son número de cápsulas por planta seguido por número y peso de semillas por cápsula, además, detectó que los coeficientes de correlación y regresión para contenido de aceite fueron siempre bajos y no significantes.

Kingyun, 1988; Li Chen-hua et al., 1988, señalan las relaciones entre diversos caracteres del ajonjolí, consideran que

el factor más importante asociado con el rendimiento es el número de cápsulas por planta, el cual a su vez está correlacionado positivamente con el número de ramas, número de cápsulas/axila longitud de carga y altura de planta. El número de semillas/cápsula tiene una correlación positiva con el número de lóculos y longitud de cápsula en cierto rango. Peso de 1.000 semillas está negativamente correlacionado con número de lóculos y positivamente con la longitud de cápsula. Los más altos contenidos de aceite están positivamente asociados con semillas de testas amarillas y blancas y negativamente asociado con el tamaño de semillas.

C. Coeficientes de trayectoria

El rendimiento es un caracter complejo gobernado por la asociación de diversos caracteres cuantitativos, en ajonjolí, la contribución relativa de los factores que inciden sobre el rendimiento han sido analizados a través de los coeficientes de trayectoria; en este sentido, Chavan y Chopde, 1981, concluyen que la longitud de las cápsulas, número de cápsulas por planta, número de ramas primarias y número de días al 50% de floración son los caracteres más importantes para la selección de tipos con alta capacidad de rendimiento, mientras que Layrisse, 1976, concluye que el criterio de rendimiento más importante es el número de cápsulas por planta.

Los estudios de coeficientes de trayectoria reportados por Palaniswamy et al., 1978, indican que la longitud de las ramas primarias muestran el máximo efecto directo positivo sobre el rendimiento (75,95%) seguido por el número de ramas primarias (68,88%). Osman, 1986, en estudios de coeficientes de trayectoria en combinaciones andro-estéril por andro fértil de ajonjolí, concluye que el número de cápsulas/planta y semillas/cápsula en la F1 y cápsulas/planta en los padres fueron los caracteres más importantes contribuyentes al rendimiento. Pathirana et al., 1988, a partir de las correlaciones de varios componentes de rendimiento consigue que el número de nudo y ramas/planta y altura de planta a floración, tienen efectos directos sobre el rendimiento, aduce además, que las altas correlaciones entre esos caracteres es debido al efecto indirecto a través del número de cápsulas/planta, concluye sobre la atención que los mejoradores deben dedicarle al número de cápsulas/planta a pesar de su baja heredabilidad; en estudios similares El-Hassan, 1988, indica que la altura y número de cápsulas/planta ejercen la mayor influencia directa positiva sobre el rendimiento. Los resultados anteriores en su conjunto indican la gran importancia del número de ramas primarias, longitud de las mismas y el número de cápsulas por planta como criterios de selección en función al rendimiento.

D. Tipos de acción génica

El progreso del mejoramiento depende de la magnitud de la

variabilidad genética de las poblaciones y de la extensión en que los caracteres deseables sean heredables, en consecuencia, para la aplicación de los más eficientes procedimientos de mejoramiento, se requiere de adecuadas informaciones sobre la acción de genes que gobiernen caracteres cuantitativos.

El ajonjolí, a pesar de ser un cultivo predominantemente autógamo, diversos investigadores han reportado altas manifestaciones de heterosis en combinaciones híbridas tanto para la producción como para caracteres vegetativos. Así por ejemplo, Ricelli y Mazzani, 1964; Mazzani *et al.*, 1981, han demostrado un evidente vigor híbrido en: crecimiento, tiempo al inicio de floración, días de siembra a cosecha, altura de planta y producción de semillas por planta. El rendimiento de los híbridos F1 más promisorios probados en diferentes condiciones ecológicas de Venezuela superaron en un 38% a la variedad más utilizada comercialmente, concluyen que los híbridos más convenientes serían aquellos provenientes de las combinaciones de "Aceitera", "Caripucha" y "Serrans". También, Srivastava y Singh, 1969; Chaudhari *et al.*, 1978; Uzo y Ojiake, 1981, han reportado una marcada heterosis para el rendimiento en la F1, demostrándose que gran parte de este se pierde en la F2 (Uzo y Ojiake ya citado). Dixit, 1978, en cruces dialélicos en todas las combinaciones posibles de cinco líneas de origen muy diverso, encuentran un marcado vigor híbrido para contenido de proteínas en las semillas; en este mismo estudio se demuestra diferencias altamente significativas para la habilidad combinatoria general y específica en el carácter bajo estudio. Basado en el hecho de que la varianza para habilidad combinatoria general fue cuatro veces superior que la habilidad combinatoria específica, sugiere que la varianza aditiva es la responsable para el rendimiento del contenido de proteínas en las semillas. Delgado y Yermanos, 1979a, también señalan que la edad de floración y el contenido de proteínas en las hojas están gobernados por efectos aditivos. Murty y Hashim, 1976, mediante el cruzamiento de diez líneas de orígenes geográficos diversos, indican que tanto el contenido de aceite como el de proteínas en las semillas están determinados por la acción aditiva y dominante de los genes, siendo esta última la más importante.

Solanki *et al.*, 1981, reportan alta heredabilidad combinada con alta eficiencia de selección en los caracteres: número de semillas por cápsula, número de días de siembra a cosecha y número de cápsulas por planta, por lo que concluyen que esos caracteres están gobernados principalmente a través del efecto aditivo de los genes.

Estudios adicionales han demostrado niveles significantes de heterosis en combinaciones andro-fértiles tanto para rendimiento como para sus componentes, Krishnaswani *et al.*, 1985; Hu, 1985; Ding *et al.*, 1987; Krishnadon *et al.*, 1987; Mahdy, 1988; en estas investigaciones se ha detectado que el rendimiento por planta está gobernado tanto por efectos aditivos como no aditivos. Igualmente, en combinaciones andro-estéril x andro-fértil, los

que
ara
de
la

hibridos F1 exceden a sus polinizadores en rendimiento por planta entre el 5% y el 125% ó entre el 7% y el 143% con relación a variedades testigos, Montilla et al., 1984, 1987, 1987a y Osman, 1986.

VI. METODOS DE MEJORAMIENTO

Los principales métodos con los cuales se han obtenido los mejores éxitos en el mejoramiento del ajonjolí han sido: la introducción, la selección y la hibridación; otros métodos también utilizados con cierto éxito son la retrocruza, el ganeológico, el mejoramiento por mutaciones y los cruces compuestos. Las experiencias de la hibridación inter-específica y la poliploidía no han arrojado los resultados esperados; con los conocimientos acumulados sobre vigor híbrido, se prevé en un futuro la utilización de métodos para el aprovechamiento de la heterosis como son la producción de variedades híbridas y variedades sintéticas.

La introducción como instrumento del mejoramiento de plantas ha permitido al fitomejorador acumular y caracterizar materiales genéticos muy amplios necesarios para los programas de mejora genética; en otros casos ha permitido suplir a los agricultores con cultivares superiores a corto plazo, como ejemplo se puede citar el éxito económico de las variedades "Early Russian" y "Margo" como introducciones en Grecia (Abajoglou, 1981) así como la utilización comercial de la variedad venezolana "Morada" en las provincias Norte de Mozambique y Tanzania (Auckland, 1981).

Muchas de las líneas y variedades han sido originadas por selecciones individuales de viejas variedades comerciales, variedades indígenas o de introducciones; la mayoría de los cultivares comerciales y tipos excepcionales desarrollados durante los primeros años de los programas de mejoramiento han sido producto de selecciones individuales puras, como ejemplos se mencionan en Venezuela las variedades "Venezuela" 51 por Langham, 1945; "Turén" por Moraour, 1972; mutantes indehiscentes por Langham, 1946 y genotipos con esterilidad genética por Montilla, 1988. En Grecia diversos tipos promisorios procedentes de la colección de variedades, Abajoglou, 1981a.

En Tanganyika la variedad "Lindi White" por Allnult, 1936, citado por Auckland, 1981. En la India por selección de materiales de los cuales se han desarrollado las variedades T-12, T-13, C-50, TC-25, T-13, Punjab Fil-1, Haryana, M-32, Sharma, 1985; igualmente por selección se han derivado 30 tipos resistentes Antigastra cataulanalís, 11 tolerantes al Mildew lanoso y 12 resistentes al Fusarium, Thangavelu et al., 1985; la selección masal algunas veces ha sido efectiva para el desarrollo de nuevos cultivares, la variedad "Morada" en Venezuela fue creada por este método (Mazzani, 1953) y en Israel un fenotipo

excepcional de hábito definido, Ashri, 1981; y, en la India la variedad TMV-1, Sharma, 1985.

La hibridación es uno de los métodos más utilizados en los últimos tiempos, lo cual se demuestra por el hecho de que la mayoría de las variedades hoy en uso en los países productores han sido desarrollados por este método, como ejemplos se pueden citar: en Venezuela los cultivares "Venezuela 52", Langham, 1945; "Acarigua", Mazzani, 1952; "Inamar", Mazzani, 1955; "Aceitera", Mazzani, 1955; y Glauca, Mazzani, 1962. En Tanzania se están manejando las combinaciones tipos locales x "Morada" y "Morada" por cruces locales a los efectos de desarrollar cultivares con alta capacidad de rendimiento, Auckland, 1981; igualmente, desde 1962 en Uganda se viene desarrollando un programa intensivo de hibridación que incluye las combinaciones de los mejores tipos locales con las variedades exóticas "Rio", "Dulce", "Introducción 58" y "Morada", Auckland, 1980. Desde el descubrimiento del mutante indehisciente en ajonjolí, en Estados Unidos, India, Israel, México, Sudán, Africa, etc., se viene aplicando la hibridación con fines prácticos de mejorar las líneas indehiscientes mediante selecciones intensivas en los cruces indehiscientes x variedades comerciales e indehiscientes x líneas promisorias; actualmente en Grecia se está implementando un programa de hibridación entre las variedades indehiscientes "Paloma" y "Baco" y cuatro variedades dehiscentes, Abajoglou, 1981. En la India se tiene en ejecución un intensivo programa de hibridación con tipos exóticos para combinar caracteres de rendimiento y adaptabilidad; como resultados de este programa se han desarrollado las nuevas variedades: "Gujarat Til-1", "TC-25", "Gauri" y "Uinajak"; Desai y Goyal; "T-4", "TMV-2" y "TMV-3", Sharma, 1985.

La retrocruza como método de mejoramiento ha sido utilizada en ajonjolí con bastante éxito, por ejemplo, Mazzani, 1962, en trabajos de retrocruzas entre variedades comerciales y tipos indehiscientes, usando este último como padre donador fue capaz de desarrollar las variedades "Morada indehisciente" e "Inamar indehisciente". El mismo autor y colaboradores usando este mismo método le incorporó resistencia para *Macrophomina*, *Phytophthora* y *Fusarium* a la variedad "Aceitera" originando de esta manera la variedad "Aceitera R". Mazzani *et al.*, 1975.

Rheenen, 1980, en programas separados de retrocruza, introduce el cultivar "Yandev 55" tres caracteres, tres cápsulas por axila, cápsula larga y multi-lóculos utilizando como padres donadores los cultivares "Margo", "61/29" y "30/115", respectivamente. Auckland, 1981, menciona los esfuerzos que se están realizando en Tanzania para reemplazar a la variedad "Morada" líder en la región de Morogoro y en regiones costaneras por una nueva variedad producto de la retrocruza Morada x (Local).

El método genealógico se ha venido utilizando en Venezuela con bastante éxito, en Nachingwea, Tanzania se está aplicando en

cruces sencillos Morada x variedad local y Venezuela 51 x Morada los cuales han expresado un alto valor híbrido en la F1, Auckland, 1981.

Diversos investigadores reconocen la importancia de la inducción de mutaciones como instrumento para incrementar la variabilidad en poblaciones de ajonjolí; en los últimos años se ha intensificado la investigación en este campo; en la actualidad mediante la inducción de mutaciones combinada con ciclos de selecciones se han desarrollado las variedades "Ansangae", Lee et al., 1988; "Kalika", Sharma, 1985 y "Jinguang # 1", Xingyum, 1988. Los compuestos o poblaciones globales es otro método de mejora genética utilizado en ajonjolí, estas poblaciones pueden confeccionarse o bien a través de la mezcla o hibridación entre un grupo de genotipos fértiles o bien haciendo uso de la esterilidad genética.

El método de los cruces compuestos en genotipos fértiles fue empleado por primera vez en ajonjolí por Kinnan y Martín, 1954; de las poblaciones por ellos desarrolladas constituidas por la mezcla de cruces de treinta y dos variedades permitió posteriormente el desarrollo de las variedades "Palmetto y Rio". En 1962 se inició un programa de cruces compuestos en Venezuela, usando 32 variedades seleccionadas con el criterio de mayor variación de origen geográfico, variabilidad genética y adaptación a las condiciones ambientales de áreas productoras de ajonjolí, mediante la mezcla mecánica de las 32 variedades, la mezcla de los 496 cruces dealélicos en la F1 y la obtención de un compuesto formado por los híbridos de las 32 variedades, se obtuvieron 3 poblaciones, los primeros resultados de este programa fueron reportados por Riccelli y Mazzani, 1964. Posteriormente mediante el manejo de estas poblaciones fue posible desarrollar la variedad Arawaca, Montilla et al., 1977. Igualmente, Rheenen, 1980, 1980a, 1980b, intercruza cuatro variedades seleccionadas en función a caracteres contrastantes: una cápsula por axila Vs. tres cápsulas por axila, cápsula corta Vs. cápsula larga y 4 lóculos Vs. lóculos múltiples.

La mezcla de los intercruces fue multiplicada durante varias generaciones, determinándose en cada una de ellas la proporción de los caracteres en estudio, los resultados de estos experimentos indican que bajo condiciones de competencia los caracteres 3 cápsulas por axila y cápsula larga no afectan el rendimiento mientras que el carácter lóculos múltiples fue particularmente indeseable.

El comportamiento de mezclas mecánicas o de cruces intervarietales a la reacción de plagas y enfermedades ha sido evaluado en ajonjolí, en este sentido Viera, en 1972, compara el comportamiento de poblaciones homogéneas (variedades) y heterogéneas (mezcla mecánica varietal e híbridos intervarietales) a la reacción al coquito rayado (Systema marginicollis Clark), a las manchas de las hojas (Cercospora sesami y Cylindrosporium sesami), en su estudio demuestra una

evidente relación entre la estructura genética de la población y su reacción frente al patógeno, resaltando la gran tolerancia de las poblaciones heterogéneas al ataque de diferentes organismos, concluye que este tipo de tolerancia se puede conseguir mediante cruzamientos o mezclas mecánicas; sin embargo, la relativa simplicidad del último procedimiento le concede una ventaja en su utilización.

Otra forma de lograr poblaciones compuestas es a través del empleo de la andro-esterilidad, este sistema permite una mayor recombinación genética entre cultivares previamente seleccionados, el procedimiento en términos generales es el siguiente:

1. Se selecciona un grupo de cultivares en función a caracteres deseados.
2. A cada uno de ellos se introducen genes de esterilidad genética a través de 3-4 retrocruzas consecutivas, utilizando como padre recurrente la línea andro-estéril (msms).
3. En un bloque de cruzamiento se determina la capacidad combinatoria de cada línea.
4. Se mezclan las mejores líneas para formar el compuesto.

Finalmente, está planteada la posibilidad de aprovechar los altos niveles de heterosis especialmente para rendimiento señalados por diversos investigadores, lo cual puede lograrse mediante el empleo de las fuentes de esterilidad genética disponible; el procedimiento para el aprovechamiento de la heterosis se basa en el método de producción de cruces simples en bloques de cruzamientos, para lo cual se siembra la línea andro-estéril en hilos alternos con el polinizador deseado, Montilla, Mazzani et al., 1987.

VII. RESEÑA DEL MEJORAMIENTO DEL AJONJOLI EN VENEZUELA

A. Introducción

El ajonjolí es uno de los cultivos oleaginosos más importantes en Venezuela, su explotación comercial empezó en 1912 en el Estado Falcón, de allí se expandió a otras regiones entre las cuales "La Región Centro Occidental" es la de mayor importancia, en la actualidad en esta región está localizada casi la totalidad de la superficie nacional dedicada al cultivo; sin embargo, a partir de 1970 cuando se logra la mayor producción (125639 TM) y rendimientos unitarios (705 kg/ha) en la mayor superficie jamás plantada (178072 ha), empieza a declinar la

producción de esta oleaginosa.

En los últimos cinco años los rendimientos promedios han fluctuado entre 350 y 490 kg/ha, rendimientos considerados como bajos y poco rentables; no obstante, existe un potencial de mejora el cual se ilustra en el Cuadro 1; en efecto, al comparar para 1985 el rendimiento promedio nacional con el de Egipto (955 kg/ha) y el de China (768 kg/ha) y el alcanzado en el país en 1970 (705 kg/ha) corrobora lo expuesto anteriormente.

Entre los factores relacionados con el uso de semillas mejoradas que contribuyen en los bajos rendimientos, se puede citar el poco uso de semillas certificadas y la carencia de variedades con adaptación específica a tipos de suelos, tolerantes a la sequía, con alto grado de retención de semillas en el proceso de cosecha, tolerantes a factores bióticos y con altos y estables rendimientos.

Una de las formas de contribuir a la mejora de los rendimientos es a través del uso de variedades mejoradas, en consecuencia, programas importantes de mejoramiento genético se están realizando en las instituciones siguientes: Universidad Occidental "Lisandro Alvarado", Escuela de Agronomía, Barquisimeto, Estado Lara; Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí. Oficina Regional Araure. Araure Estado Portuguesa; Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Maracay, Estado Aragua; Estación Experimental Portuguesa. FONAIAP. Araure, Estado Portuguesa; Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. El Limón, Estado Aragua; Universidad de Zulia. Facultad de Agronomía, Maracaibo, Estado Zulia.

Cuadro 1. Comparación de la producción de ajonjolí en Venezuela. 1970 y 1985.

	Sup. 1.000 ha	Producción 1.000 TM	Rend. kg/ha
Prod.Mundial (1985)	6670	2353	353
China (1985)	901	692	763
Venezuela (1985)	107	38	352
Venezuela (1970)	178	126	705

B. Bosquejo y progreso del mejoramiento genético del ajonjolí

Los trabajos del mejoramiento genético del ajonjolí datan de 1936, a raíz de la contratación por parte del Ministerio de Agricultura y Cría, del Dr. D.G. Langham; en 1949 se incorpora a esta actividad el Dr. Bruno Mazzani quien en el Instituto Nacional de Agricultura - División de Fitotecnia, Sección de Oleaginosas, hoy Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, FONAIAP, intensifica la investigación en esta área. La labor desplegada por el Dr. Mazzani, aún en plena actividad en el campo del fitomejoramiento del ajonjolí y de otras oleaginosas, ha constituido un hecho de trascendental importancia, ya que ha sido este investigador quien ha producido innumerables conocimientos básicos y aplicados en el campo del mejoramiento genético del ajonjolí, los cuales han sido fundamentales para la explotación comercial del cultivo en el país, además, como conductor en la formación de recursos humanos ha contribuido y está contribuyendo a la formación y perfeccionamiento de investigadores en el campo de las oleaginosas a través de la orientación con su asesoramiento técnico y científico.

En su contexto general, el progreso de mejoramiento genético del ajonjolí en Venezuela puede dividirse en 4 etapas.

1. La primera etapa iniciada en 1936, estuvo basada en actividades relacionadas con la introducción, selección e hibridación y la producción de conocimientos básicos en la genética del cultivo.
 - a. Se realiza una serie de estudios genéticos relacionados con la herencia de caracteres del tallo, hoja y fruto, Langham, 1945, 1946.
 - b. Se desarrollan las variedades: Venezuela 51 y Venezuela 52, Langham, 1945.
2. Desde 1949, fase en la cual se detalla la genética del carácter indehisciente, se confecciona y enriquece la Colección Nacional de Germoplasma de Ajonjolí y a través de selecciones sistemáticas de introducciones, hibridaciones y de retrocruzas se desarrolla un grupo de variedades de amplias adaptaciones a las condiciones agrícolas del país.
 - a. Se sientan las bases para la mejora genética de cultivares indehiscientes, Mazzani y Horovitz, 1952.
 - b. Se desarrollan los cultivares: "Acarigua", Mazzani, 1952; "Aceitera e Inamar", Mazzani, 1955; "Glauca", Mazzani, 1960; "Morada indehisciente" e "Inamar

indehiscente", Mazzani, 1962; y, "Precoz", Moraour, 1972.

3. En esta fase se le dio principal importancia a la resistencia a enfermedades, además de acumularse conocimientos sobre heterosis para rendimiento.
 - a. Se clasifican variedades seleccionadas de la Colección Nacional de Germoplasma en base a la susceptibilidad a los patógenos: Fusarium oxysporum F. sesami, Phytophthora sp, Macrophomina sp, Pseudomonas y Xanthomonas, Mazzani, 1983.
 - b. Se desarrollan las variedades: "Maporal", Mazzani, 1973 y "Arawaca", Montilla et al., 1977, ambas con resistencia de campo a la marchitez producida por los hongos de los géneros: Fusarium, Macrophomina y Fusarium, además, mediante retrocruzadas se incorpora resistencia a Phytophthora y a Macrophomina a la variedad "Aceitera", Mazzani et al., 1975.
4. Fase en ejecución, iniciada en 1980, dirigida a desarrollar cultivares semi-indehiscentes, aprovechar la heterosis mediante el uso de la esterilidad genética y mejora en función a la calidad de la semilla.
 - a. Se demuestra la factibilidad de producir semilla híbrida, Montilla et al., 1987.
 - b. Se desarrolla la línea andro-estéril "msms-I", Montilla y Cedeno, 1988 y el cultivar "Fonucla", Montilla y Cedeno, 1989.

C. Objetivos de los programas

En relación a la última fase, la Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", el Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí y la Asociación de Productores de Semillas Certificadas de los Llanos Occidentales vienen ejecutando un programa de mejoramiento genético cuya meta principal a largo plazo es la de obtener cultivares híbridos indehiscentes adaptados a la cosecha mecánica; no obstante, a corto y mediano plazo las metas están dirigidas a evaluar la Colección Nacional de Germoplasma en función a problemas específicos (variabilidad genética de descriptores, cualidades especiales de las semillas, resistencia a factores bióticos especialmente a Antigastra catalaunalis), obtención de cultivares semi-indehiscentes tolerantes a enfermedades y plagas.

D. Programa 1988 - 1993

Con el objeto de desarrollar cultivares con características que representen soluciones a la problemática varietal del cultivo en el Estado Portuguesa, para los próximos cinco años se tienen planificados los siguientes proyectos:

1. Mejora de cultivares indehiscentes:

1.1. Selección, evaluación y multiplicación de cultivares promisorios.

1.2. Evaluación de la eficiencia de la cosecha integral mecánica en cultivares promisorios.

1.3. Determinar el efecto de la polinización por abejas sobre la fertilidad y producción de cultivares indehiscentes.

1.4. Desarrollar poblaciones alógamas mediante la utilización de la esterilidad genética.

2. Mejora de cultivares híbridos:

2.1. Dehiscentes

2.1.1. Selección de líneas andro-estériles.

2.1.2. Evaluación de líneas andro-estériles en base a capacidad combinatoria.

2.1.3. Búsqueda de factores para resistencia a fitocidas en poblaciones de ajonjolí.

2.1.4. Producción de semilla híbrida.

2.1.4.1. Multiplicación de semillas básicas de los parentales de la mejor combinación híbrida.

2.1.4.2. Producción de semillas híbridas para fines de labores de extensión y divulgación.

2.2. Indehiscentes

2.2.1. Desarrollar líneas andro-estériles indehiscentes.

2.2.2. Evaluar la capacidad combinatoria de combinaciones andro-estériles x andro-fértiles.

3. **Mejora de cultivares dehiscentes de ciclo medio y corto.**
 - 3.1. **Selección y evaluación.**
 - 3.2. **Desarrollar poblaciones con alta variabilidad genética mediante la utilización de la esterilidad genética.**
4. **Mejora y evaluación de cultivares de ajonjolí en base a cualidades especiales de las semillas.**
5. **Evaluación de cultivares tolerantes al enrrollador del ajonjolí.**
 - 5.1. **Evaluar variedades comerciales y cultivares en vía de mejora.**
 - 5.2. **Búsqueda de fuente de resistencia en la Colección Nacional de Germoplasma.**
6. **Inducción de la esterilidad citoplasmática.**

E. Avances del Programa

1. **Descripción y evaluación de la Colección Nacional de Germoplasma.**

Bajo las condiciones de la zona más importante en la producción de ajonjolí del país: Turén, Estado Portuguesa, durante los años 1978, 1979 y 1980, se describió la Colección Nacional de Germoplasma constituida por 1238 cultivares de ajonjolí procedentes de veinte países, Montilla y Cedeño, 1983.

Para la descripción se utilizaron los descriptores siguientes: 1) Caracteres del tallo: forma, coloración, pubescencia, número de ejes por planta y altura de planta; 2) Caracteres de la hoja: forma, color y pubescencia; 3) Caracteres de la flor: número por axila, color y presencia de nectarios; 4) Caracteres del fruto: número por axila, coloración, pubescencia, número de lóculos y longitud de frutos; 5) Caracteres de la semilla: coloración. Para la evaluación se utilizaron los caracteres: rendimiento en granos por planta y kilogramos por hectárea, ciclo, incidencia de insectos plagas y enfermedades producidas por los principales fitopatógenos del suelo en la región.

1.1. Variabilidad de los caracteres descriptivos.

El análisis de la distribución de los descriptores, sus promedios, rangos de variación y coeficientes de variación, permite inferir que la colección de germoplasma bajo las condiciones de Turén, Estado

Portuguesa, expresó una alta variabilidad en la mayoría de las características estudiadas.

En su conjunto, la colección es portadora de una alta variabilidad para los descriptores bajo estudio; no obstante, la forma y coloración del tallo y número de lóculos por cápsula demostraron ser los caracteres más uniformes, mientras que la altura de planta y longitud de frutos fueron bastante uniformes con coeficientes de variación de 19%. Todos los restantes descriptores a juzgar por sus correspondientes coeficientes de variación, expresaron una moderada hasta una extremada variación, progresando desde número de flores y frutos por axilas (24%), forma de las hojas (26%), ramificación del tallo (28%), pubescencia del tallo y fruto (32%), color de las hojas (36%), nectarios (38%), pubescencia de las hojas (39%), color de la flor (43%), color del fruto (44%), número de ejes por planta (47%) y coloración de la semilla (61%).

El análisis de los coeficientes de variación de los descriptores para los cultivares más numerosos agrupados según su procedencia señala que estos son portadores de una alta variabilidad, así por ejemplo, la pubescencia del tallo, color de la flor, número de frutos por axila, color de las semillas y número de ejes por planta, expresaron su más alta variabilidad en los cultivares procedentes de: Estados Unidos, Venezuela, Africa, Rusia, China, México e India; la altura de planta, color de la hoja, pubescencia de la hoja, número de flores por axila, nectarios y pubescencia del fruto fueron altamente variables para las introducciones de Estados Unidos, Venezuela y Africa; ramificación, nectarios y color de la flor para los grupos de Rusia, China e India; los descriptores color del fruto y ramificación demostraron amplia variabilidad para los cultivares de Venezuela y Africa; número de flores por axila y pubescencia del fruto para los de China y México; longitud del fruto para Venezuela y China; mientras que los procedentes de Estados Unidos, Venezuela, India, China y México expresaron ser más alta variabilidad para número de lóculos por fruto.

1.2. Variabilidad de los caracteres evaluativos.

En el conjunto, el rendimiento en kg/ha fue un carácter con moderada variación; no obstante, exhibió altas diferencias de variabilidad entre grupos; en este sentido, los cultivares procedentes de la India fueron los menos variables con un coeficiente de variación de 21%, los otros grupos se distribuyeron dentro del rango del 32% al 45%, de los cuales el grupo de Venezuela fue

ligeramente más variable que el de los Estados Unidos y más variable que los dos de Africa, México, Rusia y China.

El ciclo e incidencia a enfermedades caracteres de aproximadamente igual variación exhibieron altas variabilidades a juzgar por sus coeficientes de variación, los cuales alcanzaron valores de 40% y 42% respectivamente; la variación entre grupos para estos dos caracteres indicaron que los más variables fueron los correspondientes a Estados Unidos, Venezuela, Africa, China y México. A pesar de exhibirse una amplitud considerable en el ciclo, la mayoría de los cultivares expresaron ciclos cortos, destacándose una alta proporción de cultivares precoces en los grupos de Estados Unidos y Rusia, igualmente la colección en su conjunto ofrece una potencialidad a la no susceptibilidad a la marchitez producida por los principales fitopatógenos del suelo de la región, resaltando en este sentido los grupos de Estados Unidos, Venezuela, Africa, China y México.

El rendimiento en gramos por planta fue el caracter estudiado que exhibió la mayor variabilidad, demostrando a su vez altas diferencias de variación entre fuente de procedencias, el grupo menos variable fue el de la India con un coeficiente de variación de 42%. El promedio del coeficiente de variación para Venezuela como grupo (92%) fue ligeramente superior al de Africa (89%) y mucho más superior que a los Estados Unidos (75%), China (69%) y México (56%).

La colección en su conjunto es portadora de una potencial resistencia a los daños causados por el insecto plaga coquito rayado (Systema marginicollis Clark); en efecto el 15% de los cultivares evaluados acusaron la reacción de no susceptibilidad. Sobre la base de la escala de grado de daño utilizada, el grado varió entre 1,09 y 1,83 para los grupos de Rusia y Africa respectivamente, evidenciándose diferencias apreciables en la cantidad de daños entre grupos; se destacó además que las fuentes de susceptibilidad más importantes fueron las de Estados Unidos, Venezuela y Rusia.

Los resultados obtenidos permiten inferir la forma, coloración del tallo y número de lóculos, demostraron ser los caracteres más uniformes, altura de planta y longitud de frutos bastante uniformes. Todos los restantes descriptores y evaluadores evidenciaron una moderada hasta una extremada variabilidad progresando desde número de flores y frutos por axila, forma de la hoja y rendimiento en kg/ha, ramificación del tallo, pubescencia del tallo y fruto, color de las hojas,

pubescencia de la hoja, nectarios, ciclo, color de la flor, color del fruto, número de ejes por planta, coloración de las semillas y rendimiento en gramos por planta.

La pubescencia del tallo, color de la flor, número de frutos por axila, color de las semillas, número de ejes por planta, rendimiento en gramos por planta y kg x ha, ciclo e incidencia a enfermedades, expresaron su más alta variabilidad en los cultivares procedentes de Venezuela, Estados Unidos, Africa, Rusia, China, México e India; la altura de plantas, color de las hojas, número de flores por axila, nectarios y pubescencia del fruto fueron altamente variables para las introducciones de Estados Unidos, Venezuela y Africa; ramificación, nectarios y color de la flor para los grupos de Rusia, China e India; los descriptores color del fruto y ramificación demostraron amplia variabilidad para los cultivares de Venezuela y Africa; número de flores por axila y pubescencia del fruto para los de China y México; longitud del fruto para Venezuela y China; mientras que los procedentes de China, México e India expresaron su más alta variabilidad para el número de lóculos por fruto. La amplia variación expresada por la mayoría de los caracteres estudiados ofrecen una válida garantía de la presente colección de cultivares como fuente de variabilidad útil para el mejoramiento genético del cultivo.

2. Evaluación de la Colección Nacional de Germoplasma en base a fines específicos.

El ajonjolí es una oleaginosa con altísimo potencial como fuente de otros usos, en efecto, las harinas desgrasadas ricas en proteínas con altos contenidos de metionina, la condicionan como una fuente no convencional proteica de importante perspectiva en la alimentación humana, además, la semilla entera desprovista de cubiertas protectoras externas se emplea en la industria panadera y en la preparación de bebidas alimenticias y refrescantes.

Estos usos del ajonjolí lo condicionan como un rubro potencial de fuente de ingresos de divisas, especialmente para el uso directo de las semillas, dada su demanda en las industrias panaderas de los Estados Unidos y Europa; no obstante, para participar ventajosamente en esos mercados es necesario disponer de cultivares con características especiales de las semillas como son: color blanco, grandes, de baja densidad y poca resistencia al desprendimiento de las cubiertas externas protectoras preferiblemente por procedimientos mecánicos.

En 1988 se inició un proyecto en función a la mejora de

cultivares con cualidades especiales de las semillas, el cual contempla en su primera fase la evaluación de la Colección Nacional de Germoplasma en base a la variación de color, peso por volumen y tamaño de las semillas.

En el Cuadro 2 se presenta la distribución en cuanto a la coloración de las semillas de los 128 cultivares evaluados, agrupados según su procedencia, alrededor de 810 mostraron semillas de colores fluctuantes entre el crema claro (cc) y el blanco (b) entre mezclado con otros colores, marrón (m), marrón claro (mc), marrón oscuro (mo) y negro (n).

En cultivares analizados en función del peso por volumen (g/cc) se detectaron valores máximos y mínimos de 672 y 517 respectivamente, con una media general de 635 g/cc y un coeficiente de variación de 4.85%. Además, con la ayuda de combinación de tamices adecuados a la variación del tamaño y forma de las semillas, se ha logrado separar dentro de cada cultivar hasta tres tipos de semillas, entre las que se destacan las extra-grandes con peso de más de 3,84 g por 100 semillas.

3. Mejora y evaluación de cultivares de ciclo corto y medio.

La precocidad en la maduración es un factor de importancia en la adaptación del ajonjolí en las áreas agrícolas del Estado Portuguesa, región en la cual por problemas de suelos, distribución irregular de las lluvias y la impredeción de las mismas, han motivado la tendencia de los agricultores a preferir cultivares de ciclo corto (70 - 80 días a la maduración) o de ciclo medio (80 - 95 días).

Entre las ventajas de la precocidad se pueden citar: la posibilidad del ajonjolí durante su desarrollo de escapar al efecto de los periodos críticos en los cuales se agota la humedad de los suelos, permite la cosecha en muchas ocasiones cuando las lluvias empiezan relativamente temprano, con frecuencia las variedades precoces son afectadas en menor intensidad a los daños de áfidos y disminuye también por escape la incidencia de la enfermedad causada por el hongo del género *Macrophomina*; sin embargo, los cultivares precoces por tener periodos más cortos en producir y almacenar materiales fotosintéticos, son por lo general de parte y rendimientos más bajos que aquellos de ciclos más tardíos. No obstante, la disponibilidad de buenos cultivares comerciales precoces de ajonjolí ha demostrado la posibilidad de combinar en un mismo genotipo genes de precocidad y rendimiento.

3.1. Cultivares precoces, ciclo 70 - 80 días.

Con el objeto de incrementar la capacidad de producción en cultivares precoces, en 1979 se efectuaron 67 selecciones de la Colección Nacional de Cultivares, las evaluaciones preliminares por rendimiento durante varios ciclos de

Cuadro 2. Variación de la coloración de las semillas de las variedades de 1.238 cultivares de ajonjolí de diferentes procedencias. Turen, 1982.

	U.S.A.	VENEZUELA	AFRICA	RUSIA	CHINA	INDIA	MEXICO	SENEGAL	SUDAN	ARGENTINA	JAPON	BRASIL	PERU	GUATEMALA	HAWAI	ITALIA	FILIPINAS	ISRAEL	TURQUIA	NICARAGUA	TOTAL
b	4																				4
-	1	1																			2
-	2	2																			4
-	7	1		7		1															16
-	1			1																	2
cc	6		2																		8
cc	6			1		2															9
cc	3			1		1															4
c	1	2																			4
c	4		1																		4
x	46	73	4	16	16	8	1	1	1	3	1	1	1	1		1					11
cc	220	35	85	5	15	2	4	1		1	1	1	1	1	2			1			175
c	45	118	5	2	1	4	12	4	3		2	1	1				1				199
cc	75	61	17	3	3	3	4		2					2						1	172
mc	31	35	14	33	13	2	2				1		1			1					133
m	3	15	1	6	1	3													1		30
mo	14	9	4	3	2																32
-	2																				2
n	5	1																			6
-	2	1																			3
-	1	2																			3
n	1																				1
-	3																				3
mr	3																				3
n	18	11	1	5	3			2		1											41
TOTAL	504	371	135	82	57	24	23	8	6	5	5	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1.238

selección masal demostró que 9 de ellas rindieron en promedio 727 kg/ha con variación de 700 - 950 kg.

Por otra parte, la amplia variabilidad genética del cultivar "Arawaca" demostrada por la variación en cuanto al color de las semillas y por la frecuente aparición de un 5% aproximado de plantas con 2-3 cápsulas por axila, permitió en 1977 iniciar un programa de selección intrapoblacional en ese cultivar con el objeto de aprovechar la variabilidad. Selecciones individuales durante las dos primeras generaciones, combinadas con un ciclo de selección masal en función a la expresión de 3 cápsulas por axila y al color de las semillas, permitió diferenciar tres poblaciones con 2-3 cápsulas por axila, con semillas de color blanca, cremosa y negra e identificada como S-Araw-B, S-Araw-C y S-Araw-N, respectivamente. Sin embargo, la primera evaluación en función al rendimiento en ensayos replicados permitió la eliminación de la selección S-Araw-N, Montilla et al., 1981a.

El desarrollo de las selecciones fue bastante uniforme y exuberante; no obstante, el ciclo se incrementó en unos 10 días con relación a la variedad Arawaca, en consecuencia, dentro de las selecciones S-Araw-B y S-Araw-C, se practicaron selecciones masales en función a la precocidad, obteniéndose genotipos con ciclos de 80-85 días que se identificaron como S-Araw-BP y S-Araw-CP (FONUCLA). Durante seis años se realizaron pruebas de rendimiento en la Región Agrícola de Turén, comparándolas con la Variedad "Arawaca". Los resultados obtenidos se resumen en el Cuadro 3, los mismos que indican que los cultivares "FONUCLA" y S-Araw-BP superaron en rendimiento a la Variedad "Arawaca" en un 18% y 14%, respectivamente.

Las selecciones primitivas de Arawaca: S-Araw-B, junto con las líneas de estas derivadas: FONUCLA y S-Araw-BP y las líneas precoces: S-1350, S-A2 y S-1346 seleccionadas en base a evaluaciones preliminares se compararon en Turén con las Variedades Comerciales de igual ciclo "Arawaca" y "Turén" durante los años 1986 y 1987 (Cuadro 4).

El análisis conjunto de los experimentos detectó diferencias significativas para cultivares; de acuerdo a la prueba de Duncan las selecciones más rendidoras superiores a la mejor Variedad Testigo (Arawaca) fueron "FONUCLA", S-1350, S-Araw-BP y S-Araw-C; no obstante, la primera superó significativamente a las restantes, concluyéndose que el cultivar más promisorio corresponde a "FONUCLA", la cual excedió en rendimiento a las variedades "Arawaca" y "Turén" en un 18% aproximadamente.

La descripción de este promisorio cultivar cuyo registro fue solicitado ante el Servicio Nacional de Semilla es la siguiente: planta de tallo color verde claro o pálido, semi-

Cuadro 3. Rendimiento en kg/ha¹ de selecciones del cultivar "Arawaca". Turén, 1980 - 1987.

Cultivar	1980	1982	1982(I)	1983	1985	1986	1987	Prom.
FONUCLA	726	1226	1534	1141	790	1411	1253	1154
S-Araw-BP	723	1198	1547	1000	812	1469	1077	1118
Arawaca (T)	572	1137	1383	938	458	1159	1267	981

1 Promedio de 4 replicaciones.

(I) Invierno. Siembras de invierno en El Tigre, Edo. Anzoátegui.

Cuadro 4. Rendimiento en kg/ha¹ de cultivares precoces de ajonjolí. Turén. 1986 - 1987.

Cultivar	1986	1987	Promedio
FONUCLA	1311	1549	1430 a (2)
S-1350	1323	1407	1365 ab
S.Araw-BP	1251	1423	1337 b
S-Araw-C	1411	1255	1333 b
S-Araw-B	1468	1077	1273 bc
S-A2	1199	1292	1245 bc
Arawaca (T)	1159	1267	1213 c
Turén (T)	1196	1226	1211 cd
S-1346	986	960	973 c

1 Promedio de 4 replicaciones.

2 Prueba de Duncan al 5% de significancia.

acanalado, flexible, entre-nudos cortos con 2-4 ramas por planta. Raíz de tipo pivotante fibroso y profundo. Hojas alternas lanceoladas después del tercio medio superior y partidas en el tercio medio inferior, de color verde oscuro las cuales se tornan amarillas y se desprenden al madurar. Flores de color lila, acompañadas y con alta producción de polen. Cápsulas de color verde oscuro, dos a tres por axila, cuatro lóculos, ligeramente pubescentes de 3,2 cm de largo. En el Cuadro 5 se comparan algunas características de esta variedad con el cultivar "Arawaca".

Cuadro 5. Principales características del cultivar FONUCLA en comparación con la variedad Arawaca.

Variedad	Ramas	Ciclo veg. días	Color plt. al madurar	Color semillas	Cap./ axila	Peso 1000 sem.gr.	% aceite b.s.
Fonucla	2-4	70-80	Amarilla	Blac.crem.	2-3	2,72	53,25
Arawaca	2-4	70-75	Amarilla	Mezclado	1	2,95	50,91

La variedad es tolerante a las enfermedades del tallo, susceptible al ataque de insectos masticadores. De maduración uniforme, la caída de las hojas al madurar facilita la fase de corte, la flexibilidad del tallo la hace resistente al vuelco y la expresión de 4 ramas muy productivas cuando las plantas están muy espaciadas compensa las frecuentes fallas de plantas en los hilos en campos comerciales.

3.2. Cultivares semi-precoces. Ciclo 80 - 95 días.

El programa para el desarrollo de variedades con ciclo de siembra a cosecha de 80 a 95 días se inició con selecciones individuales de la Colección Nacional de Germoplasma; durante las primeras generaciones los genotipos mostraron una considerable variación en caracteres morfológicos. Las selecciones intrapoblacionales en función al ciclo y rendimiento dieron por resultado tipos con ciclo de 80 - 80 días con aceptable capacidad de rendimiento, aproximadamente

unas 18 selecciones fueron analizadas entre 1980 y 1985, de las cuales las 6 más prometedoras fueron evaluadas en un diseño de bloques al azar con 4 replicaciones en Turén durante los años 1986 y 1987; en el Cuadro 6 se resumen los resultados obtenidos.

El análisis de la varianza en su conjunto detectó diferencias altamente significativas entre cultivares, la prueba múltiple de Duncan facilitó comparar las selecciones más rendidoras con relación a las variedades testigos; en este sentido los cultivares ciclo OP-20, OP-26 y L-7041 no difirieron significativamente de la variedad Piritu pero si del cultivar Aceitera, pudiéndose deducir que el cultivar más promisorio corresponde a la selección ciclo OP-20 (1964 kg/ha), la cual superó en rendimiento a las variedades testigos: Piritu (1870 kg/ha) y Aceitera (1391 kg/ha) en un 5% y 41%, respectivamente.

Cuadro 6. Rendimiento en kg/ha(1) de cultivares semiprecoces de ajonjolí. Turén. 1986 - 1987.

Cultivares	1986	1987	Prom.	
Ciclo OP-20	2075	1853	1964	a(2)
Ciclo OP-26	2075	1795	1935	a
L -	1863	1922	1893	a
Piritu (T)	2122	1617	1870	ab
Ica Imbala	1875	1590	1733	b
Ica-609	1920	1202	1561	c
10 - 7412 SP	1512	1540	1526	cd
Aceitera (T)	1377	1405	1391	d e
Chino Rojo (T)	1462	1181	1322	e

(1) Promedio de 4 replicaciones.

(2) Prueba de Duncan al 1% de significancia.

4. Mejora y evaluación de cultivares híbridos.

Diversos estudios han demostrado niveles significantes de heterosis en ajonjolí en combinaciones de líneas andro-fértiles tanto para rendimiento como para muchos de sus componentes, Riccelli y Mazzani, 1964; Srivastava y Sing, 1969; Delgado y Yermanos, 1975; Dixit, 1978; Solanki et al., 1981; Uso y Ojeake, 1981; Chaudari et al., 1984; Krishnaswani et al., 1985; Ding et al., 1987; Krishnadons et al., 1987; Pathirana et al., 1988.

Con el descubrimiento de la esterilidad genética en el

de un mismo genotipo respuestas diferentes en cuanto a la fertilidad.

En la Estación Experimental "Miguel Angel Luna" de la Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", en 1988, se estudió el efecto de la polinización por abejas (Apis mellifera L.) sobre algunos componentes de rendimiento en los cultivares indehiscentes: FONIND I, FONIND II, FONIND IV, FONIND VI y la variedad dehiscente Piritu (testigo).

Los 5 genotipos experimentales fueron sembrados en un diseño de bloques al azar, para detectar el efecto de los tratamientos sin abejas, se aislaron un hilo de cada uno de los 5 cultivares replicados 4 veces con jaula de madera de 3 metros de ancho, 4 metros de largo y 2,15 metros de altura recubiertas con un material de propileno de 4 mallas por cm², al inicio de la floración se colocaron en el campo 3 coimenas de abejas a la cosecha se muestrearon 5 plantas en los tratamientos ausencia de abejas y presencia de abejas en cada uno de los cultivares, en base a los cuales se determinaron los caracteres: número de ramas, altura y cápsulas por planta, longitud y semillas por cápsulas, peso de 1000 semillas y gramos/planta.

Del análisis del Cuadro 13, se aprecia para los caracteres evaluados con excepción de longitud de cápsulas y peso de 1000 semillas, diferencias para los valores promedios entre ausencia y presencia de abejas; no obstante, estas diferencias en su conjunto no deben imputarse en su totalidad al efecto de las abejas, ya que a la luz de los resultados existen indicios que las condiciones de aislamiento pudieron influir en la magnitud de estas diferencias, demostrado por el hecho de que la altura y número de ramas por planta en ausencia de abejas fue de 26,32% y 5,12% menor respectivamente, que en presencia de abejas, en estas diferencias pudo haber influido cierta ineficacia en el combate de infestaciones de áfidos en los tratamientos con cajas debido a cierto obstáculo de la malla protectora al rociado del insecticida utilizado. En su conjunto se observa el efecto coadyuvante de las abejas en el incremento del número de cápsulas por planta, semillas por cápsula y gramos por planta tanto en los cultivares indehiscentes como en el dehiscente; estos últimos resultados concuerdan a los reportados por Montilla et al., 1985; lo más resaltante de este experimento y lo que justificó su ejecución fue el incremento de la fertilidad en los cultivares indehiscentes por el efecto de las abejas, así en su conjunto, el número de semillas/cápsula en las selecciones indehiscentes aumentó en 26% en presencia de abejas en comparación con el tratamiento sin abejas, estos resultados son importantes para el mejoramiento de cultivares indehiscentes o semi-indehiscentes debido a que la inercia de la respuesta de la selección en función al rendimiento en cultivares con alto porcentaje de retención

Cuadro 12. Resumen del efecto de polinización con abejas (Apis Mellifera L., en el rendimiento y algunos componentes de rendimiento de dos cultivares de ajonjolí (Sesamum indicum L.) Tarabana, 1984.

	PIRITU			MSMS x PIRITU			Dif.crf.t.
	AA	PA	$\frac{PA}{AA} \times 100$	AA	PA	$\frac{PA}{AA} \times 100$	
Gr/Parc.	105,38	278,13	253,9	44,04	585,13	1289,63	113,48
Peso semilla	0,833	0,793	4,80	0,531	0,671	26,37	0,121
Cáp/planta	47,7	69,8	46,33	34,0	135,8	299,41	25,8
Gr/planta	6,11	8,41	37,64	2,57	12,87	400,78	2,81
Nº ramas prim.	3,6	3,8	5,56	7,3	8,1	10,95	---

5.1. Polinización por abejas en cultivar híbrido.

En la Estación Experimental "Miguel Angel Luna" de la Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", en 1984 se estudió el efecto de la polinización por abejas (Apis mellifera L.) sobre el rendimiento del cultivar híbrido "msms x Piritu" y el testigo "Piritu".

En un área para la producción de cultivar híbrido "msms x Piritu", se colocaron tres colmenas pocos días antes de la floración. En hilos de cada uno de los parentales tomados al azar se distribuyeron los tratamientos ausencia y presencia de abejas replicadas cuatro veces, los tratamientos sin abejas se lograron aislando cada cultivar con jaulas de madera de 1,40 m de ancho, 4 m de largo y 2,10 m de altura, recubiertas con un material de polipropileno denominado "Marquissette".

El rendimiento de semillas fue medido en un área de 4,6 m, mientras que los componentes de rendimiento, ramas primarias por planta, número de cápsulas por planta, peso de semilla y rendimiento por planta fueron cuantificados en base a 5 plantas por tratamiento.

Los resultados promedios obtenidos en cada cultivar, a juzgar por el análisis de la varianza, indicaron incrementos estadísticamente significantes en el rendimiento y en sus componentes en estudio, con la presencia de las abejas, en efecto en el cultivar "Piritu" la presencia de las abejas incrementó la capacidad de producción en un 264%, mientras que en el cultivar estéril el incremento fue de trece veces superior (Cuadro 12), esto último indica el uso indispensable de las abejas como agentes polinizadores en los programas de producción de semillas híbridas, Montilla et al., 1987b.

5.2. Polinización por abejas en cultivares indehiscentes

La mejora de cultivares indehiscentes se ha dirigido básicamente en la eliminación de caracteres desfavorables entre los cuales la fertilidad por su asociación negativa con la retención de semillas es uno de los factores que obstaculizan la obtención de cultivares totalmente indehiscentes con alta capacidad de rendimiento; esta correlación es motivada por el efecto negativo de los genes para indehiscencia y sus modificadores sobre la fertilidad y rendimiento.

En consecuencia, en poblaciones indehiscentes la mejora en función a la fertilidad y rendimiento acarrea disminución de genes para indehiscencia y sus modificadores en el fondo común de genes lo que conlleva un aumento en la dehiscencia; sin embargo, en ausencia de selección y en campos con poblaciones diferenciales de abeja, se ha observado dentro

Planta de tallo de color verde claro, semi-acanalado, flexible, entrenudo mediano de un solo eje. Hojas alternas, lanceoladas en el tercio medio superior y partidas en el tercio medio inferior, de color verde claro tornándose amarillentas al madurar. Flores de color lila, acampanadas, con alta producción de polen (plantas fértiles), mientras que las plantas estériles, completamente auto-estériles, presentan flores con anteras verdes y pequeñas con nula a escasa producción de polen y receptivas al polen 1 ó 3 días, cuando estas flores se polinizan con polen viable se forman semillas normales. Cápsulas de color verde claro, tres por axila, cuatro lóculos. Semillas de color cremoso con un 2% aproximado de semillas marrón oscuro. Peso promedio de 1.000 semillas 2,529 gramos. Tolerantes a la marchitez causada por los principales hongos del suelo de Portuguesa, ciclo de 85-95 días. En combinaciones con 10 cultivares, ha demostrado valores heteróticos, promedio para rendimiento de un 39% con un valor máximo de 81%, Montilla et al., 1987a.

Como resultado de la selección y multiplicación varietal se produjeron 226 gramos de semilla genética, cantidad suficiente para continuar con la producción de diferentes clases de semillas parentales indispensables en un programa de producción de semillas híbridas certificadas.

5. Estudios de polinización con abejas.

El ajonjoli, cultivo predominantemente autógeno y de polinización entomófila, ha sido reconocida como planta nectapolinífera, Langham, 1945; Mazzani, 1962. Estudios diversos para determinar el nivel de polinización cruzada, han constatado que esta puede fluctuar entre el 1% y el 65%, Krishnaswami et al., 1985; estos porcentajes de alogama dependen entre otros factores de la frecuencia y clase de insectos polinizadores, entre los cuales la abeja ha sido considerada como el agente polinizador más importante, Montilla et al., 1972. Además, el ajonjoli es una planta melífera ideal por presentar un periodo algo largo de floración, fluctuante entre 1,5 a 2 meses y la miel producida tiene un excelente color (marrón o anaranjado) con textura diáfana, sabor dulce y fragante olor, Xingyuan, 1988.

Con el fin de lograr conocimientos adicionales en la polinización entomófila del ajonjoli se ejecutaron dos experimentos, los cuales tenían como objetivos determinar el efecto de las abejas como agentes polinizadores en la capacidad de producción de cultivares híbridos dehiscentes y no híbridos indehiscentes.

niveles importantes de heterosis para rendimiento en combinaciones andro-estéril x andro-fértil, Montilla, Delgado, Cedeno y Márquez, 1987a.

Sin embargo, para la producción de semilla híbrida se requiere, entre otros, de la disponibilidad de suficientes cantidades de semillas básicas de líneas andro-estériles, estables, precoces o semi-precoces, de aceptable capacidad de rendimiento, tolerante a plagas y enfermedades y de relativa alta capacidad combinatoria. A continuación se describe el origen de la línea andro-estéril msms-I, indispensable para iniciar un programa de producción de semillas básicas de genotipos andro-estériles.

En 1979, en el "Campo Experimental" del Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí, Estado Portuguesa, a partir de una población básica andro-estéril se inició un programa riguroso de selección individual de tipos androestériles promisorios, basado en el rendimiento por planta, ramas por planta, tiempo de siembra a cosecha, uniformidad en el inicio de floración, grado y estabilidad de la esterilidad y tolerancia a enfermedades.

Selecciones individuales en los años subsiguientes combinados en su etapa final con selecciones masales permitió desarrollar la línea andro-estéril msms-I, la cual en estudios posteriores ha demostrado ser una de las más prometedoras en la producción de semilla híbrida, basada en su capacidad combinatoria.

En consecuencia, para iniciar la producción de semilla clase genética, en Tarabana, Estado Lara, se plantó una parcela aislada de 100 metros cuadrados, con semillas cosechadas de genotipos andro-estériles producto del cruce manual fraternal msms-I x msms-I. Durante el desarrollo del cultivo se identificaron las plantas andro-estériles hijas de la línea y se eliminaron tanto las plantas fértiles como las no fértiles consideradas como fuera de tipotipo. Al final del ciclo se cosechó las semillas producidas en las plantas marcadas (msms-I).

Durante las primeras generaciones de propagación, la población original con genes de esterilidad genética mostró considerable variación en cuanto a caracteres de la planta, la mayoría de ellas eran muy altas, con 6-8 ramas, con ciclo de más de 120; los genotipos estériles segregantes presentaban variados grados de producción de polen, algunas con flores pequeñas tubulares. Las selecciones individuales en sucesivas generaciones combinadas en su etapa final con selecciones masales permitió desarrollar la línea msms-I. Esta línea por su naturaleza genética está constituida por un 50% de plantas estériles y un 50% de plantas fértiles y cuyos caracteres son los siguientes:

Cuadro 11. Estimado de heterosis (%) de caracteres en ajonjolí en combinaciones andro-estéril x andro-fértil expresadas con relación al polinizador. Turén, Edo. Portuguesa, 1986.

	Longitud carga cm	Longitud cáp. cm	Cápsula /planta	Semilla /cápula.	Peso 1000 semillas	Gramos /planta	Gramos (a) /planta
msms-I x Ch.Rojo	29,22	45,00	35,17	16,69	0,59	60,90	10,37
msms-I x S-BI	37,95	-7,25	88,88	-3,54	6,96	81,09	-3,14
msms-I x S-CP	55,28	-23,89	55,12	2,04	-9,59	60,99	-23,04
msms-I x S-CI	16,37	0,00	43,88	10,47	2,81	78,68	-8,62
msms-I x S-BP	45,33	-12,12	-14,80	26,09	5,75	16,78	19,80
msms-I x S-A2	126,87	-6,25	30,73	10,23	5,48	54,14	-6,86
msms-I x Arawaca	72,58	-26,82	31,13	-16,78	5,21	5,34	-55,00
msms-I x Morada	-9,28	4,50	13,68	21,53	22,41	10,90	-17,64
msms-I x Maporal	3,61	27,27	1,24	-18,72	10,88	-15,29	-14,80
msms-I x Morada	32,72	0,36	40,14	5,60	2,20	36,70	6,82
Promedio	41,07	0,08	32,58	5,36	4,22	39,04	-11,29
msms-II x Ch.Rojo	11,44	-7,15	-40,00	-35,00	-5,82	-59,43	-45,49
msms-II x S-BI	64,72	7,40	126,86	-3,00	2,24	124,62	142,54
msms-II x S-CP	57,76	-1,34	50,24	15,58	4,41	70,96	47,80
msms-II x S-CI	37,53	1,35	43,58	11,01	9,00	77,05	64,80
msms-II x S-BP	64,53	7,14	76,16	-7,69	-2,36	49,18	45,49
msms-II x S-A2	38,24	3,44	69,33	-2,42	20,54	49,54	6,82
msms-II x Arawaca	67,34	-27,27	63,16	12,91	-7,55	71,15	17,35
msms-II x Morada	-15,30	0,00	-11,59	-14,11	10,26	-23,48	12,64
msms-II x Maporal	33,33	16,67	26,05	8,35	16,77	46,31	17,45
msms-II x Morada	32,34	-1,48	33,88	0,03	4,64	38,19	-15,29
Promedio	39,21	-1,24	44,79	-1,43	5,26	44,41	29,41

(a) Heterosis expresada con relación al mejor de los polinizadores (Testigo, S-BP).

Cuadro 10. Comparación de la capacidad combinatoria general y específica de dos líneas andro-estériles de ajonjolí cruzadas con 10 polinizadores. Turén, Edo. Portuguesa, 1986.

	Long.Car.cm.		Cápsula/plta.		Long.Cáp.cm.		Semillas/cáp.		Peso 1000 sem.		Rend.gr/pltas.	
	$\frac{9}{11}^{-9}$	$\frac{9}{11}^{-9} \frac{9}{11}^{-9} \frac{9}{11}^{-9}$										
Ch.Rojo	4,2	-12,6	-6,6	-24,2	-0,3	-0,5	-21,0	-22,4	-0,02	-0,02	-3,52	-7,65
S-BI	40,6	23,8	61,0	43,4	-0,5	-0,7	8,2	6,8	-0,06	-0,06	14,86	10,73
S-CP	15,0	-1,8	-21,4	-39,0	0,5	0,3	8,6	7,2	0,17	0,17	6,93	2,83
S-CI	28,8	12,0	38,4	20,8	0,1	-0,1	-7,2	-8,6	-0,01	-0,01	7,49	3,36
S-BP	10,2	-6,6	23,6	6,0	0,0	-0,2	-12,0	-13,4	-0,13	-0,13	2,62	-1,51
S-A2	18,2	1,4	47,8	30,2	0,3	0,1	0,4	1,0	0,05	0,05	0,77	-3,36
Arawaca	18,8	2,0	21,8	4,2	0,6	0,4	26,4	25,0	-0,14	-0,14	7,38	3,25
Morada	7,2	-9,6	25,0	7,4	-0,1	-0,3	-12,0	-13,4	0,19	0,19	3,09	-1,04
Maporal	19,2	2,6	11,2	-6,4	0,0	-0,2	5,6	4,2	-0,02	-0,02	3,29	-0,84
Moracur	6,0	-10,8	-25,2	-42,8	0,6	0,4	17,4	16,0	-0,04	-0,04	-1,63	-5,75
Promedio	16,8		17,6		0,2		1,4		0,00		4,13	

Cuadro 9. Comportamiento de ocho híbridos de ajonjolí y el mejor polinizador (testigo) en rendimiento y ciertos componentes de rendimiento. Turén, Estado Portuguesa, 1986.

	Altura planta	Longitud car. cm	Longitud cáp. cm	Cápsula /planta	Semilla /cápsula	Peso 1000 semilla gr	Gramos /planta	Días a maduración
msms x cáp. larga	122,2	78,80	3,00	38,80	67,80	3,00	9,97	84
msms x Turén	122,6	92,40	3,00	51,80	71,20	3,00	10,67	77
msms x Aceitera M.	144,4	110,00	2,80	53,20	68,20	2,80	11,09	97
msms x Caripucha	164,4	92,60	3,00	52,80	76,20	2,90	10,02	98
msms x Acarigua	136,6	88,40	2,90	47,00	68,20	3,20	9,14	91
msms x Vzla. 44	149,6	92,40	2,60	42,40	65,40	2,90	7,06	97
msms x Glauca	162,6	99,60	2,30	71,80	67,80	2,80	13,85	95
msms x Inamar	144,4	100,00	2,80	71,00	71,60	2,70	13,90	90
Caripucha	154,2	93,00	2,90	53,80	69,60	3,10	11,56	98
mds entre Polin		15,65**	0,22**	16,27**	NS	0,26**	1,87*	

"msms x Glauca" expresaron altos grados de heterosis sobre tanto el polinizador como sobre el mejor polinizador (variedad testigo) en rendimiento por planta, longitud de carga, número de cápsulas por planta y número de semillas por planta (Cuadro 9). Los híbridos en referencia con ciclos de 90 a 95 días de siembra a maduración pueden adaptarse a los sistemas de explotación del cultivo en el Estado Portuguesa, Montilla et al., 1987,

Dos líneas andro-estériles de ajonjolí controladas por un gen recesivo, msms-I sin ramas y msms-II con cuatro ramas, fueron cruzadas con 10 genotipos andro-fértiles, los híbridos junto con los polinizadores fueron evaluados en Turén, Estado Portuguesa en un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones, se utilizaron muestras de 5 plantas por tratamiento para determinar la capacidad combinatoria y la heterosis de los componentes de rendimiento: longitud de carga, número de cápsulas por planta, longitud de cápsulas, número de semillas por cápsulas, peso de 1000 semillas, rendimiento por planta y número de días a maduración.

La línea andro-estéril ramificada superó a la no ramificada en capacidad combinatoria general y específica; los mayores incrementos altamente significantes de la capacidad combinatoria general correspondió a: número de cápsulas por planta (17,6), longitud de carga (16,8 cm), y rendimiento por planta (4,13 g) (Cuadro 10); estos incrementos representan el 42%, 28% y 40% de los respectivos caracteres promedios expresados por el testigo. Para rendimiento por planta la más alta significativa capacidad combinatoria específica fue demostrada por los híbridos msms-II x S-BI, msms-II x S-CP, msms-II x S-CI y msms-II x S-BP, los cuales superaron al testigo en 143%, 48%, 64% y 46%, respectivamente (Cuadro 11). Esta alta capacidad combinatoria específica se corrobora porque estos mismos híbridos expresaron el más alto grado de heterosis sobre tanto el polinizador o el testigo en rendimiento por planta, longitud de carga, número de cápsulas por planta, número de semillas por cápsulas y peso de 1000 semillas. Los híbridos más promisorios con ciclos de 90 a 97 días de siembra a maduración representan nuevas perspectivas para los sistemas de explotación del cultivo en el Estado Portuguesa, Montilla et al., 1987a.

4.2. Desarrollo de líneas andro-estériles.

En ajonjolí se ha demostrado la factibilidad de producir semilla híbrida en gran escala, Montilla, Mazzani et al., 1987, lo cual surgió como consecuencia de la integración de los conocimientos básicos siguientes: disponibilidad de fuentes de esterilidad genética, Montilla y Acevedo, 1973; la demostrada importancia de las abejas como agentes metapoliníferas, Montilla et al., 1987b y los evidentes

Cuadro 8. Estimados de Heterosis en porcentaje de caracteres en ajonjolí en combinaciones andro-estéril x andro-fértil, expresados con relación al polinizador. Turén, Estado Portuguesa, 1986.

	Altura plt cm	Longitud car. cm	Longitud cáp. cm	Cápsula /planta	Semilla /cápsula	Peso 1000 semillas	Gramos /planta	Gramos (a) /planta	Días a Maduración
msms x cáp.larg.	21,02	25,48	-24,05	41,61	2,73	- 2,56	30,50	-13,75	9,09
msms x Turén	24,59	24,86	1,69	38,50	5,05	7,14	34,21	7,70	0,00
msms x Aceit.M.	1,40	21,68	4,55	60,24	2,40	- 4,14	49,66	- 4,07	6,59
msms x Carip.	6,61	3,44	3,45	-1,85	-3,45	- 7,74	-13,32	-13,32	0,00
msms x Acarigua	18,17	19,46	- 3,33	41,57	2,40	14,83	33,82	-20,93	10,92
msms x Vzla.44	3,60	-6,10	- 1,96	-4,93	9,00	- 7,83	-13,05	-38,93	0,00
msms x Glauca	21,71	22,06	4,55	49,58	16,49	- 2,89	73,78	19,81	0,00
msms x Inamar	33,95	29,87	- 6,67	128,57	6,86	-13,35	77,74	20,24	7,14
Promedio	16,38	17,59	- 2,72	44,16	5,19	- 2,06	42,47		

(a) Heterosis expresada con relación al mejor de los polinizadores (Testigo, Caripucha).

Cuadro 7. Vigor híbrido para altura de plantas e inserción de la primera cápsula, longitud de carga y rendimiento en híbridos entre 4 variedades comerciales y líneas andro estériles de ajonjolí. Turén, 1984.

Padre o híbrido	Altura cm	H/P %	Inser.1ª cap. cm	H/P %	Long.carg. cm	H/P %	Rend. kg/ha	H/P %
Turén	86		30		56		791	
msms x Turén	102	119	34	113	68	121	980	124
Arawaca	88		45		43		1.000	
msms x Arawaca	118	134	41	91	77	179	1.705	170
Píritu	136		58		78		1.873	
msms x Píritu	147	108	46	79	101	129	2.407	144
Aceitera M.	163		54		109		1.311	
msms x Aceitera M.	163	100	50	93	113	102	1.214	123

* Promedios para los años 1982, 1983 y 1984.

ajonjoli, Montilla y Acevedo, 1973; Osman y Yermanos, 1982, el mejoramiento genético se ha avocado en gran parte al desarrollo de cultivares híbridos con ciclos de siembra a cosecha que no excedan los 90 días tolerantes a las principales enfermedades del cultivo en el Estado Portuguesa; paralelamente se han venido seleccionando líneas andro-estériles estables, precoces o semiprecoces con alta capacidad combinatoria. La información sobre heterosis en combinaciones andro-estéril x andro-fértil está limitada a la publicada por Osman, 1986 y a las que a continuación se resumen:

4.1. Heterosis y capacidad combinatoria en líneas andro-estériles.

Durante los años 1982, 1983 y 1984, se evaluaron en la Colonia Agrícola de Turén, diferentes combinaciones híbridas de ajonjoli, las cuales incluían como progenitor femenino, plantas y tipos andro-estériles determinada por un gen recesivo (ms) y como progenitores masculinos las variedades Turén, Piritu, Arawaca y Aceitera M, en el último año se incluyeron algunas selecciones y tipos en vías de mejoramiento.

Los resultados obtenidos indicaron una gran manifestación de vigor híbrido para: rendimiento, altura de planta, altura de inserción, de los primeros frutos y altura de carga. Destacándose entre las combinaciones híbridas la correspondiente al msms x Arawaca, cuyo rendimiento superó en más del 0% al de la variedad Arawaca (Cuadro 7); no obstante, en términos absolutos, el rendimiento más alto correspondió a la combinación msms x Piritu, Montilla et al., 1984.

Posteriormente, una línea andro-estéril (msms) de ajonjoli fue cruzada con los genotipos: cápsula larga, Turén, Aceitera M, Caripucha, Acarigua, Venezuela 44, Glauca e Inamar. En 1985 y 1986 los cruces en referencia junto con los polinizadores fueron evaluados en Turén, Estado Portuguesa, en un diseño de bloques al azar con dos replicaciones, se utilizaron muestras de cinco plantas para determinar la heterosis y el comportamiento de los diferentes híbridos en función a: altura de planta, longitud de carga, longitud de cápsulas, número de cápsulas por planta, número de semillas por cápsulas, peso de 1000 semillas, días a maduración y rendimiento por planta.

Se observó un considerable grado de heterosis para rendimiento por planta, longitud de carga, altura de planta y número de semillas por cápsulas (Cuadro 9). Las comparaciones del comportamiento de los híbridos indicaron que solo dos de ellos superaron significativamente al testigo en número de cápsulas por planta y rendimiento por planta (Cuadro 8); estos mismos híbridos, "msms x Inamar" y

Cuadro 13. Efecto de la polinización con abejas (Apis mellifera L.) en el rendimiento y algunos de sus componentes en cuatro cultivares indehiscentes de ajonjolí. Tarabana, 1988.

AUSENCIA DE ABEJAS

	Ramas/ planta	Alt.plt. cm	Cáp./ planta	Longitud cáp. cm	Semilla/ cápsula	P.1000 sem.gr.	Gramo planta
ONIND I	2.55	139.9	47.25	3.83	19.80	2.95	2.76
ONIND II	3.20	132.1	62.45	2.86	14.04	3.32	2.91
ONIND IV	0.00	128.9	37.15	4.10	17.84	3.50	2.32
ONIND VI	3.05	149.1	48.10	2.80	17.21	2.90	2.40
Prítu (T)	2.40	156.7	47.15	2.50	36.98	3.16	5.51
Promedio	2.24	141.3	48.42	3.22	21.17	3.17	3.18

PRESENCIA DE ABEJAS

ONIND I	3.70	146.6	88.90	3.89	21.26	3.00	5.67
ONIND II	4.15	139.4	118.65	2.87	18.20	3.33	7.19
ONIND IV	0.00	140.3	70.10	4.28	19.94	3.52	4.12
ONIND VI	4.85	161.7	110.50	2.80	24.08	2.92	7.77
Prítu (T)	2.50	158.2	60.23	2.52	49.91	3.33	9.92
Promedio	3.04	149.2	89.68	3.27	26.68	3.22	7.09
PA/AA) 100	35.75	5.59	85.21	1.55	26.02	1.57	55.04

de semillas puede romperse mediante la aplicación de selecciones en campos saturados con abejas.

6. Producción de semilla híbrida de ajonjolí en escala experimental.

La posibilidad de aprovechar la heterosis en ajonjolí surge como consecuencia de la integración de ciertas informaciones básicas, ellas son: el conocimiento de la importancia de las abejas como agentes nectapoliníferos, Montilla et al., 1972; Montilla et al., 1987b, la disponibilidad de una línea androestéril estable, Montilla y Cedeño, 1988, con buena capacidad combinatoria y con expresión de significantes niveles de heterosis, Montilla et al., 1984, 1987 y 1987a.

La esterilidad determinada por un gen recesivo representa el mecanismo funcional para la posible producción de semilla híbrida en escala comercial, las plantas andro-estériles, completamente auto estériles se caracterizan por presentar flores con anteras verdes, pequeñas y receptivas al polen por uno o tres días, cuando estas flores se polinizan con polen viable se forman semillas normales.

El procedimiento para el aprovechamiento de la heterosis se basa en el método de producción de cruces simples realizados en bloque de cruzamiento, para lo cual se siembra la línea andro-estéril en hilos alternos con el polinizador deseado, luego, al inicio de la floración se entresacan las plantas fértiles de los hilos andro-estériles, las plantas machos estériles se identifican por la presencia de anteras verdes.

Basado en el esquema antes expuesto, en la Estación Experimental "Miguel Ángel Luna", Tarabana, Barquisimeto, en 1984 se simuló la producción de semilla híbrida de ajonjolí en gran escala mediante el aprovechamiento de la esterilidad genética. En un área de 2940 metros cuadrados los progenitores andro-estéril, controlado por un gen recesivo (msms) y el cultivar andro-fértil Píritu (MsMs), se sembraron en hileras alternas en la relación 1 a 1 y distancias en 0,70 cm. Con el fin de facilitar la polinización cruzada, pocos días del inicio de floración al lado de área de ensayo se colocaron tres colmenas de abejas.

Para lograr hileras con un 100% de genotipos andro-estériles se entresacaron desde el inicio de floración todas las plantas fértiles correspondientes al progenitor femenino. A la madurez de cosecha la semilla producida por las plantas andro-estériles, con lo que se estimó el rendimiento de semilla híbrida en kg/ha. Para comparar el polinizador y las plantas andro-estériles polinizadas en: rendimiento en g/parcela, número de ramas primarias por planta, número de cápsulas por planta, tamaño de semilla y rendimiento por planta se muestrearon dentro de cada cultivar 4 parcelas con

un número equivalente de 20 plantas.

El estimado de 541 g/ha de semilla híbrida obtenida y el alto grado de expresión del número de cápsulas y rendimiento de las plantas maternas bajo las condiciones del experimento (Cuadro 14), demuestran la factibilidad de producir semilla híbrida de ajonjolí en gran escala se estimó el valor de la semilla híbrida a nivel de consumidor, el cual puede alcanzar unos 40,00 Bs/ha; no obstante, a la luz de los estudios sobre vigor híbrido, su empleo puede significar retornos económicos importantes por hectárea, Montilla, Mazzani, et al., 1987.

Cuadro 14. Comparación de algunos caracteres en ajonjolí entre el cultivar Píritu y el andro-estéril polinizado. Tarabana, 1984.

	Muestreo gr/parc.	Parcela kg/ha	Ramas/ Prom.	Planta Rango	Cáp. Plta.	Peso 1000 semilla	Muestreo gr/plta.	Plantas kg/ha
Píritu	278,13	1738	3,8	1-8	69,8	3,172	8,41	1786
Andro-est.	585,13	541	8,1	5-15	135,8	2,684	12,87	552

7. Mejora genética de cultivares con alta retención de semillas.

Un factor limitante en la producción del ajonjolí son las pérdidas inevitables en el proceso de cosecha; en efecto, en las operaciones actuales de corte y trilla mecánica se han estimado experimentalmente pérdidas entre el 15% al 25%, Montilla y Mazzani, 1966 y Rivas y Mazzani, 1979; sin embargo, en campos comerciales se han estimado pérdidas que fluctúan entre el 20% al 70%. Las pérdidas de semillas junto con el creciente costo del proceso de cosecha el cual representa entre un 35% al 40% del costo total directo de producción es otro factor de importancia que incide en la baja productividad del cultivo.

El problema de las pérdidas de semillas podría resolverse desde el punto de vista genético con el desarrollo de cultivares que retengan las semillas en las cápsulas después de la madurez, lo cual puede lograrse mediante la

utilización individual o combinación de los caracteres siguientes: semillas fuertemente adheridas a la placenta, indehiscencia o semi-indehiscencia o frutos de tipos papiráceos, en logro de este objetivo se han realizado las investigaciones siguientes:

7.1. Evaluación de cultivares con semillas adheridas a la placenta.

El ajonjolí dehiscente, con semillas fuertemente adheridas a la placenta, de manera que las simientas puedan ser retenidas en las cápsulas hasta que puedan cosecharse mecánicamente representa un mecanismo para reducir las pérdidas de semillas sin el efecto deletereo de los genes para indehiscencia.

En Texas, Culp, 1963, seleccionó líneas con 82,3% de retención de semillas; sin embargo, la mayoría de las líneas eran de ciclo tardío y perdían la capacidad de retención en un tiempo relativamente corto después de la madurez en la medida en que las plantas se secaban progresivamente; por su parte, Torres, 1983, constató en cultivares de ciclo medio valores promedios de retención que oscilan entre el 19% y el 91%.

En 1978, en Turén, Edo. Portuguesa, se evaluaron 192 cultivares de la Colección Nacional de Germoplasma en cuanto a semilla adherida a la placenta, dehiscencia parcial y dehiscencia ventral con carpelos unidos o semiunidos en el ápice, la adherencia de la semilla se midió en función al porcentaje de semilla retenidas en las cápsulas, para lo cual dentro de cada cultivar a la madurez se marcaron 5 plantas, a cada una se les contó el número de cápsulas y además se tomaron 10 de ellas bien distribuidas, las plantas se dejaron en pie hasta cuando estuvieron completamente secas se cosecharon y se determinó el rendimiento por planta (semilla adherida a la placenta), el porcentaje de retención se cuantificó en base a la relación entre el rendimiento estimado (peso semillas/cápsulas x cápsulas/planta) y el peso de la semilla adherida.

Veinte y tres de las selecciones (Cuadro 15) mostraron más del 86% de retención con promedio general de 91,30% destacándose las selecciones 78-1168-3, 77-1188-1, 78-1085-1, 781117-1, 78-1137-2 y 78-1189-1, las cuales en promedio mostraron retenciones superiores del 95 y rendimiento promedio de 7,39 g/planta; no obstante, esta área de investigación fue suspendida debido a que en evaluaciones posteriores se constató que el carácter bajo estudio está muy influenciado por el medio ambiente.

Cuadro 15. Porcentaje de retención de las mejores selecciones de ajonjolí comparadas con el promedio general de 192 selecciones.

TUREN 1979

\bar{X} 192 Sel	P. Sem. 10 cáp. 1.5	Número Cáp.xplan 56,2	Rend. Estim. 8,43	P.Sem. Adherid. 5,91	Porc. Reten. 70
78-1163-1	1.5	69	10.35	8.86	86
78-1164-1	0.4	70	2.80	2.44	87
78-1165-2	1.5	15	2.25	2.00	89
78-1168-3	1.3	60	7.80	7.75	99
78-1169-3	1.4	102	14.28	12.79	90
78-1176-2	0.7	50	3.50	3.09	88
78-1185-1	1.4	36	5.04	4.57	91
78-1188-1	1.6	32	5.12	5.06	99
78-1085-1	1.8	54	9.70	9.20	95
78-1093-1	1.3	50	6.50	5.72	88
78-1095-1	1.2	80	9.60	8.40	88
78-1117-1	1.1	90	9.90	9.57	97
78-1120-1	2.2	30	6.60	5.84	88
78-1120-2	1.5	50	7.50	6.77	90
78-1120-3	1.2	26	3.12	2.89	93
78-1127-3	1.9	39	7.41	6.56	89
78-1130-2	1.1	30	3.30	2.66	81
78-1137-2	0.9	20	1.80	1.79	99
78-1138-1	1.0	55	5.50	4.84	88
78-1138-3	0.9	120	10.80	10.61	98
78-1143-1	1.0	63	6.30	5.65	90
78-1189-1	2.0	50	10.00	9.60	96
78-1194-2	0.7	45	3.15	2.87	91

7.2. Mejora de cultivares indehiscentes y semi-indehiscentes.

La indehiscencia o semi-indehiscencia son los caracteres que ofrecen las mejores posibilidades para resolver el problema de las pérdidas de semillas. La indehiscencia como caracter de herencia simple recesiva ha sido estudiado genéticamente por diversos investigadores, algunos han detectado efectos pleiotrópicos de los genes para indehiscencia que afectan a las hojas, flores, frutos, ciclo vegetativo y rendimiento, además de genes modificadores que influyen sobre la fertilidad y la dehiscencia del fruto.

La mejora de cultivares con elevados porcentajes de retención de semillas se ha dirigido básicamente a la eliminación de caracteres desfavorables, conservando la dehiscencia o semi-indehiscencia a través de retrocruzas y selecciones de plantas de elevada fertilidad; de esta forma, en ciertos países se han desarrollado un número considerable de cultivares; en Venezuela, Mazzani, 1962, desarrolló las variedades Inamar y Morada indehiscentes. En ningún país los cultivares indehiscentes disponibles han sido utilizados comercialmente debido a la baja capacidad y estabilidad del rendimiento, además de las dificultades propias de la trilla.

En consecuencia, dada la prioridad de desarrollar cultivares indehiscentes o semi-indehiscentes, la Universidad Centro-Occidental "Lisandro Alvarado", el Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí y la Asociación de Productores de Semillas Certificadas de los Llanos Occidentales tienen en ejecución un proyecto de mejora genética de cultivares indehiscentes de ajonjolí. De las líneas desarrolladas por hibridación entre tipos indehiscentes y líneas precoces dehiscentes de cápsulas largas junto con aquellas seleccionadas de la Colección Nacional de Germoplasma, mediante combinaciones de selecciones individuales y masales permitió desarrollar 6 poblaciones que se han venido evaluando desde 1986 en diferentes condiciones ambientales en función a los caracteres siguientes: número de ramas por planta, longitud de carga, número de cápsulas por planta, peso de 1000 semillas, rendimiento por planta y porcentaje de retención de semillas.

Se calcularon los valores promedios de cada característica para cada población y para el conjunto, se obtuvieron los coeficientes de correlación simple y parcial entre los componentes más importantes de rendimiento, en su conjunto las poblaciones evidenciaron un buen desarrollo lo cual se corrobora con la buena expresión promedio de los caracteres

Cuadro 16. Rendimiento por planta y algunos de sus componentes en seis poblaciones indehiscentes de ajonjolí en las localidades de Turén y Tarabana.

	Ramas/ planta	Longitud carga cm	Cápsula planta	Longitud cáp. cm	Semilla cápsula	Peso 1000 sem. gr	Gramos planta	% retención
FONIND I	3.2	105.8	98.6	3.81	44.7	3.04	9.75	70.1
FONIND II	4.0	107.8	127.9	2.74	30.1	3.29	9.60	83.5
FONIND III	1.0	64.9	35.6	4.20	32.6	3.77	4.27	97.6
FONIND IV	1.0	109.8	81.8	4.44	23.5	3.49	5.15	74.6
FONIND V	2.6	107.8	83.3	2.79	39.1	2.84	7.10	82.3
FONIND VI	5.6	89.6	85.2	2.70	38.3	2.89	8.60	84.3
Promedio Turén		131.3	113.7	3.48	27.2	3.23	9.07	83.6
Promedio Tarabana		66.5	57.1	3.14	42.3	3.22	6.03	83.0
Promedio conjunto		98.9	85.4	3.31	34.8	3.23	7.55	83.3

Cuadro 17. Comportamiento de seis poblaciones indehiscentes de ajonjolí en dos localidades.

	FONIND I		FONIND II		FONIND III		FONIND IV		FONIND V		FONIND VI	
	Turén	Tarab.	Turén	Tarab.	Turén	Tarab.	Turén	Tarab.	Turén	Tarab.	Turén	Tarab.
Long.carg. (cm)	127.8	83.8	137.4	78.2	72.1	57.8	184.4	71.3	156.1	39.4	110.0	69.2
Cápsula/planta	117.7	79.4	184.0	71.8	32.2	39.0	109.2	54.3	130.8	35.7	108.3	62.1
Long. cáp. (cm)	3.8	3.8	2.8	2.6	4.3	4.1	4.4	--	2.8	2.6	2.8	2.6
Semilla/cáp.	36.7	52.7	21.9	38.3	25.8	39.5	20.0	26.9	29.5	48.6	29.1	47.5
Peso 1000 sem. (gr)	3.0	3.0	3.3	3.3	3.9	3.8	3.5	3.5	2.8	2.9	2.9	2.8
Gramos/planta	12.2	7.3	11.6	7.6	3.4	4.9	7.0	5.2	10.9	3.3	9.3	7.9
% retención	64.8	75.3	84.5	82.4	100.0	95.1	74.6	--	89.1	82.3	88.7	79.9

estudiados: longitud de carga (98,9 cm), cápsulas/planta (85,4), longitud de cápsula (3,31 cm), rendimiento por planta (7,55 g) y porcentaje de retención (83,3%), con excepción de la fertilidad (34,8 semillas/cápsula) (Cuadro 16); este último carácter es aproximadamente la mitad de los expresados por los cultivares dehiscentes. Es evidente, las diferencias en el desarrollo de las poblaciones entre localidades (Cuadro 17), lo cual es imputable a las condiciones ecológicas en efecto, Tarabana por ser una zona menos adecuada para el cultivo del ajonjolí la expresión de los caracteres: longitud de carga, cápsulas por planta y gramos por planta fueron 51%, 50% y 66% respectivamente menor con relación a lo expresado por esos mismos caracteres en Turén, con excepción del número de semillas por cápsulas, el cual en promedio fue un 56% superior en Tarabana, esto se explica por la alta saturación de abejas en Tarabana ya que el experimento se realizó a unos 600 metros donde están ubicadas colmenas de la Estación Experimental de Apicultura de la UNCLA, situación que contrasta con la baja población de insectos polinizadores en Turén.

La poca variación de los caracteres longitud de cápsula, peso de 1000 semillas y porcentaje de retención entre localidades indican que los mismos están poco influenciados por medio ambiente lo cual es un indicativo de las posibles altas heredabilidades.

El análisis de correlación simple y parcial (Cuadro 18) constató altas asociaciones negativas entre rendimiento por planta y las variables: porcentaje de retención, peso de 1000 semillas y cápsulas por planta; mientras que el porcentaje de retención demostró asociación negativa significativa con gramos por planta, cápsulas por planta, semillas por cápsulas y peso de 1000 semillas, el tipo de asociación entre los caracteres antes mencionados representa un obstáculo para los mejores de cultivares totalmente indehiscentes, en consecuencia, a los efectos de no sacrificar el rendimiento las selecciones se han orientado hacia el desarrollo de líneas con las características siguientes: altos rendimientos, cápsulas largas, alto número de semillas por cápsulas y con 85% al 95% de retención de semillas, Montilla, Cedeño et al., 1988.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES

La revisión precedente muestra los diferentes instrumentos utilizados en la mejoramiento genético del ajonjolí. Efectivamente, el apreciado progreso logrado en el desarrollo de

Cuadro 18. Coeficientes de correlación simple y parcial entre cinco características de poblaciones indehiscentes de ajonjolí.

	SEM/CAP.	GR/PLANTA	LONGITUD CAP. CM	PESO 1000	CAPSULA PLANTA
% Retención	S -0.342**	- 0.348**	0.135	0.442**	- 0.305**
	P -0.205**	- 0.269**	0.093	0.270**	- 0.214**
Semillas/cáp.	S	0.07	-0.009	-0.300**	0.663**
	P	0.05	-0.002	-0.205*	0.508**
Gr/planta	S		-0.183	-0.300**	0.142
	P		-0.127	-0.205*	0.069
Long. cáp.	S			0.483**	0.142
				0.355**	0.069
Peso 1000 sem.	S				0.126
	P				0.080

* y ** sig. al 5% y 1% respectivamente

S = Correlación simple

P = Correlación parcial

mejores cultivares se demuestra por el hecho de que cerca de 3.000 variedades y líneas se cultivan a nivel mundial. No obstante, en algunos países solamente un pequeño porcentaje de agricultores usan variedades mejoradas; el mejoramiento genético por sí solo no resolverá todos los problemas inherentes al cultivo; en consecuencia, problemas de otra naturaleza necesitan solucionarse paralelamente: fertilización, densidades y poblaciones, época de siembra, control de plagas y enfermedades, etc.

Con la evidencia de que la introducción ha sido una valiosa ayuda al mejoramiento del cultivo y de que la mayoría de las colecciones de variedades manejadas por los fitomejoradores son incompletas, es conveniente establecer bancos de germoplasma con la máxima variabilidad, por lo cual esta debe incluir, especies cultivadas, silvestres y aquellas fitogenéticamente próximas; sin embargo, las colecciones existentes pueden enriquecerse mediante la hibridación y la inducción de mutaciones; en la inducción de variabilidad debe dársele especial significancia a la detección de mutantes machos estériles o a la mejora de genotipos superiores existentes en caracteres en los cuales estos sean deficientes. La hibridación interespecífica, además de ser una fuente de variabilidad, también podría aprovecharse en el sentido de desarrollar esterilidad aloplásmica, lo que combinado con la búsqueda de restauradores de fertilidad, plantearía la posibilidad de la producción de semilla híbrida en gran escala.

Los estudios sobre la caracterización de la varianza genética para caracteres influyentes del rendimiento han demostrado la presencia de considerable varianza genética aditiva, todo lo cual indica grandes oportunidades para el mejoramiento de las poblaciones mediante el empleo de técnicas adecuadas de selección tendientes a desarrollar líneas puras, las cuales incluyen la aplicación de métodos tales como: selección fenotípica, genealógico, masal genealógico y la retrocruza.

Los estimados significantes de la alta manifestación del vigor híbrido en cruces intervarietales, sugiere la posibilidad de una mejora sustancial del cultivo a través del desarrollo de cultivares híbridos, existiendo actualmente la factibilidad de producir semilla híbrida a bajo costo mediante la utilización de la esterilidad genética; en este sentido, es necesario intensificar los estudios de habilidad combinatoria entre genotipos estériles y normales.

Con la esterilidad disponible se puede promover la polinización cruzada, lo cual plantea el potencial aprovechamiento de la heterosis mediante la selección recurrente o la confección de compuestos.

Los trabajos del mejoramiento genético del ajonjolí datan de 1936 y desde entonces se han acumulado una serie de conocimientos básicos y aplicados, los cuales han sido fundamentalmente para la explotación comercial del cultivo en el

país; entre los logros más importantes pueden citarse:

1. Se analiza la naturaleza genética de numerosos caracteres.
2. Se acumula, describe y evalúa una amplia colección de germoplasma constituida por más de 1.500 entradas.
3. Se ponen a disposición de los agricultores 15 cultivares con amplia adaptación a las condiciones agrícolas del país, algunas tolerantes a enfermedades de importancia económica.
4. Se demuestra la factibilidad de producir semilla híbrida en gran escala.

En función al análisis de la problemática actual del cultivo, los objetivos a mediano y largo plazos en el mejoramiento genético del cultivo están dirigidos a:

1. Estudiar la magnitud de la heterosis en combinaciones andro-estériles x andro-fértiles con el fin de producir semilla híbrida en gran escala.
2. Desarrollar cultivares con alta retención de semillas adaptadas a la cosecha mecánica.
3. Mejora de cultivares con cualidades especiales de la semilla.
4. Búsqueda de esterilidad del tipo citoplasmática.

BIBLIOGRAFIA

1. ABAJOGLOU, K. 1981. Sesame in Greece. In Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29. pp. 57-58.
2. ABAJOGLOU, K. 1981a. Sesame breeding at the Cotton Research Institute in Greece. In Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29. pp. 132-133.
3. AIYADURAI, S.G., SRINIVASALU, N. and DEVARATHINAM, A. 1963. Interspecific hybridization in sesamum. Amphidiploid from the hybrid between Sesamum orientale and Sesamum lacineatum. II: Indian Oilseeds J. 7(2): 130-132.
4. ANONYMOUS. 1971. Descriptors for sesame. AGP: IBPGR/70/71.

Inter. Board Plant Genet. Resources Secretariat, Rome
15 p.

5. **ANGARITA, F.J.** 1962. Estudio de la correlación en tres caracteres de ajonjolí. *Agron. Trop. (Venezuela)* 11:201-208.
6. **ANSARI, A.H. et al.** 1989. Correlation and regression analysis between yield and yield contribution characters in sesame (Sesamum indicum L.) *Oil Crops Newsletter* 5: 71-73.
7. **ASHRI, A. and LADIJINSKI, G.** 1964. Anatomical effects of the capsule dehiscence alleles in sesame. *Crop Sciences* 4(2): 136-138.
8. **ASHRI, A.** 1981. Increased genetic variability for sesame improvement by hybridization and induced mutations. In *Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29.* pp. 141-145.
9. **ASHRI, A.** 1988. Sesame breeding: Objectives and Apoaches. *Proceedings of the Fourth Oil Crops Network Workshop. Kenya.* pp. 152-165.
10. **AUCKLAND, A.K.** 1981. Sesame breeding in East Africa. In *Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29.* pp. 129-131.
11. **AVILA, J.M.** 1982. Inheritance of sesame seed coat (Sesame indicum L.) and its association with other agronomic characters. M.S. thesis, University of California Riverside.
12. **AVILA, G.** 1972. Genética de la ramificación del tallo del ajonjolí. VIII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. (Resumen). México.
13. **BALUCH, H.A., NATALI, A.H. and MAJIDANO, A.R.** 1970. Varietal classification of sesamum (Sesamum indicum L.) *Sci. Ind. (PAK)* 7(4): 285-290.
14. **BEDIGIAN, D.** 1981. Origin, diversity, exploration and collection of sesame. In *Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29.* pp. 164-169.
15. **BEDIGIAN, D.** 1986. Sesamum indicum L.: Crop origin, diversity, chemistry and ethnobotany. *Sesamum and Safflower Newsletter* 2: 43-44.
16. **BRAR, G.S. and AHUJA, K.L.** 1979. Sesame: Its culture,

genetics, breeding and biochemistry. Ann. Rev. Pl. Sci. 1: 245-313.

17. BRAR, G.S. 1982. Variations and correlations in oil content and fatty acid composition of sesame. Indian J. Agric. Sci. 52(7): 434-439.
18. BUA, A. and MOLO, R. 1985. A review of research on oil crops in Uganda (Emphasis on sesame and sunflower) and the adoption of technologies development for them. Proceedings of the Second Oil Crops. Network Workshop, India pp 174-189.
19. BUDOWSKI, P. y JAFFE, W. 1946. Métodos rápidos para determinar el contenido de aceite de la semilla de ajonjolí. MAC Dpto. de Genética, Maracay, Venezuela (Cir. 14).
20. COLLISTER, E.H. 1955. Improvement of sesame. Hoblitzelle Agricultural Laboratory. Texas Research Foundation. Renner Bull.4.
21. COSTA and CARVALHO. 1961. Enaco das folhas do gergelin de natureza genética. Bragantia 20: XCIX-C.
22. CULP, T.W. 1952. Inheritance and association of oil content and seed coat type in sesame (Sesamum indicum L.) Master's thesis A. and M. College of Texas, College station.
23. CULP, T.W. 1960. Inheritance of plant height and capsule length in sesame (Sesamum indicum L.) Agro. J. 52(2): 101-103.
24. CULP, T.W. 1963. Sesame production in Mississippi Delta Mississippi State University Agric. Exp.Sta. Bull 5pp.
25. CHAUDHARI, R.R, SHAH, M. and PATEL, I.D. 1948. Heterosis and combining ability in sesamum. Indian J. Agric. Sci. 54(11): 962-966.
26. CHAUHAM, S.V. and SINGH, P. 1971. Induction of male sterility in sesame (Sesamum indicum L.) Indian J. Agric. Sci 41(9): 725-729.
27. CHAVAN, G. and CHOPDE, P.R. 1981. Correlation and path analysis of seed yield and its components in sesame. Indian J. Agric. Sci. 51(9): 627-630.
28. BABRAL, K.C. and HOLKER, A.S. 1971. Variability in sesame with special reference to capsule characters. J. MKVV. RES.J. 5(1):49-50.
29. DELGADO, M. 1972. Yield components of sesame (Sesame indicum

- L.) under different plant densities. University of California, Riverside (M.S. Thesis) 110 p.
30. DELGADO, M. and YERMANOS, D.M. 1979. Herencia del contenido de proteína foliar del ajonjolí (Sesamum indicum L.) X Reunión ALCA. México, 21 pp.
 31. DELGADO, M. and YERMANOS, D.M. 1970a. Herencia de la edad de floración en ajonjolí (Sesamum indicum L.) X Reunión de ALCA. México. 34 pp.
 32. DEMIR, I. 1969. Study of the main morphological, biological and Cytological characteristics of imported varieties grown in Turkey # 53 160 pp from Biological Sciences (Abstracts).
 33. DING, F.Y., YIANG, J.P. and ZHANG, D.X. 1987. Studies of F1 and F2 heterosis and correlations between parents and hybrids in sesame. Scientia Agricultura Sinica 20(4): 70-76.
 34. DESAI, N.D. and GOYAL, S.N. 1981. Integrating breeding objectives and agricultural practices for Indian conditions. In sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29. pp. 118-119.
 35. DIXIT, R.K. 1978. Combining ability analysis in sesame. Indian J. Agric. Sci. 48(6): 362-364.
 36. EKBOTE, A.P. and TAYYAB, M.A. 1971. A discriminant function for plant selection in sesame (Sesamum indicum L.) Botanique (Nagpur) 2(2): 123-131.
 37. EL-HASSAN, M.A. 1988. Genetic studies in sesame (Sesamum indicum L.) Oil Crops Newsletter 5:82-83.
 38. GANGRADE, S.K., KAUSHAL, R.K. and SHRIVAS, R. 1973. A note on variation in oil and protein content in seeds of capsules borne at different nodes of Sesamum indicum L. JNKVV Res. J. 7(3): 190-191.
 39. HOWARD, A.G., HOWARD, G.L. and KHAN, A.R. 1919. Oil seed crop 3 Til Mem. Dep. Agr. India X:(5):213 Biological Sciences (Abstracts).
 40. HU, T.K. 1985. Studies of inheritance and breeding in sesame. II: A diallel analysis of yield components in F1 progeny. Journal of China of the Agricultural Association of China. Review in Oil Crops Newsletter # 3, p. 75.
 41. JOHN, C.X. 1934. Inheritance studies in Gingelly (Sesamum indicum L.) Porc. Ass. Econ. Biol. Coimbatore. pp.

2833-2840.

42. **KAMALA, T. and SASIKALA, S. 1985. Gamma-ray and colchicine induced mutant of "PMV 5" and "IS 103" sesame. Indian J. Agric. Sci. 55(3): 151-155.**
43. **KASHI, R. 1930. Studies in Indian oilseeds. 4: The types of Sesamum indicum. Mem. Dep. Agric. India, Bot. Ser. 18(5): 127-147.**
44. **KINNAN, M.L. and MARTIN, J.A. 1954. Present status of sesame breeding in the United States. Agron. J. 46:24.**
45. **KOBAYASHI, T. 1981. The type classification of cultivated sesame based on genetic characters. In Sesame: Status and Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO Paper 29 pp. 86-89.**
46. **KOBAYASHI, T. 1981a. Some useful sesame mutants by mutations. In Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO Paper 29 pp. 146-150.**
47. **KOBAYASHI, T. 1981b. The wild and cultivated species in the genus sesame. In Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29 pp. 157-163.**
48. **KOBAYASHI, T. 1983. Type diversity and evolution in sesame. Proceedings of the Fourth International SABRAO Congress. Crop Improvement Research SABRAO pp. 361-366**
49. **KOBAYASHI, T. 1986. Early maturing, short internode varieties of sesame. Sesame and Safflower Newsletter 2: 33-35.**
50. **KOTECHA, A.M., YERMANOS, D.M. and SHRPSHIRE, F.W. 1975. Flowering in cultivars of sesame (Sesamum indicum L.) differing in photoperiodic sensitivity. Econ. Bot. 29:185-195.**
51. **KHIDIR, M. and EL-GIZOULI, O.H. 1970. Correlation studies of some agronomic characters in sesame. Exp. Agri. (Sudan) 6: 27-31.**
52. **KHIDIR, M.O. 1974. Genetic studies in sesame: I. Inheritance of flower and number of locules per pod. Exp. Agric. 9(4): 361-364.**
53. **CRISHNADOSS, D. et al. 1987. Combining ability in sesame. Indian J. Agric. Scien. 57(2): 85-88.**
54. **KRISHNASWAMI, S., APPADURAI, R. and RANGASWAMY, R.S. 1985. Studies on the extend of heterosis in sesame.**

Proceedings of the Second Oil Crops Network Workshop,
India. pp. 78-79.

55. LANGHAM, D.G. y RODRIGUEZ, M. 1945. El ajonjolí (Sesamum indicum L.) su cultivo, explotación y mejoramiento. MAC Caracas, Dpto. Genética. Boletín # 2, 132 p.
56. LANGHAM, D.G. 1946. Genetics of sesame. III: Open sesame and mottled leaf. J. Heredity 37(5): 149-152.
57. LAYRISSE, A.D., GONZALEZ, V. and MAZZANI, B. 1973. Resultados de nuevas pruebas con gameticidas en ajonjolí. Agron. Trop. (Venezuela) 23(5):501-508.
58. LAYRISSE, A.D. 1976. Variabilidad de algunas características del ajonjolí (Sesamum indicum L.) y sus correlaciones con el rendimiento. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Genética. Trabajo de ascenso. 113 p.
59. LEE, J. et al. 1986. A new disease resistance and high yielding sesame variety "Ansanggae". Sesame and Safflower Newsletter # 2, p. 59.
60. LI CHEN-HUA and JING-ZE, Y. 1988. Studies on biological base of high yield cultivation methods of sesame. Proceeding of the Fourth Oil Crops Network Workshop, Kenya. pp. 260-264.
61. LI, L.L. 1988. Studies on sesame diseases in China. In Sunflower, Linseed and Sesame. Proceeding of the Fourth Oil Crops Network Workshop, Kenya, pp. 245-251.
62. LOPEZ, M. y MAZZANI, B. 1946. Longitud del fruto, número de semillas por fruto y tamaño de la semilla en siete cultivares de ajonjolí. Agron. Trop. (Venezuela) 14:133-135.
63. MAHADEVAN, N.R. et al. 1988. Varietal screening of sesame shoot webber and capsule borer Antigastra cataulana DUP Oil Crops Newsletter 5: 64-66.
64. MAHDY, E.E. and BARKHEIT, B.R. 1988. Estimates of genetic effects of earliness in some agronomic traits in a cross of sesame. Oil Crops Newsletter 5: 59-64.
65. MAZZANI, B. 1952. Acarigua: Una nueva variedad de ajonjolí (Sesamum indicum L.) producida por el Instituto Nacional de Agricultura. Agron. Trop. (Venezuela) 1(4):269-277.
66. MAZZANI, B. 1952a. Cruzamientos interespecíficos en Sesamum. Agron. Trop. (Venezuela) 2(1): 15-22.

67. MAZZANI, B. y HOROVITZ, S. 1952b. Mejoramiento del Sesamum indicum L. de frutos indehiscentes. Agron. Trop. (Venezuela) 2(3): 197-205.
68. MAZZANI, B. y HOROVITZ, S. 1952c. Base genética del mejoramiento del Sesamum indicum L. de frutos indehiscentes. Agron. Trop. (Venezuela) 5(1): 45-49.
69. MAZZANI, B. y ZERPA, D.M. 1953. Tetraploides experimentales en especies de Sesamum. Agron. Trop. (Venezuela) 3(2): 79-95.
70. MAZZANI, B. 1955. Aceitera: una nueva variedad de ajonjolí producida en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Agron. Trop. (Venezuela) 5(1): 37-44.
71. MAZZANI, B. 1955a. Inamar: nueva variedad de ajonjolí producida en el Instituto Nacional de Agricultura. Agron. Trop. (Venezuela) 3(3): 211-213.
72. MAZZANI, B. 1957. Clasificación de variantes en Sesamum. Agron. Trop. (Venezuela) 6(4): 195-201.
73. MAZZANI, B. 1959. Variaciones del contenido en aceite de la semilla en cultivares locales de ajonjolí (Sesamum indicum L.) II. Su correlación con otras características de la planta. Agron. Trop. (Venezuela) 9(3): 87-92.
74. MAZZANI, B. 1962. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. MAC. Centro de Investigaciones Agronómicas. Monografía # 3.
75. MAZZANI, B. 1962. Glauca: nueva variedad de ajonjolí. MAC. Centro de Investigación Agropecuaria. Monografía # 3.
76. MAZZANI, B., NAVA, C. y COL. 1973. Maporal: una nueva variedad de ajonjolí para los Llanos Occidentales. Agron. Trop. (Venezuela) 23(5): 495-500.
77. MAZZANI, B. y RIVAS, N. 1974. Efectos gameticidas del ácido 2-3 Dicloropropiónico (Dalapón o Gramévin) en ajonjolí (Sesamum indicum L.) V Simposio Latinoamericano de Fisiología Vegetal. Maracay.
78. MAZZANI, B. et al. 1975. Incorporación de la resistencia a *Phytophthora* y *Macrophomina* a la variedad Aceitera. Agron. Trop. (Venezuela) 25(1): 11-21.
79. MAZZANI, et al. 1981. Breeding and evaluation of F1 hybrid cultivars of sesamum in Venezuela. In *Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection*. Rome FAO. Paper 29. pp. 136-137.

80. MAZZANI, B. 1983. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. Venezuela. 629 p.
81. MOHANTY, R.N. and SINHA, S.K. 1965. Study of variation of some quantitative characters of five varieties of *Sesamum* of Orissa. Indian Oil Seed J. 9: 104-108.
82. MONTILLA, D. y MAZZANI, B. 1966. Estimación de pérdidas de semillas en la cosecha mecanizada del ajonjolí. Agron. Trop. XVI(3): 209-211.
83. MONTILLA, D., SANTOS, V. y ACEVEDO, T. 1972. La polinización por abejas en plantas machos estériles de ajonjolí. Boletín del Centro de Investigaciones Agropecuarias Región Centro Occidental. (CIARCO) 2(4): 8-12.
84. MONTILLA, D. y ACEVEDO, T. 1973. La herencia del carácter macho estéril en ajonjolí y su uso potencial en la producción de híbridos. CIARCO. 3(1): 8-14.
85. MONTILLA, D., DELGADO, M. y ACEVEDO, T. 1977. Arawaca variedad precoz de ajonjolí. Agron. Trop. (Venezuela) 27(4): 483-487.
86. MONTILLA, D. y CEDEÑO, T. 1979. Selección de cultivares de ajonjolí con semilla adherida a la placenta. Ajonjolí (Boletín divulgativo) 4(1): 5 Caracas.
87. MONTILLA, D. et al. 1981. Descripción y evaluación del Banco Nacional de Germoplasma de cultivares de ajonjolí bajo las condiciones de la Región de Turén. II Jornadas Agronómicas Seccionales Acarigua. Araure. Resúmenes p.1.
88. MONTILLA, D. et al. 1981a. Respuesta a la selección por rendimiento y coloración de las semillas en el cultivar "Arawaca". II Jornadas Agronómicas Seccionales Portuguesa. Resúmenes p. 2.
89. MONTILLA, D. y CEDEÑO, T. 1983. Recursos genéticos en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Pedaliaceae. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Escuela de Agronomía. Departamento Agrobiológico. Trabajo de ascenso. 137 p.
90. MONTILLA, D. et al. 1984. Producción de híbridos de ajonjolí mediante el aprovechamiento del fenómeno de la androesterilidad. SVI.A. XI Jornadas Agronómicas. Maracaibo. 5 p.
91. MONTILLA, D., DELGADO, P. y CEDEÑO, T. 1987. Heterosis en ciertos componentes de rendimiento en combinaciones

andro-estériles x andro-fértiles de ajonjolí (Sesamum indicum L.) SVIA XII Jornadas Agronómicas Maracay, 8 p.

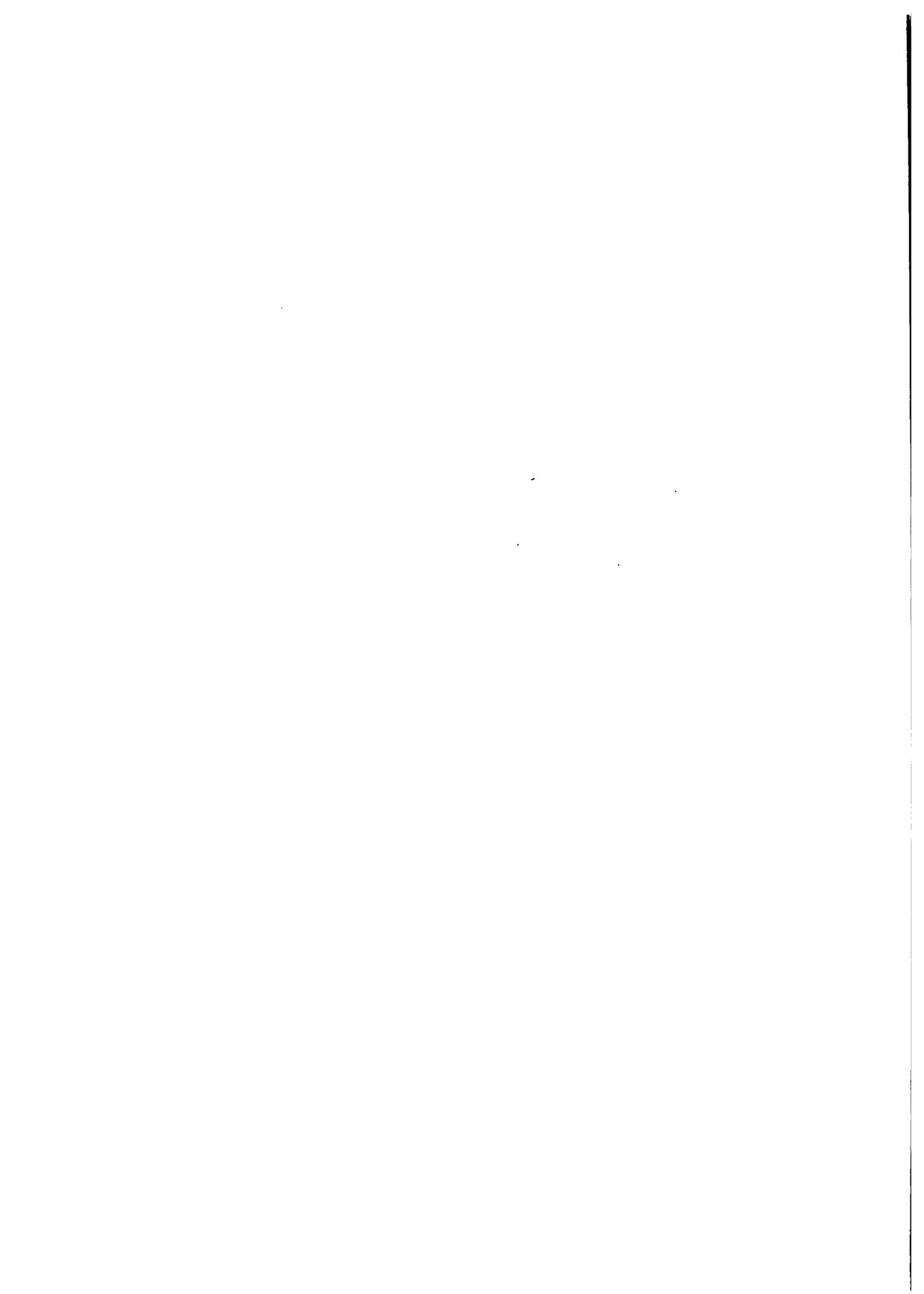
92. MONTILLA, D., DELGADO, P. y CEDENO, T. 1987a. Capacidad combinatoria y heterosis de dos líneas andro-estériles de ajonjolí (Sesamum indicum L.) SVIA XII Jornadas Agronómicas. Maracay, 1 p.
93. MONTILLA, D. et al. 1987b. Efecto de la polinización por abejas (Apis mellifera L.) en la producción de ajonjolí (Sesamum indicum L.) SVIA XII Jornadas Agronómicas. Maracay 11 p.
94. MONTILLA, D. et al. 1987. Factibilidad de producción de semilla híbrida de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en gran escala. SVIA. XII Jornadas Agronómicas Maracay, 12 p.
95. MONTILLA, D., CEDENO, T. y RODRIGUEZ, H. 1988. Mejora y evaluación de cultivares indehiscentes de ajonjolí (Sesamum indicum L.) Seminario Cosecha Mecanizada de Ajonjolí. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina. Araure. Edo. Portuguesa.
96. MONTILLA, D. y CEDENO, T. 1988. Una línea andro-estéril de ajonjolí (msms-I) útil para la producción de semilla híbrida. Informe Convenio UCLA-FONALI, 3 p.
97. MONTILLA, D. y CEDENO, T. 1988. FONUCLA: una nueva variedad de ajonjolí (Sesamum indicum L.) Informe Programa Convenio UCLA-FONALI, 6 p.
98. MORAOUR, R. 1972. "Turón" y "Moraour" nuevos cultivares de ajonjolí en Portuguesa. Est. Exp. de Araure. 2(1): 37-38.
99. MURTY, D.S. and HASHIM, M. 1976. Inheritance of oil and protein content in a diallel cross of sesame (Sesamum indicum L.) Can J. Genet. Cytol. 15(1):177-184.
100. MURTY, G.S. and JOSHUA, D. 1986. An induced tall seedling mutant in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 2: 33-35.
101. NAFIE, N.A. 1980. The genetic control of indehiscence and the yielding ability of genotypes of sesame (Sesamum indicum L.) University of California. Riverside. Ph.D. Dissertation. 232 p.
102. NOHARA, S. 1933. Genetical studies on Sesamum indicum L. J. Coll. Agric. Tokyo Univ. 12: 227-338 (Abstract).

103. OSMAN, H., EL, G. and KHIDIR, O. 1974. Estimates of genetic and environment variability in sesame. *Exp. Agric.* 10(2): 105-112.
104. OSMAN, H., EL, G. and KHIDIR, M. 1974a. Relations of yield components in sesame. *Exp. Agric.* 10(2): 97-103.
105. OSMAN, H., EL, G. and YERMANOS, D.M. 1982. Genetic male sterility in sesame: Reproductive characteristics. *Crop. Sci.* 22(3): 492-498.
106. OSMAN, H.E. 1986. Relation between seed yield, oil content and their components in sesame (Sesamum indicum L.) *Sesame and Safflower Newsletter* 2:47.
107. OSMAN, H.E. 1986a. Heterosis and path coefficient analysis in sesame (Sesamum indicum L.) *Sesame and Safflower Newsletter* 2: 48.
108. PALANISWAMY, K.M., DASS, G.G. and SUBRAMANIAN, A.S. 1978. Correlations and path analysis of yield components in sesame. *Indian J. Sci.* 48(11):681-683.
109. PATHIRANA, R. et al. 1988. Genetic analysis of sesame and breeding studies for its improvement. *Proceedings of the Fourth Oil Crops Network Workshop, Kenya.* pp. 193-200.
110. PHANIS, B.A., EXBOTE, A.P. and TAYYAB, M.A. 1976. A biometrical approach to selection problems in some sesame (Sesamum indicum L.) varieties of Maharashtra State. *Botanique (Nagpur)* 2(1):5-13.
111. REDDY, P.G., REDDY, B.S. and RAGHUNATHAM, G. 1973. Inheritance studies in Sesamum indicum L. *Andhara Agric. J. (India)* 18(1):35-37.
112. RICCELLI, M. y MAZZANI, B. 1964. Manifestaciones de heterosis en desarrollo, precocidad y rendimiento de los cruces dialélicos de 32 cultivares de ajonjolí. *Agron. Trop. (Venezuela)* 14: 101-125.
113. RIVAS, N. y MAZZANI, B. 1974. Efectos gameticidas del 2-2 dicloropropiónico (Dalapón o Gramovín) en el ajonjolí (Sesamum indicum L.) *Agron. Trop. (Venezuela)* 24(4):289-298.
114. RIVAS, N. y MAZZANI, B. 1979. Pérdidas en la cosecha mecanizada de ajonjolí, evaluación del aditamento Schulze. X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco. México.
115. RIVAS, N. y ALLIEVI, J. 1980. Descripción de la colección de cultivares de ajonjolí. SVIA X Jornadas Agronómicas.

San Cristóbal-Venezuela.

116. RHEENEN, H.A. van. 1970. Intergeneric hybridization between Ceratotheca sesamoides Endl. and Sesamum indicum L. Nigerian J. Sci. 4(2):251-254.
117. RHEENEN, H.A. van. 1980. The desirability of three versus one flowers and capsules per leaf axil in sesame (Sesamum indicum L.) Consultation of Sesame Improvement. Rome FAO 15 p.
118. RHEENEN, H.A. van. 1980a. The desirability of multi versus four capsules in sesame (Sesamum indicum L.) Consultation of Sesame Improvement. Rome. FAO 12p.
119. RHEENEN, H.A. van. 1980b. The desirability of long versus short capsules in sesame (Sesamum indicum L.) Consultation of Sesame Improvement. Rome FAO, 13 p.
120. RHEENEN, H.A. van. 1981. Genetic resources of sesame in Africa: Collection and exploration. In sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29, pp. 170-172.
121. SAWANT, A.R. 1971. Genetic variation and heritability of quantitative characters in some improved varieties of sesame. Mysore J. Agric. Sci. 5(1): 88-95.
122. SIKKA, S.M. and GUPTA, N.D. 1947. Inheritance studies in Sesamum indicum L. Indian J. Gen. and Pl Breed. 7:35-52.
123. SIMMONDS, N.E. 1976. Evolution in crop plants. Longman London and New York Ed(1976a).
124. SOLANKI, Z.S. and PALIWAL, R. 1981. Genetic variability and heritability studies on yield and its components in sesame. Indian J. Agric. Sci. 51(8):554-556.
125. SHAFSHAK, S. et al. 1958. Genetic behaviour of tolerance for root-rot and wilt disease in sesame (Sesamum indicum L.) Oil Crops Newsletter 2:66-67.
126. SHARMA, S.M. 1985. Sesamum research and its progress in India. In Sesame and Safflower: Proceeding of the Second Oil Crops Network Workshop, India pp. 11-27.
127. SHUKLA, G.P. and VERURA, G. 1976. Correlations and heritability in sesame. Indian J. Agric. Sci. 46(6): 283-285.
128. SRINIVAS, S.R. and KAUSHAL, P.K. 1972. Phenotypic variability in sesame (Sesamum indicum L.) grown in

129. SRIVASTAVA, D.P. and SING, S.N. 1969. Heterosis in sesame. J. Indian Bot. Soc. 47(1/2):78-88.
130. TORRES, A.U. 1983. Evaluación preliminar de cultivares de ajonjolí dehiscentes de ciclo intermedio en cuanto al carácter retención de semillas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Trabajo de ascenso, 64 p.
131. THANGAVELU, S. et al. 1985. Sesame breeding in the southern states of India and methods of evaluating breeding materials. Proceedings of the Second Oil Crops Network Workshop, India pp. 28-43.
132. UZO, J.O. and OJIAKE, G.U. 1981. Breeding and selection method for sesame on the basis of assessment of major Nigerian sesame strain, F1 hybrids and segregating generations. In Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. Plant Production and Protection. Rome FAO. Paper 29, p. 90.
133. VERMA, M.L. 1985. Sesame pathological problems and research progress in India. In Sesame and Safflower Proceedings of the Second Oil Crops Network Workshop, India, pp.44-47.
134. VIERA, J.D. 1972. Heterogeneidad genética y reacción a enfermedades y plagas en ajonjolí. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay.
135. WEISS, E.A. 1971. Castor, sesame and safflower, pp. 311-525 Leonard Hill, London.
136. WOLDE-MARIAN, V. 1985. Sesame adaptatiöin test in different agroecological zones of Ethiopia. Proceedings of the Second Oil Crops Network Workshop. India pp. 162-167.
137. YINXIAN, Z. 1988. The present situation and main achievements of sesame production in China. Proceedings of the Fourth Oil Crops Workshop, Kenya. pp. 239-341.
138. XINGYUN, F. 1988. The present and prospect of sesame germplasm resources in China. Proceedings of the Fouth Oil Crops Network Worshop, Kenya. pp. 252-259.



**COMPORTAMIENTO DE VARIETADES DE AJONJOLI (Sesamum indicum L)
EN LOS LLANOS DE MONAGAS (1985 - 1987)**

Tania Rodríguez, Federico Barreto, Celestino Brito *
Humberto Yibirín, Maribel Díaz **

INTRODUCCION

El uso de variedades que tengan rendimientos altos y estables en las distintas localidades y épocas en que se desee sembrar, es un factor determinante en el éxito de programas agrícolas que se emprenden para aumentar la producción del cultivo.

El cultivo del ajonjolí (Sesamum indicum L.), en los Llanos de Monagas (Nororiente del país) es reciente; desde 1975 se siembra en parcelas semicomerciales. En 1984 se inició en la zona oeste del Estado un programa agrícola, auspiciado por la Fundación para el Desarrollo de las Oleaginosas (FUNDESOL) el cual pasó de 800 ha en ese año a 15.000 ha en 1987, ubicándose desde 1986 una parte importante en la zona sur del Estado. Durante esos años se han utilizado distintas variedades, por ejemplo, en 1984 se sembró "Aceitera" y "Morada"; en 1985 "Aceitera", "Piritu" y en otros casos materiales desuniformes; en 1986 "Venezuela-44", en épocas tempranas, y "Aceitera", en épocas tardías; finalmente, la "Arawaca", "Maporal" y "Venezuela-44". En 1987, estos genotipos han resultado en general poco rendidores y susceptibles a enfermedades fúngicas foliares. Ante esta problemática, se ha realizado el presente trabajo de investigación, con el propósito de determinar las variedades de ajonjolí mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de los Llanos monaguenses.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan algunas características de los suelos donde se realizaron los ensayos, su clasificación taxonómica y práctica. Se puede observar que son suelos livianos con texturas arenosas, franco francosas y franco arenosas, con contenido de arcilla que varió entre 16,4% y 2,4%, lo que determina diferencias en la capacidad de retención de humedad.

* Investigadores FONAIAP, E.E. Monagas. Maturín, Venezuela.

** Programa de Desarrollo Tecnológico (PRODETEC)-FONAIAP, MAC, Venezuela.

Cuadro 1. Características de los suelos, en los primeros 20 cm de profundidad.

CARACTERÍSTICA	E N S A Y O S									
	1985			1986			1987			
	ENSAYO I C.E.S.B	ENSAYO II CAPL	ENSAYO III C.E.S.B.	ENSAYO IV C.E.S.B.	ENSAYO V C.E.S.B.	ENSAYO VI VTO. F	ENSAYO VII SMB	ENSAYO VIII C.E.S.B.	ENSAYO IX SB RT	
% Arena	88,4	79,4	79,4	85	84,5	69,6	93,6		83,2	
% Limo	7	8	10	10,6	8,6	14,0	4		13,2	
% Arcilla	4,6	12,6	10,6	4,4	6,9	16,4	2,4		3,6	
Textura	a	Fa	Fa	af	af	Fa	a		af	
Fósforo ppm	1,4 MB	4,2 B	7 B	9,4 B	10,2 B	8 B	4 MB		14	
Potasio ppm	16 MB	28 MB	14 B	20 MB	50 B	88 M	36 B		14	
Calcio ppm	86 B	189 B	147 M	304,6 M	221 M	180 M	100 B		140	
Nitratos	2 MB	6 B	9 B	---	---	---	---		---	
pH 1:2,5 agua	5,1	5,1	5,3	5,9	5,5	5,0	5,7		5,9	
Al me/100 g	0,2	0,09	0,18	---	---	0,0				
Clasificación taxonómica	Typic Paleus-tults	Oxic Paleus-tults	Oxic Paleus-tults	Typic Paleus-tults	Typic Paleus-tults	Oxic Paleus-tults	Arenic Paleus-tults		Typic Paleus-tults	
Clasificación práctica	II	II	I	II	I	I	III		III	

Abreviaturas: C.E.S.B. (Campo Experimental Santa Bárbara), CAPL (Casupal), VTO. F (Viento Fresco), SML (Silencio de Morichal Largo), SB RT (Santa Bárbara de Rfo Tigre), B (Bajo), MB (Muy Bajo), M (Medio).

Los contenidos de fósforo variaron entre 1,4 a 14 ppm y los de potasio entre 14 y 88 ppm lo que indica en general una baja o muy baja disponibilidad. El contenido de calcio alcanzó niveles bajos a medios entre 86 y 304 ppm. Las diferencias nutricionales entre un suelo y otro están asociadas principalmente al manejo de la fertilización y del encalado.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de rendimiento. El ensayo VIII quedó excluido del promedio porque no tuvo control de plagas y el IX porque el desarrollo de todas las variedades fue deficiente y no permitió evaluar el rendimiento.

Las variedades tuvieron diferencias significativas en rendimiento, tal como se puede observar en los resultados de cada ensayo. El rendimiento de cada variedad cambió con el ensayo, tanto en su valor absoluto como en su ubicación comparativa. La variación de rendimiento entre ensayos, medida por el coeficiente de variabilidad, fue menor en unas variedades que en otras, lo que indica un grado diferencial de estabilidad al cambio ocurrido en las condiciones agroclimáticas. Esto último es importante considerarlo, porque en principio interesan los materiales genéticos con productividad alta y estable.

El rendimiento osciló entre 34 y 1471 kg/ha obtenidos con Morada Indehiscente y Caripucha respectivamente, lo que da una idea del amplio rango de variación de este parámetro en las sabanas del Estado Monagas, el cual estuvo influenciado principalmente, por cambios en la precipitación, suelos, control de plagas y enfermedades.

Inamar y Aceitera destacan por sus mayores rendimientos promedios de 826 y 789 kg/ha, al igual que por los más bajos coeficientes de variabilidad. Los rendimientos mínimos de estas variedades fueron los más altos y superan los 400 kg/ha. Cápsula larga tiene un alto rendimiento promedio pero se acama al final de su ciclo, lo que impide la cosecha mecánica.

Maporal, Glauca, Venezuela-44, Venezuela-52, Venezuela-51, Arawaca y Piritu, produjeron entre 500 y 700 kg/ha y finalmente Caripucha con 444 kg/ha, todas con coeficientes de variabilidad superiores a los reportados por Inamar y Acarigua.

Aceitera-M y Turén tienen los más altos rendimientos promedios, debido fundamentalmente a que en los pocos ensayos donde se incluyeron las condiciones agroclimáticas fueron favorables. La variedad Turén presentó tendencia a acamarse. Con Morada Indehiscente se obtuvo 176 kg/ha, lo que la ubica como la variedad menos rendidora de todas.

El suelo es un factor al cual se puede atribuir una parte importante de las diferencias observadas. Taxonómicamente, los suelos donde se realizan los ensayos, se clasifican en Typic Paleustults, Oxic Paleustults y Arenic Paleustults, que están entre los grandes grupos predominantes en la región y de acuerdo

Cuadro 2. Rendimiento (kg/ha) de variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.) precipitación en ensayos realizados desde 1985 hasta 1987.

VARIEDAD	RENDIMIENTO kg/ha										
	1985			1986				PROMEDIO		1987	
	ENSAYO I CESB FS:20-06	ENSAYO II CAPL FS:09-07	ENSAYO III CESB FS: 29-07	ENSAYO IV CESB FS: 09-07	ENSAYO V CESB FS: 11-07	ENSAYO VI VTO. F FS: 15-07	ENSAYO VII SML FS: 19-08	\bar{X}	C.V.	ENSAYO VIII CESB FS: 01-07	
INAMAR	1.188 a*	714 b	485 a	996 b	931 b	1011 b	459 d	926	0,34	237 d	
ACARIGUA	720 b	507 d	449 b(-)	1087 a	1055 a	1137 b*	566 b	789	0,38	237 d	
CAP. LARGA	828 b	449 f	447 b	994 b	703 c	1402 b*	211 g (-)	719	0,55	NI	
MAPORAL	821 b	330 g	385 c	921 d	693 c	1383 b*	233 f (-)	681	0,59	511 a	
GLAUCÁ	508 d	610 c	290 d (-)	649 h	606 f	1434 b*	606 a	672	0,53	150 f	
VENEZUELA 44	568 c	787 a	495 a	525 i	570 g	1384 b*	257 f (-)	655	0,54	118 q	
VENEZUELA 52	416 f	513 d	277 e (-)	906 d	638 e	1463 b*	381 e	647	0,64	197 e	
VENEZUELA 51	473 e	468 e	421 b	851 e	677 d	1062 b*	312 e (-)	609	0,44	320 c	
ARAWACA	360 g	375 f	151 f (-)	952 c*	852 b	971 c	379 d	577	0,58	342 c	
PIRITU	141 i (-)	494 c	248 e	709 g	320 h	1294 b*	423 d	518	0,75	NI	
CARIPUCHA	92 i (-)	505 d	158 f	230 j	370 h	1471 e*	280 e (-)	444	1,06	NI	
ACLITERA-M	NI	NI	NI	809 f	NI	1393 b*	502 c (-)	901	0,50	110 g	
TUREN	NI	NI	NI	NI	NI	1043 b	NI	1043	NI	NI	
SELECCION 16	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	403 b	
MORADA INDH	NI	NI	NI	341 j*	NI	154 d	34 h (-)	176	0,88	NI	
PACIFIC	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	176	0,88	165 f	

Precipitación(mm) 590 634 358 507 442 641

Abreviaturas: CESB (Campo Experimental Santa Bárbara), CAPL (Casupal), VTO. f (Viento fuerte), SML (Silencio de Morichal Largo), NI (No incluida), CV (Coeficiente de Variabilidad), Rendimiento máximo (*), Rendimiento mínimo (-).

a su aptitud en tipos I, II y III. Los suelos tipo I ofrecen menos limitaciones al cultivo de ajonjolí y los tipos III las mayores, ubicándose los tipo II como de aptitud intermedia.

El tipo de suelo por sí solo no determinó las mayores diferencias entre los ensayos, su efecto sobre la producción de ajonjolí estuvo íntimamente relacionado con la precipitación; así por ejemplo, en 1985 los más altos rendimientos se obtuvieron en un suelo II y los más bajos sin superar 500 kg/ha en un I, sembrados ambos en el Campo Experimental Santa Bárbara, con una diferencia de 29 días, de manera que en este caso los mayores rendimientos se obtuvieron en un suelo de menor aptitud, debido fundamentalmente a que la disponibilidad de agua fue mayor. En 1986, se obtuvieron mayores rendimientos en el ensayo IV que en el V con suelos tipo II y I, respectivamente y la razón es la misma que en el caso anterior: mayor precipitación en el sitio donde el suelo fue de menor aptitud. Estos hechos soportan la idea de que el suelo por sí solo no determina una productividad definida.

La mayor productividad se obtuvo cuando se conjugaron un suelo tipo I y buena disponibilidad de agua, ejemplo: en el ensayo VI, ubicado en Viento Fresco, el ajonjolí respondió muy favorablemente y todas las variedades con excepción de Arawaca y Morada Indehiscente produjeron más de 1.000 kg/ha y se obtuvieron los máximos rendimientos de 10 variedades. Esta alta productividad no se alcanzó en suelos tipo II y III, excepto con Inamar, aún cuando existió buena disponibilidad de agua, lo que indica que el ajonjolí se adapta mejor en suelos tipo I con contenidos de arcilla alrededor del 16%.

En condiciones de suelo tipo III y precipitación escasa, menor de 400 mm se alcanzaron los más bajos rendimientos, así se observó en las dos experiencias al sur del Estado donde predomina este tipo de suelo. En el ensayo VII solamente la variedad Glauca obtuvo un rendimiento aceptable de 606 kg/ha, y 7 variedades alcanzaron rendimientos mínimos. En el ensayo IX no se obtuvo producción con ninguna variedad, aunque todas llegaron a formar frutos. En general, al sur del Estado destaca como una zona muy distinta que en el oeste.

La precipitación se ha identificado como un factor importante para la producción del ajonjolí en el Estado Monagas. Se registraron valores entre 358 y 461 mm durante los ensayos, observándose una tendencia a disminuir los rendimientos cuando la precipitación fue menor. Así por ejemplo, en el ensayo III se obtuvieron muy bajos rendimientos que en cuatro variedades fueron los mínimos, lo cual coincide con la menor precipitación registrada. Caso similar ocurre en el ensayo V que fue comparativamente inferior al ensayo VI en rendimiento, debido probablemente a que recibió 65 mm menos de agua. En ningún ensayo con <400 mm se observaron rendimientos aceptables.

El efecto del daño causado por los insectos plagas al ajonjolí se aprecia en los resultados del ensayo VIII, al cual no se aplicó insecticida. Los insectos defoliadores se presentaron en mayor intensidad durante todas las fases del cultivo, destacando entre los más importantes el "enrollador del ajonjolí" (Lepidoptera Pyralidae) y "falso medidor" (Trichophusia ni).

En general, los rendimientos bajaron considerablemente y se observó que las variedades fueron afectadas diferencialmente. Moporal fue la menos dañada y rindió 511 kg/ha; esta variedad parece ser poco sensible al ataque de insectos plagas. La selección 16 y las variedades precoces Venezuela-51 y Arawaca mostraron cierta resistencia; Inamar y Acarigua fueron severamente afectadas; el resto de las variedades produjeron menos de 200 kg/ha.

El grado de defoliación de las variedades, al momento de la cosecha, causado por la incidencia de los hongos Cercospora sesami fue alto, en la mayoría de los casos en grados 3 y 4, ver Cuadro 3. Esto indica que el ajonjolí terminó su ciclo con menos de 25% o sin ninguna de sus hojas. A pesar de este alto grado de defoliación, los rendimientos se mantuvieron altos en los ensayos que tuvieron buena precipitación, ejemplo III, IV y V. Este parámetro muestra relación con los rendimientos obtenidos, ya que todas las variedades fueron defoliadas en un alto grado y, sin embargo, algunas de ellas alcanzaron rendimientos aceptables. En Viento Fresco, por ejemplo, la mayoría de las variedades se cosecharon totalmente defoliadas y, no obstante, la productividad fue alta. Es posible que otros parámetros, como la fase del cultivo y severidad con que atacaron los patógenos a cada variedad, explique mejor el efecto de las enfermedades fungosas sobre el rendimiento.

La altura de las variedades, Cuadro 4, osciló entre 196 cm y 132 cm reportados para Piritu, ensayo IV, y Arawaca e Inamar, ensayo IX. En promedio, todas las variedades midieron más de 100 cm con excepción de Turén y Pacific; ninguna superó los 150 cm, esta característica fue bastante estable en cada variedad. El mayor contraste se presentó con el ensayo IX, donde se reportaron alturas muy bajas comprendidas entre 32 y 55 cm.

La altura no muestra una relación definida con el rendimiento. Las variedades más altas no fueron las más productivas, la mayor altura de cada variedad no coincidió con su mayor rendimiento y viceversa, comparar cuadros 2 y 4. De manera que las diferencias de altura inter o intra varietal no permiten realizar predicciones comparativas de rendimiento. Sin embargo, se observó que cuando el desarrollo está fuertemente limitado y la altura alcanzada es baja no hay producción o esta es muy escasa. Ejemplo ensayo IX.

La altura de inserción del primer fruto, Cuadro 5, varió entre 27 y 132 cm reportada en Aceitera-M y Piritu

Cuadro 3. Grado de defoliación* al momento de la cosecha en variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en ensayos realizados en el Estado Monagas (1985-1988).

VARIEDAD	PORCENTAJE (%) DE DEFOLIACION AL MOMENTO DE LA COSECHA					
	1985	1986		1987		
	ENSAYO III CESB	ENSAYO V CESB	ENSAYO VI VTO. F	ENSAYO VII SML	ENSAYO VIII CESB	
INAMAR	1	3	2	3	3	
ACARIGUA	3	3	3	3	3	
CAPSULA LARGA	2	2	4	4	NI	
MAPORAL	4	3	3	4	3	
GLAUCA	3	3	4	4	3	
VENEZUELA 44	4	3	4	4	3	
VENEZUELA 52	3	3	3	4	3	
VENEZUELA 51	1	2	4	4	3	
ARAWACA	1	3	3	4	3	
PIRITU	4	3	4	4	NI	
CARIPUCHA	4	4	4	3	3	
ACEITERA-M	4	3	4	4	3	
TUREN	NI	NI	4	NI	NI	
SELECCION 16	NI	NI	NI	NI	3	
MORADA INDEHISCENTE	NI	3	4	4	NI	
PACIFIC	NI	NI	NI	NI	3	

Abreviaturas: CESB (Campo Experimental Santa Bárbara), VTO. F (Viento Fresco), SML (Silencio de Morichal Largo), NI (No Incluida).

* 1 = 0 - 25% de defoliación sobre su eje vertical de abajo hacia arriba

2 = 25 - 50%

3 = 50 - 75%

4 = 75 - 100%

Cuadro 4. Altura (cm) de variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.), ensayos realizados durante 1985, 1986 y 1987 en el Estado Monagas.

VARIEDAD	A L T U R A S cm										
	1985			1986			1987		PROMEDIO		C.V.
	ENSAYO I CESB	ENSAYO II CAPL	ENSAYO III CESB	ENSAYO IV CESB	ENSAYO VI VTO. F	ENSAYO VII SML	ENSAYO VIII CESB	ENSAYO IX SB RT	\bar{X}		
VENEZUELA 44	176	190	157	176	155	136	158	55	150	0,28	
PIRITU	160	175	147	196	132	145	--	34	141	0,37	
CARIPUCHA	153	178	144	163	154	146	--	35	139	0,34	
MAPORAL	160	152	132	173	135	126	157	45	135	0,29	
GLAUCA	156	166	130	166	124	138	131	43	132	0,30	
VENEZUELA 52	156	162	129	171	129	113	142	47	131	0,30	
ACARIGUA	142	164	123	155	116	125	120	55	125	0,27	
INAMAR	136	161	130	143	108	116	123	32	119	0,33	
VENEZUELA 51	127	128	112	141	104	96	115	37	108	0,30	
CAPSULA LARGA	116	108	101	124	106	82	--	--	106	0,13	
ARAWACA	112	107	115	133	107	104	117	32	103	0,29	
ACEITERA-M	--	--	--	183	144	145	139	52	133	0,36	
TUREN	--	--	--	--	98	--	--	--	98	--	
SELECCION 16	--	--	--	--	--	--	134	--	134	--	
MORADA INDEHISCENTE	--	--	--	169	136	120	--	--	142	0,18	
PACIFIC	--	--	--	--	--	--	155	41	98	0,82	

Abreviaturas: CESB (Campo Experimental Santa Bárbara), CAPL (Casupal), VTO. F (Viento Fresco), SML (Silencio de Morichal Largo), SBRT (Santa Bárbara de Río Tigre), CU (Coeficiente de Variabilidad).

Cuadro 5. Altura (cm) de inserción del primer fruto en variedades de ajonjolif (Sesamum indicum L.) en ensayos realizados durante 1985, 1986 y 1987 en el Estado Monagas.

VARIEDAD	ALTURA DE INSERCIÓN DEL PRIMER FRUTO										PROMEDIO	C.V.
	1985			1986				1987		\bar{X}		
	ENSAYO I CESB	ENSAYO II CAPL	ENSAYO III CESB	ENSAYO IV CESB	ENSAYO V VTO. F	ENSAYO VI SML	ENSAYO VII CESB	ENSAYO VIII CESB				
CAPSULA LARGA	46	43	37	37	29	31	37	NI	37	0,18		
VENEZUELA	55	45	41	57	37	30	43	37	43	0,23		
ACARIGUA	51	55	48	53	37	45	49	56	49	0,13		
ARAWACA	76	64	68	75	53	58	66	66	66	0,13		
VENEZUELA 44	80	72	66	76	53	55	70	89	70	0,19		
INAMAR	86	84	77	79	60	57	75	85	75	0,16		
CARIPUCHA	91	90	77	93	55	61	78	NI	78	0,21		
VENEZUELA 52	106	103	79	111	77	73	91	88	91	0,17		
GLAUCA	98	101	83	111	74	83	92	91	92	0,14		
MAPORAL	104	92	81	114	75	83	93	103	93	0,15		
PIRITU	116	118	99	132	84	100	108	NI	108	0,16		
ACEITERA-M	NI	NI	NI	91	48	52	63	61	63	0,31		
TUREN	NI	NI	NI	NI	27	NI	27	NI	27	--		
SELECCION 16	NI	NI	NI	NI	NI	NI	37	37	37	--		
MORADA INDEH.	NI	NI	NI	93	64	78	78	NI	78	0,19		
PACIFIC	NI	NI	NI	NI	NI	NI	117	117	117			

Abreviaturas: CESB (Campo Experimental Santa Bárbara), CAPL (Casupal), VTO. F (Viento Fresco), SML (Silencio de Morichal Largo), CV (Coeficiente de Variabilidad), NI (No Incluida).

respectivamente, observándose los menores valores en las variedades no ramificadas y viceversa. Se puede apreciar en los promedios grandes diferencias entre variedades: Aceitera y Cápsula larga formaron su primer fruto a los 27 y 37 cm, mientras que Piritu, Maporal y Glauca por encima de los 90 cm.

La altura de inserción del primer fruto guarda una relación inversa con el rendimiento en las variedades no ramificadas. Esto es comprensible ya que en estas la producción depende la carga sobre un solo tallo y, por lo tanto, mientras más abajo se comience a formar frutos, mayor será la carga. En cambio en las variedades ramificadas, la altura de inserción del primer fruto no tuvo efecto sobre el rendimiento, lo cual puede deberse a que existe una compensación por el mayor número de ramas que brindan un espacio adicional para la formación de frutos.

La duración del ciclo de las variedades, comprendido entre la siembra y la abertura de las cápsulas basales, se presenta en el Cuadro 6. El fin de ciclo establece el momento oportuno para realizar la cosecha, lo cual, es de capital importancia en el rendimiento. Adelantar la cosecha significa grandes pérdidas ya que al final del ciclo las semillas aumentan significativamente de peso y tamaño.

Por otro lado, una vez cumplido el ciclo, la dehiscencia de las cápsulas aumenta rápidamente y, por lo tanto, retrasar la cosecha, tendrá como consecuencias un alto número de cápsulas abiertas que perderán la semilla. Durante la cosecha la duración del ciclo de cada variedad tuvo cambios importantes, entre ensayos, debido principalmente a las diferentes condiciones agroclimáticas que ocurrieron entre uno y otro. Así por ejemplo, la variedad Piritu finalizó su ciclo a los 93 días en el ensayo III y a los 132 en el ensayo VI, dando como resultado una diferencia de 39 días. En Venezuela-52, Venezuela-44 y Caripucha se detectaron diferencias mayores a los 30 días; en Glauca, Venezuela-51, Inamar y Acarigua mayores a 13 días y en Maporal de 7 días, resaltando esta última como la más estable en su ciclo. La ocurrencia de este comportamiento debe tenerse presente para poder realizar una cosecha oportuna, la cual es de importancia particular en el cultivo del ajonjolí.

En términos promedios se puede hacer la siguiente clasificación de las variedades de acuerdo a la duración del ciclo.

Precoces (menos de 90 días): Venezuela-51, Cápsula larga, Arawaca y Selección-16.

Intermedias (90-110 días): Acarigua, Inamar, Venezuela-52, Venezuela-44, Glauca, Aceitera-M, Turén y Pacific.

Tardias (110 días): Caripucha, Piritu, Maporal, Morada indehiscente.

Cuadro 6. Duración (dfas) del ciclo de las variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en ensayos realizados en el Estado Monagas en 1985, 1986 y 1987.

VARIEDAD	DURACION DEL CICLO										PROMEDIO	
	1985			1986			1987					
	ENSAYO I CESB	ENSAYO II CAPL	ENSAYO III CESB	ENSAYO V CESB	ENSAYO VI VTO, F	ENSAYO VII SML	ENSAYO VIII CESB	\bar{x}	DIFERENCIA			
VENEZUELA 51	78	93	81	88	91	74	85	84	15			
CAPSULA LARGA	78	93	81	88	91	92	NI	87	15			
ARAWACA	78	93	88	99	91	86	78	88	21			
ACARIGUA	88	99	88	99	93	86	93	92	13			
INAMAR	88	99	88	102	95	86	100	94	16			
VENEZUELA 52	102	109	93	106	81	114	104	101	33			
VENEZUELA 44	112	113	93	114	118	86	104	106	32			
GLAUCA	102	109	93	106	118	106	104	105	25			
CARIPUCHA	112	113	93	116	127	106	NI	111	34			
PIRITU	112	113	93	114	132	106	NI	112	39			
MAPORAL	112	113	109	116	120	114	112	114	7			
ACEITERA-M	--	--	--	102	118	99	99	105	19			
TUREN	--	--	--	--	91	--	--	91	--			
SELECCION 16	--	--	--	--	--	83	--	83	--			
MORADA INDEH.	--	--	--	114	132	114	--	120	18			
PACIFIC	--	--	--	--	--	--	104	104	--			

CONCLUSIONES

Las variedades de ajonjolí mostraron en general un comportamiento marcadamente diferencial en las condiciones estudiadas. Inamar y Acarigua tuvieron un rendimiento promedio superior al resto de las variedades. Maporal, Venezuela-44 y Glauca alcanzaron también una buena productividad. Estas 5 variedades debieran usarse con preferencia en las siembras comerciales de los Llanos de Monagas.

Las variedades precoces no presentaron un comportamiento satisfactorio. Cápsula larga, a pesar de tener un rendimiento promedio alto y Venezuela-51 se acaman al final de su ciclo, lo cual imposibilita la cosecha mecánica directa. Arawaca presentó una alta inestabilidad en su producción.

Venezuela-52, Piritu y Caripucha, aunque presentaron buenos rendimientos en algunos ensayos, estos fueron muy bajos en la mayoría de ellos. Morada indehiscente alcanzó los más bajos rendimientos. El uso de estas variedades no se recomienda.

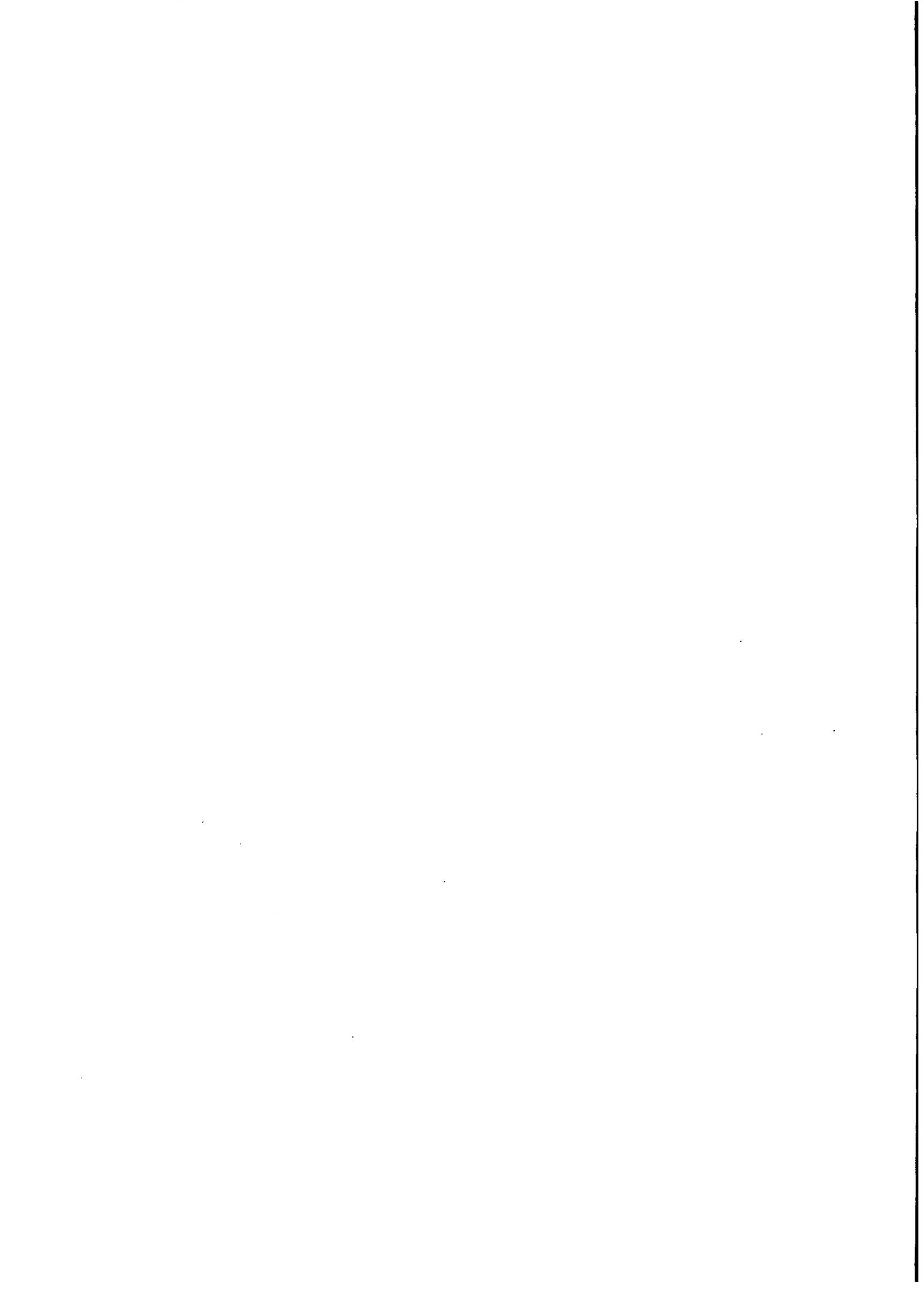
De Aceitera-M, Turén, Selección 16 y Pacific se tiene menos información. Aceitera-M ha resultado muy susceptible a enfermedades y Turén se acama al final de su ciclo. Selección 16 ha mostrado resistencia al ataque del "enrollador del ajonjolí" (Lepidoptera Pyralidae).

El enrollador del ajonjolí, Lepidoptera Pyralidae, disminuye considerablemente los rendimientos del ajonjolí. Maporal y Selección 16 han mostrado tolerancia a esta plaga, estos sin embargo, son resultados preliminares que deben ser corroborados.

La duración del ciclo de cada variedad presentó variaciones que se encontraron entre 7 y 39 días. Esto es un hecho que debe ser considerado con sumo cuidado para la planificación de la cosecha, ya que la realización de esta labor en el momento oportuno es determinante para obtener buenos rendimientos en este cultivo.

La interacción precipitación-suelo tiene un efecto decisivo sobre los rendimientos del ajonjolí. Precipitaciones superiores a 500 mm durante el ciclo del cultivo han sido necesarias para obtener rendimientos satisfactorios. En la zona de Santa Bárbara es posible obtener rendimientos mayores a 1.000 kg/ha en suelos tipo II si hay buena precipitación (> 500 mm), y en suelos tipo I con precipitaciones de 450 mm. En la zona de Viento Fresco, en suelos tipo I y 630 mm se obtuvieron rendimientos mayores a 1.000 kg/ha en todas las variedades, indicando que el ajonjolí responde notoriamente cuando además de recibir suficiente agua se siembra en mejores suelos.

En la zona sur no se han obtenido resultados satisfactorios. Es necesario fortalecer líneas de investigación que conduzcan a la obtención de nuevas variedades y/o híbridos de ajonjolí que respondan mejor a las exigencias de las condiciones agroclimáticas de los Llanos monaguenses.



EL USO DE LAS MUTACIONES INDUCIDAS EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DEL AJONJOLI

Pedro Ramón Delgado *

INTRODUCCION

La utilización de técnicas nucleares aplicadas al mejoramiento del cultivo en Venezuela se inician en el año 1982, cuando semillas de las variedades Piritu, Venezuela 44, Glauca, Aceitera Mejorada, Criollo Falcón y Venezuela 52, fueron sometidas a procesos de irradiación con una fuente emisora de rayos gamma provenientes de los procesos de desintegración del cobalto 60, las dosis utilizadas fueron de 45,60 y 75 KR.

Este Proyecto codificado como Ven/5/008 se inició en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia bajo la responsabilidad del Dr. Francisco Oropeza, estando asesorado por el Dr. B.R. Murty experto al servicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), desde la irradiación de la semilla hasta la generación M-3 los procesos de selección y multiplicación de materiales se llevaron en la Facultad de Agronomía en Maracaibo.

En 1984 personal de FONALI se incorporó a la evaluación, selección y multiplicación de los mutantes obtenidos, realizando en conjunto con los técnicos de la Universidad del Zulia y del Organismo de Energía Atómica pruebas multilocales de materiales superiores de acuerdo a los objetivos establecidos en la investigación.

OBJETIVOS

1. Desarrollo de cultivares precoces: de ciclo vegetativo corto 75 - 90 días; mejor adaptados a los sistemas de producción de cultivos.
2. Cambio en el tipo de planta: para sincronizar mejor la floración, maduración con posible indehiscencia y adaptada a la cosecha mecánica.
3. Mejora a las enfermedades del follaje y de la raíz, Mancha Angular, Mancha Blanca, Pudrición Seca, etc.

* Ing. Agr. Fondo para el Desarrollo del Ajonjoli (FONALI).
Venezuela.

4. Mejora de la productividad y estabilidad del rendimiento bajo condiciones de stress hídrico.
5. Mejora de la respuesta y utilización de los fertilizantes aplicados bajo las condiciones agroecológicas señaladas anteriormente.
6. Búsqueda de la esterilidad genético-citoplasmática para la producción de semilla híbrida.

RESULTADOS

En función a los objetivos propuestos se han seleccionado un grupo de mutantes promisorios entre ellos:

- a. Un mutante de Aceitera Mejorada identificado como AM-2-6751 cuyo ciclo vegetativo es de unos 80 a 85 días, que presenta buena sincronía en su periodo de floración y precocidad relativa.
- b. A partir de la variedad Piritu que es ramificada ha sido posible la obtención del Mutante P-10-7412 que no presenta ramas, además de ser más precoz que el material padre se adapta mejor a la cosecha mecánica y mantiene buena productividad.
- c. En los mutantes de Criollo Falcón se ha observado buena tolerancia a la sequía y resistencia a enfermedades foliares, no así a las enfermedades de la raíz (pudrición húmeda). Los materiales CF. 25-9382; CF-53-8874 y CF-6-N3H49A han sido los más sobresalientes para estas características y estabilidad en los rendimientos. De los mutantes derivados a partir de la variedad Venezuela 44 han sobresalido al V-44-111-8408 y 8363 por su buena capacidad productiva y tolerancia a enfermedades de la raíz y el follaje, ambas inclusive, pudiendo estarse ante una fuente de resistencia múltiple.

En los mutantes derivados de las variedades Venezuela 52 y Glauca se han detectado casos de esterilidad aunque no ha sido posible identificar su tipo, presumiéndose que la misma se deba más a factores de aberraciones genéticas sin importancia económica; en Criollo Falcón se ha visto cierta esterilidad de tipo ambiental.

La variedad Venezuela 52 ha dado origen por mutación inducida a un mutante conocido como "Hoja de Tomate" sin importancia económica.

PERSPECTIVAS

Las técnicas nucleares aplicadas a la agricultura ofrecen una posibilidad cierta de mejora al cultivo del ajonjolí, combinadas con los métodos de mejoramiento genético tradicionales y las técnicas modernas de multiplicación vegetativa e ingeniería genética pueden aportar valiosos elementos a la solución de problemas que limitan el cultivo.

Mediante estas técnicas no solamente se pueden obtener nuevas variedades sino que también se incrementa el reservorio de genes favorables dentro de los nuevos materiales que se obtienen, con lo cual se engrosan los bancos de germoplasma disponibles.

Actualmente, se dispone de varios mutantes promisorios, se espera que unos 3 ó 4 de ellos se conviertan en cultivares elegibles a certificación, otros serán usados para recombinar en las variedades comerciales actuales características deseables a través de los procesos de hibridación para, posteriormente, aplicar esquemas de selección de materiales superiores.

PROGRAMAS FUTUROS

Se intensificará la búsqueda de mutantes indehiscentes obtenidos a partir de materiales irradiados, así como también la resistencia múltiple a enfermedades y el desarrollo de la esterilidad genético-citoplásmica.

Actualmente, se realizan programas de esta naturaleza en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y del Zulia, en FONALI se continúa con las líneas de trabajo inicial y más recientemente se amplió hacia la búsqueda de esterilidad e indehiscencia; estas investigaciones están agrupadas dentro del Proyecto CINAGRI, en el cual participan los Ministerios de Energía y Minas, Agricultura y Cría, el FONAIAP y el Organismo Internacional de Energía Atómica, como Instituciones Rectoras.

**RENDIMIENTO PROMEDIO Y CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES
EN SEIS MUTANTES PROMISORIOS DE AJONJOLI OBTENIDOS
POR MUTACIONES INDUCIDAS**

Mutantes	Rendimiento kg/ha		Características principales
	Maracaibo	Turén	
P.10-7412 (p)	1088	1207	Plantas más ramificadas
V44. 30-8052	1091	967	Buen comportamiento
CF. 18-9391	1526	1163	Buen rendimiento, poco ramificada
CF. 25-9382	1581	1244	Buen rendimiento, poco ramificada y resistente a insectos perforadores de hojas
CF. 35-9306	1073	996	Buen rendimiento, poco ramificada
AM. 2-6751	----	---	Buena carga y sincronía en la maduración de frutos en condiciones de Turén.

SITUACION DEL AJONJOLI EN COLOMBIA

José Javier Aragón Correa *

INTRODUCCION

La producción de ajonjolí en Colombia se centra en los Departamentos de Tolima, Cundinamarca, Córdoba, Bolívar, Cesar y Magdalena. El grano producido se utiliza para la extracción de aceite de buena calidad para el consumo humano; además, la torta residual se emplea en la elaboración de alimentos concentrados.

En los últimos años (1980-1986) los índices de rentabilidad en este cultivo han sido bajos debido a dos factores: precios no remunerativos al agricultor e inestabilidad en el mercadeo y bajos rendimientos (600 kg/ha). Respecto a este último factor se señalan como causas principales la incidencia de plagas y enfermedades, carencia de infraestructura para riego, implementos no apropiados para la siembra, baja respuesta a la aplicación de fertilizantes, distancias de siembra no recomendables y épocas de siembra inoportunas.

El ajonjolí se siembra en Colombia desde 1950, pero es en 1966 cuando realmente adquiere importancia comercial. La producción en dicho año llegó a las 55.066 toneladas de semilla, las cuales fueron obtenidas en 86.150 hectáreas cultivadas.

En los años siguientes, los problemas fitosanitarios tales como la enfermedad conocida como Marchitez causada por Macrophomina phaseoli y el ataque del gusano enrollador del cogollo (Antigastra catalaunalis), unidos a la baja rentabilidad del ajonjolí con respecto a otros cultivos, fueron factores primordiales para que el área sembrada disminuyera progresivamente hasta mantenerse en un promedio de 4.000 hectáreas durante los últimos ciclos de siembra.

En general, los rendimientos se han mantenido en 600 kilogramos por hectárea.

* Investigador ICA, CRI-Nataima, Via Espinel Ibagué, Colombia.

SISTEMAS DE PRODUCCION

1. Tecnificado

Este tipo de explotación comprende un 20% de los agricultores ajonjolíceros. Estos utilizan la tecnología recomendada por el ICA, ya que disponen de la infraestructura y lotes adecuados para una producción óptima del ajonjolí; además, hacen uso de elementos tan importantes como la semilla certificada y la asistencia técnica. Bajo este sistema se obtienen entre 800 y 900 kilogramos de semilla por hectárea.

2. Tradicional

Agrupar el mayor porcentaje de agricultores (80%), quienes utilizan mano de obra familiar. Este sistema se caracteriza por siembras inoportunas, uso de implementos obsoletos, baja utilidad de insumos y asistencia técnica restringida, factores estos que dan como resultado rendimientos que oscilan entre 250 y 400 kilogramos por hectárea.

En los prodios de estos agricultores es frecuente observar la asociación del ajonjolí con especies tales como maíz, frijol caupí y ahuyama, las cuales sirven como fuente de ingreso adicional.

REGIONES PRODUCTORAS

Dadas las diferencias de clima y suelo, en Colombia se pueden señalar dos zonas de producción:

La zona norte, que comprende los departamentos de Atlántico, Cesar, Bolívar, Córdoba, La Guajira y Magdalena; y, la zona central, representada por los departamentos de Tolima, Huila y Cundinamarca.

Las regiones aptas para el cultivo de la zona norte están enmarcadas en la formación vegetal de Bosque Seco Tropical, presentando alturas de 50 a 500 msnm, temperaturas entre 28 y 30 grados centígrados y precipitaciones anuales con variación de 800 a 1.600 mm, mal distribuidos. Una característica importante de la zona es la diferencia de una hora en la duración del día entre el primero y segundo semestres.

Los suelos de la zona norte son profundos, de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, con buen contenido de materia orgánica, contenidos de fósforo y potasio de medio a alto,

topografía plana con ligeras ondulaciones y presencia de sales que en algunas áreas limitan el desarrollo de la planta de ajonjolí; en general presentan buen drenaje.

Las áreas ajonjolíceras de la zona central, por su parte, están ubicadas en la formación vegetal de bosque seco tropical, entre los 300 y 450 msnm, con temperaturas de 28° a 30°C, alta luminosidad y precipitaciones anuales de 600 a 1.300 mm, mal distribuidas. Los suelos se caracterizan por baja fertilidad, topografía ondulada, textura arenosa, alto contenido de sílice y bajo contenido de materia orgánica; además son poco profundos y de buen drenaje.

INVESTIGACION

El Programa Nacional de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales del ICA, adelanta proyectos de investigación en ajonjolí tendientes a la obtención de variedades de alto rendimiento con resistencia genética a enfermedades.

Los trabajos se realizan en los Centros de Investigación "Nataima", localizado en el Departamento del Tolima, "Motilonia" (Cesar), "Turipaná" (Córdoba) y "La Libertad" (Meta). En ellos se genera tecnología para sus respectivas zonas de influencia.

Como objetivos específicos se pueden mencionar:

- Involucrar mediante hibridación las características de cápsula larga, 3 cápsulas por axila y entrenudo corto a los genotipos promisorios.
- Obtener materiales ramificados y precoces.
- Generar variedades resistentes a marchitez.
- Adaptación de líneas y variedades a condiciones de acidez de los suelos.

VARIEDADES

Son cuatro los materiales que mediante mejoramiento genético ha obtenido el Programa de Leguminosas del ICA a nivel nacional:

1. ICA Pacandé

Esta variedad se adapta entre los 0 y 700 msnm, es de hábito erecto, posee de cuatro a seis ramas, inicio de carga a los

0.50 m y altura de planta a maduración de 1.60 m, su tallo es cuadrangular y los entrenudos medianos. Hojas caducas, frutos medianos biloculares totalmente dehiscentes. Semilla de color marrón oscuro con contenido de aceite de 49%. Período vegetativo de 100 días. Rendimiento comercial de 400 a 1.100 kg/ha y es tolerante a marchitez.

2. ICA Ambalá

Adaptación de 0-700 msnm, hábito erecto, ramas ausentes, altura promedio de plantas de 1,80 m, altura de inicio de carga 0,30 m, entrenudos cortos, hojas lobuladas en la base y lanceoladas en los dos tercios superiores, cápsulas largas y biloculares, totalmente dehiscente, período vegetativo 110 días, rendimiento en semilla 500-1.200 kg/ha, tolerante a sequía y a la marchitez, 51% de aceite en la semilla.

3. ICA Matoso

Adaptación 0-600 msnm, hábito erecto, ramas secundarias en número de cinco, inicio de carga 0.45 m, frutos medianos biloculares, dos frutos por axila dehiscentes, período vegetativo de 95 a 100 días. Rendimiento de 300 a 1.000 kg/ha. Presenta tolerancia a la marchitez.

4. Sesica M-11

Adaptación de 0-400 msnm, hábito erecto, ramas secundarias cuatro, inicio de carga 0-40 m, entrenudos medianos, frutos medianos biloculares y dehiscentes. Semilla de color crema con 50% de aceite, período vegetativo 85 a 90 días y tolerancia a marchitez. Rendimiento de 400 a 1.200 kg/ha.

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO

1. Época de siembra

En las zonas productoras del norte del país, las siembras deben realizarse en la primera quincena de abril para el primer semestre y entre agosto 20 y septiembre 15 para el segundo.

Por su parte, en la región central, el ajonjolí se puede sembrar a partir de la segunda semana de febrero hasta finales de la primera quincena de marzo, en lo que respecta al primer semestre. Las siembras del segundo semestre se ubican entre la segunda quincena de agosto y la segunda

quincena de septiembre.

2. Densidad de población

Las variedades de porte alto y ramificadas como ICA Pacandé e ICA Matoso, producen los mayores rendimientos con poblaciones entre 110 y 120 mil plantas por hectárea; es decir, dejando ocho plantas por metro en surcos espaciados a 70 y 60 cm, respectivamente.

Las variedades ICA Ambalá y Sesica M-11 se pueden sembrar a 50 ó 60 cm entre surcos, dejando 10 plantas por metro lineal de surco; así se obtiene una población de 200 mil plantas por hectárea.

3. Cantidad de semilla

En general se requieren entre tres y siete kilogramos de semilla por hectárea.

Los agricultores de explotaciones tipo tradicional, en su mayoría, guardan semilla comercial para la siguiente siembra, lo cual no ofrece garantía fitosanitaria.

4. Métodos de siembra

La siembra en el sistema tradicional se efectúa con sembradora de tolvas individuales o con máquinas voleadoras manuales. En el sistema tecnificado se utiliza la sembradora de una sola tolva con chorros separados a 15 cm, algunos de los cuales se suspenden para sembrar a las distancias deseadas.

La profundidad de siembra requerida es de 2 a 3 cm.

5. Control de malezas

Son tres los métodos de control de malezas utilizados para el cultivo de ajonjolí: químico, mecánico y manual. El primero es exclusivamente usado por el agricultor tecnificado, mientras que los otros dos métodos son propios del pequeño agricultor. Sin embargo, los controles mecánico y manual son alternativa en explotaciones tecnificadas cuando hay infestación de malezas de difícil control por medios químicos.

6. Distanciamiento y raleo

El distanciamiento consiste en dejar grupos de plantas

dentro del surco a la distancia que les permita buen desarrollo y el raleo, labor posterior, en dejar dos plantas por sitio definitivo. Ambas prácticas se ejecutan 15 días después de germinado el cultivo. Un sitio de otro están separados entre 25 y 30 cm.

7. Fertilización

En la zona norte el nitrógeno es el elemento más limitante. Allí se recomienda aplicar 50 kg de nitrógeno por hectárea. en la zona central hay respuesta del cultivo a la aplicación de 25 kg de nitrógeno por hectárea. Lógicamente, se recomienda como base el análisis de suelo para mantener la fertilidad del mismo.

8. Plagas

a. Enrollador del cogollo (Antigastra catalaunalis)

Es el insecto de mayor importancia económica para el ajonjolí en el sur del Cesar (región norte) y en el Departamento del Tolima (región central), la larva ataca a las plantas recién germinadas, consumiendo las primeras hojas verdaderas. El mayor daño se presenta cuando la larva del enrollador ataca entre los 15 y 35 días de germinado el cultivo. El daño ocurre sobre las hojas terminales provocando un enrollamiento, el cual dificulta el crecimiento de las plantas y no permite un buen desarrollo reproductivo.

Los insecticidas piretroides ofrecen buen resultado para medidas de control.

b. Zancudo del ajonjolí (Cyrtopeltis tenuis)

Dependiendo de la intensidad del ataque a la planta, esta puede perder una tercera parte de la producción de cápsulas. Provoca el amarillamiento foliar y caída de flores y cápsulas en proceso inicial de desarrollo.

c. Cucarrón de las cápsulas (Ciclocephala rufficollis)

Su hábito alimenticio son las cápsulas de ajonjolí. Presenta alas de tonalidad amarillo y protorax de color rojo.

El daño es causado por los adultos que perforan las cápsulas, perjudicando la calidad de la semilla y reduciendo el número de cápsulas por planta.

9. Enfermedades

a. Marchitez

Es causado por el hongo Macrophomina phaseoli y se puede presentar cuando el ajonjolí está en estado de plántula o en plantas ya desarrolladas (a partir de la floración), causando pudrición del cuello de la raíz y muerte posterior de la planta. Las variedades comerciales son tolerantes al ataque del patógeno.

10. Manchas foliares

Las causadas por Cercospora sesami se ubican en las hojas bajas y las producidas por Xanthomonas sp. y Pseudomonas sp. son manchas húmedas e irregulares.

No causan pérdidas económicas. Las variedades sembradas en Colombia son susceptibles y no se realiza ningún tipo de control.

11. Cosecha

En ambas regiones de Colombia los agricultores realizan la cosecha manual, la cual consiste en:

a. Corte:

Tiene lugar cuando el cultivo ha completado su periodo vegetativo y las plantas se tornan verde-amarillentas.

El corte de plantas se hace a unos 25 cm por encima de la superficie del suelo y luego se colocan en hileras.

b. Engavillada:

Después de 12 horas de sol, se procede a realizar esta labor. Cada "burro" está constituido por 50 a 80 plantas, el cual debe amarrarse para protegerlo de los vientos fuertes.

c. Sacudida:

Luego de 15 días de la engavillada se procede a sacudir los burros para extraer la semilla.

El producto se limpia, se empaqueta y entonces está listo para la venta comercial. Este es vendido a las industrias aceiteras con el fin de ser procesado.

BIBLIOGRAFIA

1. ICA. Sección de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Informes Anuales de Labores 1986-1987.
2. VARON, C.A. 1986. Técnicas de producción para el cultivo del ajonjolí. Boletín Técnico # 165, ICA.

PRODUCCION DE AJONJOLI EN LOS LLANOS CENTRO OCCIDENTALES DE VENEZUELA

Jesús Avila Melean *

INTRODUCCION

Se cree que el ajonjoli (Sesamum indicum L.), variedad "Criollo", fue introducido al país por el Mariscal Crisótopo Falcón a su regreso de la Isla Antillana de Cuba. No hay la menor duda que el primer sitio donde se cultivó fue la Península de Paraguaná (Edo. Falcón), donde fue exclusivo hasta finales de los años cuarenta. A partir de 1948 se extiende su cultivo hasta los estados Centro-occidentales. Desde ese tiempo hasta ahora, el Edo. Portuguesa siempre ha producido por encima del 90% de la producción nacional.

En Venezuela, el ajonjoli ha sido la principal materia prima para la obtención de aceites comestibles hasta el ciclo 1988-1989, donde el girasol ha superado el área sembrada con ajonjoli, siendo comparables los aportes que cada uno de estos cultivos tendrá en la mezcla de aceites comestibles.

Debido a la nueva realidad económica del país, se piensa que el ajonjoli deberá diversificar sus usos, pensándose actualmente en su uso en confitería donde podría tener mercado a nivel internacional.

CARACTERISTICAS AGROECOLOGICAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCION

En la región centro occidental del país existen 4 estados donde se cultiva el ajonjoli, ellos son: Barinas, Cojedes, Falcón y Portuguesa (Anexo 1) cultivándose en este último estado el 95% de la producción de la zona. Las zonas agroecológicas donde se encuentra concentrada la producción de ajonjoli en la zona centrooccidental no poseen marcadas diferencias entre ellas; a continuación se indican los sitios en el estado Portuguesa donde se explota el ajonjoli.

* Investigador FONAIAP, E.E. Portuguesa, Araure, Venezuela.

<u>Area agroecológica</u>	<u>Distrito</u>	<u>Localidad</u>
3E4	Páez	El Mamón, La Palma, Payara y otros.
	Turén	La Isla, El Pajón, Sta. Rosalía, Chingali, La Chaconera y otros.
	Esteller	Maporal, Playoncito, Guacamal, Mantecal, Corralito, Chabasquen y otros.
3E15	Esteller	Matapalo, La Florida, El Pereño y otros.
3E58	Esteller	El Cogote, El Guasimo, La Sabaneta y otros.

La caracterización de las áreas agroecológicas se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ajonjoli, áreas agroecológicas.

Estado Portuguesa - Guafiare.

Localización: Este 69 00' (La Esperanza), Oeste 69 21' (Aparición) de longitud Sur 9 00' (R. Portuguesa), Norte 9 40 (Agua Blanca) de longitud.

<u>Unidad</u>	<u>Clase y subclase</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vocación</u>	<u>% de uso actual</u>
3E4	II C.	Bloque seco tropical Período húmedo de 3 a 9 meses	prosperan la	10-30
	III S.O.	Limitaciones de clima, suelo y drenaje	mayoría de los cultivos	
3E4	Al Norte de Payara Sur de Agua Blanca		Este de Acarigua Norte de Piritu	Menos de 10
3E52	VI D.S.	Bosque seco tropical Período húmedo de 6 a 9 meses	utilizable con cultivos muy especiales	10-30
	IV D.S.	Limitaciones de drenaje y suelos		

Continuación Cuadro 1...

Unidad	Clase y subclase	Descripción	Vocación	% de uso actual
3E15	III D.S.	Bosque seco tropical Periodo húmedo de 6 a 9 meses	Se puede cul- tivar sin mu- chas limitaciones	10-30
	II C.	Limitaciones de suelo, drenaje y clima		
3E58	III S.D.	Bosque seco tropical Periodo húmedo de 6 a 9 meses	Se puede cul- tivar sin mu- chas limitaciones	Menos de 30
	IV D.S. III D.S.	Limitaciones de drenaje		

Fuente: Situación agronómica de las oleaginosas en Venezuela. Por N. Rivas y B. Mazzani. Aceite, grasas y oleaginosas en Venezuela, CIEPE, 1985.

Como puede notarse, son zonas donde el periodo húmedo predomina durante la mayor parte del año, realizándose las siembras de ajonjolí al inicio de las lluvias y aprovechándose el agua almacenada en el suelo.

Producción

La producción de ajonjolí ha tenido fluctuaciones donde las mayores producciones (valores observados Cuadro 2) son debido a variaciones en el área sembrada y no necesariamente a incrementos en los rendimientos. Esta disminución en la productividad es debida, primero, a condiciones climáticas adversas bien sea al momento de la siembra, obligando a resembrar, o en el proceso de secado en el campo de los burros o parvas ocasionando una disminución de la calidad y el margen de ganancia del producto. A pesar de la fijación de un precio mínimo oficial de 16.000,00 Bs., la tonelada para el ciclo 1987-1988, unido al hecho de mantenerse un déficit de 80% de materias primas oleaginosas, lo que incentiva la producción de ajonjolí, se presenta una nueva política agrícola donde los costos de producción aumentan considerablemente; este hecho origina nuevas expectativas que pudieran, en un momento determinado, crear incertidumbre a los productores del cultivo en la zona.

Pregunta No.	Datos indispensables	Complementarios
1	144,174-178,200,291	157,158 161,162,163
4	291	
5	146,148,291	
6	Potasio asimilable (dato faltante) 291	
7	Contenido de calcio 291	174-178
14	291,287,288	
15	Sistema de siembra (dato faltante) (al voleo, en hileras)	
18	Edad fisiológica adecuada (según cultivo) para fer- tilización foliar (dato faltante)	Condiciones climáticas (húmedas, secas, etc.)
19	Los datos de un análisis rutinario	
20	Registros históricos de análisis rutinarios	

METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA PRODUCCION

Requerimientos ecológicos

El ajonjolí es cultivado en el mundo dentro de los límites de 40 de latitud Norte (Japón, Sur de Europa) hasta 30 de latitud Sur (Sur de Africa, Norte de Argentina).

Las grandes áreas donde el ajonjolí es cultivado corresponden a un clima de sabana tropical, donde predominan las altas temperaturas, una temperatura de 30°C es adecuada para su crecimiento. En Venezuela se cultiva bajo una temperatura que fluctúa dentro de un rango de 21°C (mínima) y 23 C (máxima) durante el ciclo del cultivo.

El ajonjolí necesita una adecuada suplencia de humedad, pero puede ser realmente resistente a la sequía, dependiendo su desarrollo de otros factores ambientales como temperatura, suelo, viento, etc.; se ha estimado que una precipitación entre 300 y 500 mm bien distribuida durante su ciclo son suficientes para un adecuado desarrollo.

En la región centro occidental de Venezuela, el ajonjolí no recibe, en algunos casos, ninguna precipitación durante su ciclo, y en la mayoría de las veces esta precipitación no es superior a 30 mm, de manera que depende de la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos donde se cultive. Actualmente, se le dan los últimos ajustes a una nueva tecnología de siembra, donde el cultivo se siembra donde aún se esperan precipitaciones, lo que hace posible utilizar, entre otras cosas, variedades de ciclos más largos y fertilización, lo que redundará en mayores rendimientos.

Las prácticas de riego no son utilizadas en la región para este cultivo, aunque ha sido demostrado en otros países que las mismas pueden incrementar los rendimientos de 20 a 45%.

El ajonjolí se adapta bien a una gran variedad de suelos, es medianamente exigente en fertilidad, preferiblemente debe ser sembrado en suelos de textura franco-arenosa o franco-arcillosa con buena retención de humedad. En condiciones de los Llanos Occidentales deben evitarse los suelos arenosos, ya que como se mencionó anteriormente, el desarrollo del cultivo depende del agua almacenada en el suelo. Como todos los cultivos, el ajonjolí se desarrolla mejor en suelos de pH neutro y levemente alcalinos; sin embargo, muestra un desarrollo adecuado en suelos hasta con un pH de 5.5.

Cuadro 2. Evaluación de la producción de ajonjolí, superficie sembrada y rendimiento en Venezuela (1975-1988).

Año	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (ha)
1975	135.819	59.130	440
1976	140.271	56.171	400
1977	147.058	76.549	520
1978	132.292	54.124	409
1979	55.718	40.010	718
1980	90.000	44.000	488
1981	130.000	45.506	783
1982	94.380	52.512	556
1983	110.007	51.770	470
1984	77.390	37.870	489
1985	104.000	40.340	388
1986	104.660	45.000	429
1987	161.000	56.000	345
1988	148.000	72.000	486

Fuente: Anuario MAC 1983, FONALI.

Preparación de suelos

La preparación de suelos es esencial para un buen desarrollo del cultivo, ya que como se ha indicado, el ajonjolí dependerá básicamente del agua almacenada en el suelo.

Por muchos años los suelos dedicados al cultivo de ajonjolí han sido manejados en una forma intensiva, abusándose en muchos casos del laboreo del suelo con el uso excesivo de maquinaria agrícola en la preparación para la siembra, lo que tiende a deteriorar las características físicas del suelo, aumentando la compactación y disminuyendo la aireación y penetración de agua. Esta situación se hace más grave cuando la rotación utilizada en el área en particular es arroz-ajonjolí, ya que el arroz es un cultivo exigente en cuanto a preparación de suelos.

Arado

Con esta labor se logra un volteado de los prismas de tierra, lo que promueve una ruptura de las capas compactadas que por el exceso de laboreo, se mejora la aireación de las capas profundas del suelo, además de lograrse la granulación del mismo.

Esta labor se debe realizar entre 30 y 40 cm de profundidad. Algunos agricultores hacen una labor parecida usando el Big-Rome (rastra pesada), aunque con este implemento la profundidad de preparación es menor. Esta práctica debe repetirse, de acuerdo a las condiciones propias del terreno, con una frecuencia de aproximadamente 2 años.

Rastra

Esta labor se utiliza con la finalidad de lograr un mayor desmenuzamiento de los terrones, lo cual le brindará una mejor "cama" para la germinación de la semilla y facilitará su emergencia a la superficie del suelo.

El número de pases a dar con este implemento dependerá de las características del suelo, teniendo un número promedio de 5, aunque por norma general es menor en los suelos sueltos (francos, franco-arenosos, etc.) que en los suelos pesados. El número óptimo de pases dependerá muchas veces de la pericia del agricultor.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la investigación, donde se nota que el mejor rendimiento en suelos pesados se obtuvo con el mayor número de pases de rastra, en este caso 10 pases de rastra superaron a 4 pases. En los suelos livianos ocurrió lo contrario, donde 3 pases de rastra superaron a 9 pases.

Cuadro 3. Relación entre el No. de pases de rastra y el rendimiento de ajonjolí en suelos livianos y pesados.

Tratamiento	No. pases de rastra	S.P. kg/ha	No. pases de rastra	S.L. kg/ha
Arado compactado	4	688	3	887
	7	664	6	746
	10	733	9	817
Arado no compactado	4	590	3	921
	7	665	6	908
	10	788	9	1022
No arado compactado	4	636	3	998
	7	742	6	881
	10	788	9	817
No arado no compactado	4	504	3	1032
	7	878	6	017
	8	802	9	728

S.P = Suelos Pesados
S.L = Suelos Livianos

En la medida en que se retarde la realización de esta labor, aumentará el riesgo de que la humedad retenida en el suelo se pierda más rápidamente, por esta razón algunos agricultores la realizan durante la noche para disminuir pérdidas de humedad.

Compactación

Esta labor se realiza bien sea con rodillos de dientes o lisos, o cualquier otro implemento como un tronco pesado, un chasis, etc. La misma se efectúa con la finalidad de hacer que la humedad del suelo suba a las capas superficiales (por capilaridad) de manera que pueda estar en contacto con las semillas al momento de la siembra, lo que permite tanto mejor germinación de las mismas como una mayor uniformidad en el campo. En este caso se recomienda sembrar al día siguiente de efectuar esta labor.

Algunos agricultores acostumbran colocar el rodillo o implemento para compactación, inmediatamente después de la rastra, al efectuar el último pase de esta.

Fertilización

Esta práctica no es muy difundida entre los productores de la región de los Llanos Occidentales; esto se debe básicamente al hecho de no haber humedad suficiente en el suelo para disolver los fertilizantes en la época en que se cultiva el ajonjolí.

Sin embargo, cuando exista la oportunidad de realizarla, esta práctica puede efectuarse al eliminar los restos del cultivo anterior con la rastra dejando el terreno libre por un tiempo hasta llegar el momento oportuno de siembra, donde se terminará con la preparación del suelo. Esto daría la oportunidad de que con cierta precipitación, los fertilizantes pueden disolverse y estar disponibles para el ajonjolí durante el desarrollo de su ciclo.

De implementarse esta práctica, se deben utilizar fertilizantes nitrogenados y fosforados. Resultados obtenidos por González T., Delgado M. *et al.*; Montilla D. y Rodríguez, indican que las cantidades de nitrógeno a ser aplicadas deben estar entre 20 y 40 kg/ha y entre 20 y 60 kg de P₂O₅/ha. Parece ser que los niveles de potasio existentes en el suelo son suficientes para el completo desarrollo del cultivo.

Siembra

Uno de los factores más importantes para el cultivo exitoso de ajonjolí es la elección de la época oportuna de siembra. Esto se deriva del hecho de que el ciclo del cultivo ocurre durante los meses de verano, y siembras muy tempranas pueden perderse al

ocurrir las últimas precipitaciones, las cuales pueden bien sea tapizar las semillas en el campo o "estrangular" las plántulas ya emergidas. Por otro lado, siembras tardías pueden resultar en fallas en la germinación por la ausencia de humedad en el suelo.

La siembra normalmente se realiza con la sembradora de granos pequeños (sembradora tradicional de arroz), a la cual se le tapan algunas descargas, de manera de dejar las hileras entre 68 cm y 70 cm.

La sembradora debe ser graduada para que descargue de 3 a 4 kg de semillas certificadas por hectárea, de esta forma se garantizará una población que oscila entre 300.000 y 350.000 plantas por hectárea. Además y como complemento, se debe observar en el campo de 25 a 30 plantas por metro lineal para variedades no ramificadas y de 20 a 25 plantas para variedades ramificadas.

En cuanto a la profundidad de siembra, esta debe graduarse de modo que la bota de siembra descargue donde se encuentra la humedad para garantizar la germinación, esto se logra con una profundidad promedio de 2.00 cm. Hay que recordar que las siembras muy profundas se tardan mucho en emerger y causan fallas en el campo.

La calidad de semilla a utilizar es un factor muy importante, pues esto es otro factor del éxito de la semilla, para ello hay que utilizar semilla certificada ya que la misma garantiza lo siguiente: pureza varietal, germinación mínima del 80%, libre de malezas nocivas, máximo de 2% de purezas, libre de enfermedades fungosas transmisibles por la semilla, un máximo de 5% de daños mecánicos y libre de insectos.

Epocas de siembra

Las épocas de siembra recomendables para el Estado Portuguesa son las siguientes: variedades del ciclo mediano (Aceite, Piritu y Maporal), primera quincena del mes de diciembre; variedades de ciclo precoz: segunda quincena del mes de diciembre hasta un máximo de la primera semana del mes de enero (Arawaca y Turén).

Estas épocas de siembra varían de acuerdo a las condiciones de la zona y especialmente de la distribución de la precipitación y del suelo.

En otras zonas (Edo. Cojedes y Barinas) estas zonas dependerán del momento en que se retire la época lluviosa, lo cual suele ocurrir más temprano, además hay que considerar el hecho de que los suelos son más livianos y con una menor capacidad de retención de humedad; por lo tanto, la época de siembra para estos estados está normalmente definida en promedio para el mes de noviembre. Existen variedades como la Venezuela 44, Venezuela 52 e Inamar que una vez fueron sujetas a

certificación pero que por ciertas características no deseables (específicamente el ciclo intermedio y susceptibilidad al ataque de enfermedades) fueron retiradas de los programas; sin embargo, actualmente existe la posibilidad de cultivar variedades de ciclos intermedios a tardío utilizando la nueva tecnología para siembras tempranas, por que están siendo nuevamente solicitadas por los agricultores.

Variedades sembradas en los Llanos Occidentales

De acuerdo al ciclo del cultivo (número de días que transcurren desde la siembra al corte) las variedades se pueden clasificar como: variedades de ciclo corto (precoces), ciclo medio o largo. Por limitaciones de tipo ambiental (lluvias extemporáneas) en los Llanos Occidentales solo se siembran variedades de ciclo corto y medio; dentro de cada uno de estos grupos se encuentran variedades con ramas o sin ramas, carácter este que es importante considerar para determinar la densidad de plantas en la hilera.

En el Cuadro 4 se resumen las principales características de las variedades de ajonjolí sujetas a certificación actualmente.

Cuadro 4. Principales características de las variedades sujetas a certificación.

Variedad	Ciclo (días)	Ramas	Cápsula por axila	Peso 1.000 semillas (g)	Altura (cm)
Aceitera	92	no	3	2.80	1.55
Arawaca	75	si	1	3.18	95-1.55
Maporal	96	si	1	2.57	1.00-1.80
Turén	70	no	2	2.85	90-1.60
Piritu	96	si	1	----	1.60

Descripción de las variedades

Turén: Es una variedad de ciclo corto (precoz), su ciclo vegetativo es de unos 75 días, de la siembra al corte es de porte medio, presenta 3 cápsulas por axilas, no es ramificada, su semilla es de color blanco cremoso, de entrenudos cortos; aún cuando pudiera confundirse con la variedad Aceitera Mejorada, se diferencia de esta en que sus hojas y tallo no son pubescentes.

Arawaca: Al igual que la Turén, esta variedad es de ciclo corto (precoz), aproximadamente 75 días de la siembra al corte, es de

porte medio, presenta de 2 a 4 pares de ramas y un solo fruto por axila, a ambos lados del fruto se observan dos nectarios de color amarillo lo cual permite una fácil identificación de la variedad en plantas adultas, la semilla es de color variado (mezcla de granos gruesos, grises, blancos y cremosos).

Aceitera mejorada: Esta es una variedad de ciclo medio, con un ciclo vegetativo de unos 90 a 95 días de la siembra al corte, presenta 3 cápsulas por axila, es de una sola guía (no ramificada), sus hojas y tallos son pubescentes, de entrenudos cortos, la semilla es de color blanco.

Píritu: Es una variedad con ciclo de 90 a 100 días de la siembra al corte (ciclo medio), es ramificada, de cápsulas muy pubescentes y semillas de color marrón, las hojas superiores son muy lanceoladas y tienden a verticalizarse, es tolerante a áfidos.

Variedades no certificadas

Son aquellos cultivares que se han venido propagando a nivel de campo (agricultores) pero no están dentro del Programa de Producción de Semillas Certificadas; entre estos tenemos: precoz gigante, blanca, chino rojo, etc.; entre estas la de mayor difusión es la chino rojo, y se describe a continuación:

Chino rojo: Su ciclo oscila entre los 90 y 100 días, de un verde oscuro, presentando dos nectarios de color cremoso a ambos lados de este, es una variedad ramificada y muy rendidora pero muy susceptible a áfidos.

Cantidad de semillas por hectárea

Cuatro kilos por hectárea con sembradora de granos pequeños.

Control de malezas

El crecimiento inicial del cultivo es muy lento por lo que es muy afectado por la competencia con las malezas tanto de hoja ancha como gramíneas.

El control químico de malezas en el ajonjolí ha resultado hasta cierto punto ineficiente, una de las causas principales es la insuficiente humedad en el suelo para el momento de aplicación de los herbicidas, lo que hace que los productos no actúen en forma óptima. Sin embargo, en suelos donde existan buenas condiciones de humedad se ha observado un buen control de gramíneas con la aplicación de Lazo en dosis de 2 litros/ha. Actualmente existe en fase experimental un grupo de graminicidas post-emergentes que han mostrado un buen control, entre ellos se

pueden mencionar el Galant, H1 Super, Furore y otros.

Para el control de malezas, el cultivo contará entonces básicamente con los métodos culturales que incluyen una buena preparación del terreno lo que permite la destrucción tanto de malezas presentes como semillas de malezas en el suelo y siembra de semillas certificadas que garantizan la ausencia de semillas de malezas.

Una vez que el ajonjolí ha germinado y ha alcanzado una altura promedio de 20 cm, debe realizarse un pase de cultivadora que destruya parte de las malezas presentes en el campo, ayuda la aireación del terreno y rompe la capilaridad por destrucción de las capas compactadas por lo que ayuda a conservar la humedad. El número de pases depende del rebote de malezas y del tamaño del cultivo el cual permita la labor. Al tener las plantas una altura de 30 cm de altura se puede realizar un pase de cultivadora aporcando; cuando la presencia de malezas es muy grande en la hilera, deberán combatirse manualmente y solo cuando sea estrictamente necesario, pues esta operación es muy costosa.

Cosecha

La cosecha es quizás la operación más exigente de todas las que se llevan a cabo durante el cultivo del ajonjolí, ya que debido a la característica dehiscente de los frutos, esta debe hacerse al momento preciso y en un periodo relativamente corto de tiempo; por ello es importante conocer previamente el ciclo aproximado de la variedad en la zona donde se cultiva, además algunos síntomas que indican la madurez de la planta, como sería amarillamiento del tallo y las hojas, caída de las hojas en algunas variedades. En todas las variedades cuando los frutos basales comienzan a abrirse debe iniciarse la cosecha sin demora.

La cosecha tradicional consta de 2 fases: corte y trilla.

Corte: Esta operación es realizada usualmente por la máquina cortadora-atadora, la cual corta el cultivo y amarra los haces los cuales deja en el campo. Posteriormente, y en forma manual, se amarran estos haces en número de 5 para formar las parvas o burros, los cuales permanecerán en el campo para el secado por alrededor de dos semanas, esto dependerá de la temperatura y la incidencia de lluvias.

Cuando las extensiones son pequeñas la operación de corte y amarre puede ser realizada totalmente en forma manual.

Trilla: Esta operación es realizada por la máquina combinada, a la cual se le sustituye la mesa tradicional de arroz para una plataforma sin aspas diseñada para tal fin; hacia ellas los operadores lanzan las parvas o burros los cuales debieron ser colocados en forma lineal al momento del corte y amarre, para facilitar la operación.

La máquina debe ser graduada en forma adecuada para disminuir las pérdidas, tanto por daño a la semilla como por pérdida hacia el bote de los desperdicios vegetales.

Nuevamente para extensiones pequeñas esta operación puede ser realizada manualmente.

Existen algunos cabezales diseñados por agricultores de corte, entre ellos cabe mencionar la tipo "Calaone" la cual recoge las parvas en el campo sin la utilización de obreros. En ella existe una compuerta hidráulica accionada directamente por el operador, la cual golpea las parvas y las lanza a un mecanismo que las transporta al sistema de trilla.

Ultimamente se ha incrementado el uso de un sistema ideado por un agricultor y mecánico de apellido Shulze, que automatiza todo el proceso de corte y trilla, el cual está diseñado para cortar el "ajonjolí en pie". En este sistema, el ajonjolí es secado para disminuir el contenido de materia vegetal a introducir en la máquina y uniformizar el secado del área a cosechar, para ello normalmente se utiliza como desecante el Reglone en dosis de 2 a 2,5 litros/ha, esta dosis dependerá del grado de desarrollo del cultivo, la aplicación puede ser realizada con una bomba acoplada al tractor o por avión; lo importante de la misma es cubrir toda la planta. De 4 a 6 días después de la aplicación, las plantas estarán listas para el corte y trilla con la cosechadora, esta cosecha por hileras con un mecanismo que corta la planta a unos 15 cm del suelo y la pasa a otro mecanismo que la eleva al sistema de trilla.

Este sistema puede tener un rendimiento de hasta 25 ha/día. Entre las principales ventajas de la utilización de este método se encuentran:

- No se necesita de la máquina cortadora-atadora.
- No se necesita de operación de amarre y parado de las parvas.
- El campo queda libre de ajonjolí.
- Se acelera el proceso de secado en caso de lluvias.

Como puede observar, hay disminución de la utilización de mano de obra (ahora escasa) y se acelera sustancialmente el proceso en el caso de lluvias eventuales.

Usos

El uso principal del ajonjolí es para la obtención del aceite de sus semillas, el cual es de excelente calidad, debido al alto contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido oleico y linoleico. El aceite de ajonjolí es altamente resistente a la oxidación, también puede ser conservado por mucho tiempo sin enranciar, debido a la presencia del sesamol,

antioxidante natural.

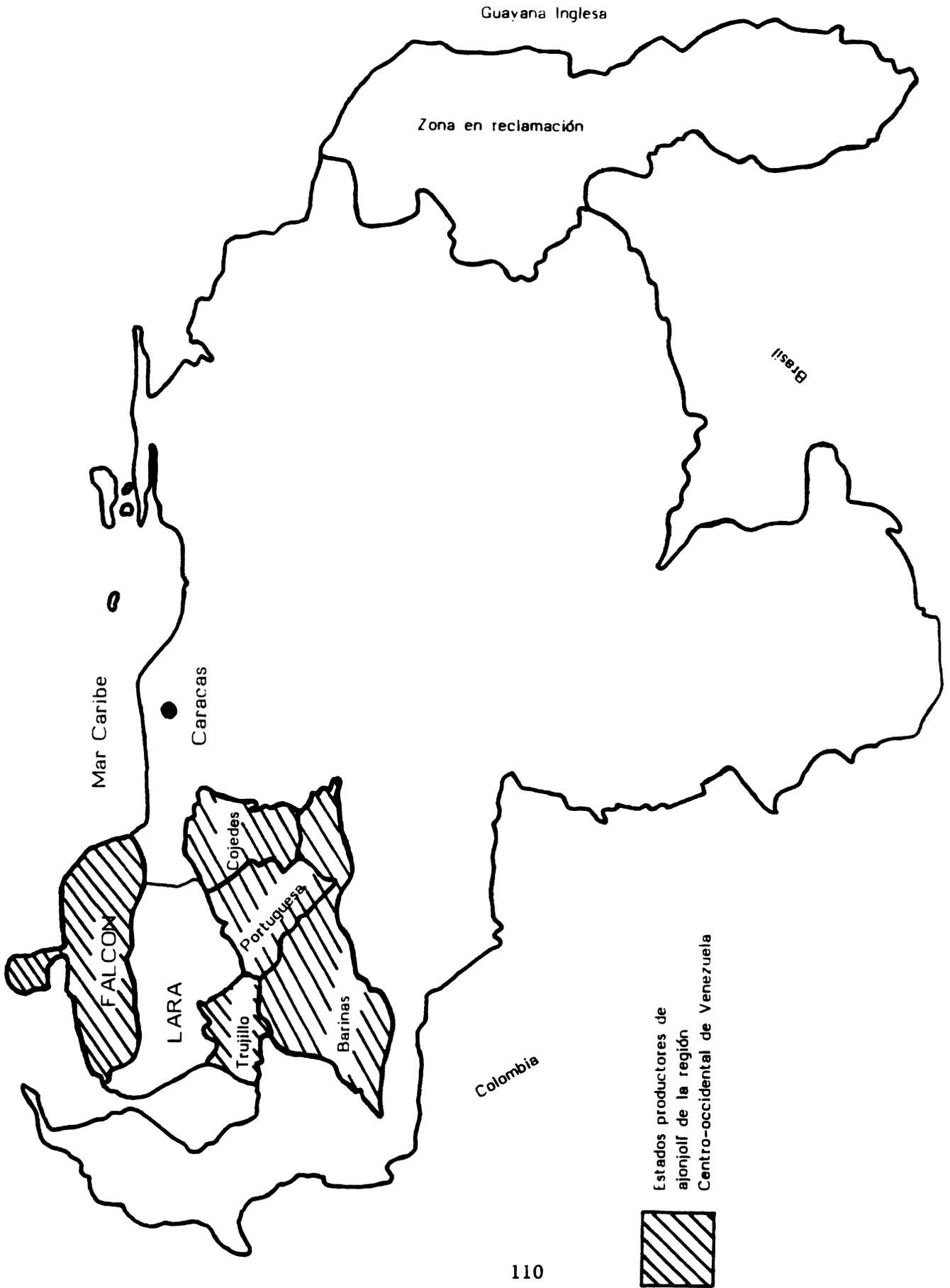
Además de su uso comestible el aceite es usado como vehículo para sustancias liposolubles en productos farmacéuticos como la penicilina y ciertas hormonas estrógenas, también se usa en la industria de cosméticos y perfumería.

La torta que queda después de la extracción de aceite contiene un alto porcentaje de materias (40-50%) la cual contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, pero es deficiente en lisina.

Otro uso de menor difusión está en la elaboración de dulces (turrónes), bebidas (chicha) y últimamente en confitería en la industria de hamburguesas.

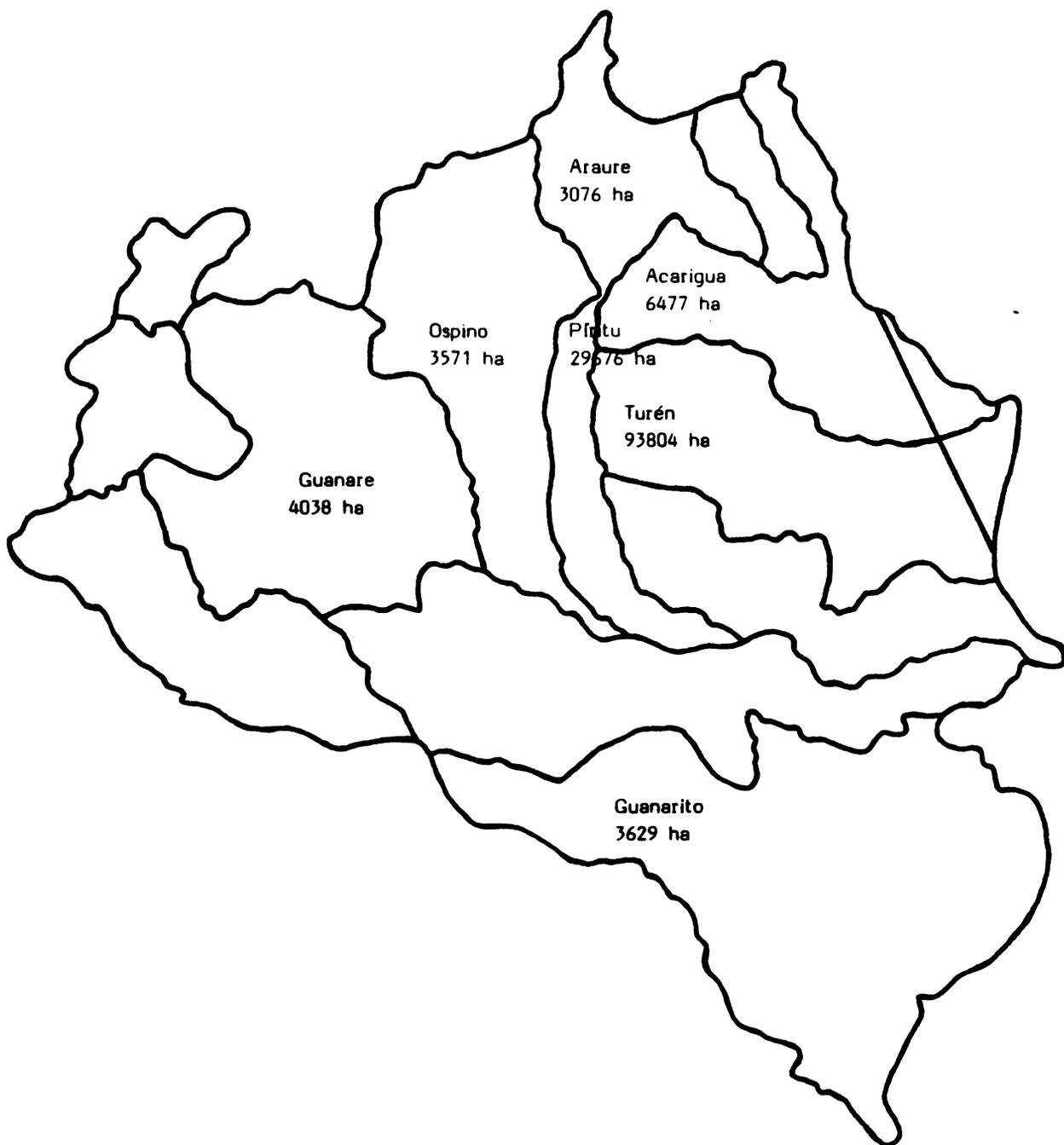
BIBLIOGRAFIA

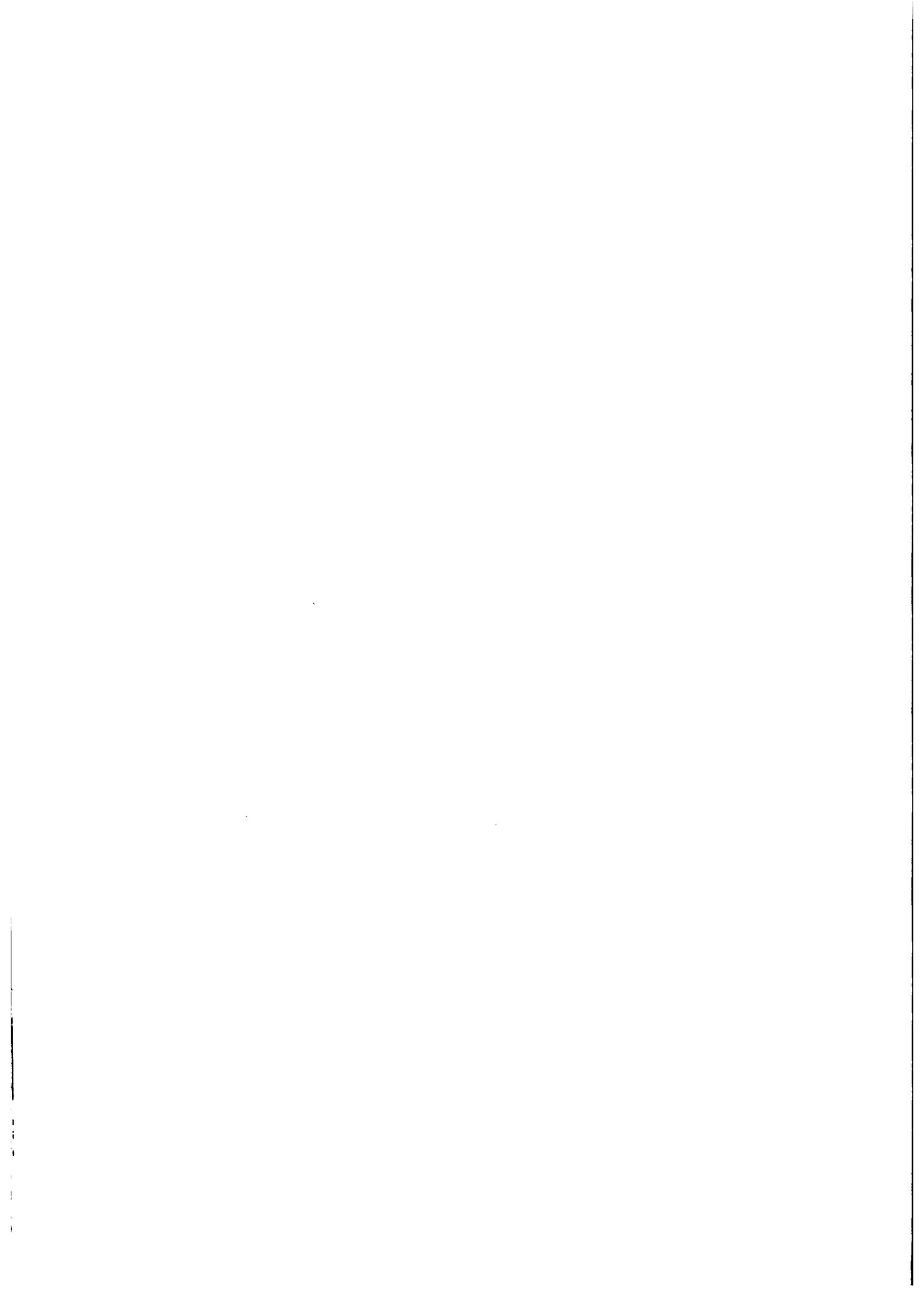
1. AVILA, J. et al. Curso intensivo sobre "Recomendaciones para la siembra de ajonjolí". FONAIAP-Estación Experimental Portuguesa. Publicación Técnico divulgativa.
2. AVILA, J. et al. 1988. Formas de cosecha de ajonjolí en Venezuela. IICA-BID-PROCIANDINO. VII Seminario. Cosecha mecánica del ajonjolí. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador, PROCIANDINO. pp. 38-44.
3. DAVILA, R. 1988. Sistemas de cosecha en el cultivo de ajonjolí. IICA-BID-PROCIANDINO. VII Seminario. Cosecha mecánica de ajonjolí. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador, PROCIANDINO. pp. 49-57.
4. HERRERA, B. 1962. Manual práctico del campesino. Cultivo de ajonjolí. MAC, IAN, BAP, CBR, Consejo de Bienestar Rural. Caracas, Venezuela. 34 p.
5. MAZZANI, B. 1983. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Caracas, Venezuela. 629 p.



ANEXO 2

DIVISION POLITICA DEL ESTADO PORTUGUESA





//
**NUEVA TECNOLOGIA PARA LA SIEMBRA TEMPRANA DE AJONJOLI
EN LOS LLANOS OCCIDENTALES**

✓
Carlos A. Barrios C.

RESUMEN

El excesivo laboreo de los campos para siembra de ajonjoli en los Llanos Occidentales, unido al efecto de las precipitaciones extemporáneas, ocasionan pérdidas por tapizado de la semilla. Esta situación origina resiembras y siembras tardías que posteriormente durante el proceso de cosecha (corte previo al secado natural y trilla) estarán expuestas nuevamente a sufrir las consecuencias de las precipitaciones. La investigación dirigida a buscar una nueva tecnología de siembras se realizó en ciclos consecutivos. Para el ciclo verano 1986-87 se efectuó la evaluación de siembra sobre camellones y en el fondo del surco con distintas densidades; este ensayo semicomercial se realizó en la Colonia Agrícola de Turén el 11-12-86. La preparación de tierras consistió en cuatro pases de rastra y uno de charrugas pequeñas dispuestas en una barra porta-herramientas y separadas 60 cm, permitiendo así la conformación de camellones. La siembra se realizó a chorro corrido con una sembradora John Deere, sobre el camellón, con disco, y en los surcos permitiéndose la caída libre de la semilla al eliminar la bota y el disco. Se utilizaron densidades de 3,4 y 5 kilogramos de semilla/ha, tanto sobre el camellón como en el surco y una cuarta densidad 3 kg/ha, sembrando solo sobre el camellón. La fuerte precipitación (53 mm) registrada el 20-11-86, causó pérdida de casi toda la semilla sembrada en el fondo de los surcos, apenas se logró una población promedio de 1.306 plantas/ha, con la mayor densidad 5 kilogramos semilla/ha. En cambio, la siembra sobre el camellón, permitió establecer poblaciones promedios de 188.889, 177.223 y 226.944 plantas/ha, con densidades de 3, 4 y 5 kg/ha, respectivamente. Los rendimientos obtenidos fueron superiores a los 1.000 kg/ha (el promedio nacional no llega a 500 kg/ha).

Para el inicio del ciclo verano 1986-87, la investigación realizada había permitido, introducir adaptaciones al equipo seleccionado a nivel de fincas y, de esta forma, se continuó la investigación con la factibilidad de poder realizar en una sola labor el encamellonado y siembra. Es así que utilizando en forma conjunta la barra porta-herramientas con las 6 charrugas, conservando las mismas separaciones y una sembradora a chorro corrido marca International modelo 510, acoplada al centro de la

* Ing. Agr. E.E. Portuguesa, FONAIAP, Venezuela.

barra mediante una adaptación y graduada a 5 hileras de siembra con densidad de 4 kg/ha; se procedió a levantar los camellones y sembrar, todo en una sola labor. Se sembraron así entre el 18-11-87 y el 23-11-87, 80 hectáreas de ajonjolí variedad "Piritu" en la Finca Santa Isabel, ubicada en el km 6 de la vía Araure-Barquisimeto.

Esta nueva tecnología de siembra temprana de ajonjolí utilizada fue todo un éxito, a pesar de las precipitaciones ocurridas de 80,2 mm en un lapso de 11 días contados desde el inicio de la siembra. Se logró a los 25 días de sembrado establecer una población promedio de 295.495 plantas/ha.

Para el control de maleza de hoja ancha, se realizó un cultivo mecánico, utilizando las mismas charrugas y barra portaherramientas empleadas en el encamellonado y siembra.

Para la evaluación de poblaciones a cosecha y estimaciones de rendimientos, se muestreó independientemente cada lote de siembra (4 lotes), variando la población entre 127.593 y 233.619 plantas/ha y los rendimientos entre 372 y 916 kg/ha.

Estas diferencias obedecieron posiblemente a las características de los distintos tipos de suelo que conforman estos lotes y a la influencia de factores que no fueron controlados oportunamente y que actuaron en algunos sitios con mayor intensidad que en otros, tal como lo fue el ataque de gusanos cortadores que se hizo presente.

CONCLUSIONES

Para la siembra temprana de ajonjolí en los Llanos Occidentales se recomienda esta nueva tecnología por las siguientes ventajas:

1. Preparación de suelo y siembra

Nueva tecnología: 4 - 5 pases de rastra y encamellonado y siembra en una sola labor. Tiende a la conservación de la estructura del suelo y reduce los costos de producción.

Sistema tradicional: 1 pase de arado o Big-Rome, 8 - 12 pases de rastra; 1 - 2 pases de rodillo desterronador; 1 - 2 pases de chasis y/o viga; 1 pase de rolo y siembra aproximadamente a los 5 días después de esta última labor. El excesivo laboreo contribuye a la destrucción de la estructura del suelo.

2. Utilización de abonos

Nueva tecnología: Se recomienda la incorporación de abonos con el último pase de rastra (dependiendo a las necesidades del suelo), ya que la humedad existente lo hacen aprovechable al cultivo.

Sistema tradicional: No se recomienda la utilización de abonos por limitaciones de humedad del suelo.

3. Equipo utilizado

Nueva tecnología: Permite la utilización de los equipos tradicionales con solo hacerles pequeñas modificaciones y/o adaptaciones.

4. Epocas de siembra

Nueva tecnología: Solo recomendable para siembras tempranas cuando todavía se esperan precipitaciones (octubre-noviembre) sin riesgo de tapizado.

Sistema tradicional: Finales segunda quincena de diciembre y primera quincena de enero con el alto riesgo de precipitaciones extemporáneas que ocasionan el tapizado de la semilla y originan resiembras de los campos.

5. Variedades utilizadas

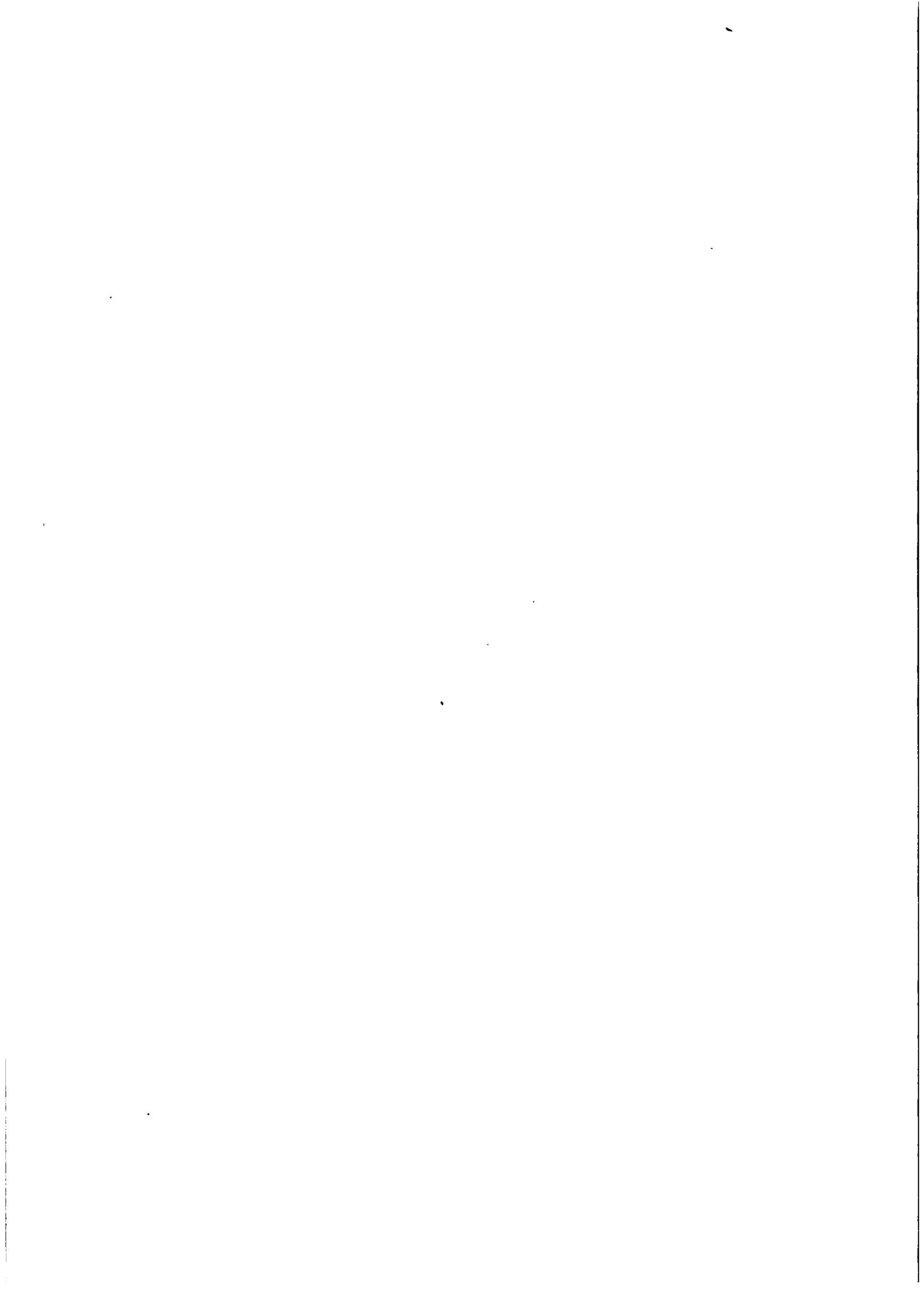
Nueva tecnología: Variedades de ciclo largo (mayor garantía de mejores rendimientos).

Sistema tradicional: Por lo general se utilizan variedades de ciclo corto.

6. Época de cosecha

Nueva tecnología: La cosecha está garantizada en una época completamente seca (febrero-marzo).

Sistema tradicional: Las siembras tardías corren el riesgo de que las lluvias extemporáneas dañen el cultivo cuando este se encuentra en proceso de secado natural (abril-mayo).



FERTILIZACION DEL AJONJOLI

Tania Rodríguez *

El objetivo general de la fertilización es el de obtener el mayor rendimiento posible con un mínimo costo, para alcanzar la máxima rentabilidad en el negocio agrícola.

La consecución de este objetivo requiere tomar en cuenta diversos factores que se constituyen en las bases técnicas de la fertilización. Estos factores son:

Dosis de aplicación
Tipo de fertilizante
Epoca o momento de la aplicación
Sistema de aplicación

Para tomar una decisión técnica y racional sobre la cantidad de fertilizantes que debe aplicarse en cada caso, es necesario tener en cuenta: la disponibilidad de nutrientes evaluada mediante el análisis químico del suelo.

En resultados de experimentos ejecutados por FONAIAP se ha encontrado una alta probabilidad de respuesta al fósforo y al nitrógeno. Las dosis adecuadas pueden ser altas, medias o bajas, dependiendo del estado nutricional y de las condiciones agroclimáticas de la finca; para el fósforo las dosis pueden ir desde 130 hasta 30 kg/ha de P₂O₅. Para el potasio se sugiere hacer aplicaciones con el fin de mantener el nivel de fertilidad del suelo y evitar desbalances nutricionales, dada la interacción existente entre estos nutrientes.

El requerimiento nutricional del cultivo es otro de los factores que directamente incide en la cantidad de fertilizante que debe aplicarse; existen trabajos que refieren que para obtener una producción de semilla de ajonjolí de 1.000 kg, este extrae del suelo un promedio de 45 kg/ha de nitrógeno, 30 kg/ha de fósforo en forma de P₂O₅ y 50 kg/ha de potasio en forma de K₂O. Sin embargo, no todo el nutrimento aplicado en el fertilizante es aprovechado por el cultivo, pues solamente una proporción del mismo es utilizado por la planta. A esta proporción que generalmente es expresada en porcentaje, se denomina eficiencia de la fertilización. Esto va a depender de

* Investigadora FONAIAP, E.E. Monagas, Maturín, Venezuela.

las condiciones del suelo y las climáticas, una parte de los nutrientes aplicados se perderán bien sea por lixiviación o lavado, pérdidas en forma de gas y pérdidas por fijación.

Una de las formas de estimar las dosis óptimas de fertilizante a aplicar es mediante la realización de trabajos de investigación que traten de evaluar la respuesta del cultivo cuando se le aplican dosis crecientes de un determinado nutriente.

Producto de investigaciones realizadas desde 1985, se presenta una tabla de doble entrada que orienta sobre las dosis más adecuadas de fósforo y de potasio (ver Cuadro 1) en función de los resultados de los análisis de suelo.

La fertilización nitrogenada, generalmente, va a estar comprendida en el rango de 60 a 120 kg/ha de nitrógeno. Su manejo va a depender, entre otras cosas, de las texturas superficiales y de las cantidades de fertilizante básico aplicadas al momento de la siembra.

En los casos que amerite de reabonamiento, estos solo deben efectuarse con fertilizantes nitrogenados, antes de los 30 días, después de la siembra, con el fin de evitar aplicaciones de fertilizantes cuando el cultivo está en floración.

En relación a las aplicaciones de magnesio, solo se considerarán necesarias cuando las relaciones Ca/Mg y Mg/K, sean > 6 y < 1 , respectivamente.

Considerando el lento crecimiento inicial del ajonjolí y la poca expansión de su sistema radical se recomienda la aplicación en banda del fertilizante.

El manejo de la fertilización del ajonjolí en el Estado Monagas debe aprovechar al máximo las experiencias ya acumuladas en la explotación de otros cultivos. Una agricultura de altos rendimientos no se logra con solo fertilizante, es importante realizar las prácticas de fertilización dentro del contexto de un buen manejo general del cultivo.

Cuadro 1. Instructivo de fertilización para ajonjolí. Localidad y características de los suelos mesas orientales de Monagas y Anzoátegui: suelos ácidos y de baja fertilidad.

Dosis básica de Nitrógeno: 60-120 kg/ha

RECOMENDACIONES GENERALES: EXPRESADAS COMO kg/ha DE N: P2O5:K2O

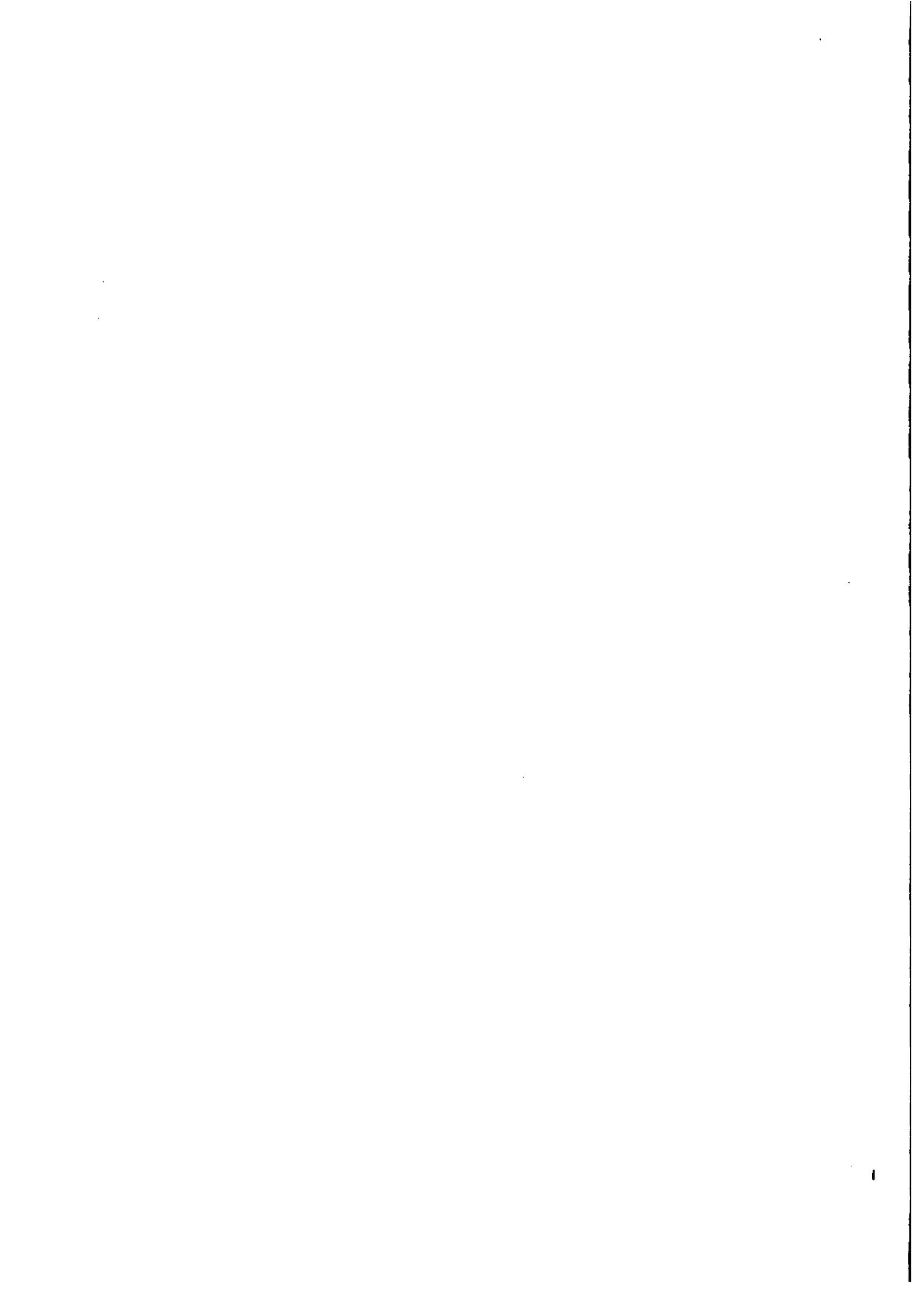
FOSFORO

POTASIO

Rango	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Bajo	60 130-60 120	60 100-60 120	60 60-60 120	60 30-60 120
Medio	60 130-30 120	60 100-30 120	60 60-30 120	60 30-30 120
Alto	60 130-30 120	60 100-30 120	60 60-30 120	60 30-30 120

Comentarios:

Este instructivo de abonamiento, presupone aptitud de los suelos para el ajonjolí.



ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR ALGUNAS ENFERMEDADES DEL AJONJOLI

(Sesamum indicum)

Juan B. Pineda y Jesús M. Avila *

En la región de los Llanos Occidentales de Venezuela, las enfermedades conocidas como "Tallo seco" y la "Marchitez" se han constituido en un problema complejo y difícil de controlar en el cultivo del ajonjolí. Grandes plantaciones de este cultivo ven disminuir sus rendimientos hasta en un 25% a causa de estas enfermedades producidas por hongos patógenos como Macrophomina y Fusarium que ocasionan la muerte de plantas principalmente en la etapa de formación y maduración de cápsulas, lo cual resulta en un secamiento prematuro y pérdidas de semillas en el campo, además del peligro potencial de su transmisión por semilla.

Varios factores pueden influir en el desarrollo de estos hongos comúnmente asociados para causar el daño en la planta; las altas temperaturas y la baja humedad del suelo duplican la severidad de la enfermedad, ocurriendo la máxima infección cuando el suelo está seco, lo cual se agrava en aquellos suelos arenosos donde la capacidad de retención de agua es poca. También un bajo contenido de Potasio (K) en el suelo está relacionado a un alto índice de estas enfermedades en la plantación. Sin embargo, se ha observado cierto efecto con algunos herbicidas que pueden controlar las poblaciones de estos patógenos cuando son incorporados al suelo, básicamente en el ciclo anterior a la siembra del ajonjolí (en nuestro caso pueden ser los herbicidas aplicados en algodón, caraotas) o si es factible en la misma siembra de ajonjolí.

De cinco fungicidas probados en un ensayo de campo, solamente Propineb (Antracol) y Dicarboximida (Captan) aplicados al 1% en la semilla controlaron la muerte de plántulas y al final los rendimientos alcanzados fueron superiores en más de 100 kg con respecto a los provenientes de semillas sin tratar (ver Cuadro 1).

A pesar de que el efecto ocurra en los primeros días del cultivo ya que el tratamiento es a la semilla, no alcanzando a proteger las plantas adultas, se evita el daño primario a las plántulas causado por Fusarium que a la larga va a permitir la entrada de Macrophomina al tejido dañado y, por lo tanto, desciende al final el porcentaje de plantas muertas en campo.

* Investigadores FONAIAP, E.E. Portuguesa. Apdo. 102. Acarigua, Venezuela.

Cuadro 1. Rendimiento/ha de ajonjolí en tratamiento con fungicidas a la semilla.

Tratamiento	Rendimiento X (kg/ha)
Antracol + Lazo*	1.031,4
Antracol (Propineb)	964,0
Captan (Dicarboximida)	926,6
Rovral (Iprodione)	905,2
Testigo + Lazo*	871,3
Testigo	854,9
Captan + Lazo*	845,4
Rovral + Lazo*	782,0
Vitavax (Carboxin)	671,2
Vitavax + Lazo*	

* Tratamiento a la semilla + herbicida aplicado al suelo.

Aplicación de antagonistas a la semilla (control biológico)

El control biológico de enfermedades en plantas ha sido señalado y utilizado como una alternativa en aquellos casos de patógenos en los cuales se dificulta la aplicación de otros métodos de combate, especialmente el uso de productos químicos. Una de las formas de aplicación muy utilizada por ser más práctica y eficiente, es el tratamiento de semillas con esporas de microorganismos antagónicos a patógenos, mencionándose por ejemplo el control de la pudrición y enfermedades radiculares a través de este medio.

En pruebas de campo realizadas en Turén donde se utilizaron varios antagonistas para control biológico de la enfermedad "Tallo seco" se encontró que dos hongos denominados Trichoderma 1 y Aspergillus 1, fueron eficientes en la reducción del porcentaje de plantas muertas a causa de esta enfermedad, lo cual indica que realizaron un buen control de la misma.

El tratamiento a la semilla con esporas de antagonistas como Trichoderma y Aspergillus puede permitir su establecimiento y colonización en la raíz impidiendo así la penetración de patógenos, especialmente si actúan mecanismos de parasitismo o antibiosis.

Esto, a pesar de ser un procedimiento nuevo y que debe ser mejor estudiado, representa en el futuro la gran solución al problema de enfermedades en ajonjolí.

También puede ser utilizado el tratamiento de semillas con fungicidas o mediante la aplicación de otros hongos, antogonistas de patógenos en este caso, que constituye lo que se ha denominado

control biológico.

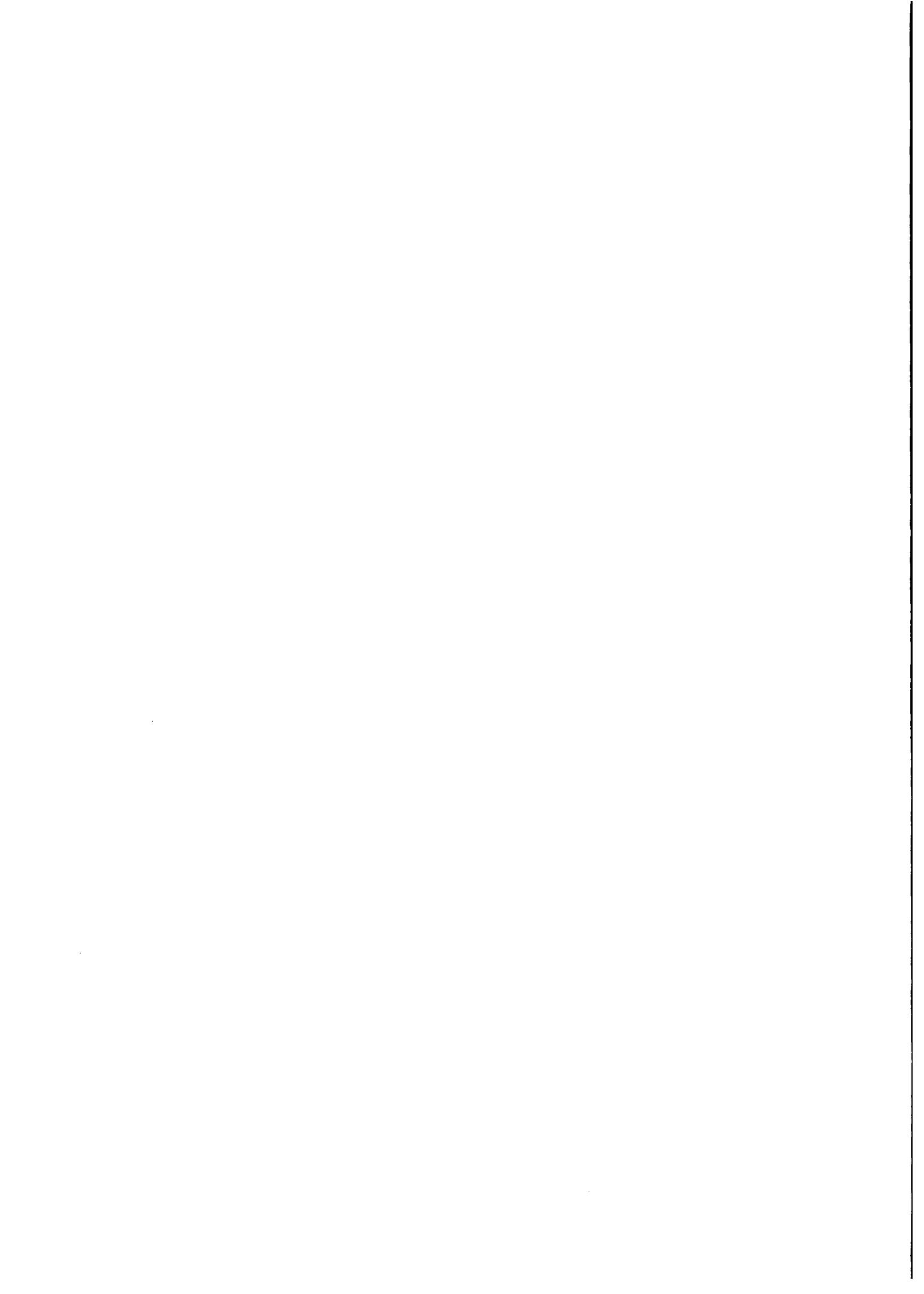
Aplicación de herbicidas

En pruebas de campo realizadas en la Estación Experimental Portuguesa se observó que la utilización del herbicida Alachlor (Lazo) aplicado al suelo en dosis de 4 l/ha al momento de la siembra de ajonjolí, tuvo un efecto protector de plántulas contra las enfermedades que causan su muerte, razón por la cual la población se mantuvo homogénea durante el ciclo, y al final se obtuvo un mayor rendimiento (aprox. 800 kg/ha), descartándose la influencia de malezas en el tratamiento ya que estas no se presentaron. Ciertos herbicidas pueden producir una reducción significativa en la población de Macrophomina en el suelo, lo cual ayuda a disminuir el porcentaje de plantas muertas y a aumentar el rendimiento total del cultivo.

La utilización de herbicidas en ajonjolí incrementa los costos; sin embargo, puede buscarse la combinación que incluya un control de malezas y, a la vez, el efecto contra patógenos habitantes del suelo, o en todo caso, seleccionar un herbicida con estas cualidades para el cultivo que proceda al ajonjolí.

Aplicación de fungicidas a la semilla

Otra alternativa que puede ser considerada para controlar estas enfermedades es la aplicación de fungicidas a la semilla, ya que su incidencia en los costos es mínima por las pequeñas cantidades utilizadas en el tratamiento.



PLAGAS DEL AJONJOLI ✓

Omar A. Aponte ✓

La situación entomológica de este cultivo ha cambiado debido a la aparición del enrollador del ajonjolí, plaga de gran importancia económica.

En este trabajo solamente se hará énfasis en aquellos insectos que revistan importancia para esta oleaginosa.

1. "Enrollador del ajonjolí" (Antigastra catalaunalis)

a. Descripción biológica: Este insecto pertenece al orden Lepidoptera y a la familia Pyralidae. Durante su metamorfosis pasa por la fase de huevo, larva, pupa y adulto en 23-25 días, siendo la larva la fase perjudicial, la cual es de color crema cuando emerge del huevo y va cambiando de color hasta tomar el color verde con una serie de puntos oscuros, mide 1.8 cm y vive 11-12 días.

b. Hábitos: La larva emite una especie de tela con la cual une las hojas para ocultarse entre ellas. Ataca el follaje, parte terminal del tallo, flor y fruto.

c. Control:

- Epoca de siembra: Se ha determinado que las siembras realizadas en forma tardía, es decir fuera del periodo recomendado, son más atacadas por la plaga.
- Varietades tolerantes: Estudios realizados indican que Arawca y Maporal son poco afectadas por la plaga; Turén tiene un comportamiento intermedio; las variedades Aceitera y Piritu se pueden sembrar en aquellas localidades donde la plaga no sea importante, o combinarla con variedades tolerantes sembrando estas últimas hacia los bordes.
- Control etológico: Usar una trampa luminosa cada 2 ó 4 ha, ya que la mariposa es atraída por la luz producida por el gas-oil. Estas trampas se hacen con latas de aceite de un litro y se les coloca en la parte inferior de un recipiente con agua y jabón. Deben colocarse en el borde del cultivo.

* Investigador M.C. FONAIAP, Estación Experimental Portuguesa. Acarigua, Venezuela.

- Control de malezas: Eliminar las malezas de los alrededores del cultivo ya que sirven de hospederas.
- Control biológico: Se ha encontrado un parasitismo natural del 20% sobre larvas ocasionado por la avispa Apanteles sp. (Hymenoptera: Braconidae).
- Control químico: Cymbush 200-300 cc/ha, Sherpa 250-400 cc/ha, Arribo 300 cc/ha, Decis 400 cc/ha y Belmark 300 cc/ha cuando la población alcance el 0,5 larva por planta.
- Debe hacerse una campaña en la zona con estas medidas.

2. "Cortadores" Spodoptera frugiperda, Spodoptera eridania, Agrotis repleta y Feltia subterranea

- a. Descripción: Pertenece al orden Lepidoptera y a la familia Noctuidae. Durante su metamorfosis pasan por las fases de huevo, larva, pupa y adulto. La fase perjudicial es la larva y son de color marrón con una Y invertida en la cabeza, y oscura con triángulos negros a lo largo del cuerpo las dos primeras especies, respectivamente, y grises o negruzcas las dos últimas.
- b. Hábitos: Pocos días después de la germinación y al atardecer observanse las larvas en el suelo alimentándose de la base del tallo, llegando a cortar la planta completamente. La especie más importante es S. frugiperda ya que sus poblaciones provienen de las siembras de maíz, sorgo, arroz y algodón, cultivos en los cuales es plaga.
- c. Control: La mayoría de las veces no es necesario tomar medidas de control porque los ataques son localizados y de baja incidencia. Cuando se detecta el 5% de plantas cortadas en forma generalizada se recomienda hacer aspersiones al atardecer con Parathion 1,5 l/ha, Lannate 1,0 l/ha, Lorsban 1,0 l/ha y Azodrin 1,0 l/ha.

3. "Afidos del ajonjolí", Myzus persicae

- a. Descripción: Pertenece al orden Homoptera y a la familia Aphididae. Durante su crecimiento pasa por las fases de ninfa y adulto. Hace daño como ninfa y como adulto. Tiene forma de pera con dos cornículos al final del abdomen, mide 1,9 mm de largo, la cabeza es de color negro y el abdomen verde pálido.

- b. Hábitos: La ninfa y el adulto forman colonias en el envés de la hoja, preferiblemente en la parte joven de la planta succionando savia e inyectando toxinas, produciendo deformación, marchitez y muerte de la planta. Su presencia se caracteriza por la meladura que se observa en el follaje.
- c. Control:
- Se recomienda sembrar en la época adecuada según la variedad utilizada, ya que las siembras tardías son afectadas por la plaga, especialmente aquellas variedades como Maporal que es susceptible al insecto.
 - Aplicación de insecticidas sistémicos cuando el ataque lo amerita.

4. "Coquitos rayados", Systema sp.

- a. Descripción: Pertenece al orden Coleoptera y a la familia Chrysomelidae. Durante su desarrollo pasa por las fases de huevo, larva, pupa y adulto. La fase perjudicial es el adulto y mide 3 mm de longitud, las alas anteriores son de color marrón oscuro con una banda amarilla en cada ala.
- b. Hábitos: Todas las fases viven en el suelo con excepción del adulto el cual se le encuentra sobre la planta haciendo raspado y perforaciones a la hoja. La mayor incidencia de esta plaga ocurre hasta los 15 días de edad, después baja notablemente la población de la misma.
- c. Control: Generalmente no se controla esta plaga porque no se presentan poblaciones que lo ameriten. Se recomienda combatir la misma cuando se observa un 20% de daño al follaje, utilizando los mismos productos con que se controlan los cortadores.

Plagas secundarias

Existen varias especies que siempre se presentan en el cultivo pero que carecen de importancia las cuales se mencionan a continuación:

1. "Mirido del ajonjolí", Cyrtopeltis tenuis (Hemiptera: Miridae).

2. "Gusanos de la cápsula", Heliothis zea y Manduca virescens (Lepidoptera: Noctuidae).
3. "Cachudos del ajonjolí", Manduca sexta y Manduca rustica (Lepidoptera: Sphingidae).
4. "Chinche verde", Nezara viridula (Remiptera: Pentatomidae).

ASPECTOS ECONOMICOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS DE COSECHA Y TRANSPORTE DE GRANOS Y SEMILLAS

Rafael Dávila y Humberto Echeverría *

INTRODUCCION

La administración de la maquinaria implica el conjunto de decisiones relativas al aspecto económico de su uso. Estas se refieren a la solución de problemas tales como el cálculo del costo de operación, la escogencia, el momento de reemplazo, etc.

Es necesario considerar que todo planteamiento técnico debe evaluarse económicamente antes de llevarse a la práctica, puesto que muchas proposiciones aparentemente factibles no resultan ser utilizables bajo un criterio económico.

En vista de la importancia creciente de la mecanización, la atención del productor debe centrarse más en los equipos y sistemas utilizados, puesto que la eficiencia de la empresa depende en grado sumo del uso adecuado de estos equipos.

La cosecha y el transporte de los productos es un claro ejemplo de la necesidad de manejar apropiadamente muchos conceptos relacionados con la administración de equipos agrícolas. Su alto costo y la alta dependencia de máquinas sofisticadas hacen necesario un máximo aprovechamiento de las medidas a un costo que sea aceptable.

USO ANUAL Y PRODUCCION

La cantidad de tiempo, expresada en horas, durante la cual se utiliza anualmente una máquina, recibe la denominación de uso anual (U.A.). Este concepto considera exclusivamente al tiempo, excluyendo cualquier otra mención referida a la superficie trabajada, distancia recorrida o cantidad de productos procesados, por lo que dicho uso sería expresado en hr/año.

La cantidad producida anualmente, considerando las superficies trabajadas (aradura, rastreo, siembra, etc.),

* Profesores de las Cátedras Mecanización Agrícola y Procesos y Equipos Post-Cosecha. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua.

tratadas (control químico), cosechadas, procesadas (secado, limpieza, etc.), distancias recorridas o transportadas, es denominada producción anual (P.A). Este renglón se expresará, por lo tanto, dependiendo de la operación: ha/año, t/año, km/año, m/año, etc. Sin embargo, ambos conceptos pueden relacionarse haciendo uso de la fórmula siguiente:

$$U.A. = PA \times t_o \quad (1)$$

donde t_o = tiempo operativo, expresado en hr/ha, hr/t, hr/km, hr/m .

Al comparar el uso anual de una máquina agrícola con otra de uso industrial se notarán valores sumamente menores en el primer caso, debido fundamentalmente a la utilización ocasional de los equipos rurales.

CAPACIDAD Y EFICIENCIA DE LAS OPERACIONES

Si entendemos por capacidad la cantidad de material producido por unidad de tiempo, la característica básica de cada máquina o equipo dependería de su tamaño y de otras variables implícitas en cada operación agrícola.

Es preciso diferenciar los conceptos capacidad efectiva (C_e) y teórica (C_t), definiéndose esta última como la capacidad que tiene una máquina para realizar un trabajo, aprovechando la totalidad de su tamaño y sin pérdidas de tiempo. No obstante, es importante considerar la capacidad efectiva o real, como un índice de la verdadera situación que plantea el uso de un equipo agrícola.

1. Capacidad y eficiencia en las operaciones

En máquinas cosechadoras la capacidad se expresa en t/hr, ya que si esta se refiriera a la unidad de superficie, la capacidad variaría dependiendo del rendimiento del cultivo. Sin embargo, se puede transformar en valores de superficie mediante la siguiente fórmula:

$$C_e \text{ (ha/hr)} = \frac{C_e \text{ (ton/hr)}}{R \text{ (ton/ha)}} \quad (2)$$

donde R es el rendimiento del cultivo.

Al considerar la velocidad y la eficiencia en la operación de cosecha se pueden determinar, tanto la capacidad teórica (C_t), como la efectiva (C_e), aplicando la siguiente expresión:

$$Ct = \frac{A \times V \times R}{10} \quad (3) \text{ y } Ce = Ct \times Efo \quad (4)$$

donde,

Ct	=	Capacidad teórica, en ton/hr
A	=	Ancho de corte, en m
V	=	Velocidad de operación, en km/hr
R	=	Rendimiento del cultivo, en ton/ha
JO	=	Constante de transformación de unidades
Ce	=	Capacidad efectiva, en t/hr
Efo	=	Eficiencia de operación, expresada en %

De la fórmula 4, se puede inferir el concepto de eficiencia de operación, como una relación expresable en porcentaje.

$$Efo = \frac{Cr}{Ct} \times 100 \quad (5)$$

Es posible expresar la capacidad efectiva considerando sus unidades de medida, a saber:

$$Ce \text{ (ton/hr)} = \frac{S \times R}{t} \quad (7)$$

donde,

S	=	Superficie trabajada, en ha
t	=	Tiempo total de la operación, en horas.

El valor de la eficiencia de operación es muy variable, puesto que varios factores influyen en su obtención conforme se mencionan a continuación:

- El sistema de trabajo, con un efecto mayor cuando no se realizan giros en vacío (i.g. rastreo).
- La forma regular de la parcela incrementa el valor, resultando mejor la rectangular.
- El tamaño de la parcela, hace aumentarla en razón directa.
- A medida que el ancho del equipo y la velocidad de operación se incrementan, se observa una disminución en su valor.
- Disminuye igualmente la eficiencia cuando el tamaño de las tolvas es menor (i.g. sembradoras, cosechadoras) ya que exige cargas o descargas con más frecuencia.
- Las condiciones deficientes de trabajo en la parcela afectan negativamente (i.g. presencia de malezas, alta humedad, acamado).

- g. Altos rendimientos igualmente propician detenciones frecuentes afectando de esta manera a la eficiencia de operación.

Otra medida de la eficiencia es expresable por el coeficiente de tiempo efectivo; correspondiendo este a la relación entre el tiempo de trabajo efectivo (i.g. tiempo cosechando) y el tiempo operativo. Durante la operación se originan diversas pérdidas de tiempo inevitables unas y evitables otras. Se puede clasificar esta distribución del tiempo operativo para la cosecha como sigue:

1. Preparación

- Mantenimiento al inicio de la labor (si no se hizo previamente)
- Carga de combustible (si no se hizo previamente)
- Descarga de productos a usar en la operación

2. Detenciones durante la operación

- Ajustes
- Averías y atoramientos
- Esperas
- Descanso del personal
- Mantenimiento
- Graduaciones circunstanciales
- Carga y/o descarga del producto

3. Operación en vacío (cabeceras, desplazamiento)

4. Tiempo efectivo (te)

La relación "r" entre el tiempo efectivo y el tiempo operativo es denominada por consiguiente como coeficiente de tiempo efectivo. Su máximo valor es la unidad y disminuirá a medida que aumenten las pérdidas de tiempo.

Mediante el ejemplo que aparece a continuación se puede apreciar el uso de algunas de las fórmulas presentadas:

Ejemplo:

- Determinar la eficiencia con la cual se realiza la operación de cosecha de 200 ha de ajonjolí, con un rendimiento de 0,6 t/ha, utilizando una cosechadora combinada con cabezal para corte directo de 7 hileras de 0,60 m, con una velocidad de operación de 5 km/hr. (En 20 días de 6 horas diarias).

Cálculos:

1. Capacidad teórica:

$$C_t = \frac{7 \times 0,6 \text{ m} \times 5 \text{ km/hr} \times 0,6 \text{ ton/ha}}{10} = 1,26 \text{ ton/hr}$$

2. Capacidad efectiva:

$$C_e = \frac{200 \text{ ha} \times 0,6 \text{ ton/ha}}{20 \text{ d} \times 6 \text{ hr/día}} = 1 \text{ t/hr}$$

3. Eficiencia de operación:

$$E_{fo} = \frac{1 \text{ ton/hr}}{1,26 \text{ ton/hr}} \times 100 = 79,3\%$$

2. Capacidad de elementos de transporte

En esta oportunidad nos remitiremos a considerar el transporte dentro de la explotación, como corresponde al uso de remolques o zorras para trasladar el producto al depósito o planta de recepción.

Es importante considerar que este tipo de transporte generalmente retorna vacío al sitio de cosecha, por lo que la relación existente entre la distancia recorrida con carga completa y la distancia total cubierta, denominada como coeficiente de ocupación, será igual al 0,50.

La capacidad de transporte es medida en cantidad de peso y distancia por unidad de tiempo; expresable en t.km/hr. Es posible calcular este valor haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$C_e = C \times V \times r \times 0,50 \quad (8)$$

donde,

C_e = Capacidad efectiva, en ton km/hr
C = Carga máxima del vehículo, en ton
V = Velocidad media, en km/hr
r = Coeficiente de tiempo efectivo
0.50 = Coeficiente de ocupación

Si la distancia está prefijada, se puede calcular la capacidad en términos de ton/hr mediante la siguiente fórmula:

$$C_e = \frac{C \times N}{\frac{2d}{v} + D} \quad (9)$$

donde,

C_e = Capacidad efectiva, en ton/hr

- C** = Carga máxima del vehículo, en ton
N = Número de vehículos similares
d = Distancia a recorrer, en km
v = Velocidad media, en km/hr
D = Demoras debidas a esperas, cargas, descarga, etc., en horas.

En esta fórmula se asume un coeficiente de ocupación de 0.50 y que las velocidades de ida y vuelta son similares. En el caso de variación en la velocidad $2d/v$ es convertido en $d/v_c + d/v_v$, donde v_c es la velocidad del vehículo cargado y v_v del vehículo sin carga.

Mediante el siguiente ejemplo se puede visualizar la importancia de la aplicación de estas fórmulas:

Ejemplo:

Se está cosechando ajonjolí con un rendimiento de 800 kg/ha con una cosechadora de 4.20 m de ancho de corte. Para descargar la tolva se detiene la máquina. El grano es transportado a granel en zorras con capacidad de 3 ton, viajando a 10 km/hr a los silos ubicados a 10 km de distancia. La descarga tarda 20 minutos. Cuántas zorras son necesarias para optimizar la operación de la cosechadora, que trabaja a 5 km/hr, con la eficiencia de 70%.

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{C_e (2d/v + D)}{C} \text{ y } C_e \text{ (ton/hr)} = \\
 &= C_e \text{ (ha/hr} \times R \text{ (ton/hr)} \\
 C_e &= \frac{4.2 \times 5 \text{ km/hr}}{10} \times 0.7 = 1.47 \text{ ha/hr} \\
 C_e &= 1.47 \text{ ha/hr} \times 0.8 \text{ ton/ha} = 1.176 \text{ ton/hr} \\
 N &= \frac{1.176 \text{ ton/hr} \left(\frac{2 \times 15 \text{ km}}{10 \text{ km/hr}} + \frac{20'}{60'} \right)}{3 \text{ ton}} = 1.3
 \end{aligned}$$

Se necesitarán por lo tanto de 2 zorras (>1,3), sin considerar el tiempo de carga ya que se realiza simultáneamente con la operación de la cosechadora.

3. Acople cosechadora-remolques

Es de suma importancia manejar adecuadamente esta combinación de equipos puesto que con una buena selección se

logra aprovechar al máximo el trabajo del equipo de cosecha.

A fin de visualizar estos aspectos se presenta en la Fig. 1 un diagrama del flujo de los diversos procesos involucrados en la operación con estos equipos.

COSTO OPERATIVO DE LAS LABORES MECANIZADAS

Puede definirse al costo operativo como el correspondiente a determinado servicio tomado del proceso productivo. Estos costos pueden ser reales o estimados, usándose los primeros para una situación particular. Cuando se analiza la eficiencia de la maquinaria se determina el momento óptimo de reemplazo, se estudian posibles reducciones de costo, etc. A los fines de minimizar los efectos de la inflación, es preciso efectuar los cálculos considerando el costo para un año específico.

Al considerar los costos reales, es fácil el establecimiento de los gastos si se adelanta un análisis contable adecuado. Sucede con frecuencia que muchos de estos gastos se diseminaron en el renglón insumos, pero si se requiere una determinación veraz del efecto del uso de maquinarias sobre los costos de producción es preciso abrir una cuenta específica, incluso, discriminar estos gastos para cada máquina en particular.

El costo estimado es utilizado para una situación futura, condición generalmente aplicable para casos de planificación de adquisición de equipos. Es usado para evaluar alternativas a utilizar en el futuro.

Estos valores pueden expresarse, como costo total en Bolívares (Bs/año) o costo medio (Bs/hr, Bs/ha, Bs/hp, etc.).

1. Costos fijos y costos variables

Se entiende por costo fijo a la porción del costo total que no se modifica con su uso, y se denomina costo variable, a la parte del costo total que se modifica con un cambio en la variable independiente.

La variable dependiente (costo total) y la independiente (unidad de medida de uso) pueden relacionarse haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$CT = CVM \cdot UA + CF \quad (10)$$

donde,

CT = Costo total, en Bs/año
CVM = Costo variable medio, en Bs/hr

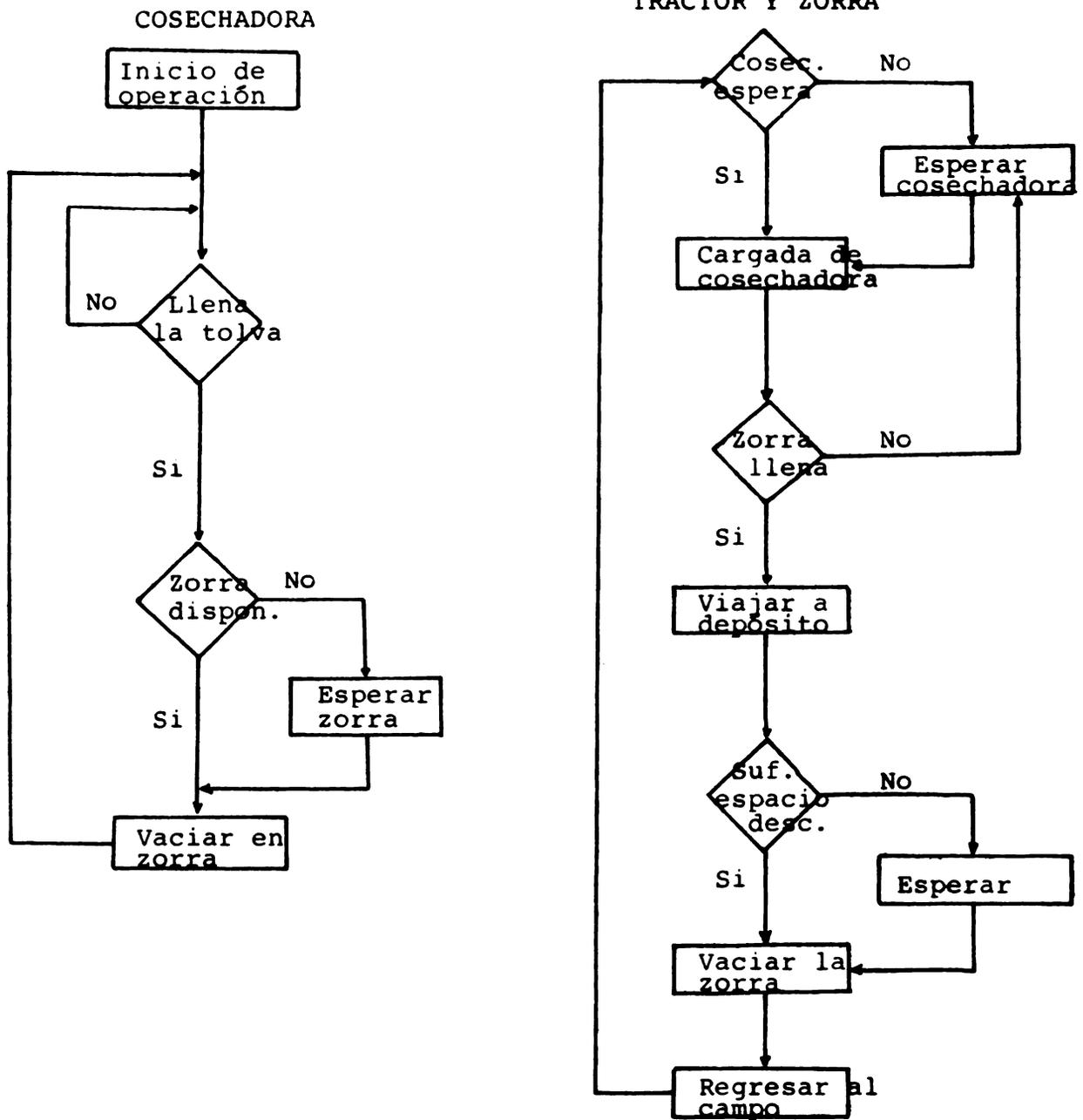
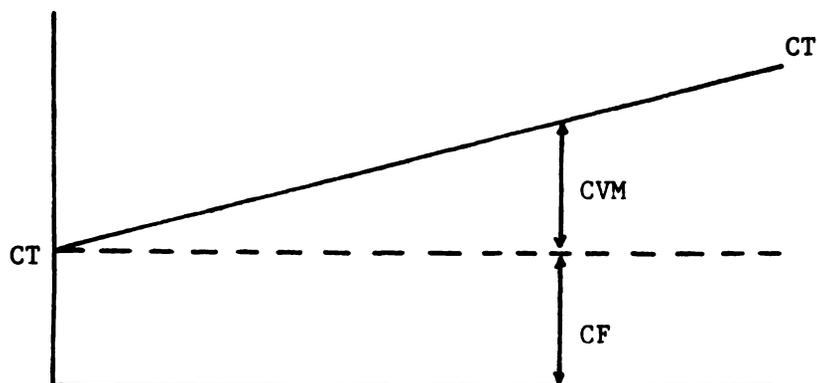


Figura 1. Combinación cosecha - transporte interno.

UA = Uso anual, en hr/año
 CF = Costo fijo, en Bs/año

En la Figura 2 se observa gráficamente el costo total de una máquina expresado como una función lineal.



U.A. (V. independiente)

Figura 2. Costo total de una máquina

El costo medio CM (BS/U.A.) es otro parámetro de suma importancia en el cálculo económico. Es obtenido a partir de la fórmula (10) como sigue:

$$\frac{CT}{UA} = CVM + \frac{CF}{UA}$$

y como,

$$\frac{CT}{UA} = CM$$

tendremos que,

$$CM = \frac{CF}{UA} + CVM \quad (11)$$

y si consideramos al cociente CF/UA como costo fijo medio (CFM), la fórmula definitiva será:

$$CM = CFM + CVM \quad (12)$$

Gráficamente se puede observar en la Figura 3 como disminuye el costo fijo medio a medida que se incrementa el uso anual. Esto no es un indicativo de que los costos fijos totales varían con el uso, sino que al expresarlo en relación al uso anual su valor se esparce.

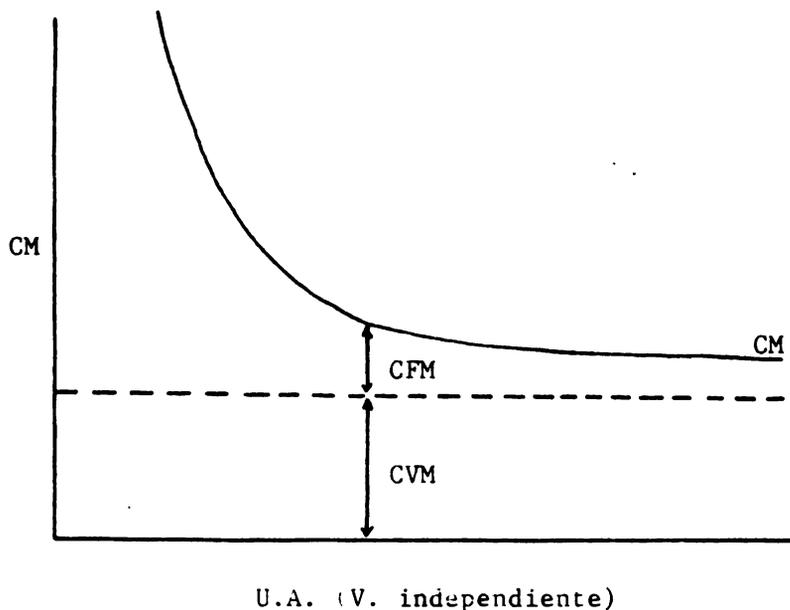


Figura 3. Costo medio de una máquina

1.1. Longevidad o vida de la máquina

Al administrador de una maquinaria le conciernen los enfoques sobre la longevidad de una máquina: vida física, de contabilidad y económica.

La vida física de servicio concluye cuando no es posible que una máquina continúe trabajando, ya sea por no encontrar piezas de recambio o encontrarse en estado irreparable. Su duración es particularmente extensa al disponerse de posibilidades para mantener la máquina en estado operativo.

La vida de contabilidad corresponderá a la duración estimada basada en el análisis de máquinas similares. De datos presentados por la ASAE puede extraerse la siguiente información relativa a vidas de desgaste esperadas:

	Desgaste	Obsolescencia
Tractores	12.000 hr	10 años
Máquinas de labranza	2.500 hr	15 años
Cosechadoras	2.000 hr	10 años
Sembradoras	1.200 hr	10 años

Si se desea estimar esta vida expresable en años, se procede

dividiendo, la vida de desgaste entre el uso anual.

La vida económica de un proceso se acerca más a la realidad del mercado, cuando se consolida como una práctica frecuente la adquisición de equipos usados. Puede definirse la vida económica como el lapso que transcurre desde que se compra la máquina hasta el momento en el cual resulta más económico su reemplazo. En ese punto podría tener aún vida de servicio, pero debido al costo elevado de reparaciones, a la obsolescencia o a un cambio en la empresa, su permanencia dentro de ella no es conveniente. Si es vendida, el precio pagado será un indicativo para el momento de la verdadera depreciación.

1.2. El costo fijo

Como se definió anteriormente, dentro de este renglón se pueden ubicar aquellos cargos que no varían con modificaciones en la variable independiente (U.A.). Estos son los siguientes: depreciación, intereses, seguro y resguardo.

1.2.1. Depreciación y métodos de cálculo

Este factor del costo fijo, a veces de alto valor, como en el caso de cosechadoras, mide la cantidad por la cual decrece el valor de una máquina con el paso del tiempo, aunque no sea utilizada. Este valor disminuye debido a que:

- a. Las piezas vitales se desgastan con el uso y no funcionan como antes.
- b. Los altos costos para mantenerla operativa la hacen antieconómica.
- c. Surge una nueva máquina con mejores características y precios comparables o se hace innecesario su uso por cambios surgidos en las prácticas agronómicas.
- d. Cambia el tamaño de la empresa o varía de rubros haciendo inútil la propiedad de algún equipo o la capacidad efectiva es muy baja en comparación con otros equipos.

De lo anteriormente expuesto se desprende que en las máquinas con poco uso anual, la depreciación es una función del tiempo y solo en grandes operaciones es cuando se espera que el desgaste reduzca la duración de una máquina. Esto nos indica que la depreciación podría ser considerada

como un componente del costo fijo cuando el uso anual está dentro de los límites normales, pero pasaría a formar parte del costo variable a medida que su uso sea excesivo. Esto se visualiza en la Figura 4, donde se aprecia como varía la cuota por depreciación dependiendo si se trata de desgaste u obsolescencia.

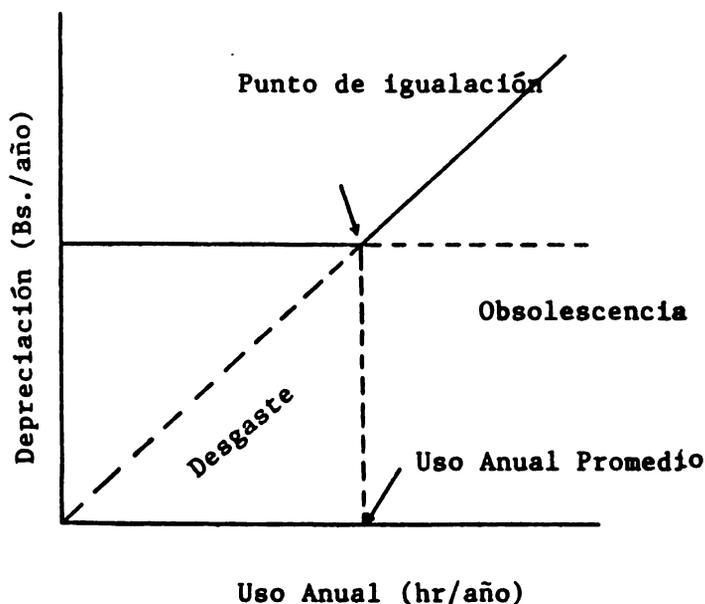


Figura 4. Depreciación en función el uso anual.

Se disponen de diversos métodos para el cálculo de la depreciación; entre ellos podemos citar: el método de la línea recta, del valor estimado, del balance decreciente y de la suma de los dígitos anuales. El primero de los nombrados es el más utilizado, fundamentalmente por el propietario de equipos agrícolas que se espera duren en su poder hasta completar, al menos, su vida económica.

Método de la línea recta

Supone una depreciación constante, es decir, igual para cada uno de los años hasta completar la vida útil. Resulta desventajoso su uso cuando se desean calcular costos estimados para diferentes edades de la máquina. Pero si como se dijo anteriormente, se espera que dure hasta completar su vida útil en manos del mismo propietario, aquel aspecto no constituye un obstáculo para la utilización del

método. Es recomendable que se calcule como un valor constante para minimizar cualquier efecto negativo de su aplicación.

Mediante la fórmula que se presenta es posible estimar este costo:

$$D = \frac{M}{n} \quad (13)$$

donde,

D = Depreciación, en Bs/año o Bs/hr
M = Monto a apreciar, en Bs
n = Duración de la vida útil, en hr o años

El monto a depreciar M, variación de acuerdo a que se considere un valor final (chatarra) a la máquina, pudiendo M ser igual entonces al valor de compra o al resultado de restarle a este dicho valor final. Generalmente se estima que dicho valor alcanza un 10% del valor inicial.

Es procedente aclarar que en una economía inflacionaria este valor final es a veces superior que el precio de compra, pero es suficiente con recordar que todos estos valores han de referirse a una base única, por lo que cualquier incremento en precios en el mismo renglón (maquinaria) debe esperarse que ocurra de manera similar para cada uno de los rubros, por lo que cualquier comparación en costos alternativos es igualmente procedente.

Método de valor estimado

Este método resulta a veces como una determinación bastante confiable ya que considera el valor de mercado para los equipos usados. Al aplicar este método se nota un fuerte efecto en la depreciación durante el primer año, manteniéndose relativamente invariable hasta completar la vida útil. El procedimiento consiste en comparar al final de cada año el valor de la máquina con aquel que tenía al inicio del mismo, resultando, esa diferencia como el monto de la depreciación para ese lapso.

Método del balance decreciente

Anualmente se aplica una tasa uniforme al valor

restante o valor al final del periodo. La cantidad a depreciar variará cada año de la vida de la máquina. Las ecuaciones que se muestran a continuación sirven para hacer el cálculo correspondiente:

$$D = V_n - V_{n+1} \quad (14)$$

$$V_n = P \left(1 - \frac{x}{n}\right) N$$

$$V_{n+1} = P \left(1 - \frac{x}{n}\right) N + 1$$

donde,

D	=	Monto depreciado
N	=	Número que representa la edad de la máquina
	=	al principio del año analizado, en años
V	=	Valor restante en cualquier momento
x	=	Razón de la tasa de depreciación (1 a 2)
n	=	Vida útil de la máquina, en años
P	=	Precio de compra, en Bs

El monto de la depreciación no debe sobrepasar el valor final de la máquina.

Método de la suma de los dígitos anuales

Inicialmente, se suman los dígitos del número estimado de la vida útil. El número de años restantes, incluyendo el año analizado, se divide entre esa suma. Esta fracción del monto a depreciar M es la cantidad que se carga anualmente. Puede usarse la siguiente fórmula:

$$D = \left(\frac{n - N}{SD}\right) \cdot M \quad (15)$$

donde,

D	=	Monto depreciado, en Bs
n	=	Vida útil, en años
N	=	Edad de la máquina al inicio del periodo en años
SD	=	Suma de los dígitos de la vida útil
M	=	Monto a depreciar en Bs

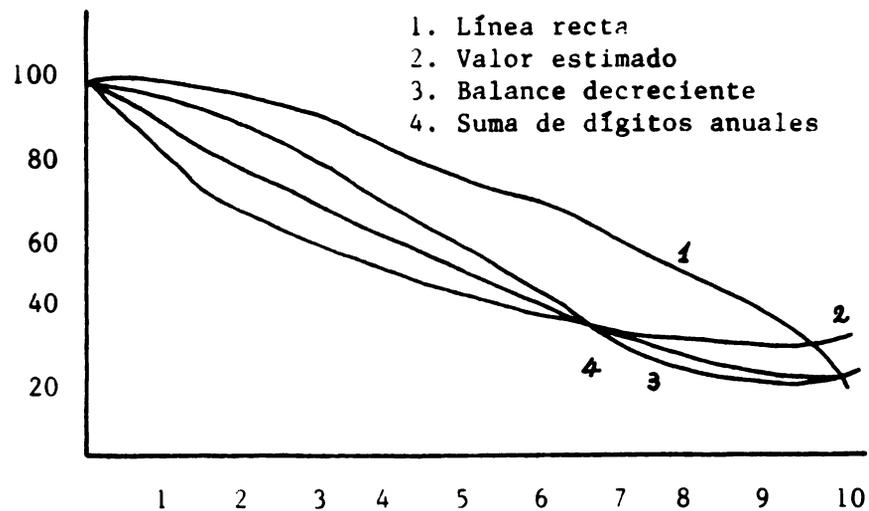


Figura 5. Comparación entre diversos métodos de depreciación.

En la Figura 5 se presentan las curvas obtenidas mediante la aplicación de los métodos discutidos y su comparación con el valor restante de la máquina.

1.2.2. Intereses sobre la inversión

Es un factor del costo fijo que se asume, ya sea por cubrir intereses por la adquisición a plazos de la maquinaria, o por considerar el uso del dinero (pago efectivo) en otra actividad que rinda ciertos beneficios económicos.

Para nuestro país se asume un valor de 8.5% anual tal como se acostumbra en la banca para cobro por préstamo agrícola.

La manera más sencilla para estimar este costo es haciendo uso de la fórmula del capital promedio:

$$M = \left(\frac{P + VF}{2} \right) i \quad (16)$$

donde,

M	=	Monto a cargar, en Bs/año
P	=	Precio de compra, en Bs
VF	=	Valor de chatarra (final), en Bs
i	=	Tasa de interés anual vigente, en %/año.

Es de hacer notar que esta fórmula es aplicable cuando se calcula la depreciación de forma constante, es decir, usando el método de la línea recta. Si otro método es utilizado, se calcularán los intereses por sistemas más complejos.

1.2.3. Resguardo de la maquinaria

El costo de resguardo no es fácil de estimar. Para ser precisos, deben incluirse en su cálculo los gastos de mantenimiento, depreciación, intereses y seguro, referir este monto a la superficie ocupada por la máquina, la cual en el caso de cosechadora que necesariamente ha de ser colocada bajo techo, pueden ocupar un área aproximada entre 25 y 50 m por equipo. Como este cálculo podría complicar la estimación, se hace uso frecuente de valores fijos expresados en función del costo de adquisición. Es común utilizar, para este tipo de máquinas, un factor estimado del 0.5 al 1% anual del costo del equipo.

1.2.4. Seguro o riesgo

Hasta hace poco tiempo no era posible cubrir con seguros las máquinas agrícolas por lo cual se corría con el riesgo de cualquier eventualidad. Para todos los casos, es preciso considerar una porción del costo fijo para cubrir este renglón. Se acostumbra usar un factor de estimación variable, dependiendo del tipo de equipo. En el caso de cosechadoras un valor entre el 1 y el 1.5% anual del monto asegurado (precio de compra) resulta aceptable.

1.3. El costo variable

Dentro de este renglón se consideran aquellos costos que varían con el uso dado a la máquina, es decir, que se incrementan a medida que la utilización del equipo es mayor. Los factores considerados son los siguientes: reparación y mantenimiento, combustible y lubricantes y mano de obra.

1.3.1. Reparación y mantenimiento

Bajo este concepto se agrupan todos aquellos gastos provenientes de la reposición de piezas, la mano de obra requerida para el montaje y desmontaje y puesta en punto. Igualmente, se acostumbra incluir el costo del material utilizado en el servicio diario de la máquina (grasa, agua para electrolitos, etc.). Cualquier otro tipo de material utilizado para las operaciones agrícolas, que varíe de acuerdo al uso de la máquina y no en base al rendimiento del cultivo, debe incluirse bajo este renglón.

Ya que no se dispone de suficientes valores obtenidos de información directa (productores, contratistas, talleres), se sugiere hacer uso de factores expresados en función del costo de adquisición del equipo. Se reitera que este tipo de análisis es realizado en el caso de estimación de costos futuros, pues, en el caso de valores presentes (en la finca), es conveniente llevar un cómputo de cada una de las reparaciones efectuadas, registrando su monto y frecuencia.

Para cosechadoras se presenta el Cuadro 1, que puede usarse con reservas, ya que no son el resultado de información obtenida en nuestro país.

Cuadro 1. Costos de reparación y mantenimiento en equipos de cosecha como un % del precio de compra.

Máquina	Promedio	Total durante
	%P/cada 100 hr	su vida útil
De tiro (1,5-2m)	4,5	90
Autopropulsora (arroz)	2,7	54
De maiz	3,2	64
De algodón (tipo tambor)	2,6	52
Tractor de ruedas	1,2	120
Remolque	1,8	90

Fuente: R.A. Kepner (Univ. California).

Aplicando los datos de este cuadro se obtiene el costo por este renglón, tal como se observa en el siguiente ejemplo:

- Una cosechadora de ajonjolí se usó 200 hr/año. Cuál sería el costo estimado por reparaciones y mantenimiento si su precio de adquisición fue de 1.700.000 Bs?.

$$R \text{ y } M = 1.700.000 \text{ Bs} \times 0.027 \times \frac{200 \text{ hr/año}}{100 \text{ hr/año}} =$$

= 91.800 Bs/año, que expresado en horas sería:

$$\frac{91.800 \text{ Bs/año}}{200 \text{ hr/año}} = 459 \text{ Bs/hr}$$

Este tipo de valor estimado infiere un monto constante durante la vida útil de la máquina y considerando un uso normal para cada año (punto de igualdad). En el caso de variación en dicho uso se podrá ajustar el factor de acuerdo a la experiencia existente.

Estos montos constantes guardan una estrecha relación con el uso de métodos de depreciación y cálculo de intereses de igual tendencia, donde lo que interesa finalmente es el total gastado al incluir la vida útil de la máquina, valor que debe ser parecido al obtenido cuando se usan otros métodos.

1.3.2. Combustibles y lubricantes

En nuestro país no se considera este renglón como de gran importancia debido al bajo costo del combustible y demás derivados del petróleo, pero a medida que estos valores se incrementen su importancia irá en aumento.

Hay valores tabulados que permiten estimar el consumo de combustible y lubricantes, dependiendo de la potencia utilizada en la labor para el cálculo del combustible usado. En el caso de cosechadoras, puede asumirse una utilización promedio al 60% de la potencia máxima del motor, lo cual para una máquina con 120 HP en el motor, origina un valor cercano a los 30 L/hr. En lo que respecta al consumo de lubricantes, incluyendo el

cambio de aceite a los intervalos previstos, se puede estimar en 0,2 L/hr asumiendo 150 hr de lapso entre cambios. El valor de los filtros de aceite y combustible son incluidos en el renglón reparación y mantenimiento.

1.3.3. Mano de obra

Este es un rubro de suma importancia dentro de la determinación de los costos variables, ya que, dependiendo del salario del trabajador, puede alcanzar valores importantes.

A fin de comprender mejor el papel que representa se describen los diversos sistemas de remuneración vigentes. Estos sistemas pueden comprender el pago por tiempo trabajado o por unidades producidas o una combinación de ambos.

El pago por tiempo trabajado puede ser diario o mensual. Cuando se trata del pago por unidades producidas (hectáreas, toneladas, etc.), esta puede ser individual o colectiva si se trata de un grupo de trabajo.

Las formas de pago se pueden clasificar en tres grupos: en dinero, en bienes y en servicios. El pago en dinero implica el salario y las cargas sociales; mientras que la remuneración en bienes incluye el suministro de viveres, ropa, combustible, etc. y el pago en servicios fundamentalmente comprende alojamiento, asistencia médica, transporte, etc.

Sin embargo, es bueno destacar que el pago en cargas sociales es diferente si se trata de trabajadores permanentes o eventuales, llegándose a establecer una relación porcentual con el salario básico percibido dependiendo del tipo de trabajador. En el primer caso se puede asumir hasta un 60% adicional y en el otro caso no sobrepasaría un 20% adicional sobre el salario básico. De todas maneras, ello ha de regirse con cualquier estatuto legal vigente para el momento de su aplicación.

En el cómputo para los gastos en mano de obra se necesita conocer el tiempo operativo de la labor a fin de estimar un valor representativo con la actividad que se está realizando. Generalmente es expresado en Bs/hr.

1.4. Costos aproximados

Una aproximación simplificada para la determinación de los costos se basa en el uso de factores constantes para el cálculo del costo fijo, usando el método de depreciación lineal y relacionando tanto este como el interés, resguardo y seguro con el precio de adquisición. Este procedimiento aunado a la determinación de los costos variables nos aproxima a una fórmula que agrupa todos los renglones, facilitando así los cálculos requeridos. Claro está que a medida que se contemple, una empresa que utiliza gran cantidad de equipos se precisa de afinar bastante bien la determinación de costos, a fin de evitar graves problemas económicos.

Para el caso del costo fijo de una cosechadora combinada, bien podrían utilizarse los siguientes valores:

$$D = \frac{P - VF}{10 \text{ años}} = \frac{P - 0,1P}{10 \text{ años}} = 0.090 P/\text{año}$$

$$I = \left(\frac{P + VF}{2} \right) 0.085 = \left(\frac{P + 0.1P}{2} \right) i = 0.047 P/\text{año}$$

$$R + S = (0.01 + 0.015) P = 0.025 P/\text{año}$$

$$\text{Costo fijo} = 0,162 P/\text{año}$$

Este total comprende 16,2% del precio de adquisición.

La fórmula que agrupa todas las expresiones anteriores es la siguiente:

$$CT = \frac{\% CF \times P}{100} + \frac{10 S}{V.A. Efo} \left[\frac{(R \text{ y } M) P}{100} + M.O.+C+L \right] \quad (17)$$

donde,

CT	=	Costo total anual, en Bs/año
%CF	=	Porcentaje del costo fijo anual
P	=	Precio de compra, en Bs
S	=	Superficie trabajada anualmente, en ha
V	=	Velocidad de la operación, en km/hr
A	=	Ancho de corte, en m
Efo	=	Eficiencia de campo, en decimales
R y M	=	Costo de operación y mantenimiento en %/100hr
M.O.	=	Costo de mano de obra, en Bs/hr
C	=	Costo de combustible, en Bs/hr
L	=	Costo de lubricantes, en Bs/hr

Aplicando esta fórmula para un caso concreto puede visualizarse mejor su aplicación.

Ejemplo:

- Determinar el costo total anual de una cosechadora trillando ajonjolí con un rendimiento promedio de 0,8 t/ha, conociendo los siguientes datos:

- Superficie cosechada	=	300 ha/año
- Velocidad de operación	=	5 km/hr
- Ancho de corte	=	4.2 m
- Eficiencia de campo	=	60%
- Precio de compra	=	1.700.000 Bs
- Factor del costo de reparación	=	0,03/100 hr
- % Costos fijos	=	17%
- Pago de operador (incluyendo prestaciones)	=	30 Bs/hr
- Costo de combustibles y lubricantes	=	35 Bs/hr

$$CT = \frac{17 \times 1.700.000}{100} + \frac{10 \times 300}{5 \times 4,2 \times 0,6} \quad \left(\frac{0,03 \times 1.700.000}{100} + 30 + 35 \right)$$

$$CT = 289.000 + 238 (575) = 425.850 \text{ Bs/año}$$

Si se desea calcular el costo expresado en Bs/kg se procede como sigue:

$$\text{Bs/kg} = \frac{CT}{S \times R} \quad (18)$$

$$\text{Bs/kg} = \frac{425.850 \text{ Bs/año}}{300 \text{ ha/año} \times 800 \text{ kg/ha}} = 1,77$$

Aproximándose alcanza un costo por kilogramo cosechado de 1,77 Bs y de 1.416 Bs/ha. Estos valores variarán dependiendo del uso que se le dé a la máquina; es decir, que al incrementar el área cosechada dentro de un rango usual o utilizándola con un cultivo adicional, se espera una disminución relativa del costo por unidad producida y viceversa.

2. La elección entre máquinas o sistemas alternativos

Con cierta regularidad se presentan situaciones en las cuales es preciso hacer una escogencia de una de las alternativas, basándose en consideraciones económicas. Los casos que pudieran analizarse bajo esta metodología serían: a) escogencia entre dos o más variaciones de una máquina; b) elección entre dos máquinas de tamaño diferente; c) posibilidad de hacer la labor manual o con máquina; d) escoger entre maquinaria propia o alquilada.

Se puede considerar que este último caso es uno de los que más comúnmente se presenta por lo que se procederá a realizar un análisis del mismo.

Es de suma importancia tomar una decisión apropiada puesto que ello incidirá en ganancias o pérdidas económicas. Para el caso de la operación de cosecha, el alto costo de las máquinas haría ver como económica su adquisición solo cuando se va a operar en una superficie de tamaño considerable, pero aplicando esta metodología se verá cuando fácilmente se puede llegar a una respuesta precisa; claro está, considerando exclusivamente aspectos económicos.

En la Figura 6 se presenta la interpretación gráfica de la elección en el caso que se analiza.

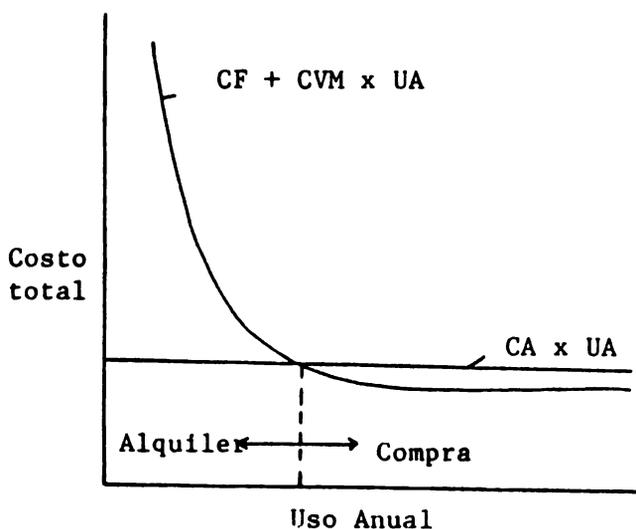


Figura 6. Punto de equilibrio

Para la resolución matemática las fórmulas usadas serán:

$$(1) \quad Ct1 = CF + CVM \times UA$$

$$(2) \quad Ct2 = CA \times UA$$

donde,

$Ct1$ = Costo total de la máquina propia, en Bs/año

$Ct2$ = Costo total de la operación alquilada, en Bs/año

CF = Costo fijo, en Bs/año

CVM = Costo variable medio, en Bs/ha
CA = Costo de alquiler, en Bs/ha
UA = Superficie a trabajar, en ha/año

Igualando ambas ecuaciones, o sea haciendo $Ct1 = Ct2$ se tendrá:

$$CF + CVM \times UA = CA \times UA$$

Despejando UA se tiene:

$$UA \text{ (ha/año)} = \frac{CF \text{ (Bs/año)}}{CA \text{ (Bs/ha)} - CVM \text{ (Bs/ha)}}$$

Para el ejemplo desarrollado anteriormente, considerando un costo de alquiler de 1.200 Bs/ha, la superficie mínima para proceder a adquirir la máquina será la siguiente:

$$S = \frac{289.000 \text{ Bs/año}}{1.200 \text{ Bs/ha} - \frac{575 \text{ Bs/hr}}{1,26 \text{ ha/hr}}} = 388,44 \text{ ha/año}$$

Una limitación a este tipo de análisis consiste en que solo se hacen consideraciones económicas, que aunque es un aporte muy importante, podrían existir otros elementos de juicio que harían cambiar la decisión al dueño de la explotación.

Podría por lo tanto, preferirse el equipo propio en superficies menores a la calculada bajo alguna de las siguientes circunstancias:

1. Necesidad de contar con el equipo en un momento preciso.
2. Interés en obtener un trabajo de alta calidad, aspecto no logrado al contratar la labor.
3. Realización de trabajos adicionales.
4. Posibilidad de obtener ingresos adicionales por alquiler del equipo adquirido.

Pero en cambio, pudiera preferirse alquilar la operación en el caso de superficies que económicamente justifican la adquisición del equipo, bajo circunstancias como las siguientes:

1. Problemas para asumir la alta inversión en compra.

2. **Complicaciones administrativas derivadas de la adquisición de equipos sofisticados.**
3. **Necesidad de personal especializado para la operación con problemas laborales adicionales.**
4. **Al alquilar se cuenta con equipos modernos.**
5. **Temor de no obtener un servicio de repuestos y reparaciones eficientes en la zona.**

3. **Epoca de reemplazo**

La determinación del momento óptimo de reemplazo de una máquina tiene implicaciones económicas y es una decisión muy importante, puesto que un reemplazo prematuro o muy tardío puede provocar un incremento desmedido en el costo de la maquinaria.

Generalmente, cuando se trabaja con costos estimados se acostumbra utilizar la vida útil como referencia de reemplazo, pero al considerar costos reales, se requiere una mayor precisión. Claro está que no será la misma situación para un contratista, quien busca maximizar beneficios, que para un productor, quien tratará de minimizar los costos. Es decir, cambiar la unidad cuando llegue al mínimo costo medio, ya que un cambio antes o después de ese punto se hará con costos medios mayores. En el caso del contratista, este buscará un beneficio máximo, el cual se logra cuando el costo marginal medio y el ingreso marginal medio se igualen.

Hay otros criterios que también determinan un reemplazo de equipo, entre estos tenemos los siguientes:

1. **Cuando se ha dañado y no es posible o no es económica la reparación.**
2. **Se requiere una mayor capacidad efectiva (tamaño).**
3. **Se hace obsoleta la máquina por surgir equipos más modernos y mejores o cambian las prácticas agronómicas o el cultivo.**

La forma de expresar el momento de reemplazo de una manera gráfica es observada en la Figura 7, donde el punto de corte de ambas curvas es indicativo del momento de reemplazo.

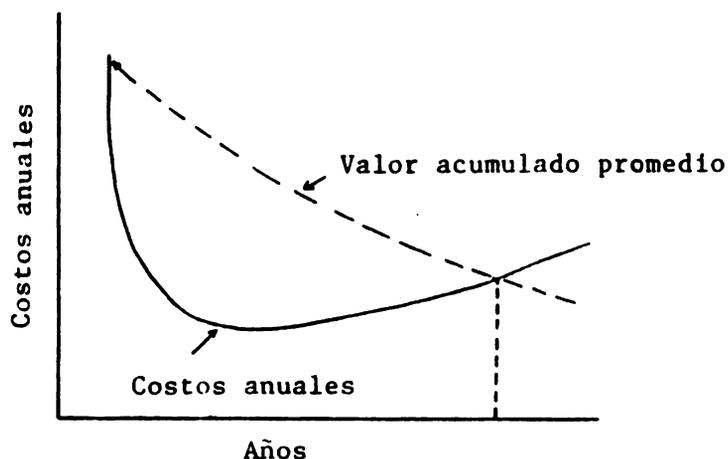


Figura 7. Epoca de reemplazo

El resultado indica que al 6to año resulta recomendable efectuar el reemplazo puesto que el costo medio inicia su ascenso.

BIBLIOGRAFIA

1. **FRANK, R. 1977. Costos y administración de la maquinaria agrícola. Edt. Hemisferio Sur, Argentina.**
2. **HUNT, D. 1976. Farm Machinery Management. University of Illinois.**
3. **Manuales para Educación Agropecuaria. Organización de Operaciones Agropecuarias. Edit. Trilla, México.**
4. **Manuales para Educación Agropecuaria. Administración de Empresas Agropecuarias. Edit. Trilla, México.**
5. **SIMPER, H. 1977. Farmers Guide to Arable Machinery. Farming Press Ltd.**

CERTIFICACION DE SEMILLA DE AJONJOLI

Jesús E. Ochoa *

CERTIFICACION DE SEMILLA

La producción de semilla certificada, constituye un aspecto de gran importancia dentro del desarrollo agrícola, por cuanto dicha actividad aporta un elemento básico, fundamental para la obtención de altos rendimientos como lo es el material de siembra. La implementación de este proceso se efectúa y se canaliza a través de los programas de certificación de semilla, los cuales garantizan la conservación y mantenimiento de la identidad genética de los materiales obtenidos por los fitomejoradores. En este sentido, la certificación de semilla es un proceso integrado en el cual las variedades mejoradas se multiplican bajo ciertas normas de supervisión y control de calidad con el objeto de poner a disposición de los agricultores la semilla respectiva, en óptimas condiciones de sanidad y pureza.

En el país, el organismo responsable de los aspectos relativos a la certificación de semilla corresponde al Servicio Nacional de Semillas (SENASEM), adscrito al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y su objetivo básico es garantizar que las variedades o cultivares que se ofrecen a nuestros agricultores, estén debidamente adaptadas a los diferentes medios agroecológicos del país y que la semilla sea de la más alta calidad.

PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE AJONJOLI

La producción de semilla certificada de ajonjoli contempla la multiplicación y distribución de variedades de cultivos, cuyas características de buen comportamiento en campo ameritan su incremento a nivel de siembras comerciales.

Actualmente en el cultivo se mantienen seis variedades sujetas a certificación, las cuales las clasificamos de acuerdo a su ciclo en:

* Investigador FONAIAP. E.E. Portuguesa, Araure, Venezuela.

Variedades de ciclo corto

TUREN: Ciclo de 75 días a corte, de una sola guía, con 3 cápsulas por axila, altura entre 0.90 y 1.60 m, dependiendo del tipo de suelo, fertilidad del mismo y humedad, semilla de color blanco cremoso.

ARAWACA: Ciclo entre 75 a 85 días a corte, es una variedad ramificada de 2 a más ramas, de una sola cápsula por axila con nectararios, altura de 0.50 a 1.50 m, semilla de coloración variable: negra, blanca y cremosa.

Variedades de ciclo intermedio

ACEITERA-M: Ciclo entre 90 a 95 días a corte, es una variedad de una sola guía, altura de 1 a 2 m con 3 cápsulas por axila, semilla de color blanco.

PIRITU: Ciclo de 95 días a corte, es una variedad obtenida en Colombia-ICA-Pacandé 609. Es ramificada de 2 ó más ramas, de una a tres cápsulas por axila, dependiendo de varios factores como fertilidad y humedad del suelo, altura de 1.50 a 2.80 m, tallo grueso, semillas de color marrón claro.

VENEZUELA-44: Ciclo de 95 días a corte, variedad de una sola guía, con 3 cápsulas por axila, altura de 1 a 2 m, semilla de color blanco.

Variedad ciclo largo

MAPORAL: Ciclo de 97 a 110 días a corte, su altura oscila entre 1 a 1.80 m, es una variedad ramificada, con una cápsula por axila, semillas de color blanco.

Clases y fuentes de semilla

La producción de semilla certificada contempla una serie de pasos de multiplicación (generaciones) que se inician con la producción de la semilla genética. Estas generaciones tienen nombres diferentes a diversos países, en nuestro caso corresponde a lo siguiente:

Semilla Genética: Es la que ha sido producida y controlada por el fitomejorador o genetista. Es la clase de semilla más pura y se produce en pequeñas cantidades a nivel de campos experimentales, bien del estado o privados en áreas de metros cuadrados.

Semilla Fundación: Esta semilla se produce a partir de la semilla

genética, en los campos experimentales, o en fincas particulares, bajo contrato con la entidad certificadora y con un riguroso control, para mantener su identidad y pureza genética. Este material sirve como fuente para la producción de semilla registrada, en siembras en áreas de 1/2 ha.

Semilla Registrada: Se obtiene a partir de la semilla Fundación, su producción se realiza en fincas particulares bajo contrato con la unidad certificadora y debe responder a las normas de calidad establecidas por la entidad oficial. Esta clase se siembra en áreas de aproximadamente 5 hectáreas.

Semilla Certificada: Es la descendencia de la semilla Registrada, cuya producción se hace en forma tal, que se preservan la identidad y pureza genética exigidas por la entidad de certificación de semilla, siendo producida por agricultores previamente seleccionados, por la Oficina del SENASEM. Esta es la simiente que va a ser utilizada para las grandes siembras comerciales del cultivo.

Semilla Fiscalizada: Es proveniente de cultivares genéticamente mejorados, de origen desconocido cuyo producto final es debidamente aprobado.

Las etiquetas de certificación tendrán un color diferente para cada clase de semilla así:

Para semilla Genética:	Blancas
Fundación:	Blancas
Registrada:	Púrpura o rojas
Certificada:	Azul claro
Fiscalizada:	Verdes

PROCESO DE CERTIFICACION DE SEMILLA

Objetivos

Los objetivos básicos de la certificación son:

- a. Propagación de materiales superiores.
- b. Garantizar la identidad garantía de la semilla.
- c. Que la semilla satisfaga los requisitos exigidos sobre germinación, enfermedades, malezas comunes y nocivas (bejuquillo), mezcla con otros cultivos e insectos, etc.

Este proceso basado en los requisitos establecidos por la

Resolución Reglamentaria sobre Producción y Certificación de Semilla, se llevó a cabo en tres etapas:

- i. Control de campo**
- ii. Control de procesamiento y almacenamiento**
- iii. Control de laboratorio**

Control de campo: Esta etapa de la certificación se cumple con las inspecciones de campo en las etapas del cultivo (preparación del suelo, siembra, labores culturales, cosecha) y los requisitos del reglamento se hace imprescindible realizar las siguientes inspecciones.

- **Inspección de presiembra:** Observamos vías de acceso, topografía del terreno, infestación con malezas, siembras anteriores, aislamiento, aptitud de suelos.
- **Inspección de siembra:** Problema de importancia la densidad de siembra 250 mil 300 plantas/ha según la variedad.
- **Inspección durante el desarrollo vegetativo del cultivo:** Labores culturales tendientes a obtener rendimientos satisfactorios y conferirle aspecto propio de un cultivo para semillas. Cultivo mecánico y manual, combate de plagas y enfermedades, erradicación de plantas fuera de tipo.
- **Inspección durante floración:** Plantas fuera de tipo, uniformidad, aislamiento.
- **Inspección durante cosecha:** Graduaciones de las maquinarias, daños mecánicos, erradicación de malezas nocivas, descarte de las borduras, sacos en buen estado.
- **En cuanto al corte debe hacerse preferiblemente manual, para evitar la incorporación de malas hierbas o corte con máquina si los campos se encuentran libres de estas.**

La trilla manual es recomendable; en caso de efectuarla a máquina se requiere buena graduación de la cosechadora para evitar daños mecánicos a la semilla.

Control de procesamiento y almacenamiento:

- **Arrumaje de la semilla:** Una vez efectuada la trilla el producto es entregado a la planta de procesamiento, donde se dispone en lotes no mayores de 10 kg, estos debidamente identificados (nombre del productor, número de lote cantidad en kg, número de sacos, variedad, fecha de entrega, procedencia).
- **Altura de las rumas:** Aunque no hay límites para la altura de

las rumas, por razones prácticas, estas solo deben tener una altura máxima de 3 m.

- Espacio entre rumas: Deben disponerse de modo que permitan la circulación del aire, la toma de muestras y el etiquetado de los envases. El espacio mínimo recomendable entre cualquier lado de la ruma y algún obstáculo es de 80 cm.
- Aislamiento inferior de la ruma: Las rumas deben hacerse sobre estibas de madera en forma que haya aislamiento contra la humedad del piso.

Control de laboratorio: El control de laboratorio se efectúa en base a los análisis de muestras tentativas y oficiales tomadas en los lotes debidamente arrumados en las plantas de procesamiento. Durante el ciclo verano 1979-80 se implementó la medida de tomar las muestras tentativas a nivel de campo en los galpones de las fincas; en esta forma se evitan gastos innecesarios al productor en caso que algún lote no se ajusta a los reglamentos, sería enviado directamente a la industria.

- Análisis tentativos: Para efectuar este análisis es indispensable un muestreo antes de procesamiento de la semilla, la muestra tomada debe ser de 3 kg, y en la cual determinamos: germinación, daños mecánicos y malezas nocivas.

Si estos análisis se ajustan a los requisitos exigidos se procede al procesamiento con el cual eliminamos semillas de malezas, impurezas, semillas vanas y pequeñas presentes. Es necesario para lograr esto una correcta graduación de la limpiadora para cada lote a procesar.

- Análisis oficial: A las semillas procesadas se les hace un segundo muestreo. Esto se puede efectuar a la salida de la tolva; para lograr esta muestra oficial se van tomando muestras pequeñas a intervalos regulares hasta completar una muestra representativa o se muestrean los lotes de semillas una vez que haya sido procesada, ensacada y debidamente arrumada, tomando muestra de por lo menos el 20% de los sacos que conforman el lote. En los últimos ciclos del cultivo, y debido a los bajos volúmenes de semilla procesada, se ha procedido a muestrear para el análisis oficial en las tolvas, a granel; así evitamos romper los sacos, permite esto la acción más eficiente del tratamiento utilizado para proteger la semilla. En base a esta muestra oficial, se efectúan los análisis siguientes: pureza, daños mecánicos, análisis fitopatológicos, malezas nocivas y comunes.
- Tratamiento: Toda la semilla producida para mayor garantía es sometida a tratamiento con un fungicida e insecticida.

- **Tolerancias establecidas para los diferentes factores de calidad en la semilla:**

	Fundación	Registrada	Certificada
Germinación (min.)	70	80	80
Semilla pura (min.)	99	98.5	98
Materia inerte (máx.)	01	1.5	2%
Semilla útil (min.)	69.3	78.8	78.4%
Malezas nocivas (máx.)	0	0	3
Malezas comunes (máx.)	0	0	20
Daños mecánicos	0.5	1%	5%

Control en el manejo del producto y su almacenamiento:

La semilla procesada y tratada se ensaca y se arruma en la forma descrita anteriormente para proceder a efectuar el etiquetado de los sacos.

La comercialización del producto está a cargo de la asociación de productores de semillas.

Naturalmente en cada una de estas etapas se hace cumplir una serie de requisitos establecidos en la resolución reglamentaria.

Así tenemos:

Requisitos de campo: No se aceptan campos destinados a la producción de semilla de ajonjolí que:

1. **Hayan sido sembrados con cualquier clase de ajonjolí el año anterior al menos que:**
 - a) **La variedad por certificar sea igual a la cultivada anteriormente, y habiendo sido sometida a certificación resultó aprobada.**
 - b) **Se hayan utilizado prácticas agronómicas que a juicio de la sección de semillas hayan eliminado cualquier clase de residuos de cosechas anteriores.**
2. **Sean topográficamente accidentados.**
3. **No tengan fácil acceso de vehículos para la supervisión.**
4. **Los campos destinados a producción de semillas deben estar claramente separados de otros cultivos de ajonjolí para una distancia no menor de 20 metros.**

5. Estén infestados con malezas consideradas como nocivas.

Requisitos de la plantación: Esta debe presentar aspecto general propio de un cultivo para semilla y estar dividida en lotes, para facilitar las inspecciones. En la misma forma están establecidos los requisitos específicos de la semilla y del productor que se deben tomar en cuenta en la programación.

ASPECTOS SOBRE ADOPCION DE TECNOLOGIA EN EL CULTIVO DE AJONJOLI EN LA REGION CENTRO OCCIDENTAL DE VENEZUELA

Jesús M. Peña B. *

La información generada por los investigadores relacionados al rubro ajonjolí en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela, está dirigida a diversos tipos de agricultores. Para un análisis general de la problemática de la transferencia de tecnología - adopción vamos a clasificarla en tres tipos:

1. Pequeños productores beneficiados de la Ley de Reforma Agraria y organizados en empresas campesinas.
 2. Pequeños y medianos productores afiliados a Asociaciones de Productores Rurales.
 3. Productores Agropecuarios Empresariales.
-
1. Pequeños productores organizados en empresas campesinas

Mediante la Ejecución del Sistema Nacional de Asistencia Técnica (SNAT), Coordinado por el Ministerio de Agricultura y Cria a través de las Unidades Estadales de Desarrollo Agropecuario se presta asistencia técnica gratuita. El proceso de asistencia técnica es ejecutado por técnicos agropecuarios adscritos a las jefaturas de áreas. Estos técnicos agropecuarios o "asesores técnicos", "extensionistas" son capacitados y actualizados por intermedio de cursos de capacitación, días de campo, publicaciones, consultas directas en institutos de investigación y otros medios organizados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Fondo para el Desarrollo del Ajonjolí (FONALI), Universidades Nacionales, instituciones estas que actualmente generan investigaciones en el cultivo. Así mismo, el FONAIAP-Estación Experimental Portuguesa mediante los Departamentos de Investigación y Fomento de la Producción, presta servicios de identificación y diagnóstico de plagas y enfermedades, control de calidad e inspección de campos de producción y certificación de semilla, laboratorio de análisis de suelos y recomendaciones sobre fertilización, asesorías y consultas. Estos medios constituyen otra fuente de transferencia de tecnología, por la vía directa a los productores o por la vía indirecta a los productores a través de los asesores técnicos y multiplicadores.

* Ing. Agr. FONAIAP-Estación Experimental Portuguesa, Araure, Venezuela.

Trabajos de investigación realizados en Empresas Campesinas del Sector Reforma Agraria (Montilla et al., 1975) señalaban para 1974 que el 46% de la producción de ajonjolí correspondía al sector campesino, destacándose un bajo nivel de uso de tecnología disponible y poca participación directa del pequeño productor, inoportunidad del crédito otorgado. De un total de 47.721 hectáreas estudiadas el 70% estaban localizadas en áreas clasificadas agroecológicamente como "bien adaptadas o moderadamente adaptadas" al cultivo.

Resultado de ensayos (León et al., 1975) reflejan que es posible producir entre 900-1200 kilogramos por hectárea. Sin embargo, los rendimientos promedio no van más allá de los 500 kilogramos por hectárea. Lo que hemos denominado "brecha tecnológica" para estos pequeños productores sobrepasa el 50%; con ello se evidencia la alta potencialidad de incrementar la producción nacional utilizando el área de Organizaciones Económicas Campesinas (Empresas o Uniones de Prestatarios) especialmente en este momento en el cual las obras de infraestructura para cultivos de riego resulta onerosa; pero, sin embargo, existen mecanismos organizativos de los pequeños productores factible de ser renovados, reorganizados para una mayor productividad.

Actualmente, el Instituto de Crédito Agrícola y Pecuario (ICAP) financia una superficie muy pequeña de ajonjolí (3.600 ha). Las empresas agroindustriales a través de la banca privada están financiando una apreciable área del sector reforma agraria sembrada por los propios campesinos, lo cual ha subsanado factores limitantes señalados, tales como: inoportunidad del crédito, insuficiencia del financiamiento referencial con relación a los costos reales de producción y asistencia técnica de baja calidad. También se dirigen esfuerzos para ejecutar proyectos de desarrollo agropecuario integral, mediante la ejecución de programas, tales como: el Programa de Desarrollo Tecnológico (PRODETEC) financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que tiene una Unidad Operativa en la Colonia Agrícola de Turén (Dpto. Turén-Estado Portuguesa), así como el financiamiento de proyectos de investigación en la Estación Experimental Portuguesa y la incorporación de un investigador en este rubro.

2. Pequeños y medianos productores afiliados a las asociaciones de productores

Este tipo de agricultores disponen de una mayor cantidad de recursos en relación a los pequeños productores. Por lo general, disponen de maquinaria agrícola propia, así mismo por intermedio de las Asociaciones de Productores, a las cuales están afiliados disponen de insumos y servicios (agroquímicos, fertilizantes, repuestos de maquinaria agrícola, servicios de mecanización,

servicios de almacenamiento de productos), adquiridos a precios por debajo del mercado normal de insumos. El financiamiento se realiza fundamentalmente a través de la banca privada o del Banco de Desarrollo Agropecuario.

Los productores de este grupo están afiliados a las siguientes asociaciones de productores: Asociación de Productores Rurales del Estado Portuguesa (ASOPORTUGUESA), Federación Nacional de Productores de Ajonjoli (FEDEAJONJOLI), Asociación Nacional de Cultivadores de Algodón (ANCA), Asociación de Productores Rurales de Turén (ASOPRUAT), Asociación de Productores Rurales del Distrito Guanare (ASOGUANARE), Asociación de Productores de Semilla Certificada en los Llanos Occidentales (APROSCELLO).

En algunas asociaciones de productores, tales como: ANCA se posee una definición clara de la comercialización de productos y coordinan la recepción de la cosecha, existiendo empresas agroindustriales con participación de agricultores para el procesamiento y refinación de aceites, como el caso del Consorcio Oleaginoso del Estado Portuguesa (COPOSA). La asesoría técnica para este tipo de productores es particular y la cancela el agricultor. En el caso de APROSCELLO se fundó una Empresa privada de Servicios de Asistencia Técnica, así como también el caso de ANCA quien dispone de un abundante número de asesores técnicos.

Los asesores técnicos reciben periódicamente capacitación de las instituciones de investigación de la región, incluso APROSCELLO ha ejecutado convenios como el de FONAIAP-FUDECO con el Centro Internacional de Agronomía Tropical (CIAT) para la formación de recursos humanos y transferencia de tecnología.

Tanto las instituciones de investigación como las Gerencias Técnicas de las Asociaciones de Productores dirigen sus esfuerzos para lograr que los agricultores beneficiarios del programa incrementen la productividad en aspectos tales como: Programas de manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo racional de suelos, uso de semilla certificada recomendada sobre la base de ensayos regionales del FONAIAP, estudios de otras alternativas de cultivos dentro del sistema de producción, uso adecuado de prácticas agrícolas (época de siembra, herbicidas, fertilización). Este tipo de agricultores utilizan frecuentemente los servicios que presta el Estado, tales como: análisis de suelos, diagnóstico de problemas ocasionados por insectos-plagas y enfermedades, consultas y otros servicios gratuitos que prestan: FONAIAP-UNELLEZ-UCLA, IUTEP, FONALI. Esta acción de transferencia de tecnología directa de los Institutos de Investigación a los productores, se presentan de forma muy común con este tipo de productores. Se han establecido programas cooperativos con las Asociaciones de Productores mediante ciclos de conferencias, días de campo, publicaciones, para actualizar a los agricultores tales como el caso del Programa Cooperativo FONAIAP-APROSCELLO.

3. Productores empresariales

Este tipo de agricultores tienen acceso a la tecnología producida por los institutos de investigación, a los recursos de financiamiento disponibles en BANDAGRO y Banca Privada. Algunas de estas empresas poseen asesores técnicos a dedicación exclusiva.

Los agricultores de este grupo están muy organizados desde el punto de vista administrativo, algunos de ellos con propias empresas de servicio de mecanización y talleres de reparación. También poseen en el caso de rubros como el arroz, consorcios agroindustriales, secado, procesamiento y comercialización de sus productos agrícolas.

Se dirigen esfuerzos para que este tipo de agricultores empresariales mejoren la productividad en aspectos tales como: uso adecuado de maquinaria agrícola en relación a manejo de suelos, requerimiento de potencia y costos de producción, planes de fertilización, evaluación y control integrado de plagas y enfermedades.

Importantes trabajos de diagnóstico se han realizado en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela destacándose la necesidad de incrementar en rendimientos por unidad de superficie, intensificar la investigación aplicada, producción de semilla certificada, mejorar la asistencia técnica para divulgación de prácticas para uso de agricultores. Los referidos estudios reflejan que el uso de prácticas agrícolas dependen de variados factores desde la organización de los agricultores, investigación, financiamiento, asesoría técnica, capacitación, infraestructura rural, etc.

Actualmente, Venezuela reorienta su proceso de desarrollo, donde creo que la agricultura y el sector productor de materias primas saldrá beneficiado. Así mismo saldrán beneficiados los países de la Subregión Andina participantes en este curso promovido por PROCIANDINO, debido a la necesidad de producir materias primas a bajos costos, creación de canales de comercialización eficientes y políticas de intercambio comercial y tecnológico, que profundicen hacia la menor dependencia alimentaria de naciones desarrolladas y generen ingresos y divisas para los países, así como también se tienda a un desarrollo equilibrado entre el sector productor de materias primas, el sector comercial e industrial.

En el caso venezolano y específicamente en el cultivo del ajonjolí, es un reto para el agricultor y para nosotros los técnicos ligados al rubro, esta reorientación de la política económica que obligará aún más a sonificar el cultivo en áreas agroecológicas, especializará a agricultores y técnicos en busca de mayor eficiencia, ligará al cultivo del ajonjolí a los demás

cultivos dentro del sistema de producción inoperantes en el país, obligará a reorientar la investigación y la asistencia técnica, así como también deberán establecerse estudios a profundidad sobre costos de producción, comercialización y mercadeo.

BIBLIOGRAFIA

1. AVILA, J. et al. 1987. Recomendaciones para la siembra del cultivo de ajonjolí. Publicación divulgativa. Araure, Venezuela.
2. CIARCO. 1978. Cultivos oleaginosos: ajonjolí, girasol, cocotero, palma africana. Investigación y producción. Publicación técnico divulgativa # 2. Araure, Venezuela.
3. ESTACION EXPERIMENTAL ARAURE. 1972. Notas sobre algunos problemas agronómicos del ajonjolí. Primer curso sobre "Administración de recursos agrícolas en condiciones de secano". Araure, Venezuela.
4. FONALI. 1980. Boletines divulgativos años XV a XXI. Publicaciones divulgativas. Caracas, Venezuela.
5. FONAIAP. 1983. Estación Experimental Portuguesa. Formación y capacitación de recursos humanos. Primer Encuentro Centro Occidental Educación Superior y Centros de Ciencia y Tecnología. Barquisimeto, Venezuela.
6. FONAIAP. 1985. Estación Experimental Portuguesa. Organización institucional del FONAIAP y estrategias para la Transferencia de Tecnología. Acarigua-Araure, Venezuela.
7. FONAIAP. 1986. Veinticinco años de investigación, período 1961-1986, Edic. Oficina de Información y Relaciones. Caracas, Venezuela.
8. IICA-BID-PROCIANDINO. Diagnóstico de la producción e investigación de leguminosas, maíz, papa y oleaginosas en la Subregión Andina. Edit. B. Ramakrishna, Gudnara Hernández C., Quito, Ec. PROCIANDINO. 316 p.
9. LEON, J.R. et al. 1972. Repercusión de la tecnología en el desarrollo de los principales cultivos en Venezuela. Primer caso: ajonjolí. Publicación miscelánea # 18, Oficina Comunicaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela.
10. MONTILLA, D. et al. 1975. Análisis de la situación del ajonjolí en la región de los Llanos Occidentales. Proyecto MAC-CENIAP-IAN-FUDECO-GOBERNACION. Boletín Técnico # 2. Araure, Venezuela.

**FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL PORTUGUESA**

Cuadro 1. Resumen de actividades de transferencia de tecnología - metas cumplidas.

AÑOS	Cursos		Días de campo		Publicaciones		Progr. radio		Pasantías No.	Charlas		Prensa No.	Parcel. demonst	Talleres técnicos
	No. benefic.		No. benefic.		No. benefic.		No. benefic.			No. benefic.				
1981	08	241	05	417	13	CR	15	CR	43	25	1258	22	CR	--
1982	07	161	02	262	09	CR	18	CR	32	18	648	19	CR	--
1983	06	192	04	203	05	CR	13	CR	25	35	1470	22	CR	--
1984	04	603	08	217	21	CR	13	CR	36	17	927	21	CR	--
1985	07	181	03	163	16	CR	10	CR	31	20	988	08	CR	03
1986	08	213	07	440	22	CR	26	CR	30	28	994	17	CR	02
1987	09	205	05	361	14	CR	22	CR	36	21	771	16	CR	01
1988	06	131	03	320	--	--	19	CR	30	35	1209	13	CR	--

CR = Cobertura Regional

LISTA DE PARTICIPANTES
CURSO CORTO SOBRE TECNOLOGIA PARA LA PRODUCCION DE AJONJOLI
(3 - 12 de abril de 1989)

<u>Nombre/pais</u>	<u>Institución/dirección</u>
BOLIVIA	
Rodolfo Espinoza M.	IBTA. Plazo España, La Paz, Bolivia No. 710, Casilla 5783, teléfono 374289.
Antonio Padilla R.	CODETAR-Proyecto Desarrollo del Gran Chaco (Proy. Bol. 85-002 FAO-PNOD Villa Montes Tarija), telef. 2172, télex 7341 Bolivia.
COLOMBIA	
José J. Aragón C.	ICA-CRI Nataima, km 10 via Espinal Ibagué. Apdo. 40 Espinal-Tolima-Colombia, telef. 3205.
ECUADOR	
Washington Peñafiel	INIAP. Km 26 via Durán Tambo. Estación Experimental Boliche. Apdo. 7069.
Lionel Peralta S.	INIAP. Km 26 via Durán Tambo. Estación Experimental Boliche. Apdo. 7069.
Marcelo Saltos	INIAP. Estación Experimental Boliche, via Durán Tambo. Apdo. 7069.
PERU	
Anibal Montenegro	INIAA. Estación Experimental El Chira. Av. Cayetano Heredia 401, Piura, telef. 324531, Perú.
Arecio Olivera N.	INIAA. Estación Experimental Agropecuaria Huarango Pampa, Bagua-Perú.
Rodolfo Venegas E.	INIAA. Estación Experimental Jaén-Cajamarca, Perú, apdo. 462, Chiclayo, Perú.

Pais/nombre

Institución/dirección

VENEZUELA

Tulio Acevedo H.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera vía Barquisimeto, telef. 46834, télex 55233 FPEEP Araure Edo. Portuguesa.
María Alvarez J.	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias-CENIAP, telef. 043-453075 ext. 176, Maracay-Aragua, Venezuela.
Jesús Avila Melean	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera vía Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPEEP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Carlos Barrios C.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa km 5 carretera vía Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPEEP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Teofilo R. Cedeño	Fondo Nacional para el Desarrollo del Ajonjoli-FONALI, Av. Eduardo Chollet, telef. 055-51954, Araure-Portuguesa, Venezuela.
Nedelka Gaschteff H.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera vía Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPEEP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Ercilia Gonnella E.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera vía Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPEEP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Alejandro González	FUDECO. Av. 5 de Diciembre Resid. Karima 2do. piso, Apto. A23, telef. 055-44894, Araure-Portuguesa, Venezuela.
Luis A. Gutiérrez	Fondo para el Desarrollo del Ajonjoli-FONALI, Av. Eduardo Chollet, telef. 055-51954 Araure-Portuguesa, Venezuela.

<u>Pais/nombre</u>	<u>Institución/dirección</u>
José G. Hernández	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera via Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPREP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Eglee Marcano	Fondo para el Desarrollo del Ajonjoli-FONALI. Av. Eduardo Chollet, telef. 055-51954, Araure-Portuguesa, Venezuela.
Bruno Mazzani	Centro de Investigaciones Agropecuarias CENIAP, telef. 043-453075, Maracay-Aragua, Venezuela.
Herman A. Nass A.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera via Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPREP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Jesús E. Ochoa	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 via Barquisimeto Araure, Edo. Portuguesa, Venezuela.
Francisco Oropeza	Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía, Apdo. 526, telef. 061-512205-512248, Maracaibo-Zulia, Venezuela.
Italo Miguel Parra	Asociación Nacional de Cultivadores de Algodón-ANCA. Av. Los Agricultores, telef. 055-215111, Araure-Portuguesa, Venezuela.
Jesús M. Peña B.	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera via Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPREP Araure-Portuguesa, Venezuela.
Teofilo Pérez B.	CORPOZULIA. Av. 4 Bella Vista C-83 y 84 ID, telef. 061-910649, Maracaibo-Zulia, Venezuela.
Juan Pineda Pérez	FONAIAP. Estación Experimental Portuguesa, km 5 carretera via Barquisimeto, telef. 055-46834, télex 55233 FPREP, Araure-Portuguesa, Venezuela.
Héctor Pina A.	Instituto Universitario de Tecnología Yaracuy-IUTY, Av. Alberto Ravell, telef. 054-25461, San Felipe-Yaracuy, Venezuela.

Pais/nombre

Institución/dirección

Carmen A. Rincón

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias-CENIAP. Zona Universitaria El Limón, telef. 043-332939-4530765, Maracay-Aragua, Venezuela.

Tania Rodríguez

FONAIAP. Estación Experimental Monagas, telef. 091-27940, Maturin-Monagas, Venezuela.

Miguel Saldivia

APROSCELLO-Asociación de Productores Semilla Certificada de los Llanos Occidentales. Zona Industrial, telef. 055-40450-44574; Acarigua-Portuguesa, Venezuela.

Luis Urdaneta

OLEAGRO S.A. (Mavesa) Centro Comercial El Indio, telef. 055-49052, Acarigua, Venezuela.

A N E X O

DIVULGACION SOBRE LA EVALUACION DE PLAGAS EN AJONJOLI*

El problema de las plagas del ajonjolí en el Estado Portuguesa, se ha acentuado en los últimos tres años debido al ataque significativo de los siguientes insectos: Enrollador del ajonjolí (Antigastra catalaunalis), los cortadores (Spodóptera spp) y áfidos del ajonjolí (Myzus persicae).

La mayoría de las aplicaciones de insecticidas que se hacen contra dichas plagas se basan en recomendaciones sin suficiente base técnica, ya que no se realiza un conteo de la plaga previamente al tomar la decisión de usar el producto.

El objetivo de la información que se suministra en este desplegable, es lograr que los técnicos y los productores de ajonjolí hagan un eficiente conteo de las plagas que atacan al cultivo, lo cual es una importante fase del manejo adecuado a fin de bajar el número de aplicaciones de productos químicos, proteger la fauna benéfica y reducir las plagas potenciales, a objeto de que no se conviertan en un peligro real.

Una condición para realizar el control eficaz de las plagas que atacan el cultivo del ajonjolí es un buen conteo de plagas previo a la aplicación del insecticida. Ver la forma de hacer el conteo en el cuadro de la página siguiente.

* Es una adaptación del desplegable producido por FONAIAP y FUNDESOL, instituciones de Venezuela (Maracay, diciembre de 1989). La información técnica es de autoría del Ing. Agr. M.S. Omar Aponte, Téc. Sup. Universidad Manuel Pérez y Téc. Sup. Universidad Ercilia Gonnella. Para mayor información dirigirse a la Estación Experimental Portuguesa, Apartado 102. Acarigua Edo. Portuguesa, Venezuela.

FORMA DE HACER EL CONTAJE

Se deben evaluar tres plagas, de acuerdo a las siguientes instrucciones:

Especie	Momento del conteaje	Observación	Umbral de daño económico
Cortadores	Desde la germinación hasta los 15 días de edad de la planta	Selecciones 50 plantas consecutivas de un hilo cualquiera y determine el número de plantas cortadas o dañadas. Multiplique este número x 2, para obtener el % de daño.	Por encima de 5% de plantas cortadas o dañadas, con densidad igual o menor de 20 plantas por metro lineal proceda al control.
Enrollador del ajonjolí	Desde los 15 días de edad del cultivo.	Observe el número de larvas en 10 plantas. Calcule el número de larvas por planta: $\frac{\text{No. de larvas}}{10}$	Si obtiene un resultado mayor de 0,5 larvas por planta, proceda al control.
Áfidos	Desde que se observa la plaga en el cultivo.	Observe el número de áfidos en 5 hojas del tercio superior de 10 plantas (use lupa) y calcule el número de áfidos por hoja: $A: \frac{\text{No. total de áfidos}}{50}$	Si obtiene más de 10 áfidos por hoja en cultivos menores de 30 días o 15 áfidos por hoja en cultivos mayores de 30 días, aplique el control.

El área a evaluar se divide en lotes de 20 ha, y en cada lote se hacen 5 observaciones, 4 en las esquinas a 20-30 m del borde y una en el centro. Los contejes se hacen cada 7 días, pero cuando la población se acerca al umbral de daño económico se hacen cada 3, 4 ó 5 días. Se promedian las 5 observaciones y el resultado se compara con el umbral de daño económico de la plaga correspondiente.

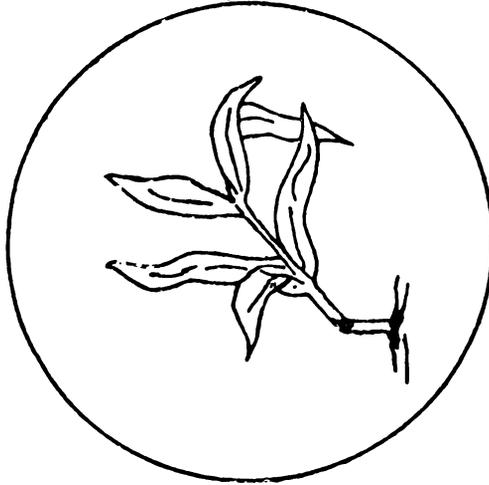
DAÑOS CAUSADOS AL AJONJOLI

ENROLLADOR DEL AJONJOLI



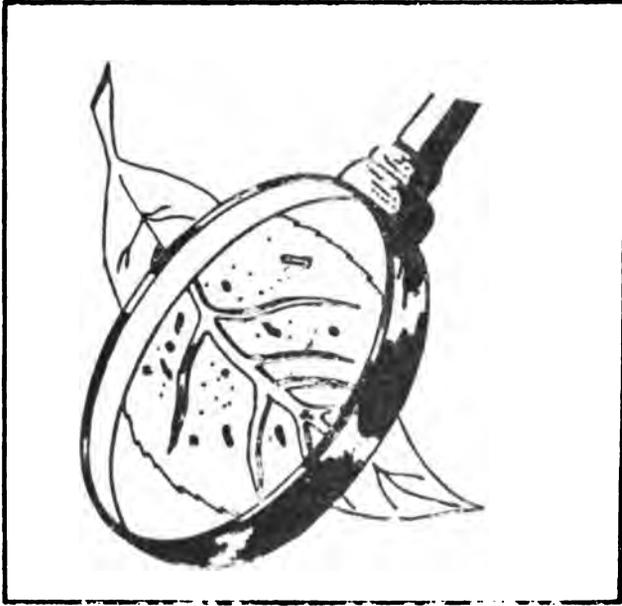
La larva emite una especie de tela con la cual une las hojas para ocultarse. Ataca: follaje, terminal del tallo, flor y fruto.

CORTADOR DEL AJONJOLI



Se alimenta de la base del tallo, llegando a cortar las plantas jóvenes (pocos días después de la germinación).

AFIDO DEL AJONJOLI



Los áfidos forman colonias en el envés de la hoja, succionando la savia e inyectando toxinas, produciendo deformación y marchitez.

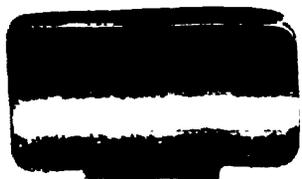
El daño se caracteriza por la melladura que se observa en el follaje.

Levantamiento de textos y diseño:
Germán Pasquel Galarza

Impresión: Marco Pinto

No. de ejemplares: 250

Estas memorias fueron impresas en
el Taller Gráfico IICA-PROCIANDINO
Quito, Ecuador.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA