

HONDURAS

CULTIVO DE AJONJOLÍ PARA LOS CAMPESINOS
EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHOLUTECA Y VALLE



VICENTE DE PAULA QUEIROGA
JAIME VICENTE CHAVEZ LEÓN
FRANCISCO JEOVANY PEREZ VALENZUELA
JOSÉ AMAURI BUSO
Editores Técnicos



**CULTIVO DE AJONJOLÍ PARA LOS
CAMPEVINOS EN LOS DEPARTAMENTOS
DE CHOLUTUCA Y VALLE**

1ª edición

**www.abarriguda.org.br
Visite nosso site**



CENTRO INTERDISCIPLINAR DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E DIREITO

LARYSSA MAYARA ALVES DE ALMEIDA

Diretor Presidente da Associação do Centro Interdisciplinar de Pesquisa em Educação e Direito

VINÍCIUS LEÃO DE CASTRO

Diretor - Adjunto da Associação do Centro Interdisciplinar de Pesquisa em Educação e Direito

ESTHER MARIA BARROS DE ALBUQUERQUE

Editor-chefe da Associação da Revista Eletrônica a Barriguda - AREPB

ASSOCIAÇÃO DA REVISTA ELETRÔNICA A BARRIGUDA – AREPB

CNPJ 12.955.187/0001-66

Acesse: www.abarriguda.org.br

CONSELHO EDITORIAL

Adilson Rodrigues Pires

André Karam Trindade

Alessandra Correia Lima Macedo Franca

Alexandre Coutinho Pagliarini

Arali da Silva Oliveira

Bartira Macedo de Miranda Santos

Belinda Pereira da Cunha

Carina Barbosa Gouvêa

Carlos Aranguéz Sánchez

Dyego da Costa Santos

Elionora Nazaré Cardoso

Fabiana Faxina

Gisela Bester

Glauber Salomão Leite

Gustavo Rabay Guerra

Ignacio Berdugo Gómez de la Torre

Jaime José da Silveira Barros Neto

Javier Valls Prieto, Universidad de Granada

José Ernesto Pimentel Filho

Juliana Gomes de Brito

Ludmila Albuquerque Douettes Araújo

Lusia Pereira Ribeiro

Marcelo Alves Pereira Eufrazio

Marcelo Weick Pogliese

Marcílio Toscano Franca Filho

Olard Hasani

Paulo Jorge Fonseca Ferreira da Cunha

Raymundo Juliano Rego Feitosa

Ricardo Maurício Freire Soares

Talden Queiroz Farias

Valfredo de Andrade Aguiar

Vincenzo Carbone

**VICENTE DE PAULA QUEIROGA
JAIME VICENTE CHAVEZ LEÓN
FRANCISCO JEOVANY PEREZ VALENZUELA
JOSÉ AMAURI BUSO
EDITORES TÉCNICOS**

**CULTIVO DE AJONJOLÍ PARA LOS
CAMPEÑINOS EN LOS DEPARTAMENTOS
DE CHOLUTECA Y VALLE**

1ª EDIÇÃO

ASSOCIAÇÃO DA REVISTA ELETRÔNICA A BARRIGUDA - AREPB



A Barriguda

2018

©Copyright 2016 by

Organização do Livro

VICENTE DE PAULA QUEIROGA, JAIME VICENTE CHAVEZ LEÓN, FRANCISCO JEOVANY PEREZ VALENZUELA, JOSÉ AMAURI BUSO

Capa

FLÁVIO TORRÊS DE MOURA

Editoração

ESTHER MARIA BARROS DE ALBUQUERQUE

Diagramação

ESTHER MARIA BARROS DE ALBUQUERQUE

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade dos autores.

Data de fechamento da edição: 27-01-2018

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)

Q3c

Queiroga, Vicente de Paula.

Cultivo de ajonjolí para los campesinos em los departamentos de choluteca y valle. 1ed. / Organizadores, Vicente de Paula Queiroga, Jaime Vicente Chavez León, Francisco Jeovany Perez Valenzuela, José Amauri Buso. – Campina Grande: AREPB, 2018.

169 f. : il. color.

ISBN 978-85-67494-26-5

1. Ajonjolí. 2. Sistema de cultivo. 3. Agricultura familiar. 4. Oleaginosas. 5. Producción de granos. I. Queiroga, Vicente de Paula. II. León, Jaime Vicente Chavez. III. Valenzuela, Francisco Jeovany Perez. IV. Buso, José Amauri. V. Título.

CDU 633.8

Ficha Catalográfica Elaborada pela Direção Geral da Revista Eletrônica A Barriguda - AREPB

Todos os direitos desta edição reservados à Associação da Revista Eletrônica A Barriguda – AREPB.
Foi feito o depósito legal.



O Centro Interdisciplinar de Pesquisa em Educação e Direito – CIPED, responsável pela Revista Jurídica e Cultural “A Barriguda”, foi criado na cidade de Campina Grande-PB, com o objetivo de ser um locus de propagação de uma nova maneira de se enxergar a Pesquisa, o Ensino e a Extensão na área do Direito.

A ideia de criar uma revista eletrônica surgiu a partir de intensos debates em torno da Ciência Jurídica, com o objetivo de resgatar o estudo do Direito enquanto Ciência, de maneira inter e transdisciplinar unido sempre à cultura. Resgatando, dessa maneira, posturas metodológicas que se voltem a postura ética dos futuros profissionais.

Os idealizadores deste projeto, revestidos de ousadia, espírito acadêmico e nutridos do objetivo de criar um novo paradigma de estudo do Direito se motivaram para construir um projeto que ultrapassou as fronteiras de um informativo e se estabeleceu como uma revista eletrônica, para incentivar o resgate do ensino jurídico como interdisciplinar e transversal, sem esquecer a nossa riqueza cultural.

Nosso sincero reconhecimento e agradecimento a todos que contribuíram para a consolidação da Revista A Barriguda no meio acadêmico de forma tão significativa.

Acesse a Biblioteca do site www.abarriguda.org.br

EDITORES TÉCNICOS

Vicente de Paula Queiroga (Dr)

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa do Algodão-CNPA
Campina Grande, PB (Brasil)

Jaime Vicente Chavez León (Dr)

Director del Programa Trilateral en Honduras
Universidade de Flórida - UF – Representación en Honduras
Tegucigalpa (Honduras)

Francisco Jeovany Perez Valenzuela (Dr)

Director de la Empresa Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria - DICTA
DICTA\MAG
Tegucigalpa (Honduras)

José Amauri Buso (Dr)

Pesquisador A da Embrapa Sede
Secretária de Relações Internacionais – SRI- EMBRAPA
Brasilia, DF (Brasil)

HOMENAJE ESPECIAL

Al Embajador do Brasil en Honduras, Excelentísimo **Zenik Krawctschuk**, por su colaboración ha sido acordado la Cooperación Trilateral entre USAID, Gobierno de Honduras y ABC para el “Proyecto de Producción de Ajonjolí en los Departamentos de Choluteca y Valle”

PRESENTACIÓN

El ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.) es una de las primeras especies domesticadas por el hombre, siendo una de las diez principales oleaginosas del mundo. En el caso de que se produzca un cambio en la calidad de los alimentos, se debe tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, insaturado, aceptado y recomendado para la alimentación humana, además de ser medicinal. La torta o la harina de ajonjolí tiene excelente de aminoácidos importantes, tales como metionina, cistina, arginina y leucina, y puede constituirse en una excelente fuente de proteínas.

El ajonjolí es un cultivo de gran potencial en Honduras por las condiciones agro-ecológicas adecuadas. Estas áreas potenciales se concentran en los departamentos de Choluteca y Valle. Actualmente, el mercado de ajonjolí está influenciado por una diversificación en sus usos, generando así una tendencia creciente en su consumo. La principal demanda de ajonjolí proviene de la industria alimentaria. El 70% de la producción mundial se utiliza para la elaboración de aceite y harina en la mayoría de los países importadores.

El uso de agroquímicos es uno de los factores de mayor afectación ambiental y recae su afectación en el mal uso en que los agricultores le dan a éstos, no en las normas de aplicación sugeridas; debido a que se expone la salud de los habitantes cercanos a la zona y del medio ambiente en general.

En la actualidad se están aplicando métodos orgánicos de producción lo que es bastante amigable con el medio ambiente, cada día existe mayor interés de organizaciones como la Universidad de Florida y DICTA de este tipo de agricultura incentivando a los productores con mejor precio y dándoles a mejor conocer el beneficio ambiental que realiza con este tipo de agricultura. Por lo tanto, su cultivo en los sistemas convencionales y agro-ecológicos u orgánicos, podrá agregar valor a los productos, desde el grano en sí como también su aceite y su harina. En este libro, los autores evidencian la importancia de esa Pedaliácea, bien como su cultivo en bases sostenibles, con el mínimo de agresión a la naturaleza y con producción de alimentación saludable.

Los actores

PREFACIO

Publicar el estado del arte del ajonjolí con foco en su producción por los campesinos de los departamentos de Choluteca y Valle (Honduras) remite al levantamiento de informaciones relevantes en la literatura pertinente a esta oleaginosa. El material contempla tópicos de relevancia en cuanto a los sistemas de cultivo orgánico y convencional del ajonjolí.

En la revisión del material tuvimos la preocupación de proponer una escritura de fácil interpretación y directa al asunto, a fin de alcanzar productores rurales, extensionistas, investigadores y curiosos en las temáticas abordadas. Las figuras quedaron de tal modo, auto-explicativas y las informaciones condensadas en una lectura fácil y explicativa.

Para la elaboración de éste se consultó una amplia bibliografía desde tesis, disertaciones, monográficas, artículos, comunicados técnicos, boletines, resúmenes de congreso y textos de los propios autores. Sin embargo es importante comentar que éste se encuentra abierto a sugerencias y críticas de los lectores.

A usted lector una buena lectura.

RESUMEN

CAPÍTULO 1. SISTEMA DE CULTIVO DO GERGELIM ORGÂNICO PARA AGRICULTURA FAMILIAR – <i>Vicente de Paula Queiroga, Jaime Vicente Chavez León, Francisco Jeovany Perez Venezuela, José Amauri Buso, Cristian Evelio Irias Orellana, José Obdulio Crozier Flores, Nair Helena Castro Arriel, Paulo de Tarso Firmino, Ayicé Chaves Silva, José Ramón Ramírez, Ritza Marina Lainez Navarrete</i>	12
CAPÍTULO 2. USO ALIMENTARIO Y NUTRICIONAL DEL AJONJOLÍ - <i>Paulo de Tarso Firmino, Ayicé Chaves Silva, Vicente de Paula Queiroga, Tania Cardona, Assunta Helena Sicoli, Jaime Vicente Chavez León, Francisco Jeovany Perez Venezuela, José Amauri Buso, Nair Helena Castro Arriel, Cristian Evelio Irias Orellana, José Obdulio Crozier Flores, José Ramón Ramírez, Ritza Marina Lainez Navarrete</i>	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161

CAPÍTULO I

SISTEMA DE CULTIVO DO GERGELIM ORGÂNICO PARA AGRICULTURA FAMILIAR

(Autores)

Vicente de Paula Queiroga

Jaime Vicente Chavez León

Francisco Jeovany Perez Valenzuela

José Amauri Buso

Cristian Evelio Irias Orellana

José Obdulio Crozier Flores

Nair Helena Castro Arriel

Paulo de Tarso Firmino

Ayicé Chaves Silva

José Ramón Ramírez

Ritza Marina Lainez Navarrete

ORIGEN E IMPORTANCIA DEL AJONJOLÍ

El nombre científico del ajonjolí es *Sesamum indicum*, L., pertenece a la familia Pedaliaceae que está formada por 16 géneros y 60 especies encontradas en las áreas tropicales y subtropicales (CALDWELL, 1958). Como todas las plantas que fueron domesticadas hace mucho tiempo, el ajonjolí posee muchas variedades que difieren en tamaños, formas, hábitos de crecimiento, color y tamaño de flores, color y composición de la semilla (WEISS, 1983).

Ajonjolí es un cultivo muy antiguo. Se conoce desde hace dos siglos antes de Cristo. Según los registros el ajonjolí es originario de África Central (su origen exacto no se ha determinado). Este cultivo es uno de los más antiguos cultivados en la India y África. Se siembra desde hace miles de años en los países entre Éufrates y Tigris. También se propagó a la China, Japón y países del mediterráneo. Los esclavos del África trajeron a América las semillas del ajonjolí. Estas fueron cultivadas en el sur de Norte América donde se utilizó como condimento y mejorar el sabor de las comidas africanas. En estos días es un condimento esencial en los Estados Unidos y Europa (BUSTAMANTE, 2001).

Los principales países productores de ajonjolí son India, China, Myanmar y Sudán, que acumulan el 70% de la producción mundial. En el caso de México y Centroamérica, la participación es de 0,7% y 1,5%, respectivamente. Los países centroamericanos representan 3.7% del total de las exportaciones mundiales, en el que se destaca Guatemala, seguido de Honduras (0.3%) y Nicaragua (0.2%), estos son importantes abastecedores del mercado norteamericano y europeo. Según datos obtenidos de la CEPAL la producción de ajonjolí en Honduras para el período 1990- 2005 es entre 1,250 y 950 toneladas métricas. En algunos años la producción muestra caídas drásticas, tal es el caso del año 2002, donde la producción estimada de ajonjolí fue de 270 toneladas métricas. Esta baja obedece a diversos factores, tales como: inadecuada comercialización, caída en la rentabilidad del rubro, bajo nivel de tecnología en la producción, falta de promoción del cultivo, etc (SAG\ICTA, 2007).

Las áreas de los departamentos de Choluteca y Valle se destacan por tener condiciones favorables de suelo y clima para el cultivo de ajonjolí, factores importantes para la reducción natural de las plagas de los cultivos. Además, constituye una alternativa de gran importancia

económica y social para las condiciones de dos departamentos de Honduras, Choluteca y Valle, por ser un cultivo relativamente fácil al presentar más tolerancia a la sequía comparado con otros, generar ingresos y empleo, y un potencial alimento para los pequeños y medianos productores.

La producción local se caracteriza por estar en manos de pequeños agricultores que cultivan diversas variedades y utilizan la mano de obra de la familia, son explotaciones pequeñas. Aunque el ajonjolí se cultiva tradicionalmente en Honduras en condiciones climáticas favorables e incluyen varios ciclos al año, existe un gran atraso tecnológico, especialmente en las actividades de campo que son altamente demandantes de mano de obra, tales como: preparación del suelo (área de siembra preparados para animales o por tractor); siembra realizada a diferentes distancias entre plantas; siembra manual con botella de pet de forma incorrecta; raleo de la siembra es obligatoria debido al sistema de siembra utilizado; siembran semillas de color crema con poca oferta en los mercados internacionales debido al alto contenido de oxalato de calcio (semilla amarga); la manipulación de distintas variedades en un mismo campo por los agricultores y sin orientación técnica, lo que hace que las mezclas varietales tengan un menor potencial de rendimiento; control de plagas, enfermedades y malezas realizadas con productos químicos (insecticidas, bactericidas y herbicidas), que perjudican el medio ambiente; ausencia de semillas certificadas; la rotación de cultivos rara vez se practica; se cortan las plantas verdes para la cosecha que tienen bajo contenido de aceite (semillas inmaduras); plantas cortadas manualmente por machete; parvas de gran diámetro, lo que dificulta el secado de plantas cortadas en el interior; no se usa tecnología en el proceso de recolección: corte, mezcla, limpieza y ventilación, simplemente secado de manojos en lonas de plástico siendo un gran avance tecnológico recomendado por los técnicos DICTA (lo anterior reduce en gran parte la pérdida de semillas en el campo); mercado de ajonjolí solamente por una empresa AGRONORTE de San Pedro de Sula, Departamento de Cortés; y el alto costo de la producción por la demanda de mano de obra y los costos de los insumos. Además, la mayoría de los campesinos no tiene las condiciones económicas satisfactorias para mejorar su nivel tecnológico (SAG \ DICTA, 2007; ESPINOZA, 2009; DICTA, 2014).

El cultivo de ajonjolí, producido a diferentes escalas comerciales por los productores pequeños, medianos y grandes, dependen por lo tanto, del cambio en las costumbres culturales y sociales de la población. En los últimos años, el consumo de ajonjolí de la población se ha incrementado considerablemente y esto es debido a la importación de semillas de alta calidad (más de 60% del consumo de Brasil es importado), en su mayoría variedades blancas (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Las semillas de ajonjolí contienen un promedio de 50% de aceite de alta calidad, en vista de las buenas perspectivas de los mercados nacionales e internacionales su producción está en aumento debido a la mayor cantidad de producto industrial elaborados para el consumo, que ha crecido en torno al 15% anual, lo que genera mayor demanda del producto “al natural” y potencializa el mercado pues es capaz de absorber cantidades superiores a la oferta actual (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Las semillas de ajonjolí son consumidas "al natural", también en confitería, o panadería. Las semillas presentan un sabor amargo debido al ácido oxálico en el tegumento de la semilla (película), que se puede eliminar por métodos manuales, químicos, mecánicos y físicos (QUEIROGA et al., 2007).

Más del 70% de la producción de ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceites comestible. El contenido de aceite es entre 40 y 60%, y las proteínas oscilan entre 17 y 29% (MAZZANI; LAYRISSE, 1998). El aceite producido a partir de la primera presión en frío es uno de los aceites comestibles más caros. Con un rendimiento de casi el 30%, el extra virgen es un aceite de color amarillo, no se seca y soporta altas temperaturas.

La buena calidad del aceite de ajonjolí se debe, fundamentalmente, al alto contenido de ácido linoleico, que varía entre el 35 a 41% del aceite total. Por sus antioxidantes sesamina y sesamolina, el aceite de ajonjolí es más resistente a la oxidación, es decir baja rancidez (BUDOWSHI; MARKLEY, 1951), característica que no se encuentra en cualquier otro aceite vegetal. Una torta prensada contiene entre 40 y 70% de proteínas y 12% de aceite. El

ajonjolí es un excelente alimento para los seres humanos (semillas blancas) y animales (semillas de otros colores).

El ajonjolí era muy conocido y apreciado por la gente en la antigua Grecia (MÖLLER, 2006), tanto que Hipócrates, considerado el padre de la medicina, recomendaba el ajonjolí en sus prescripciones médicas y probablemente, en esta especie se inspiró la frase siguiente: "que tu alimento sea tu medicina y tu medicina sea tu alimento".

Es importante destacar que la dieta alimentaria de la población japonesa, tiene presente diversos productos a base de ajonjolí, siendo uno de los más importantes en el consumo diario, el aceite de ajonjolí tostado (Figura 1). Es ampliamente utilizado en la cocina oriental como condimento o para freír, para hornear el pan, o preparar salsas y aderezo para ensaladas. Este aceite de ajonjolí tostado es altamente insaturados y libre de colesterol (BELTRÃO; VIEIRA 2001).



Figura 1. Aceite de ajonjolí tostado usado en las artes culinarias de Japón, China y Corea. Foto: Nair Helena de Castro Ariel.

De acuerdo con el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón, es el creciente archipiélago de sol naciente que tiene un gran número de personas mayores de 100 años. El número de personas de más de cien años de edad en Japón superó la cifra de 32,000 habitantes (MINISTERIO DE SALUD, 2007). El secreto para tal longevidad aún no ha sido claramente

establecido por los japoneses y sigue siendo un misterio. La mayoría de las veces la longevidad está más asociada al bienestar de sus hábitos alimenticios.

Los argumentos anteriores refuerzan la idea de la nobleza de aceite de ajonjolí para el consumo humano y, al mismo tiempo, levanta una sospecha de que la respuesta al secreto de la longevidad japonesa es descubrir la sabiduría contenida en las palabras de Hipócrates: QUE SU ALIMENTO SEA SU MEDICINA.

En una carta escrita por Thomas Jefferson, Presidente de los EE.UU. en el período 1801-1809, escribió la siguiente frase: "El ajonjolí es una de las más valiosas adquisiciones hechas por los EE.UU. y no cree que haya otro aceite más perfecto que pueda sustituirlo" (LANGHAM et al., 2006).

Los componentes importantes de ajonjolí son sus antioxidantes naturales, que pertenecen a la familia de los lignanos. Entre ellos: sesamina, sesamolina, sesamol y pinosinol. Estos compuestos fenólicos proporcionan una mayor estabilidad a los ácidos grasos presentes en la semilla, razón por la cual el aceite de ajonjolí, aun siendo poli-insaturados, es ampliamente utilizado en la cocina oriental. Además, los antioxidantes naturales de ajonjolí han demostrado que producen los siguientes efectos: retrasar el envejecimiento celular, prolongando la vida útil de las células; actúan contra hongos y bacterias; inhibir el crecimiento de células cancerosas; poseer acción antiparasitaria; eliminan los radicales libres que interrumpen los procesos de oxidación celular; se potencializan con vitamina E (gamma tocoferol) presente en la semilla, mejorando su absorción en el organismo y, por consiguiente, su acción antioxidante (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Estos antioxidantes naturales se concentran más en el aceite de ajonjolí, pues todavía no se han encontrado en los aceites vegetales.

La investigación actual muestra que el hábito de comer constantemente ajonjolí puede beneficiar a la salud humana, ayudando a prevenir diversas enfermedades: depresión, la osteoporosis (por ser rica en calcio), colesterol (lecitina) y la arteriosclerosis. Por otra parte,

el ajonjolí juega un papel importante en el cuerpo humano, tales como la actividad mental, afrodisíaco, laxante y retarda el envejecimiento de las células (MOLLER, 2006).

La composición de los antioxidantes naturales de semillas de ajonjolí blanco, negro y marrón, fueron comparados por Yoshida e Takagi. (1997). El contenido de sesamin fue mayor para las semillas de color blanco, mientras que el sesamol fue mayor para el marrón. El contenido de estos antioxidantes disminuyó con el tostado mientras que el sesamol con un mayor tiempo de calentamiento. En base a los resultados de las investigaciones, se llegó a la conclusión de que la composición de los antioxidantes naturales presenta variaciones insignificantes entre las semillas de diferentes colores, que en realidad ayuda a disipar el mito de que "las semillas negras son más adecuados para tratamientos medicinales".

Para que el consumo de ajonjolí crezca en Brasil, es necesario aumentar la producción y la difusión de la utilización del producto y sus derivados, además de mejorar el mercadeo sobre los beneficios en la salud humana proporcionado por las propiedades químicas naturales existentes en esta especie. Sólo en los EE.UU., en el inicio de la década de los 90, ocurrió el lanzamiento de aproximadamente 300 tipos de productos, en los que se utilizaba el ajonjolí (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Un rendimiento arriba del promedio en campo contribuirá a que los precios bajen, tornando el producto más accesible a las clases populares, pues, actualmente, el consumo de ajonjolí en Brasil se restringe a las clases más favorecidas del país (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Los productos industrializados derivados del ajonjolí más utilizados por los mercados brasileños, en la actualidad son los siguientes: ajonjolí natural limpio (13% del mercado), ajonjolí descortezado para pan y galletas (62% del mercado), pasta de ajonjolí o tahini (22% del mercado) y el aceite de ajonjolí (3% del mercado).

En Brasil, la venta minorista de aceite de ajonjolí se ha limitado a comercios de productos naturales, porque la mayor parte del grano se destina al mercado internacional para la extracción de aceite. Este eslabón de la cadena se puede considerar uno de los cuellos de

botella en el sistema productivo del ajonjolí en el país, en función del bajo valor agregado del producto, pues existe una alta dependencia de la exportación del producto en forma de grano (QUEIROGA et al., 2007).

SESION 1. MORFOLOGÍA Y ORGANOGRAFÍA DEL AJONJOLÍ

El ajonjolí (Figura 2) juega un papel importante en la economía de Honduras, especialmente en el sur del país. Figura en las principales especies oleaginosas cultivadas comercialmente en el país, posee un alto potencial en los agronegocios y en la nutrición del pueblo hondureño.

A continuación se describirá la planta de ajonjolí: (Figura 2)



Figura 2. Vista general de una planta de ajonjolí en fructificación, Campina Grande, PB, 2011.

Raíces

El ajonjolí es una dicotiledónea, presenta un sistema radicular pivotante, con una raíz principal, sistema axonomorfo (Figura 3). Sin embargo, es extremadamente sensible a la falta de oxígeno en el suelo.

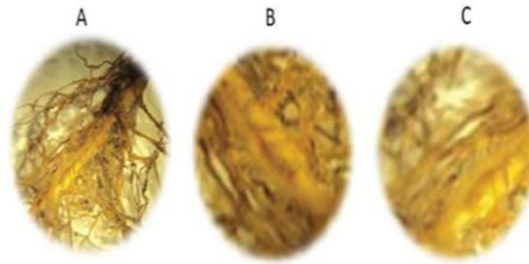


Figura 3. Raíz pivotante (A); secundaria (B); y pelos absorbentes (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

El parénquima cortical de la corteza, consta de 1-2 capas de células del parénquima isodiamétricas ubicados debajo de la epidermis y la más interna, tiene de 2-3 capas de clorénquima (parénquima clorofiliano). Para Mouseth (2004), este tejido está generalmente en la periferia del vástago, y también puede realizar la fotosíntesis. Por debajo del clorénquima, las 4-6 bandas son colénquima angular, y dan vueltas alrededor del cilindro central (Figuras 4).

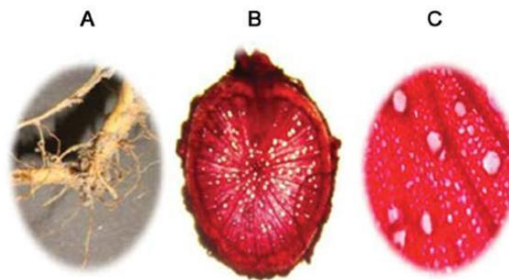


Figura 4: Raíz (A): cortes histológicos con énfasis con vasos conductores (B); y xilema o floema (C) de ajonjolí. Campina Grande, PB 2011.

Tallos y Ramas

Dependiendo del cultivar, el tallo tiene diferentes altura de 0,5 a 3 m, que puede ser recto, con o sin ramificación, con o sin pelo, expresando niveles de heterophilia. El tallo del ajonjolí, por lo general tiene 15 cm de la superficie del suelo (Figura 5) posee diferentes formas, cuadrado y redondeado (Figura 6).

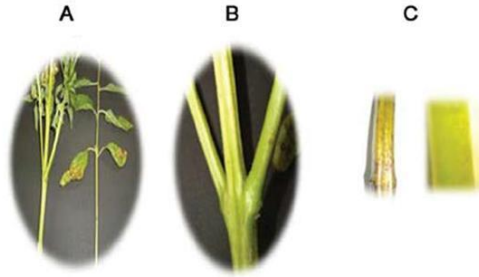


Figura 5. Corte histológico transversal del tallo (A); vasos conductores, xilema e floema (B); y pelos de la epidermis (C) del ajonjolí.

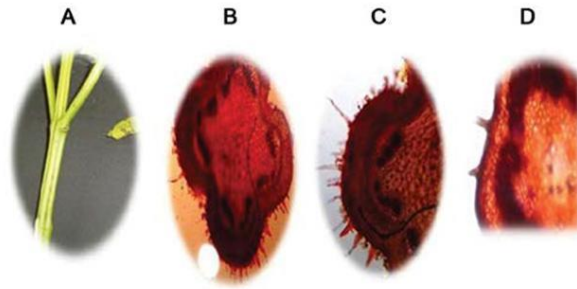


Figura 6. Tallos (A); ramas (B); y tallo cuadrático y redondeado (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Las hojas

Una misma planta presenta diversas formas y tamaños de hojas (Figuras 7, 8 e 9), las que están en la parte inferior son más largas, más anchas y más redondeadas, y la parte superior son estrechas y largas para permitir la penetración de los rayos solar en todas las hojas ubicadas abajo. Las hojas del intermedio no hacen sombra a las inferiores (ANDRADE, 2009).

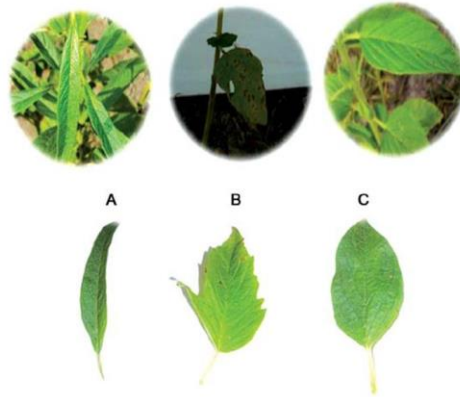


Figura 7. Heterofilia del ajonjolí, hojas lanceoladas (A); dentadas (B); y lobuladas (C). Campina Grande, PB, 2011.

Es decir que en el ajonjolí se presenta la heterofilia, por tener hojas de diferente forma y tamaño en una misma planta.

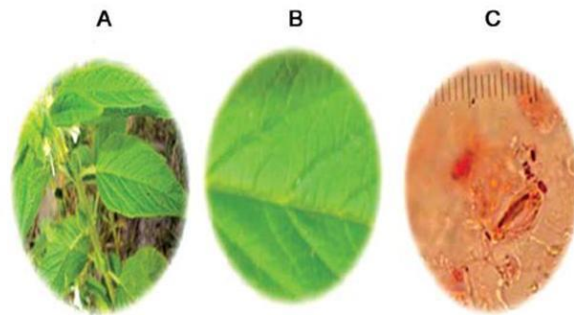


Figura 8. Hojas (A): limbo foliar con nervios (B); estomas superior (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

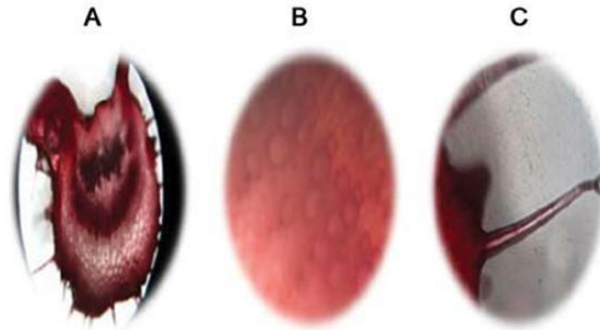


Figura 9. Sección transversal del nervio de lámina de la hoja (A); xilema proxilema y (B); y la epidermis (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Las Flores

El ajonjolí tiene dos flores por axila de cada hoja, son completas, gamopétalas (pétalo de una sola pieza), zigomorfas (que tiene simetría bilateral, es decir, un sólo plano de simetría) y aparecen en racimos, alternos o contrario (Figura 10). Cada flor tiene un pedúnculo corto (YERMANOS, 1980). El cáliz de la flor tiene 5 sépalos, todos de una sola pieza (Figura 10 A, B y C). Cuenta con un pétalo que sirve como una plataforma de aterrizaje para los insectos visitantes. La corola es tubular, de color blanco a violeta, con un lóbulo arriba y tres abajo. Ellos pueden ser de color rosado, blanco o violeta, son completas y axilares, se pueden presentar de 1-3 por axila de hoja (ANDRADE, 2009).

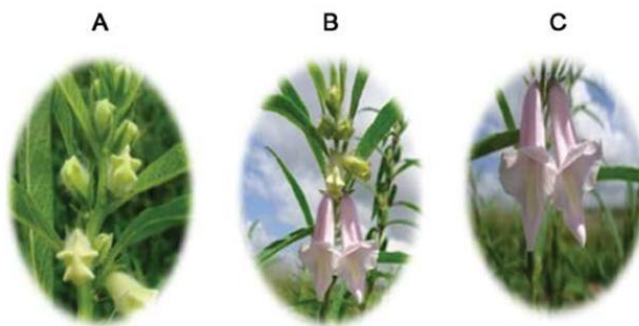


Figura 10. Botones (A); botones con flores (B); y flores (C) de ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

El Cáliz

El cáliz de cada flor del ajonjolí tiene 5 sépalos en una sola pieza, color verde, formando un conjunto de cálices (Figura 11).

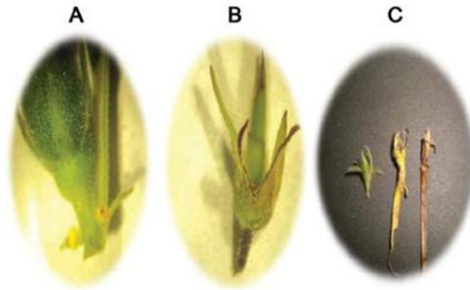


Figura 11. Cálices necesarios (A); cinco sépalos (B); y cálices en fase de maduración diferente (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Corola

La corola del ajonjolí es tubular, de color blanca a violeta, con un lóbulo para arriba y tres para abajo (Figura 12).

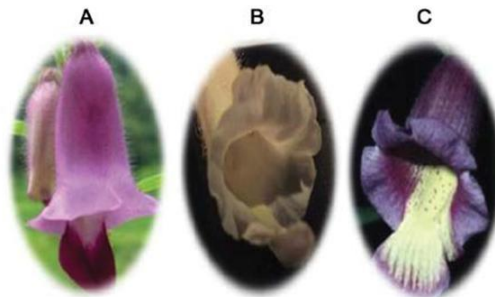


Figura 12. Corola de color rosado (A); blanca (B); y violeta (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Receptividad del estigma

En cuanto a la biología floral, Abdel All et al. (1976) observaron que el estigma es receptivo antes de la apertura de la flor, permaneciendo así durante un máximo de 24 horas después de

la antesis¹. En consecuencia, los insectos que entran en la flor para recoger el polen, contribuye tanto a la polinización cruzada y la auto-polinización de las flores.

El Androceo

El androceo, es la estructura reproductora masculina, tiene cuatro estambres distribuidos en par, uno menor que el otro, epipétalos, soldadas en la base alta del labio del tubo de la corola y, anteras con dehiscencia rimosa. Las anteras son de color amarillento y tiene 1 mm de longitud (Figura 13).



Figura 13. Androceo de una flor de ajonjolí, variedad G2. Campina Grande, PB. 2011.

Antesis y la senescencia de las flores

Los botones de las flores tienen una corola verde y ligeramente rígida (Figura 14), que con el tiempo van creciendo y cambiando de verde a blanco. En esta etapa la flor está desarrollando las anteras y se encuentran a la altura del estigma, pero todavía cerrados.

¹ La **antesis** es el periodo de floración de las plantas con flores; estrictamente, es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada y en estado funcional, durante el cual ocurre el proceso de polinización, si bien es frecuentemente usado para designar el período de floración en sí; el acto de florecer. www.wikipedia.com

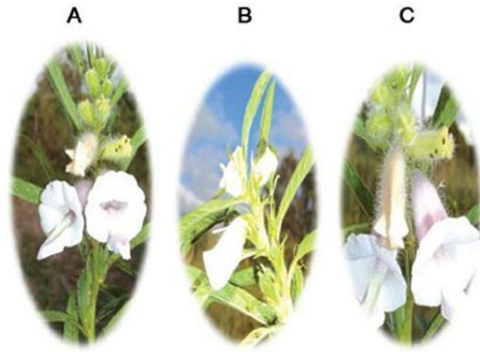


Figura 14. Senescencia de las flores verdes y levemente rígidas del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Grano del polen y pistilo

El grano de polen es de color amarillo y el pistilo es bicarpelar, ovario bilocular y de placentación axial, con ovario súpero y verdoso (Figura 15), el estilete es filiforme, terminando en estigma bifido (Figura 16) con los granos de polen (Figura 16).

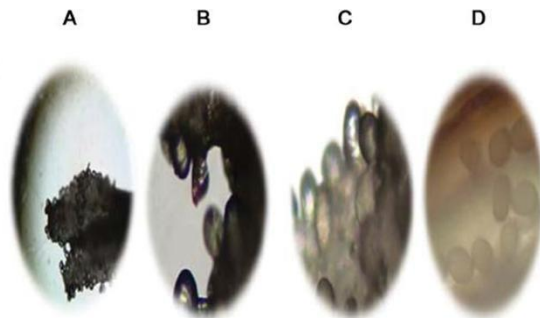


Figura 15. Estigma con grano de polen de ajonjolí. Campina Grande. PB. 2011.

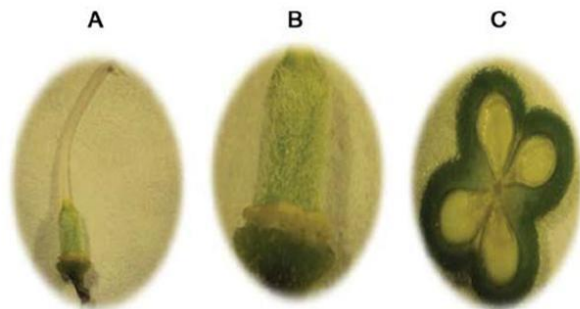


Figura 16. Estilete filiforme (A); pistilo con ovario súpero; ovario bilocular (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Liberación del polen

Antes de la apertura de las flores, las anteras permanecen cerradas y situadas por debajo del estigma. Se encontró que las anteras tienen una ranura que se abre longitudinalmente. La apertura de las anteras y la liberación del polen ocurren al mismo tiempo que se abre la flor. Los resultados obtenidos por Yermanos (1980) para evaluar aspectos de la biología de la flor del ajonjolí en California, encontró que la flor se abre entre 5: 00 h y 7: 00 h. Después de 10: 00 am, el polen empezó a disminuir y a las 11: 00h no era posible observar el polen en las anteras de las flores y éstas se secaron, cambian de color, ocurre un oscurecimiento que va del blanco al amarillo y algunos de color marrón. El autor afirma que la temperatura entre 12 y 27 ° C son óptimas para la floración del ajonjolí y que en estas condiciones, el polen permanece viable durante 24 horas.

Después de la antesis, dentro de la flor, se observa granos de polen por las paredes internas del pétalo. Este polen probablemente contribuye a la autopolinización porque el estigma está receptivo y en contacto con los granos. Dos horas antes de la antesis de la flor, dos de los cuatro filamentos de los estambres se alargaron rápidamente, y las anteras se colocados encima, alcanzaron el nivel de los estigmas, que se rompen a lo largo y se liberan los granos de polen. Aproximadamente al mismo tiempo que se abre la flor. A continuación, las otras dos anteras estaban rotas y los dos lóbulos pilosos del estigma se separan por el contacto con las anteras. A través de este contacto reciben grandes cantidades de polen sobre la superficie interna; de esta manera, la autopolinización se llevó a cabo justo antes y justo después de la apertura de la flor.

En la naturaleza normalmente, la autopolinización es menos ventajosa porque no favorece nuevas combinaciones genéticas y por lo tanto la formación de semillas y plantas más vigorosas. Algunas plantas tienen un mecanismo para evitar la autopolinización, por ejemplo: plantas monoicas, que tienen flores unisexuales en el mismo individuo, como el maíz; la dioica, que tiene flores unisexuales en diferente plantas, como la papaya; dicogamia cuando los órganos sexuales de la misma planta maduran en diferentes momentos: en proterandria el órgano masculino madura primero y proteroginia sucede lo contrario. Todavía hay una heterostilia cuando los estambres y pistilos tienen diferentes dimensiones y auto-esterilidad,

cuando la flor es polinizada por su propio polen y no fecundado (RAVEN et al, 1992; CONSOLARO, 2005; ANDRADE, 2009).

A diferencia de la mayoría de las especies de plantas que tienen mecanismos para evitar la autopolinización, el ajonjolí se auto-poliniza y es autocompatible. Para asegurar la perpetuación de su especie se auto-poliniza, pero también tiene mecanismos de atracción de agentes polinizadores como las abejas que favorecen la polinización cruzada (que asegura la variabilidad genética), como la distinta forma de la flor y la secreción de néctar (ANDRADE, 2009).

Requerimientos para la polinización del ajonjolí

El ajonjolí tiene necesidad de agentes polinizadores, como el viento, los insectos y las abejas, estos juegan un papel importante en la fertilización de las flores (Figura 17).

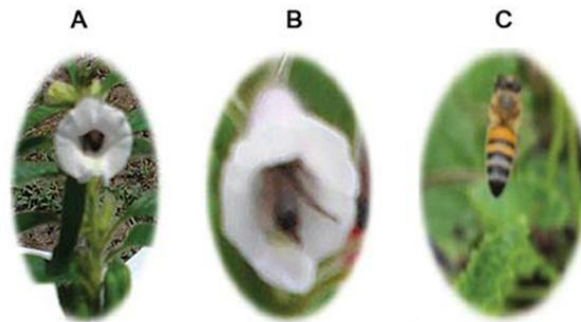


Figura 17. Polinización natural del ajonjolí (A); (B); y (C). Campina Grande, PB, 2011.

Polinización restringida con bolsa de papel

Los botones florales están aislados, en bolsas de papel con sus respectivas etiquetas, evitando cualquier contacto de los agentes polinizadores bióticos y abióticos. Las bolsas se mantienen hasta la maduración de la fruta o la caída de la flor, luego se eliminan (Figura 18 A, B y C). Este procedimiento se hace para proteger la flor de todo tipo de agentes polinizadores.

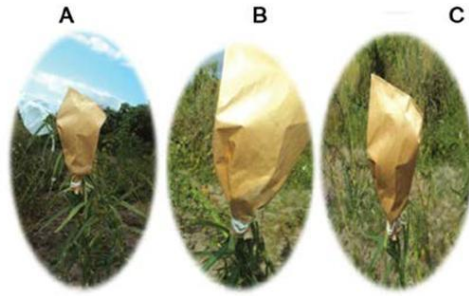


Figura 18. Polinización restringida del ajonjolí utilizando bolsas de papel. Campira Grande, PB, 2011.

Polinización restringida con la bolsa de tela

Los botones florales están aislados en bolsas de tela fina y etiquetados. Las flores permanecen en bolsas, evitando cualquier contacto de los polinizadores bióticos. Este tratamiento se realiza para estimar el papel de la polinización por el viento (Figura 19 A, B y C).

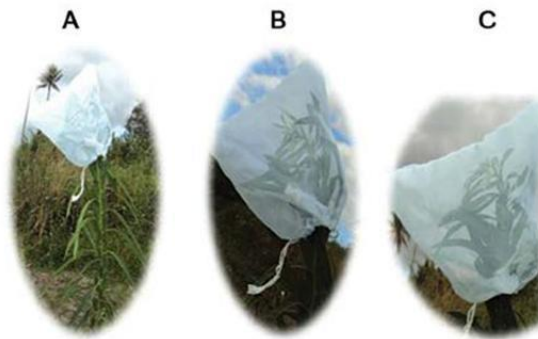


Figura 19. Polinización restringida de ajonjolí utilizando saco de tela. Campina Grande, PB, 2011.

Frutos

Los frutos de ajonjolí son cápsulas peludas, su rango de tamaño es entre 2 a 8 cm y con un diámetro de 0,5 a 2 cm. El grado de dehiscencia² es una característica varietal³ y de gran importancia económica, pues está correlaciona con la cosecha mecanizada. La altura de la primera fruta también es una característica varietal muy importante para la recolección mecánica. Los frutos se encuentran en las axilas de hojas (Figura 20), y en cada axila de hoja pueden haber de una a tres frutas (características varietales), y el número de frutos por planta está directamente relacionada con el número de flores. Sin embargo, el medio ambiente puede afectar a esta relación, favoreciendo la caída de las flores (Figura 21).

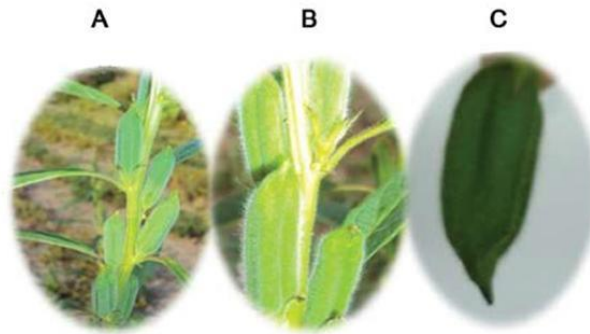


Figura 20. Frutos de ajonjolí de la variedad G2 (A); (B); y (C). Campina Grande, PB, 2011.

Los cultivares con dos o tres cápsulas por axila de la hoja a veces pierden tales estructuras, cuando la planta se somete a estrés, como la falta de agua y nutrientes. La dehiscencia de la fruta comienza del ápice hacia la base. La mayor o menor velocidad de la dehiscencia de la frutas debe ser observada, ya que hay variedades cuyos frutos se abren rápidamente y pierden sus semillas, que caen al suelo, lo que reduce la productividad del cultivar.

² Dehiscencia: es la apertura natural o espontánea de un órgano, por ejemplo, de las anteras para liberar el polen o del fruto para liberar las semillas.

³ Característica varietal: depende de la variedad o del cultivar sembrado.



Figura 21. Frutos verdes (A); maduros (B); y dehiscentes (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Semillas

Las semillas son pequeñas, 1000 semillas pesan de 2 a 4 g, habiendo más de 20 por lóbulo del fruto (Figura 22 A, B y C). Ellas son ovaladas, ligeramente aplanadas y de color que van del blanco al negro pasando por el marrón, oliva y amarillo. Existen diferencias entre cultivares, como el número de semillas por fruto y tamaño de la semilla, y su componente principal es el aceite que, dependiendo de la variedad y la ubicación, puede superar el 60% del peso de la semilla (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).



Figura 22. Los lóbulos del fruto (A); corte transversal del fruto (B); y semilla (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

Beltrão y Vieira (2001) establecen la semilla a un tamaño pequeño (2 a 4 mm de longitud y hasta 2 mm de ancho) y forma achatada, y los colores que van desde el blanco, marrón, oliva, amarillo cremoso y oscuro. El peso de mil semillas alcanza un promedio de 2,50 a 3,60 g. Aproximadamente la mitad del peso de la semilla se compone de aceite. Mientras que el análisis de las características fisiológicas, química y física realizada en el laboratorio de la semilla de BRS Seda, se encontró que el porcentaje de germinación, vigor (primera recuento de la germinación), contenido de agua, el aceite y el análisis de pureza de las semillas eran 97 ; 96; 5.65; 55.55; 94.82%, respectivamente (QUEIROGA et al., 2010).

Usos y composición de las semillas

Los granos son el principal producto del ajonjolí. Proporcionan aceite y harina, ricos en calcio, fósforo y hierro, vitaminas B y C. Los granos con color negro son más ricos en calcio y vitamina A y se utilizan en los alimentos naturales. Los granos tostados dan lugar a una harina muy nutritiva, que a su vez tostada y centrifugada, se convierte en tahini, un tipo de margarina muy usada entre los árabes; el ajonjolí negro se utiliza en la preparación de Gersal (ajonjolí más sal), que constituye uno de los condimentos básicos culinarios y una sustancia medicinal macrobiótica e integral. La cocina casera utiliza el grano entero como especie y del cual se extrae una harina utilizada para la masa de galletas, pasteles, panes y pastas (QUEIROGA et al., 2008) (Figura 23).

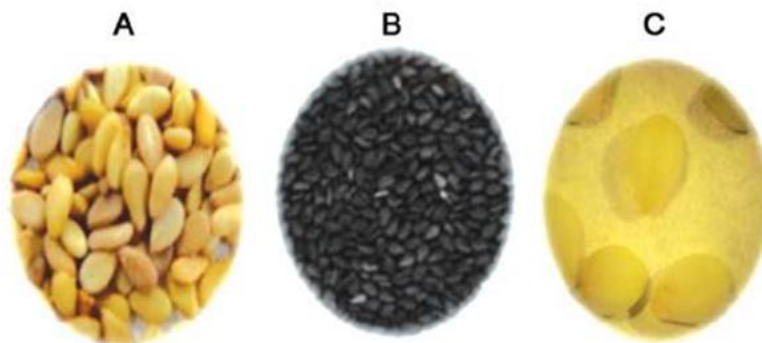


Figura 23. Semillas amarillas (A); negras (B) y blancas (C) del ajonjolí. Campina Grande, PB, 2011.

La fenología permite un conocimiento detallado de cada fase de la planta y da un mejor manejo agronómico de cada especie. Es de destacar que cada especie tiene una fenofase o fase fonológica de mayor interés para la explotación comercial. En el caso del ajonjolí, la etapa más importante es la floración que se correlaciona directamente con las etapas de la formación y maduración de los frutos. Las fases fenológicas caracterizadas por el ajonjolí pueden ser: vegetativa o foliación, floración y fructificación (Tabla 1).

Tabla 1. Principales fases fenológicas para el ajonjolí.

Etapa fenológica	Días después de la siembra	Temperatura	Precipitación	Viento
Germinación y plántula	0 – 15	32-35°C lo ideal	No soporta encharcamiento	
Desarrollo vegetativo	15 – 30	27°C Optima	Soporta alta humedad	
Inicio de floración	22 – 45	27°	Humedad moderada, exceso de lluvia da poca floración y enfermedades	El viento afecta
Desarrollo de flores, inicio y llenado de cápsula	30 – 60	27-39°	Poca lluvia para llenar grano y disminuir enfermedades y cápsulas	El viento afecta
Cápsula en maduración	65 – 90	No hay efecto por variaciones de temperatura	Poca lluvia para evitar pudrición de cápsula y manchado de grano	Etapa más susceptible al acame

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete y Efraín Espinoza (2009).

POR EL NÚMERO DE CÁPSULAS POR AXILA

Las variedades se diferencian según la cantidad de cápsulas por axila, existen variedades que producen una capsula por axila y otras que producen más de una (Tabla 2).

Tabla 2. Las variedades producidas en Honduras en relación con el número de cápsulas por axila

Variedad	Nº de Capsulas por Axila
San Joaquín	3 capsula por axila
Corea I	3 capsula por axila
Corea II	1 capsula por axila
Pungarabato	1 capsula por axila
ICTA R-198	1 capsula por axila
Zirandaro	1 capsula por axila
Igualteco	1 capsula por axila

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete

Otro paso importante para la obtención de mejores cultivares es el desarrollo de plantas con una o tres cápsulas por axila (característica recesiva) en relación una cápsula por axila (característica dominante). Con pocas excepciones, el rendimiento del ajonjolí ha sido correlacionado mayormente con características morfo - agronómicas (LANGHAM et al, 2006; LANGHAM; RODRÍGUEZ, 1945), donde las más importante son: longitud de la cápsula, número de cápsulas planta (Figura 24 y Tabla 3) y el número de ramas por planta.

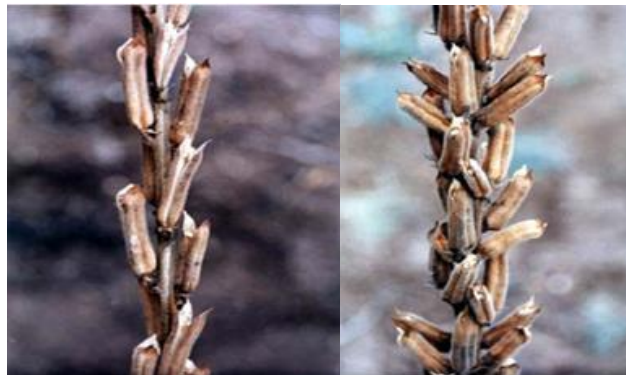


Figura 24. Plantas de ajonjolí con un fruto por axila y tres frutos por axila. Fotos: Ray Langham.

Tabla 3. Las variedades cultivadas en Honduras se diferencian según la cantidad de cápsulas por axila, pues existen las que producen una cápsula por axila y otras que producen más de una.

Variedades	Nº de Capsulas por Axila
San Joaquín	3 capsula por axila
Corea I	3 capsula por axila
Corea II	1 capsula por axila
Pungarabato	1 capsula por axila
ICTA R-198	1 capsula por axila
Zirandaro	1 capsula por axila
Igualteco	1 capsula por axila

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete.

Por otra parte, Yermanos (1980) encontró que los cultivares con una a tres cápsulas por axila de hoja pierden a veces tales estructuras, cuando la planta se somete a estrés, como la falta de agua y nutrientes.

PLANTAS RAMIFICADAS Y NO RAMIFICADAS

Según Alam et al. (1999), el genotipo ideal para obtener mayor rendimiento de semillas por planta, debe presentar un sistema radicular profundo, porte elevado, gran cantidad de número de ramas y número de cápsulas por ramo, alto peso de semillas y elevado índice de cosecha. Las variedades se pueden clasificar en:

- Variedades ramificadas: son variedades de dos a ocho ramas; y
- Variedad no ramificadas: son variedades de una sola rama o chirrión (Tabla 4).

Tabla 4. Las variedades de ajonjolí cultivadas en Honduras son clasificadas en variedades ramificadas y no ramificadas, dependiendo de la fertilidad ecológica del suelo.

Variedades	Nº de Ramas sin abono	Nº de Ramas con abono
San Joaquín	6 ramas	5 ramas
Corea I	1 rama	1 rama
Corea II	1 rama	1 rama
ICTA R-198	6 ramas	6 ramas
Zirandaro	6 ramas	7 ramas
Igualteco	5 ramas	8 ramas

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete.

Para obtener altos rendimientos se utilizan alta densidades de plantas (MAZZANI, 1999). Las variedades no ramificadas (Figura 25) utilizan una población entre 250,000 – 350,000 plantas por hectárea (30-40 cm entre hilera y 7.5 cm entre planta). Las variedades ramificadas, la población puede ser entre 150,000 – 200,000 plantas por hectárea (50-60 cm entre hilera y 10-15 cm entre planta).



Figura 25. Plantación de ajonjolí no ramificado utilizando una alta densidad de siembra. Foto: Ray Langham.

Según Cardenas (1978), la cosecha mecánica ha dado mejores resultados con las variedades que no están muy ramificadas y la altura ideal desde el suelo hasta la primera cápsula de aproximadamente 30 cm. Además, la altura de la primera ramificación y el crecimiento de toda la planta, se ven directamente influenciados por el medio ambiente, el manejo cultural, la precipitación (cantidad y distribución), la duración del día u horas luz (fotoperiodo), la densidad de siembra y de la plantación, entre otros (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Desde el descubrimiento de la primera indehisciente mutante en Venezuela, los mejoradores han hecho hincapié en el desarrollo de variedades que se adapten a la cosecha mecánica. La obtención de nuevas variedades de semillas que se conservan después de la maduración podría lograrse a través de la gestión de los siguientes caracteres: indehiscence del fruto y/o semillas fuertemente adheridas a la cápsulas papiráceas (ARRIEL et al, 2001).

POR LA DURACIÓN DEL CICLO DEL CULTIVO

Esta clasificación está relacionada con la ramificación de la planta. Las variedades de ciclos cortos o precoces (65-75 días) generalmente son de chirrión o sea de una guía sin ramas. En la medida en que se incrementan las ramas aumenta el ciclo del cultivo (Tabla 5). Las variedades de tipo intermedio (90 días) y de ciclo largo o tardío son (115 – 120 días) generalmente de mayor rendimiento que los de ciclo corto.

Tabla 5. Duración del ciclo del cultivo de las principales variedades sembradas en Honduras.

Tipo de Variedad	Días a Cosechar	Ejemplo
Precoz	65-75 días	Corea I,Corea II
Intermedia	90 días	Pungarabato, San Joaquín, Igualteco, Zirandaro
Tardío	115-120 días	ICTA R-198

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete.

CULTIVARES

Las variedades de ajonjolí normalmente se dividen en tres tipos: dehiscentes, indehiscentes y semidehiscentes.

- a) **Variedades dehiscentes:** la mayoría de variedades de este tipo que se cultivan en los Estados Unidos, han sido producidas a partir de la variedad Kansas 10 o K-10 (Figura 26). Las semillas de esta variedad no ramificados tienen un alto contenido de aceite por encima del 50%, pero su sabor amargo limita su valor en el mercado de semillas (OPLINGER et al., 1990).



Figura 26. Frutos dehiscentes del ajonjolí.

Actualmente, DICTA recomienda el uso de siete variedades de ajonjolí para los productores de Honduras, que son dehiscentes y utilizadas en la cosecha manual (DICTA, 2014; NAVARRETE, 2014). Sus características se presentan en la Tabla 6 y la Figura 27.

Tabla 6. Características de las variedades dehiscentes que se siembran en Honduras.

Variedad	Días a flor	Altura cm.	Estructura de la planta	Color de la semilla	Días a madurez
ICTA-R198	36	170-190	Ramificada	Crema	115
Igualteco	30	170-200	Ramificada	Crema	100
Zirandaro	30	160-170	Ramificada	Blanca	100
Pungarabato	30	160-170	Ramificada	Crema	100
San Joaquín	30	160-170	Ramificada	Blanca	100
Corea I	20	120-130	No Ramificada	Crema	65
Corea II	26	130-150	No Ramificada	Crema	75

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete.



Figura 27. Columnas, promedio de altura de planta, altura de la primera cápsula y la altura de carga de frutos de los cultivares del ajonjolí: Corea I, Corea II, R-198 ICTA Igualteco, San Joaquín y Zirándaro. Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete.

Varios cultivares de ajonjolí desarrollados en Venezuela se han introducido en Brasil desde la década de 1950. Estos cultivares de Venezuela eran más precoces (90 días) que los tipos locales (120 días) y, también en condiciones de sequía, eran 40% más productivas. Sobre la base de estos estudios, se recomendó para cultivar en el noreste de Brasil los cultivares llamados Venezuela 51, Venezuela 52, Morada, Inamar y Aceitera. Sin embargo, los cultivares exóticos, a pesar de la precocidad y uniformidad, no tenían la capacidad de adaptación y tolerancia a la sequía en comparación con los tipos locales, que incluso tenían la preferencia de los agricultores (ARRIEL et al., 2001). En la Tabla 7, se muestran las principales características de los cultivares de ajonjolí desarrollados en Venezuela (MAZZANI, 1999).

Tabla 7. Características agronómicas de algunas variedades dehiscentes de ajonjolí desarrolladas en Venezuela.

Nombre del Cultivar	Rendimiento (kg/ha)	Días a cosecha	Nº de Frutos por Planta	Color de la semilla	Peso de 1,000 semillas (g)	Ramificación	Nº de frutos por axila
Inamar	996	99	42	bc	2,75	p	>1
Acarigua	991	99	49	bc	2,76	a	>1
Aceitera		98	43	bc	2,80	a	>1
Arawaca	867	89	37	esc	3,18	p	1
Venezuela 51	812	93	48	bc	2,25	a	>1
Glaucá	807	106	51	bc	2,66	p	>1
Venezuela 44	796	107	52	bc	2,66	a	>1
Venezuela 52	710	105	49	bc	2,66	p	>1
Píritu	676	116	41	o	3,17	p	>1
Caripucha	647	116	43	bc	3,09	a	>1
Maporal	583	117	44	b	2,58	p	1
Morada		99	42	bc	2,45	p	>1

b: blanco
a: ausente

c: cremoso
o: oscuro

p: presente
s: verduoso

La mayoría de los cultivares dehiscentes de ajonjolí liberados por Embrapa Algodón fueron dirigidos a las regiones del desierto y el noreste de Seridó, excepto BRS Seda que además del Nordeste, está indicado para los estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso y São Paulo (EMBRAPA, 2007). Este cultivar se puede sembrar en los meses de enero o febrero, es decir fuera de temporada, después de la cosecha de la soja, el arroz o el maíz temprano.

Tabla 8 muestra las principales características de los cultivares dehiscentes generados por Embrapa (EMBRAPA, 2007).

Tabla 8. Características de cultivares dehiscentes de ajonjolí desarrolladas por Embrapa Algodón, Campina Grande, PB.

Características	CULTIVARES				
	Seridó 1	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4	BRS Seda
Tipo de ramificación	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
Nº de cápsulas por hoja axial	1	3	1	1	1
Color de la semilla	Crema e gris	Crema	Gris claro	Crema	Blanco
Productividad (Kg/ha)	610	712	760	804	1,000
Inicio de floración (días)	60	44	34	36	35
Ciclo del cultivo (días)	130-140 (tardío)	100 (medio)	90-100 (medio)	90 (medio)	85-89 (precoz) 77
Altura de planta (cm)	180 (alto)	160 (mediano)	160 (mediano)	155 (mediano)	155 (mediano)
Contenido de aceite (%)	50	50-53	50-53	48-50	50-52
Peso de mil semillas (g)	3,0	2,0	2,2	3,1	3,22

Savy Filho (2008) admite que los frutos de IAC-Guatemala son semi-dehiscente, cuando se sembró en el sureste, proporcionando un mayor período de cosecha con menores pérdidas. Este cultivar semi-dehiscente no se evaluó en los ensayos de Embrapa algodón en la región Nordeste de Brasil, porque sus frutos son dehiscentes en este ambiente de alta temperatura (calor).

b) **Variedades indehiscentes:** variedades indehiscentes se han desarrollado con el fin de ser cosechadas mecánicamente (Figura 28). Aunque estas variedades contienen normalmente un contenido de aceite por debajo de 50%, por lo tanto, su semilla sólo se

utiliza para la producción de aceite (OPLINGER et al., 1990). Algunas variedades de indehiscente EE.UU. incluyen: Baco, Paloma, UCR3, SW-16 y SW-17 (Tabla 9).



Figura 28. Frutos de ajonjolí indehiscentes. Foto: Derald Langham.

Tabla 9. El rendimiento del grano (kg/ha) y las características varietales (color de la semilla, altura, madurez) de las plantas de ajonjolí indehiscente desarrolladas en los EE.UU. Lubbock, Texas.

Rendimiento de grano (kg/ha)		Color de la semilla	Altura	Madurez
Variedades Indehiscentes				
Baco	1.760	Marrón	Media	Media
Paloma	1.320	Crema	Media	Media
UCR-3	970	Crema	Baja	Precoz
SW-16	2.080	Crema	Media	Media
SW-17	1.260	Crema	Media	Media

¹Baja a 90 cm; Media = 90 a 150 cm.; Alta > 150cm.

²Precoz = 90 a 105; Medio = 106 a 120; Tardío = 120+ días.

En cuanto a la solución del problema de la recolección mecanizada de ajonjolí, la sección de mejoramiento de EMBRAPA algodón en Brasil estará lanzando su primer cultivar indehiscente de ajonjolí (semilla blanca) en 2017. Además, esta sección está validando 4 progenies más con la misma característica.

Desde el descubrimiento del mutante indehisciente de ajonjolí, retrocruzamiento, como método de mejoramiento se ha utilizado con bastante éxito en Venezuela (MAZZANI et al., 1975). Según Montilla et al. (1990) a través de trabajos de cruzamiento entre variedades comerciales y de tipos indehisciente, utilizando este último como donante, se obtuvieron las variedades Morada Indehiscente y Inamar indehisciente (Cuadro 10).

Tabla 10. Principales características de cultivares de ajonjolí Morada e Inamar indehiscientes plantadas en el Estado de Portuguesa, Venezuela.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha)	Ciclo a Cosecha (días)	Color de semilla	Peso de 1,000 semillas (g)	Ramificación	Nº de frutos por axila
Inamar id.	<600	112	bc	2,55	p	>1
Morada id	<600	99	bc	2,45	p	>1

b: blanco p: presente c: cremoso

Bennett (2004) recomienda sólo el uso de cuatro cultivares indehiscientes de ajonjolí para los productores en Australia, para la recolección mecánica. Estas variedades son: Aussie Gold, Beech's Choic, Yori 77 y Edith, y sus características se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Algunas características de los cultivares de indehiscientes de ajonjolí australiano.

Características	Estado de Queensland			Territorio del Norte	
	Magwe Brown	Aussie Gold	Beech's Choic	Yori 77	Edith
Productividad del grano (t/ha)	0,8	1,0	1,0	1,1	1,5
Tamaño de semilla (g/1000)	2,6	3,3	2,9	3,0	3,2
Contenido de aceite (%)	54	50	54	54	54
Altura de planta (cm)	80	94	88	116	119
Ramos por planta	4,2	3,8	4,2	1,5	0.1
Nº de cápsulas por axila foliar	1	1	1	3	3
Floración (días)	36	36	40	46	42

- c) **Variedades semi-dehiscentes:** En la siguiente figura se muestran los cultivares de ajonjolí semi-dehiscentes de la Empresa Sesaco patentados en Texas (Figura 29). Sesaco no recomienda, en sus cultivares desarrollados, el uso de productos desecantes para inducir la madurez fisiológica y acelerar la cosecha, por lo tanto, el ciclo de los cultivares de ajonjolí puede extenderse entre 130 y 150 días (LANGHAM et al., 2006). Estas plantas permanecen en el campo para secarse hasta que alcance la humedad máxima del 6% de las semillas (equivalente a 12% del maíz), sin embargo, se mantendrá la mayor parte de las semillas dentro de la cápsula (semillas retenidas por la placenta de la fruta). Las principales características de los cultivares semi-dehiscentes se muestran en la Tabla 12.



Figura 29. Frutos de ajonjolí semi-dehiscentes con mayor retención de semillas en el fruto. Foto: Ray Langham.

Tabla 12. Principales características agronómicas de los cultivares de ajonjolí con frutos semi-dehiscentes (retención de semillas en la cápsula) producidas por la Empresa Sesaco, Texas, USA.

Características	Años de ensayo	CULTIVARES				
		Sesaco 25	Sesaco 26	Sesaco 28	Sesaco 29	Sesaco 32
Tipo de ramifidos	Todos	Poco	Mucho	Mucho	Poco	Mucho
Nº de Cápsulas por hoja axial	Todos	1	1	1	1	1
Color de semilla	Todos	Crema	Crema	Crema	Crema	Crema
Productividad (Kg/ha)	2005UV	1,400	1,806	1,788	1,793	1,856
	2006UV	1,650	1,665	1,450	1,540	1,943
	2007UV	935	1,364	1,427	1,048	1,270
	2005CP	915	823	853	982	1,083
	2006CP	776	-	-	991	850
	2007CP	1,238	-	-	1,210	1,330
	Floración (días)	2005-07 UV	38	43	43	40
2005-07 CP		41	43	44	40	42
Término da Floración (días)	2005-07 UV	76	84	84	81	81
	2005-07 CP	80	78	78	78	77
Maduración Fisiológica (días)	2005-07 UV	98	104	103	99	101
	2005-07 CP	100	103	102	100	105
Cosecha Directa (días)	2005-07 UV	121	137	137	137	126
	2005-07 CP	142	135	135	138	129
Altura de Planta (cm)	2005-07 UV	131	158	150	143	155
	2005-07 CP	134	143	137	125	134
Altura de inserción del 1º Fruto (cm)	2005-07 UV	58	61	61	52	58
	2005-07 CP	61	64	64	55	58
Número de cápsulas	2005-07 UV	28.0	30.3	27.6	28.7	26.7
	2005-07 CP	24.7	25.3	24.3	25.0	24.3
Promedio de longitud de entrenós (cm)	2005-07 UV	6.8	8.3	8.1	8.1	8.9
	2005-07 CP	7.3	8.1	8.1	7.3	8.3
Longitud de cápsula (cm)	Todos	2.84	2.23	2.26	2.79	2.13
Peso de semillas por cápsula (g)	Todos	0.212	0.234	0.229	0.232	0.227
Peso de mil semillas (g)	Todos	3.05	3.31	3.21	3.06	3.13

- Los dos locales de los ensayos: UV= Uvalde en Texas y CP= Caprock en Lorenzo, Texas.

- Los diferentes productividad del cultivo fueron influenciados por las fechas de siembra, las condiciones climáticas, el cultivo, la humedad y la fertilidad de los suelos.

SESION 2. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS QUE CONTRIBUYEN A LA PRODUCCIÓN DEL AJONJOLÍ ORGÁNICO

MANEJO ECOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN DE AJONJOLÍ

En principio, vale la pena señalar que la validación tecnológica del sistema de producción de ajonjolí orgánico desarrollado por Embrapa, en colaboración con DICTA, está centrado en tres etapas: la siembra, control de plagas con bioinsecticidas y la cosecha. Estos pasos importantes se consideran los mayores cuellos de botella dentro del sistema productivo del ajonjolí, debido a la demanda de mano de obra y elevados costos de producción. Si las comunidades rurales organizadas reciben las tecnologías de bajo costo, al servicio de la comunidad, sin duda se verán incentivados a aumentar su área de producción con ajonjolí orgánico (QUEIROGA et al., 2010). Los principales componentes de la gestión ecológica insertados en la cadena de valor del ajonjolí y que fueron recomendado por Embrapa para las comunidades rurales organizadas son:

Semillas de color blanco

El aumento del valor agregado es viable para los pequeños productores de ajonjolí, que se organizan en asociaciones y cooperativas al aumentar los beneficios de las actividades agrícolas (MAZZANI; LAYRISSE, 1998). En el mercado convencional, así como el ajonjolí ecológico, la semilla blanca y uniforme de ajonjolí tiene mayor demanda, debido a la mayor producción de aceite y a la preparación de harina para el consumo humano (sin el sabor amargo) cuando se descascaran las semillas. En el caso del nordeste de Brasil, los agricultores en las comunidades seleccionadas por Embrapa sólo siembran BRS Seda blanca, los otros cultivares de colores crema, gris y negro, no se plantan por falta de demanda. La semilla negra se cultiva cuando hay un contrato definido o uso propio del agricultor como medicamento (sólo mito, todas las semillas de los otros colores tienen los mismos componentes químicos en mayor o menor cantidad).

El ajonjolí se exporta principalmente en tres formas: natural con el sucio del campo, natural limpio del campo y descortezados. Cada uno tiene diferentes niveles de procesamiento, precios y costos. Sin embargo, cuando la intención es la exportación, sólo las dos últimas son demandadas por el mercado. Mientras que el tipo naturalmente sucio del campo tiene una demanda restringida debido a la desventaja del precio fijado por el mercado (IICA, 2004).

Para las comunidades de los Departamentos de Choluteca y Valle debe ser establecido un mercado de exportación para el ajonjolí descortezado, incentivando así el plantío de los cultivares de semillas blancas (Figura 30). Por su aspecto blanco y sabor dulce, las variedades más utilizadas en la extracción han sido las variedades de Caribe, Inamar y Mexicana. Para la venta de semillas para la extracción, en general, deben ser blancas con un contenido de aceite superior a 50% (IICA, 2004). Probablemente, la capacidad instalada de la compañía AGRONORTE de San Pedro de Sula ha sido reducido de acuerdo con el tamaño del mercado de la exportación y la producción nacional del país.



Figura 30. Semilla blanca de ajonjolí del cultivar BRS Seda (material limpio) de Embrapa.
Foto: Vicente de Paula Queiroga.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN HONDURAS

Debido a que es una planta de polinización cruzada, se recomienda una distancia mínima de 1,000 metros para el cultivo sin barrera vegetativa y, 500 metros para los cultivos con barreras vegetativas, entre campos de cultivares de la misma especie. Además de estos tipos de aislamientos, aun así, para el cultivo en épocas espaciadas en el tiempo (cultivo de más de 30 días, dependiendo del ciclo de los cultivares) de cultivares distintos, puede tener el efecto

deseado como una condición de aislamiento, cuando uno considera cultivar el mismo ciclo (QUEIROGA et al., 2008).

La limpieza del campo (raleo) del ajonjolí debe ser hecha por los agricultores (Figura 31) en las superficies destinadas a la producción de semillas con el fin de eliminar las plantas atípicas y garantizar la identidad genética del material. La producción propia de semillas por los agricultores, para cumplir con sus compromisos asumidos con los bancos comunitarios de semillas, contribuirá a la autosuficiencia de la oferta de semilla en las comunidades de los productores de ajonjolí de los departamentos de Choluteca y Valle de Honduras, también, evitará la introducción de enfermedades en el país, cuando DICTA importe semillas de ajonjolí de cultivares producidos en otros países.



Figura 31. Raleo en el campo de ajonjolí para eliminación de plantas atípicas. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

PROPUESTA DE FORMACIÓN DE UNA UNIDAD PILOTO DE BANCO DE SEMILLAS

El banco comunitario de semillas es una organización que tiene por objetivo suplir las necesidades de semillas para los agricultores, sin que ellos necesiten dinero. Esta práctica es, para el agricultor, la autonomía y la seguridad alimentaria, dos conceptos muy importantes en la agroecología. Almacenar semillas en Bancos Comunitarios para utilizarlas en la próxima siembra ha sido una alternativa ampliamente utilizada por centenas de familias de

pequeños agricultores. Estos bancos son un modelo alternativo de gestión colectiva de las reservas de semillas necesarias para la siembra. El funcionamiento se basa en el sistema de préstamo y de retorno (Figura 32). Una familia asociada toma prestada cierta cantidad de semillas, a la que se añade un porcentaje cuando la regrese después de la cosecha. Para el inicio de las actividades, el Banco establece colectivamente la cantidad de semillas que los agricultores tienen que depositar y cuál es el porcentaje que debe ser añadido a la devolución. Este sistema permite a cada familia producir y mejorar su propia semilla en la gestión colectiva de los pequeños agricultores en las comunidades rurales.



Figura 32. Sistema de préstamo y devolución: un agricultor lleva 1 garrafa prestada para sembrar y, después de la cosecha, devuelve dos garrafas. La garrafa pet de 2 litros para la conservación de la semilla será o podrá ser adoptado por la Unidad Pilo del Banco Comunitario de Semillas de Honduras.

La dificultad de acceso y el alto costo de semillas de calidad, combinado con las dificultades financieras de los agricultores, a lo que se le agrega la ausencia casi total de la asistencia técnica, hacen que la producción de semillas de la comunidad una salida viable, tanto de los cultivos de subsistencia, las semillas oleaginosas y abonos verde, y para facilitar la comercialización de sus excedentes (Figura 33). Al producir su propia semilla, los pequeños productores no sólo tienen mayores posibilidades de obtener una buena cosecha, como también el aumento de la productividad, que está a un costo más bajo que la practicada por el mercado.

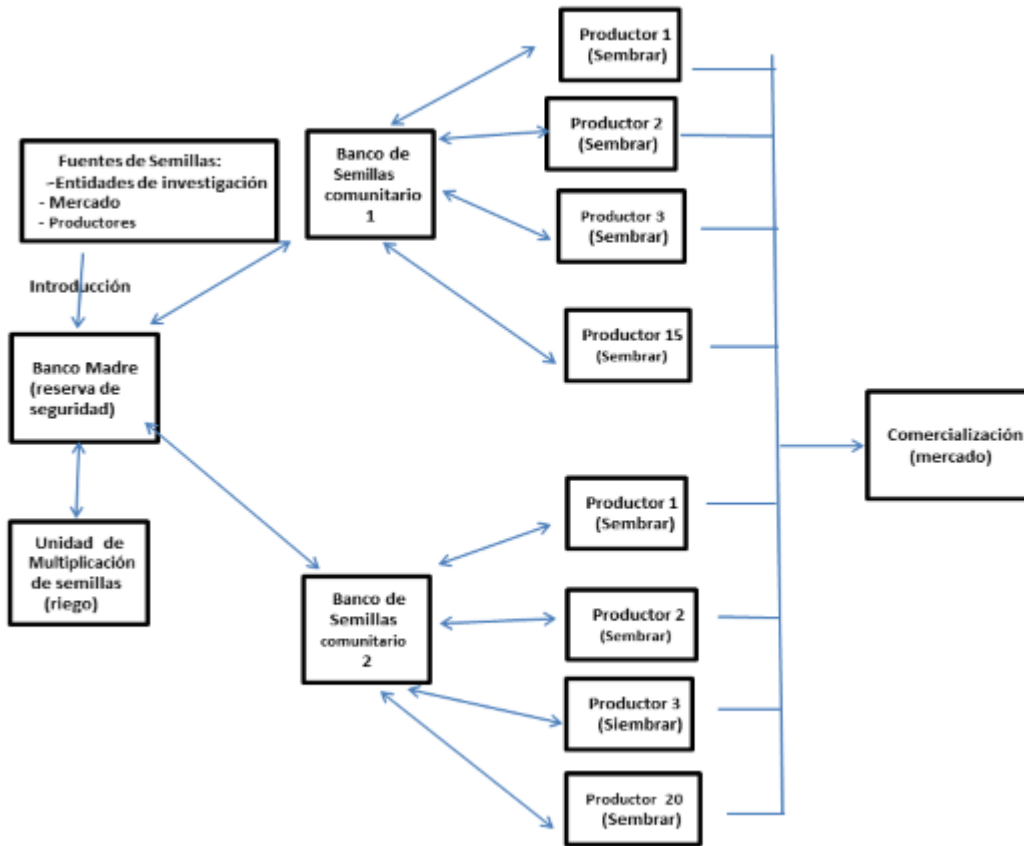


Figura 33. Flujograma del Banco de Semillas que podrá ser utilizado como Unidad Piloto en la Escuela Agrícola Luis Landa (Banco Central) de Nacaome, Departamento de Valle.

La disponibilidad de conocimiento técnico para la producción de semillas de diversas especies cultivadas en Honduras, así como la implementación de una unidad piloto de producción de semillas en la Escuela Agrícola Luis Lana, ubicada en el municipio de Nacaome, cuyas actividades deberían ser coordinadas por la Universidad de Florida y/o DICTA, servirá de modelo para se formen otras asociaciones de bancos comunitarios, además de ser una herramienta para la difusión y apropiación de las tecnologías. Se espera que el mayor impacto de esta iniciativa sea la formación y funcionamiento adecuado de un Banco Comunitario de Semillas, que permitirá el acceso a una diversidad varietal de semillas, la preservación de las semillas tradicionales altamente adaptada a las condiciones locales, y de alto valor socio-cultural para las comunidades, culminando con la preservación y la

valorización del espacio rural. Con la ayuda y el incentivo de los técnicos locales (DICTA), podrá demostrarse que la forma ideal para seleccionar y almacenar las mejores semillas para la próxima siembra, siempre teniendo cuidado de respetar las formas tradicionales locales de seleccionar y guardar las mejores semillas producidas en comunidad por los pequeños productores.

En las comunidades rurales en el municipio de San Francisco de Assis Piauí, en la región noreste de Brasil se construyeron en trabajo de grupo, pequeños almacenes para el envasado de semillas de los pequeños agricultores, que se llaman Casa de Semillas (Figura 34).



Figura 34. Casa de semillas de la comunidad de “Lagoa do Juá” en el Municipio de São Francisco de Assis de Piauí, Brasil. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

En la casa de semillas, la semilla de ajonjolí debe almacenarse en recipientes herméticos (latas, botellas pets, silos, depósitos de vidrio, etc.) con una humedad baja del 4% y se almacena en las estanterías o en paletas de madera (Figura 35). La cuestión de la incidencia de los hongos en los bancos de semillas es más probable que ocurra en el grano con alta humedad como resultado de la falta de supervisión del producto almacenado o por falta del proceso de secado (AUGSTBURGER et al., 2000).



Figura 35. Botellas pets para embalaje utilizado por los bancos de semillas en las comunidades rurales del noreste.

El control de plagas de almacenamiento que evite el uso de agroquímicos es una práctica utilizada por los agricultores (DANTAS, 2001), tales como:

- Ceniza de leña, se mezcla la ceniza de madera con las semillas en la proporción de 5% del volumen total.
- Hojas de eucalipto, colocan una capa delgada de hojas frescas y el olor fuerte provee cierta protección. Después de secas, las hojas deben ser reemplazadas porque ya no funcionan.

SEMILLAS ORGÁNICAS DE AJONJOLÍ

Uno de los problemas enfrentados en la certificación de pequeños productores de ajonjolí es que sus áreas de cultivo son pequeñas y los productores tienen dificultades para pagar las tasas anuales a empresas certificadoras de los campos de producción orgánica (en Brasil tiene el Instituto Biodinámico - IBD; Figura 36) (QUEIROGA et al., 2008). Además del alto precio que se cobra por la autoridad de certificación, cada comprador o importador también requiere el uso de sus propios sellos, por lo que la certificación es insostenible (MEIRELLES, 2003).

IBD
CERTIFICAÇÕES

MASTER CERTIFICATE

The declared operation is submitted to control and meets the requirements laid down in the named certifications program (s)

Certificate N°:	CA3043/11 Subitem of CA2977/11
Valid Until:	July 08th, 2011 to July 07th, 2012
Certified Since:	February, 2009
Operator Code:	PI 009
Operator and Operator Address:	COMAPI - Cooperativa Mista dos Apicultores da Microregião de Simplicio Mendes Rua João Paulo I, S/N - Cidade Nova Cep: 64.700-000 - Simplicio Mendes / PI Brasil
Scope:	Livestock (Beekeeping) - Processing
Organic Products:	Honey, Syntare
Certified to:	EU - IBD Standards / IFAM Accredited BR - Brazilian Law 10.831/2003 - Decree 4323/2007, Decree 7048/2009 and regulations 24, 64/2008, 17/2009, 18/2009, 19/2009, 30/2009 if applicable to the respective scope. EU - IBD Standards Edition 17th Edition* - Equivalent to Regulation (CE) N° 853/2007 and compliant to IFAM - Swiss Standards.

*IBD Standards also cover Social and Environmental Criteria such as: Child Labor, Medical Care, Personnel Development Programs and the Protection and Encouraging of native ones.

All products are produced without the use of genetically modified organisms and / or any products derived from such organisms.

For sales in the national market or for export products the certificate will only be valid if a Transaction Certificate (TC) has been issued.

BOTUCATU, August 18th, 2011

Figura 36. Certificado Orgánico de 52 toneladas de ajonjolí orgánico producido por los productores de São Francisco de Assis do Piauí en 2011, emitido por la certificadora IBD de Brasil (Certificado pagado por la Fraternidad de San Francisco de Asís FFA).

Una alternativa a este cuello de botella sería negociar un contrato de tercerización de producción de ajonjolí orgánico firmado entre los proveedores de materias primas y de la industria alimentos que serían los responsables de pagar la cuota de certificación de los campos de producción a pequeños productores, quienes solamente asumirían el papel de las cooperativas en la producción de sistemas de ajonjolí de esa compañía (QUEIROGA et al., 2008). En Paraguay, la empresa Prorgánica tiene un acuerdo de producción ecológica con 300 pequeños campesinos registrados por el MAG como sus miembros para la producción de cinco especies: ajonjolí, chíá, algodón, canola y girasol, cada finca de productores tiene un certificado orgánico pagado por dicha sociedad. Esto significa que todo lo que ocurre dentro de la finca es orgánico y su producción se vende a Prorgánica con una asignación adicional de 20 a 30% del valor del producto convencional (no orgánico) de mercado.

Otro de los problemas que enfrentan los productores es la exigencia adoptada por las empresas certificadoras para certificar el campo de producción de ajonjolí orgánico, porque sólo reconocen el cultivo orgánico cuando se cultiva en las zonas agrícolas en tres años consecutivos en ausencia de pesticidas y abonos minerales (SOUZA, 2000).

DICTA debería producir semilla básica pura de ajonjolí orgánico de los cultivares de San Joaquin y Zirándaro (semillas blancas son los más demandados por el mercado), y pasar directamente al Banco de Semillas de la Escuela Agrícola Luis Lana en Nacaome, Departamento Valle, de forma que sobre esos cultivares podrían realizarse apenas cuatro generaciones de multiplicación o cuatro años de producción. El mismo procedimiento será válido para semillas de ajonjolí, girasol, frijol, maíz, chí, canola, etc. porque los cultivares de ajonjolí no están protegidos, no hay licencia, pero estos cultivares registrados sólo como comercial (de dominio público) después de completar las 4 generaciones de multiplicación (C1, C2, S1 y S2), DICTA produciría los mismos cultivares puros de ajonjolí orgánico con el objetivo de renovar las antiguas semillas en circulación (medidas aprobadas por Decreto del MAG y sujeto a sanciones si no se cumplen). Es de recordar que DICTA tendría que incluir una superficie de 20 ha, en una de sus estaciones experimentales exclusivamente para la plantación de estas especies orgánicas y puede reforestar alrededor de esta área con el nim o neem (*Azadirachta indica*) u otras especies silvestres en la región. Otro requisito adoptado para la certificación de campo de la producción de ajonjolí orgánico, está relacionada con la elección de la tierra (20 hectáreas de área DICTA), ya que el cultivo orgánico se considera cuando el área agrícola es manejada por al menos tres años en ausencia de pesticidas y fertilizantes químicos. Ya las semillas utilizadas en la siembra orgánica no deben ser tratadas con productos químicos.

ABONOS VERDES

El abono verde es una práctica agrícola que consiste en la plantación de ciertas plantas, alternando con cultivos de interés económico (rotación) o plantado al mismo tiempo en líneas intercaladas (asociación). Puede ser anual o alguna permanece con vida durante varios años (perennes) que cubre el suelo durante un determinado período de tiempo o durante todo el año. Los abonos verdes mejoran las características del suelo y ayudan a mantener o recuperar su fertilidad. El abono verde, además de garantizar la economía como el uso de fertilizantes, también contribuye a la protección de la erosión del suelo, aumenta la actividad biológica del suelo, reduce la infestación de malezas, fija nitrógeno y evita la lixiviación, aumenta el rendimiento del cultivo y reduce la luz solar sobre el suelo desnudo, evitando su

calentamiento excesivo y reteniendo la humedad. Esta práctica también promueve la mejora de la estructura del suelo lo que permite una mejor penetración de las raíces, aumenta la infiltración del agua y la mayor disponibilidad de aire en el suelo.

Una de las principales ventajas del uso de abonos verdes es el hecho de que el agricultor pueda, cada año, reservar un poco de sus semillas producidas para que se siembren el año siguiente, a diferencia de los fertilizantes químicos a utilizar, que se tienen que comprar cada año.

El principal punto de utilizar esta tecnología es el acceso a las semillas para la primera siembra. Normalmente, estas semillas son difíciles de encontrar en el comercio, además de ser demasiada caras para los pequeños agricultores. La solución a este problema es la creación de Bancos Comunitarios de Semillas. A partir de un grupo de técnicos de DICTA que gestione el stock de estas semillas, se puede asegurar que cada vez más agricultores obtengan semillas y, también, una reposición de las mismas en caso que un agricultor las pierda por efecto de cualquier circunstancia climática adversa, que se pueda ocurrir en algún momento.

En estos bancos, los agricultores se asocian espontáneamente, y la moneda son las propias semillas. Este sistema asegura que cada familia produce y se beneficia de su propia semilla, destinando parte de la producción para un stock o depósito comunitario gerenciado colectivamente. El mismo no debe limitarse sólo a una unidad central administrativa, pero debe funcionar como una organización que promueva el uso de esta práctica y que agregue conocimientos técnicos para potenciar y mejorar el conocimiento de un número creciente de productores.

Las semillas de abono verde deben ser sembradas en el comienzo de la temporada de lluvias, cuando deberían producir más masa verde. La especie de crotalaria-junceca (*Crotalaria juncea*), gandul (*Cajanus cajan*) y frijol de terciopelo negro o gris (*Mucuna aterrima*) se pueden sembrar más tarde en Honduras, entre la cosecha de cultivos. En este caso, la cantidad de masa verde producida será menor, pero aún en buena cantidad. Es decir, el gandul y el

frijol terciopelo se pueden sembrar hasta noviembre y crotalaria juncea hasta diciembre, ya que las temperaturas siguen siendo altas en esta época del año. El Gandul es bastante tolerante a la falta de agua en el suelo.

La siembra de abono verde puede hacerse en terrenos con topografía irregular, con distribución manual o mecánica. La siembra manual dependerá de la separación deseada, utilizando dos a tres semillas por hoyo. Éste último sistema de plantío también puede realizarse con la matraca. Para la siembra de especies mucuna gris, crotalaria juncea y gandul se utilizan 90, 40 y 60 kg / ha de semillas, respectivamente. El control de malezas se debe realizar en modo manual, con azadón, para no comprometer el desarrollo de abonos verdes, especialmente en sus primeras etapas.

Como formas de cultivo: A) cultivo de una sola especie de abono verde (Figura 37), por ejemplo, frijol terciopelo gris o mucuna gris sembrada en el mes de mayo y cuando esté en floración (en 1 manzana, lograr la siembra de 70 kg / ha), o se observen las primeras vainas se debe incorporar la masa verde al suelo para mejorar su fertilidad con equipo de tracción animal (Figura 38). Después de 15-20 días, la masa verde incorporada en el suelo está completamente descompuesta, y seguidamente, se puede sembrar el ajonjolí en esa misma tierra en el mes de agosto; B) El cultivo de abono verde en asocio o como cultivos intercalado entre cultivos anuales como ajonjolí o maíz (Figura 39) o yuca o cultivos perennes o árboles frutales; y C) como cultivos forrajeros, asociados o no con gramíneas: para la producción de heno, proporcionando pastos o como banco de proteínas para la alimentación animal. En el caso de sembrar *Clotalaria juncea* manualmente, se debe cortar manualmente o con la máquina y mantener la cobertura en la superficie del suelo (Figura 40).



Figura 37. El cultivo de una sola especie de abono verde: a) mucuna gris b) crotalaria-juncea.



Figura 38. Incorporación de mucuna en la etapa de floración con el equipo de tracción animal.



Figura 39. Cultivo en asocio o cultivo intercalado de gandul con maíz.



Figura 40. Corte para el aprovechamiento de la masa verde, siendo mantenida como cobertura sobre la superficie del suelo.

Se recomienda dejar $\frac{1}{4}$ de la superficie de cada especie de abono verde sin cortar para la producción de semillas. Después de recoger las vainas o semillas, se debe proceder al secado uniforme de la misma, eliminando los restos de conchas, ramitas, terrones de suelo, impurezas y otros materiales indeseables. Este proceso puede llevarse a cabo siguiendo

procedimientos simples normalmente utilizados por los agricultores que producen granos. Incluyendo el común uso de botellas de pet para el almacenamiento estas semillas (Figura 41). Como un embalaje a prueba de agua, es importante que el secado de las semillas ha sido llevado a cabo correctamente, con el fin de evitar la elevación de la temperatura de las semillas dentro del paquete, dando lugar a la pérdida de viabilidad. Es importante exponer estas semillas al sol, para reducir su humedad.



Figura 41. Acondicionamiento de frijol a cerdo (*Canavalia ensiformis*), frijol terciopelo negro, gandul y mucuna gris en botellas de plástico. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

CLIMA Y SUELOS

El ajonjolí es una planta con un alto nivel de adaptabilidad, actualmente se cultiva en varios lugares entre 25°S y 25°N en zonas con una altitud de hasta 1,250 m, las temperaturas medias entre 23 ° C a 30 ° C y precipitaciones entre 300 a 850 mm anuales bien distribuidos durante el ciclo del cultivo.

El ajonjolí prefiere suelos profundos de textura franco arenoso, con buen drenaje y buena fertilidad natural. La planta ha incrementado la capacidad de producción con un pH del suelo cercano a 7, no tolera alta acidez por debajo de pH 5,5 o alcalinidad excesiva por encima de pH 8,0.

Además, el suelo ideal es aquella que tiene un 50% de volumen de sólidos, siendo 45% de materia mineral, 5% materia orgánica y el 50% de porosidad, de los cuales 33.5% de las microsporas, almacenadores de agua 16.5% de macrospore, almacenistas de aire del suelo,

incluyendo el oxígeno, elemento vital para la respiración de las plantas (KIEHL, 1979). El ajonjolí es extremadamente sensible a la deficiencia o falta temporal de este elemento en el suelo (BELTRÃO et al., 1994), que puede ser debido a la compactación del suelo, causando reducción sustancial de macroporosidad (poros que tienen un diámetro mayor que 50 micras), debido a destrucción de los agregados del suelo (PRIMAVESI, 1985); o exceso de agua, incluso temporal, conduce a la falta de oxígeno en el ambiente del suelo, técnicamente conocida como anoxia, con consecuencias desastrosas para el metabolismo de la planta, especialmente, en la absorción de nutrientes y el metabolismo de los carbohidratos en las raíces, y el inicio de la fermentación (MENGEL; KIRKBY 1979).

La planta de ajonjolí tiene una raíz pivotante, y resistente al estrés hídrico, pero se puede obtener un rendimiento superior a 1,000 kg / ha de semillas si hay una buena distribución de las lluvias (500 mm) en su período de crecimiento. La distribución óptima sería: 35% de germinación hasta la floración, el 45% durante la floración, el 20% durante el período de formación de frutos (maduración) y de la sequía (0%) en el momento de la cosecha (AUGSTBURGER et al., 2000). El ajonjolí es tolerante a la sequía y puede sembrarse en zonas semiáridas. Es susceptible a los vientos fuertes y tiene tallos frágiles, cuando la planta está totalmente desarrollada.

La topografía del suelo puede variar de plano a ondulado, siempre que en zonas planas no haya problema con inundaciones y en la ondulado, prácticas de conservación sean realizadas y adoptadas para prevenir la erosión del suelo, es decir, que la preparación del terreno debe ser en curvas a nivel, utilizando el instrumento de nivel A o pata de pollo (Figura 42).



Figura 42. Preparación del suelo con curvas a nivel en terreno ondulado. Foto 1: Diego Antonio Nóbrega y foto 2: Vicente de Paula Queiroga.

MÉTODOS DE SIEMBRA

PREPARACIÓN DE CAMAS

Para garantizar una rápida germinación y crecimiento de las pequeñas semillas de ajonjolí, que al inicio son de desarrollo lento, requieren una cama, con grumos estables, finos, suficiente humedad, libre de malezas y ser plana. Esto se logrará mediante la preparación adecuada del suelo como también por el cultivo previo y la rotación de cultivos. Se identifican entre los productores los métodos o sistemas de siembra siguientes: chorro corrido, uso de espeque, chuzo o pujaguante, a mano, al voleo y con el uso de cubos, botes o botellas. En todas las formas se debe garantizar que la profundidad óptima para la siembra sea de 1,5 – 2,5 cm. La profundidad uniforme de siembra es importante para la germinación y el desarrollo del cultivo (ESPINOZA, 2009). Lluvias constantes y fuertes perjudican la germinación de una planta, arrastran la tierra suelta de la cama y pueden lavar el suelo llevando la semilla. Por otro lado, esto no es necesariamente una regla rígida, debido a que por falta de maquinaria, el campesino utiliza otros métodos de siembra, pero son interesantes bajo el punto de vista de protección a la erosión:

- a) Siembra directa con pulzón en hoyos individuales.
- b) Siembra después de preparación de surcos angostos.
- c) Siembra arando con buey: La siembra se realiza mediante una botella con tapa perforada, regando las semillas al surco abierto. Posteriormente se le tapa con tierra (Figura 43).



Figura 43. Apertura de los surcos con un arado de tracción animal y al lado la siembra manual de semillas de ajonjolí por un campesino. Honduras, 2014. Foto: Ritza Marina Lainez Navarrete.

El cultivo de ajonjolí en Honduras es posible utilizando bajos niveles tecnológicos. Es un rubro que se adapta bien para el sistema chaqueado, ya que demanda mano de obra familiar en la siembra, limpieza y cosecha, lo que se traduce en generación de empleo para la familia. Los implementos que se utilizan para la siembra en este sistema, van desde rastrillos, azadones, matracas adaptadas, tacho, botellas descartables y al boleó.

En algunas regiones del noreste de Brasil, en el caso de los municipios de San Francisco de Asís de Piauí y Bela Vista, PI, también realizan la preparación del suelo para las distintas especies (ajonjolí, frijol, maíz y sorgo), con arado tirado por caballos (Figura 44). Este procedimiento técnico para la preparación del suelo es muy eficiente debido a que está disponible en el período ideal, permitiendo el aprovechamiento de la estación lluviosa en una región donde hay limitaciones de lluvias y, con frecuencia mala distribución (QUEIROGA et al., 2011).

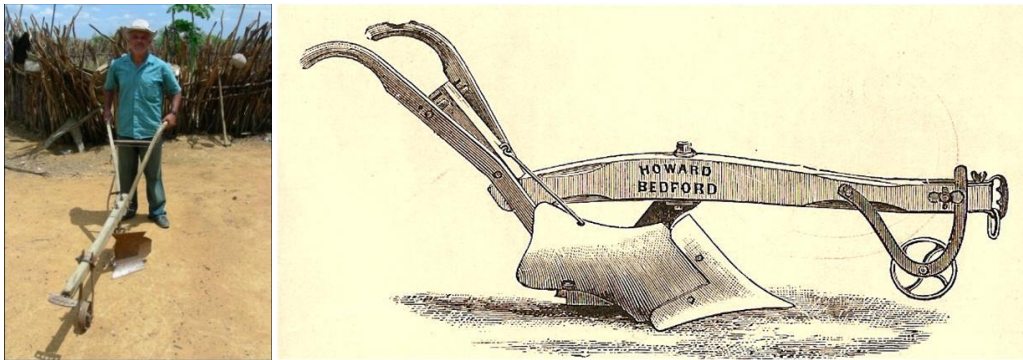


Figura 44. A) Preparación del suelo con un equipo de arado reversible de tracción animal. Foto: Vicente de Paúl Queiroga.

En caso de una preparación del suelo en forma mecanizada, es recomendable arar entre 30 a 45 días antes de la siembra. La preparación del suelo normalmente consta de una sola arada o roturación, dos o tres pases de rastra y una nivelada. La arada debe hacerse a una profundidad de 10 a 12 pulgadas, cuando ocupe maquinaria agrícola y de 6 a 9 pulgadas

cuando se utiliza tracción animal. Pero en caso de preparación del terreno con tracción animal, o con azadón, mayormente varias pasadas son requeridas (ESPINOZA, 2009).

Lo importante en la preparación del suelo es el uso adecuado de la maquinaria agrícola e implementos para cada tipo de suelo y la operación realizada oportunamente. Para suelos arenosos o incluso de textura franco arenosa, sólo necesita de uno o dos pases de rastras en su preparación (Figura 45), siendo que su último pase, sea para aplanar el suelo (Figura 46). Se recomienda evitar los pases innecesarios del suelo con la maquinaria ya que esto compacta el suelo y forma lo que se conoce como piso de arado. La compactación impide una buena infiltración del agua y obstaculiza el desarrollo normal de las raíces, pues hay que saber que la calidad de la preparación del suelo no está relacionada con la cantidad de labores que se le hagan, sino con la eficiencia que se realizan. En suelos planos o de valle, DICTA recomienda que el primer pase de grada o rastra deberá realizarse cuando se observe la aparición de maleza en todo el área del cultivo, lo que ocurre entre los 15 a 30 días después de la arada.



Figura 45. Preparación del suelo para ajonjolí con rastra. Foto: Vicente de Paula Queiroga.



Figura 46. Pase de rastra y nivelación del suelo al mismo tiempo con el poste amarrado a la rastra. Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

En suelos con problemas de encostramiento, es recomendable realizar una arada profunda con cincel y una o dos pasadas de rastra liviana, además se recomienda realizar rotación de cultivos para mejorar las características físicas y químicas de tales suelos. Cuando los suelos son nuevos, requieren una pasada de Romeplow, con debida anticipación y luego una o dos pasadas de rastra liviana, las cuales deben ser realizadas tratando de eliminar la mayor cantidad posible de malezas. La profundidad del preparado del suelo debe ser modificada en cada siembra del cultivo. Si la capa compactada es inferior a 30 cm de profundidad, que puede romperse con arado de vertedera o arado de cincel (Figura 47), se debe trabajar en esta profundidad (CASTRO; LOMBARDI NETO, 1992).



Figura 47. Preparación del suelo con arado de vertedera o arado de cincel. Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

El arado de disco es menos vulnerable a estas obstrucciones, ya que el movimiento de rotación de los discos provoca que giren sobre suelo y la vegetación, contándolos (GADANHA JR et al., 1991). Para una mejor eficiencia en la labranza del suelo con arado, se debe preferir el uso de arado con discos recortados (Figura 48).

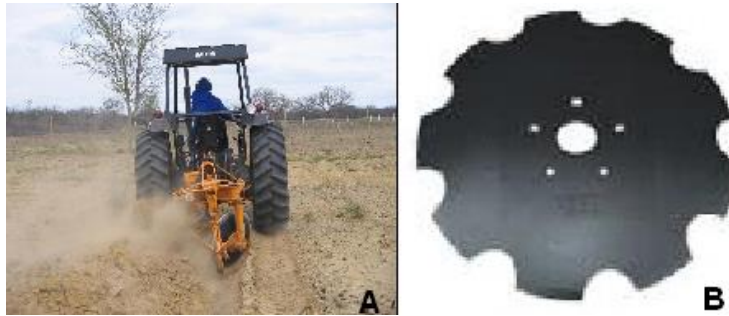


Figura 48. Preparación del suelo con discos de arado (A) y el modelo de disco de arado con perfil recortado (B). Foto: José Barbosa dos Anjos.

El subsolado sirve para soltar las capas compactadas del suelo, sin embargo, provoca que se mezclen las capas del suelo y sólo se recomienda cuando hay una capa muy endurecida, a profundidades que no llegan los otros implementos (Figura 49). El arado de cincel es similar a un subsolador pero funciona a menor profundidad, lo que requiere menos esfuerzo para la maquinaria que realiza operaciones agrícolas (GADANHA JR et al, 1991; ALOISI et al., 1992).



Figura 49. Preparando el suelo con el subsolador. Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva.

Durante el último pase de rastra o grada se debe pasar una banca para dejar el terreno nivelado, esto ayuda a evitar el encharcamiento, que contribuye a la aparición de enfermedades en las raíces y el pie de la planta y después, durante la siembra, facilita un tapado uniforme de la semilla y una emergencia o germinación uniforme. Esta tecnología adoptada de surco y cama con superficie rectangular se prepara con el arado adaptado, lo que permite lograr el establecimiento de poblaciones adecuadas de plántulas en poco espacio (Figura 50). También vale la pena señalar que, después de la precipitación, la humedad es retenida por el suelo y el exceso de agua se drena por los surcos (FONAIAP, 1988).



Figura 50. Siembra mecanizada de ajonjolí sobre camas con superficie rectangular en Venezuela.

A su vez, los pequeños productores en el municipio de São João do Sabugi, RN realizan el preparado de suelo de la labranza de ajonjolí con un mini-tractor Tobatta de calibre de 80 cm (Figura 51), que alquiló una asociación de pequeños productores de Finca Matinha, en conjunto realizan la actividad por hectárea en tiempo de aproximadamente 5 horas por un costo total de R \$ 75,00 (QUEIROGA et al., 2011).



Figura 51. Mini-tractor cultivador utilizado por los productores de São João do Sabugi-RN para preparar el suelo de la labranza de ajonjolí. Fotos: Vicente de Paula Queiroga.

a) Suelos de Ladera

Las acequias son canales construidos sobre curvas a nivel en terreno de ladera. Tienen como finalidad impedir que las aguas de lluvia que ruedan por la pendiente arrastren el suelo. Para realizar el primer pase se utiliza un arado combinado sin las aletas surcadoras, que es una labranza mínima continúa en laderas, permite abrir sólo el surco de siembra (Figura 52). De esta manera, remueve menos cantidad de suelo, disminuyendo las probabilidades de erosión. Los siguientes pases se pueden hacer con las aletas surcadoras, para remover un mayor volumen de suelo y lograr el ancho apropiado de la trinchera (Figura 53). Se recomienda hacer la aradura sobre trazos de curva a nivel separadas 120 cm entre sí. La parte no arada conserva la maleza, la cual sirve para retener el suelo y como esponja para absorber el agua de lluvia. La construcción de esa obra de conservación de suelo se puede utilizar una yunta de bueyes o caballos, o también un animal solo (ESPINOZA, 2009).

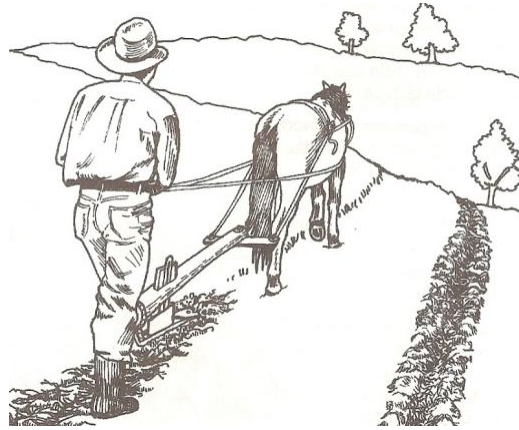


Figura 52. Labranza mínima continúa en ladera. Fuente: Archivo FOMENTA.

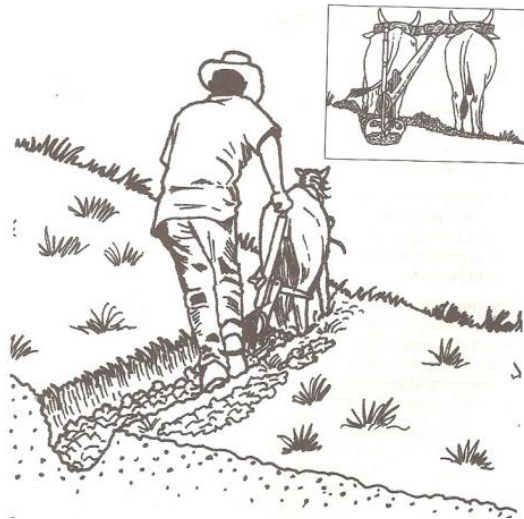


Figura 53. Construcción de acequias de ladera con un solo animal. Fuente: Archivo FOMENTA.

La erosión de los suelos de laderas causada por la acción de la lluvia y el viento pueden ser controlados utilizando troncos quemados y atados colocados horizontal y perpendicularmente al sentido del agua cuando llueve (Figura 54), que se fija con estacas amarradas. La excavación de zanjas que luego puede ser llenado con piedras es otra práctica muy recomendable. Otro concepto asociado a las curvas de nivel (pero no ser confundido) es la "siembra a lo largo de las curvas de nivel." Esta es una técnica para la plantación en el terreno accidentado que sigue el contorno de las curvas. Recordando que la legislación

ambiental brasileña prohíbe la deforestación y la siembra en terrenos con pendientes superiores a 45 ° por ser los Áreas de Preservación Permanente (APP) debido a la alta tendencia a la erosión. Mientras que la siembra en curvas de nivel es una técnica que tiene como objetivo frenar o disminuir la velocidad del arrastre, es decir disminuir la escorrentía, y aumentar la infiltración de agua en el suelo para evitar así la erosión. Es decir, se recomienda barreras vivas o muertas para separar las parcelas, conservar más agua y retener el suelo.



Figura 54. Colocar leños amarrados siempre en curvas a nivel.

Período de siembra

La temporada de siembra se considera un aspecto del manejo ecológico del ajonjolí que puede resultar en el desarrollo de las plantas en las condiciones climáticas ideales. Sembrar en la época adecuada ofrece mayor posibilidades de éxito para los productores considerando las variaciones climáticas a las que está sujeto el cultivo de ajonjolí en el Noreste de Brasil, en vista de la gran influencia de esta variable en la cantidad y calidad (QUEIROGA et al., 2007). Se recomienda comenzar la siembra cuando ha llovido unos 30 mm, en dos lluvias por semana. Bajo estas condiciones el suelo tiene suficiente humedad para la germinación de semillas y desarrollo de la planta (BELTRÃO et al., 1989).

En la Región Sur de Honduras se realiza del 15 de mayo al 15 de agosto. Del 20 de septiembre al 20 de noviembre, calculando que la cosecha salga en período o tiempo seco, diciembre a febrero (ESPINOZA, 2009; NAVARRETE, 2014).

Siembra manual

Se puede realizar a mano, con bueyes y mecánicamente, que la profundidad de siembra no exceda de 1.0 cm a chorro corrido, cubriendo la semilla con una rama liviana. La cantidad de semilla a utilizar es de 5.0 Lbs./Mz. Una preparación temprana de suelo ayuda para romper el ciclo de la Gallina Ciega. Además expone los huevos y larvas al sol y animales que se alimentan de ellos. Un estudio sobre implementos de Labranza indico que el arado de vertedera usado con tracción animal o con tractor disminuye las poblaciones de gallina ciega en forma sustancial (ESPINOZA, 2009).

Estas labores deben de tener el propósito de garantizar una superficie del suelo bien mullida o suelta, destruir e incorporar la vegetación existente y facilitar su descomposición total, además contribuir con el control de plagas y enfermedades que se alojan en el suelo, también obtener una emergencia o germinación uniforme, facilitar la incorporación de los abonos orgánicos y finalmente mejorar el relieve del suelo. Una preparación del suelo adecuada permite el desarrollo óptimo del cultivo. Las labores de preparación afectan las características físicas, químicas y biológicas del suelo y estas son las que determinan la fertilidad, erosión, infiltración y almacenamiento de agua en el mismo (ESPINOZA, 2009).

En suelos de descanso, ya sea de ladera o de valle, es aconsejable sembrar cultivos de cobertura como Canavalia y Frijol Caballero, Alacín o Mungo. Estos cultivos además de proteger el suelo contra la erosión del viento y el agua, rompen el ciclo de varias enfermedades y restauran la fertilidad (ESPINOZA, 2009).

La siembra manual podrá ser realizada por medio de una lata con un agujero en la parte inferior (Figura 55), o siembra con agujeros o ranuras de la mano, el pie se utiliza para cubrir la semilla con tierra. Debido a que son tan pequeñas, las semillas que caen por debajo de 2,5-

3,0 cm no germinan. El uso de semillas en el sistema de plantación es de 3 kg por ha y puede tomar hasta tres días para plantar una hectárea, será necesario realizar raleo que representa alrededor del 10% de los costos de producción.



Figura 55. Sembrado manual en hoyos o surcos apropiados para la plantación de ajonjolí, utilizando botella de plástico y lata con agujero.

La siembra con sembradora mecánico manual

Para hacer esta operación más fácil y de bajo costo para satisfacer las familias de agricultores, un técnico de tierra baja-PB desarrolló una sembradora manual, basado en equipos de siembra de zanahoria, cuyo sistema de distribución de semillas es de cilindro perforado, hecho de tubo de PVC con un diámetro de 100 mm, colocado en un chasis de tubo de hierro equipado con una rueda de bicicleta adelante, de dos ruedas pequeñas como arado, y justo detrás, dos rodillos de descarga de semillas y al final, dos corrientes hedger como semillas o dos ruedas en lugar de las cadenas (Figura 56). La sembradora rueda para activar el tanque a través de un eje. El depósito contiene, en su parte central, 6 agujeros de 4 mm de diámetro y, por rotación, se mueve la semilla al caer por gravedad a través del agujero en la ranura; a continuación, las semillas están conectados a tierra por dos pequeñas cadenas o dos ruedas. Este mecanismo proporciona una distribución aceptable de las semillas, siempre que una cantidad de hasta 1/3 de su capacidad de suministro. Para un mejor rendimiento del sembrador, el suelo debe estar bien preparado, libre de terrones, piedras y restos de

vegetación. En estas condiciones, la siembra de dos líneas tienen la capacidad de desplegar 1 ha en dos horas de trabajo, además de eliminar el raleo (QUEIROGA et al., 2008).



Figura 56. Calibración de la sembradora y marcado de las líneas de la plantación de ajonjolí DMU en las comunidades de San Francisco de Asís Piauí-PI. Foto: Vicente de Paúl Queiroga.

El ajuste de la máquina de siembra dependerá de la distancia deseada por el productor del Noreste de Brasil (entre hileras: 80 cm o 90 cm o 100 cm), para facilitar la transición de los agricultores a la tracción animal entre filas durante la operación de escarda. En primer lugar, se determina el espaciamiento de 90 cm entre dos ruedas pequeñas con la ayuda de una cinta de medición, que tienen funciones como las aberturas de las ranuras poco profundas para la siembra de semillas de ajonjolí. Estas ruedas están sostenidas por resortes, lo que les permite acoplarse en las dos barras fijas de la máquina y estas partes se unen con la presión suficiente para soportar las irregularidades del terreno durante la operación de siembra. Para cambiar el espaciado en la máquina, el productor debe deslizar dichas piezas de metal con pequeñas ruedas en la barra fija.

Otras dos barras fijas de la máquina vienen justo atrás de las ruedas pequeñas, que se acoplan a dos conos invertidos de zinc que hacen el papel del plantador. Estos conos invertidos reciben las semillas de ajonjolí que caen de los orificios de los dos cilindros de PVC (100 mm) en la distribución de semillas. Atrás de los conos invertidos, la máquina tiene dos carriles más fijos, que están acoplados dos pequeñas cadenas. La parte de la cadena que se

arrastra en el suelo, desempeña el papel de los pies de un trabajador de campo que cubre las semillas de ajonjolí en el surco. Vale la pena señalar que el arrastre del suelo puede cubrir las semillas en los surcos con una capa muy fina del mismo suelo (Figura 57). Ya en el cultivo manual de ajonjolí es común que el trabajador coloque una pesada capa de suelo sobre la semilla provocando problemas con la emergencia de las plántulas.



Figura 57. Siembra de ajonjolí arrastrando suelo para cubrir la semilla en el suelo.

Antes de la siembra, se recomienda ajustar la máquina y dejar las cadenas y las mangueras de los dos conos invertidos en relación a las dos pequeñas ruedas en la apertura del surco que se colocan delante de dicho equipo. Este ajuste anterior del equipo es esencial, incluso si tarda más de 30 minutos, porque esta calibración de la máquina va a mejorar la eficiencia de la siembra de semillas de ajonjolí (Figuras 58 e 59). En base a este rendimiento de la máquina, es posible deducir que la máquina realiza el equivalente al trabajo de 6 personas simultáneamente.



Figura 58. Una sembradora mecánica manual de dos líneas usada en la siembra de ajonjolí.



Figura 59. Una sembradora mecánica manual (o tracción animal) de tres líneas usada en la siembra de ajonjolí, que siembra con una distancia de 45 cm entre hileras.

Durante la siembra con una distancia de 90 cm, el productor utiliza una cuerda en el suelo que sirve de guía de la rueda grande de bicicleta de la máquina. Una vez determinada la primera fila de los cultivos en la línea principal de tierra, los productores en cada extremo del campo marcan con una estaca sus cabeceras, usando barras de tamaño de 180 cm (doble espacio de 90 cm), el marcado de otras líneas del campo de siembra paralelo. A continuación, los productores se colocan de pie en cada línea trazada en el suelo (extremos del campo) y colocan las estacas para estirar la cuerda, en el momento de iniciarse el trabajo de la siembra

de cultivos de dos filas de la máquina de dos líneas de siembra y por donde debería pasar la rueda grande de la máquina (Figura 60).



Figura 60. El marcado de distancia entre las cuerdas es determinada en cada extremo del campo con ayuda de una vara de 180 cm.

Adaptar una barra de mayor longitud a la sembradora, siempre que sus extremos curvados estén hacia abajo en contacto con el suelo a través de una pequeña corriente, es posible prescindir de la utilización de las cuerdas que guían la siembra el campo de ajonjolí. En la figura, se observa esta barra extendida lateralmente en el equipo (en ambos lados), pues a medida que va sembrando, la próxima hilera ya está siendo marcada (Figura 61).



Figura 61. Dos barras son extendidas lateralmente en la sembradora mecánica manual con el propósito de eliminar el uso de la cuerda, que es una guía en el momento de la siembra. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

Cuando se consigue plantar $\frac{1}{4}$ de la hectárea, es el momento que el productor reabastezca el cilindro de distribución de la semilla en la máquina (Figura 61). La cantidad de semillas de ajonjolí debe ser justo arriba de la mitad del cilindro para permitir que la semilla se esté moviendo en su interior, especialmente en el instante en que la máquina está en funcionamiento completa en el campo.



Figura 61. Productor reabasteciendo el depósito de semilla de ajonjolí con la ayuda de un embudo.

En suelos ligeros (arcilla arenosa), la sembradora coloca de manera eficiente las semillas, pero cuando se trata de suelos pesados (arcillosos) o mediano pierden su eficacia. Con la sustitución de ambas cadenas por las ruedas de compactación (Figuras 62 y 63), una mejora en el proceso cubre la semilla. Aunque la máquina con cadenas requiere la presencia de un trabajador, con las ruedas necesitan dos trabajadores, es decir, el esfuerzo de la máquina es mayor en suelos pesados en comparación con suelos ligeros. Se considera un uso colectivo de la tecnología, se puede utilizar una máquina por 12 familias de campesinos (plantar una manzana en 1 hora y 30 minutos), otros cambios adoptados en el equipo es para que sea desmontable y facilitar su transporte de un lugar a otro.



Figura 62. Ruedas de compactación adoptadas en la sembradora de ajonjolí para suelos más pesados, necesita el trabajo de dos operadores. Foto: Vicente de Paula Queiroga.



Figura 63. Una sembradora mecánica manual puede ser transportada fácilmente por ser desmontable. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

Además de fila simples (Figura 64), la sembradora mecánica manual permite plantar en más de dos modalidades: hileras dobles e hileras densas (45 cm; Figura 65), siendo que en éste último caso una máquina va al frente sembrando una hilera simple (90 cm) y otra máquina va atrás sembrando en la parte interna las hileras (a una distancia de 45 cm entre hileras), aprovechando así las marcas recientes en el suelo realizadas por la primera máquina. En la actualidad ya fue desarrollada en Lucrecia, PB (Brasil) la sembradora de tres hileras, a cual

siembra a distancia de 45 cm entre hileras (filas densas), específica para las cultivares de ajonjolí no ramificadas (Figura 66).



Figura 64. Área de cultivo de ajonjolí realizada con una sembradora mecánica manual a distancia de 90 cm entre hilera (filas simples), densidad de 12 a 15 plantas por metro lineal (sin necesidad de raleo). Foto: Vicente de Paula Queiroga.

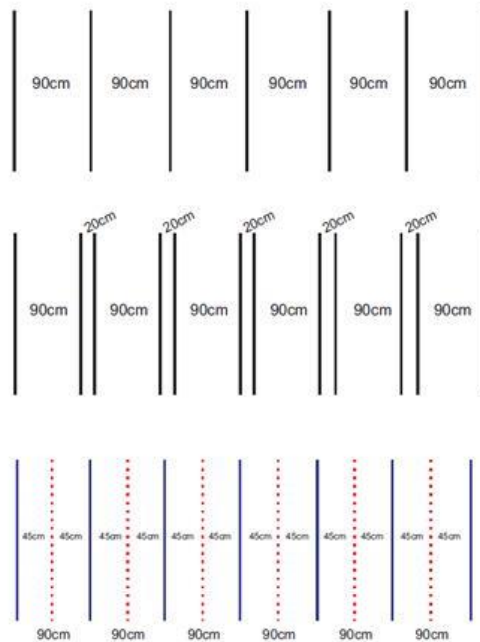


Figura 65. Ilustración de distintas modalidades de siembra realizadas por la sembradora mecánica manual de dos hileras: hileras simples (90 cm), hileras dobles (90 cm X 20 cm) e hileras densas (45 cm).



Figura 66. Sembradora mecánica manual (o tracción animal) de tres líneas usada en la siembra de ajonjolí, con distancia de 45 centímetros entre surco. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

En los años 80, un proyecto hondureño PROMECH de una sembradora fue creado para mejorar la producción y la productividad en las fincas pequeñas y medianas, que mediante el cambio del rotor que se coloca en la sembradora es posible una siembra de primera calidad de semillas de ajonjolí, arroz, maíz, sorgo, frijol e algodón orgánico (Figura 67). La sembradora se acopla a los arados Combinado, Verde y de Palo, así como al chasis del porta implementos segoviano para formar la sembradora multisurcos, con todos los cuales permite:

- 1) Hacer en un paso el surco, la siembra y el tapado de la semilla e 2) Regular la cantidad de semillas, la distancia y la profundidad para lograr una calidad de siembra de precisión por cada postura del rotor en movimiento.



Figura 67. Arado combinado con sembradora de ajonjolí. Fuente: Archivo FOMENTA.

Recientemente, una máquina de siembra de ajonjolí de una línea fue diseñada por Embrapa para atender los pequeños productores de la región semiárida del noreste (Figura 68). En el caso del productor de ajonjolí están interesados en crear su propia máquina de siembra, es más simple y más barato desarrollar una máquina con un mecanismo para sembrar una hilera, a pesar de que su desempeño en la siembra por hectárea sea el doble de tiempo en comparación a una máquina de dos hileras. Una sembradora de una línea parecida se desarrolló en Paraguay (Figura 69).



Figura 68. Una sembradora mecánica manual de una hilera desarrollada por Embrapa Algodón para sembrar ajonjolí. Foto: Vicente de Paula Queiroga.



Figura 69. Sembradora de ajonjolí desarrollada por Paraguay.

La comunidad de São Tiago en Bela Vista, PI, los productores de semilla de ajonjolí con auxilio de un dispositivo manual o matraca de plantación, donde una pieza metálica de forma rectangular se sustituye por otra circular más grande, que se instala en el mecanismo de regulación de las semillas de la máquina (Figuras 70 y 71), para lograr un almacenamiento completo de pequeñas semillas de sésamo. Este dispositivo ligero llamada matraca de la

marca Krupp puede ser utilizado por el campesino hondureño en la ladera para sembrar la tierra (Figura 72), pero para evitar que la semilla no se coloca en el suelo a una profundidad mayor de 2,5 cm es necesario adaptar un limitador en la parte inferior de la matraca.



Figura 70. A. Chapa metálica de forma rectangular no regulado y circular al lado; B. Dispensador de la chapa rectangular; C. Chapa metálica de forma circular no regulado y el rectangular de lado; D. Regulador de semillas instalado en la matraca. Foto: Gilvan Tolentino.



Figura 71. Matraca de marca Krupp usada en sembrar la semilla de ajonjolí, siendo una máquina convencional y otra adaptada con un limitador de profundidad. (Foto: Vicente de Paula Queiroga).



Figura 72. En Honduras, el cultivo de ajonjolí en laderas es frecuentemente realizado los campesinos, en dos fases: vegetativa y secado en parvas.

Con la siembra mecanizada, el suelo bien preparado y el uso de semillas bien seleccionadas, con 98% de pureza y por encima del 95% de germinación, Embrapa ha instalado con éxito un campo de ajonjolí en la estación de Embrapa de Missa Velha, CE, simplemente haciendo una pequeña adaptación en la sembradora mecánica marca Semeato (Figura 73) para una siembra con espaciamiento de 90 cm entre hileras, dejando 12-15 plantas por metro lineal y sin raleo. Para atender un cultivo de semillas pequeñas de ajonjolí, se recomienda la fabricación de un conjunto nuevo de discos con agujeros pequeños.



Figura 73. Siembra de semillas de ajonjolí con una sembradora mecánica adaptada en un ensayo de campo en la Estación Experimental da Embrapa de Missão Velha, CE, Brasil. Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim.

DISTANCIAS DE SIEMBRA

VARIEDADES NO RAMIFICADAS:

- El distanciamiento entre surco en la actualidad se maneja de 60 a 80 cms, pero se recomienda disminuir el distanciamiento hasta un mínimo de 45 cms. y una distancia entre planta de 10 a 12 cms.
- Semilla utilizada: entre 5-6 lbs. por Mz.
- Densidad óptima: entre 140,000 a 160,000 plantas por Mz.
- Promedio de plantas por metro lineal de cama: entre 10 a 12 plantas

VARIETADES SEMI-RAMIFICADA

- Distanciamiento entre surco: de 60 cm.
- Densidad óptima: entre 95,000 a 110,000 plantas por Mz.

VARIETADES RAMIFICADAS

- Distancia de siembra: entre 60 cm entre surcos, y entre planta de 20 cm.
- Semillas a utilizar: entre 5-6 lbs. por Mz.
- Promedio por de plantas por metro lineal de cama: entre 8-9 plantas
- Densidad: entre 80,000 a 90,000 plantas por Mz

Para da DICTA, la distancia de siembra depende del porte de la variedad a sembrar:

- Variedades Precoces: 45 cm entre surcos y 10 cm entre planta.
- Variedades Intermedias y Tardías: Se recomienda sembrarlas a una distancia de 60 cm entre surco y 10 cm entre planta.

La siembra escalonada es realizada por los campesinos hondureños con cultivares de distintos ciclos en asociación con varias fechas de siembras (ESPINOZA, 2009, NAVARRETE, 2014). En la Tabla 13, se encuentra un resumen del sistema de cultivo escalonado del ajonjolí y la utilización de materiales de ciclo corto, medio y tardío. De manera distinta, Embrapa recomienda sembrar apenas un determinado cultivar en 2 ha, pero inicialmente se siembra en seco 1\2 ha. Al llegar las lluvias, después de dos días se siembra otra 1\2 ha. En caso que continúe lloviendo o el suelo se mantenga aún húmedo, entonces se siembra la tercera (1\2 ha) y la cuarta área (1\2 ha) de ajonjolí obedeciendo el mismo intervalo de tiempo entre si (dos días). Actualmente con el Proyecto evaluación de 6 tecnologías, se utilizó el Método de Siembra con Botellas, la cantidad de Semilla utilizada por Mz fue de 5 a 6 Lbs.

Tabla 13. Un resumen de las 7 épocas de cultivo y las variedades de distintos ciclos sembradas a lo largo del año, que son recomendadas por DICTA en Honduras.

Nº	Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha	Ciclo de la Variedad	Variedades
1	01 de Enero	Abril	Corto, intermedio y tardío	Corea I, Corea II, San Joaquin, Igualteco, Zirandaro
2	01 de Mayo	Agosto	Intermedio	San Joaquin, Igualteco, Zirandaro
3	01 de Junio	Agosto	Corto	Corea I, Corea II
4	01 de Agosto	Diciembre	Intermedio, Largo	San Joaquin, Igualteco, Zirandaro, ICTA R-198
5	01 de Septiembre	Diciembre	Intermedio	San Joaquin, Igualteco, Zirandaro
6	25 de Septiembre	Diciembre	Corto	CoreaI, Corea II
7	25 de Noviembre	Enero, Febrero, Marzo	Corto, intermedio, largo	

Fuente: Ritza Marina Lainez Navarrete

También en Honduras ocurre un sistema distinto de siembra en las áreas cercanas al mar, donde la tierra es preparada en camas para sembrar la semilla (en doble fila) de todos los cultivares (total de 6) entre el 20 y el 25 del mes de noviembre para que sus cosechas sean realizadas en los meses de febrero y marzo. Estas regiones de suelos encharcados se llaman Santa Catarina y El Estribo (Departamento de Choluteca) y La Costa de Amates (Departamento del Valle). Además, en temporada de lluvia se recomienda la siembra en camas, para evitar que las plantas se ahoguen en caso de presentarse encharcamiento causado por las lluvias (Figura 74).



Figura 74. Áreas encharcadas de algunas regiones de los Departamentos de Choluteca y Valle en Honduras, el ajonjolí es plantado en doble hilera sobre cada cama. Foto: Ritza Marina Laínez Navarrete.

ACTIVIDAD DE RALEO

Esta práctica se debe hacer con el suelo húmedo y en dos etapas. Beltrão et al. (1994) recomendó que el primer raleo se realice cuando las plantas presenten cuatro hojas, dejando cuatro o cinco plantas por unidad de distancia, y un segundo cuando las plantas alcanzan de 12 a 15 cm. Esta operación de raleo se debe realizar entre 18 y 30 días después de la emergencia de las plántulas (Figura 75). Cuando el raleo se atrasa (después de 30 días) puede causar una caída significativa en la producción de ajonjolí. Es decir, el raleo debe hacerse oportunamente, los raleos tardíos causan perjuicios como zanconeo, luego estas plantas se vuelven susceptibles al acame.



Figura 75. Práctica de raleo efectuado en las hileras del cultivo de ajonjolí. Foto: Ritza Marina Laínez Navarrete.

El uso de la siembra manual de la semillas de ajonjolí en comunidades UTDs de campesinos del municipio de São Francisco do Piauí Assis, Brasil, fue en gran parte del área plantada, con un "stand" ideal, entre 10 a 15 plantas por metro lineal. Se realizó un raleo sólo cuando hubo irregularidades en la distribución de semillas con un "stand" entre 16-20 plantas. Es una práctica que se realiza para regular la población muy densa de las plantas de ajonjolí, principalmente que emergieron luego de haber sembrado a chorrillo. El raleo también es considerada una práctica sanitaria. En el raleo se eliminan las plantas enfermas y plantas no deseadas y fuera de lugar. El raleo también previene el desarrollo de enfermedades.

FERTILIZACIÓN

El factor limitante para la obtención de altos rendimientos de ajonjolí es la disponibilidad, especialmente de nitrógeno y fósforo (PERIN et al., 2010). Por lo tanto, las deficiencias de estos elementos en el suelo se pueden compensar por el uso de fertilizantes orgánicos (Figura 76) y con la aplicación de roca fosfórica o harina de hueso, antes de preparar el terreno. Para la recuperación de la materia orgánica en suelos pobres, se recomienda utilizar 20 toneladas de estiércol de ganado por hectárea (QUEIROGA et al., 2008).



Figura 76. A) Aplicación de estiércol, antes de la siembra, transportado por una carreta. B) Si la disponibilidad de estiércol es baja en la zona, se debe colocar a lo largo de la fila sembrada con el ajonjolí. C y D) Además de adaptada para semillas de ajonjolí, la máquina fertilizadora se usa con la mezcla de estiércol (50%) + arena (50%).

Otra posibilidad de fertilización es la producción ecológica del ajonjolí y la utilización de abonos verdes con su incorporación 30 días antes de la siembra del ajonjolí. Esta fertilización verde también consiste en el cultivo de plantas que mejoren la estructura y enriquezcan el suelo con nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y micronutrientes, es el caso de leguminosas como Gandul, Leucaena, Frijol Terciopelo Gris, Frijol Terciopelo Negro y Canabalia, que se incorporan al suelo durante su etapa de floración, con la ayuda de equipos de "rodillo de cuchillas" de tracción animal. Esta técnica aumenta la fertilidad del suelo y aumenta la productividad de los cultivos producidos por el agricultor (TORRES et al., 2006).

En la comunidad Vereda del Municipio de San Francisco de Asís de Piauí, Brasil, el ajonjolí UTD de ajonjolí plantado en área campesina recibió una aplicación de biofertilizantes 47 días después de la emergencia de la planta, de hecho, dio lugar a plantas más vigorosas y con uno de los mejores rendimientos en granos. Según Queiroz Filho (2005), el proceso de producción de biofertilizantes es muy sencillo, basta con que el productor tenga acceso al estiércol de ganado para hacer la siguiente preparación: en un recipiente de 20 litros debe ser colocado media lata (10 litros) de estiércol vacuno curtido, estiércol de pollo alrededor de 250 gramos y 250 gramos de azúcar (cristalizada y refinada). Completar con agua, dejando un espacio de 8 a 10 centímetros antes de que rebalse, para evitar desbordamiento. Cerrar bien la boca de la lata, sellando con una bolsa de plástico atada fuertemente. Dejar reposar durante cinco días bien cerrados (fermentación anaeróbica). La suspensión completa debe diluirse en 1 litro del jarabe a 10 litros de agua (Figura 77).



Figura 77. Aplicación de biofertilizante a base de estiércol de ganado sobre las plantas de ajonjolí aplicado con bomba de mochila, destinada exclusivamente para los productos orgánicos de la finca.

RIEGO

El ajonjolí es extremadamente sensible al encharcamiento y, según Weiss (1983), el exceso de humedad en cualquier etapa del desarrollo aumenta la incidencia de enfermedades por hongos y reducción de la productividad. Generalmente, el ajonjolí proporciona más retorno para el productor con menor costo (menor riesgo) que la mayoría de otras opciones de cultivos (LANGHAM et al., 2008).

Langham et al. (2006) ha señalado que el ajonjolí es uno de los cultivos más tolerantes a la sequía en el mundo y su mayor producción se obtiene con el uso de riego. Los mayores rendimientos de 2,5 kg / ha o más, son obtenidas cuando el cultivo de ajonjolí se desarrolla bajo condiciones de riego en particular en las regiones áridas, el clima cálido y seco es más favorable al cultivo y la baja humedad reduce la incidencia de enfermedades fungosas (BEECH, 1981).

Además de ser utilizado en el cultivo de ajonjolí tres sistemas de riego (por gravedad, aspersión y pivote central), Langham (2008) considera que existen dos tipos de ajonjolí. El primer tipo de ajonjolí se refiere a cultivares adaptados a regiones áridas y secas, que podrían encontrar muchas enfermedades cuando se plantan en zonas húmedas. Mientras que el segundo tipo de ajonjolí se refiere a los cultivares desarrollados para las regiones más lluviosas y, cuando se cultiva en condiciones secas, presentan bajo rendimiento productivo.

El sistema de riego por gravedad, Langham (2008) lo recomienda para el ajonjolí por ser rápido, ligero y desplazamiento en poco tiempo. Se debe dar preferencia a los métodos de riego de superficie, cuando la cantidad de agua no es una limitante, la fuente se encuentra en una posición más alta que el área a ser regada, la pendiente no es acentuada y el suelo no es de arenoso (Figura 78). Él encontró que un pre-riego hecho en la siembra (manteniendo la lámina de agua presa en el surco) y la ausencia de lluvias en el ciclo del cultivo, dejando al final del proceso drenar el exceso de agua de los surcos, puede ser considerado en el cultivo de ajonjolí hasta la quinta semana en una o dos irrigaciones con intervalos de 10 a 16 días. En caso de ocurrencia de 50 mm o más de lluvias, dentro de ese intervalo establecido, esa

lluvia ocasional puede ser considerada como sustituto de irrigación por el método por gravedad.



Figura 78. Campo de ajonjolí irrigado por gravedad en Texas, USA. Foto: Ray Langham.

Pero si el agua debe ser bombeada de un río o bien de un pozo que no sea salino y, por lo tanto, el riego por aspersión resulta más favorable de ser utilizado por los pequeños productores de ajonjolí en el noreste de Brasil.

Utilizando el riego por goteo en un experimento realizado en Honduras de siembra de una manzana de ajonjolí destinado al aumento de 2 variedades de semilla: 1. Variedad Igualteco y 2. Variedad ICTA R-198. La cantidad de semilla utilizada por manzana fue de 6 a 8 libras, distancia entre surcos de 60 cms. Se lleva a cabo con riegos diarios de 4 horas fraccionadas por la mañana y tarde, se utiliza una cinta de riego con una longitud de 30 cm entre goteo (DICTA, 2014). De los cuales se obtendrá una estimación de 15 a 20 qq por manzana de rendimiento (Figura 79).



Figura 79. Instalación del sistema de riego por goteo con apertura entre surco con un tractor, distribución de las mangueras, siembra manual con botellas de envases retornables de ½ litro, riego inicial y rotulado de la variedad de Igualteco (Foto: Ritza Marina Lainez Navarrete).

La máquina manual mecánica permite realizar una siembra en hileras dobles espaciados 0,90 cm x 0,10 cm x 0,20 cm de UTD de ajonjolí del sitio de Cachoeirinha, municipio de Lucrecia, RN, el uso de tal sistema de riego por goteo por ser considerado un método preciso y económico, debido a la sequía que afectó a la región Potiguar West en 2012. Las mangueras de irrigación (40cm entre agujeros) se colocaron en el interior de cada fila doble (Figura 80).



Figura 80. Sistema de irrigación por goteo en un campo de ajonjolí em Lucrecia, RN. Fotos: Vicente de Paula Queiroga.

CULTIVO DE AJONJOLÍ EN ASOCIACIÓN

El sistema de asocio está formado por cultivos simultáneos de diferentes especies en el mismo terreno (BELTRÃO et al., 2006). La región noreste de Brasil se caracteriza por un ecosistema con reconocidas limitaciones edafoclimáticas que afectan la productividad de la mayoría de especies cultivadas. La coexistencia de los agricultores con este entorno de forma sostenible requiere la promoción de innovaciones tecnológicas con el potencial de aumentar la producción de granos de los cultivos importantes para la mejora de los ingresos de los agricultores, en especial aquellas que se basan en la granja familiar (SOARES et al., 2010). Así, el sistema de cultivos intercalados es una alternativa para aumentar los ingresos de los pequeños agricultores.

Según Pinto et al. (2011) los cultivos en asocio consisten en cultivos simultáneo de dos o más especies en una zona agrícola donde los cultivos están en la misma dimensión espacial y temporal. En los sistemas en asocio se cultivan más especies con diferentes ciclos y arquitectura vegetativa, no es necesario que la misma se haya sembrado al mismo tiempo, sin

embargo son operados en la misma zona y en un mismo período de tiempo (REZENDE; GUSTAVO, 2002). Se considera un sistema intermedio entre el monocultivo y las condiciones de la vegetación natural, en el que dos o más especies en la misma zona durante un determinado período de tiempo, comparten el mismo entorno, pero el éxito de un sistema de cultivo en asocio está determinado por los cultivos que se utilizarán (REZENDE et al., 2006). Según Beltrão et al. (2006) el asocio varía de acuerdo al arreglo espacial de los cultivos en campo, de esta forma existen los diferentes tipos de asocio:

Cultivos mixtos: es un cultivo que se organiza en distintos sectores

Cultivos en pista o Franja: los cultivos se siembran en grupos suficientemente grandes para permitir la gestión independiente de cada uno, pero son franjas lo suficientemente estrecha como para permitir la interacción entre ellos;

Cultivos de sustitución: un cultivo se siembra después de que el anterior alcance la fase reproductiva, pero aún no ha alcanzado el punto de cosecha.

El sistema de asocio tiene algunas ventajas y desventajas. Entre las ventajas del sistema en asocio se puede destacar un mejor uso del suelo, del agua y del área cultivada; reducción de problemas con plagas, enfermedades y malezas; muchas veces ocasionan aumento en el rendimiento productivo debido a los beneficios mutuos entre los cultivos (KOLMANS; VÁSQUEZ, 1999). Vale la pena señalar, el mejor aprovechamiento de la luz solar y el aumento de la diversificación de los ingresos de los productores (MUELLER, 1996). El asocio, sobre la base de los beneficios ofrecidos a los productores, puede constituir una tecnología muy aplicable y asequible, lo que permite un mayor rendimiento, por efecto sinérgico o de compensación de una cultivo sobre otro (REZENDE et al., 2006).

Sin embargo, el sistema puede dar lugar a algunos inconvenientes, incluyendo el tema de restricción de uso de las técnicas agrícolas más eficientes y capaces para aumentar rendimientos en los cultivos, una vez que el nivel tecnológico evoluciona, un cultivo en asocio se torna más difícil de manejar, especialmente la mecanización e industrialización. Otro aspecto negativo del sistema es que impide la utilización del asocio en mayor grado (BELTRÃO, 2006). El asocio, en particular las oleaginosas con especies alimenticias, es una práctica generalizada en las regiones tropicales y tiene como objetivo aumentar las

alternativas productivas y la flexibilidad económica de los sistemas de la familia, lo que reduce el riesgo de pérdida de cultivos debido a la falta o exceso de lluvia, ataque de plagas, fluctuaciones en los precios del producto en el mercado u otros factores adversos (LIMA et al, 2008; VIEIRA, 1984).

Algunos aspectos determinan el uso de este sistema como reducción del riesgo de pérdidas, mayores beneficios económicos, así como un mayor uso del área. Sin embargo, el buen desempeño de este sistema requiere de niveles adecuados de luz, agua, dióxido de carbono, oxígeno y temperatura, a su vez, debe tener en cuenta que las plantas en el asocio compiten por uno o más de estos factores, lo que resulta en rendimientos más bajos comparados al monocultivos (PORTES, 1996). Beltrão et al. (2010) estudiaron la temporada de siembra del asocio entre ricino o higuierilla y ajonjolí, constatando, que la época relativa a la siembra es un factor que debe ser tomado en cuenta a la hora de practicar el asocio, se debe hacer la siembra de ajonjolí entre 15-20 días después de la siembra de semillas de ricino, o incluso antes, si el ambiente es favorable. Según Beltrão et al. (2006) ricino se cultiva en el noreste de Brasil, principalmente en el sistema de asocio, sobre todo con las judías *Vigna*, frijoles *Phaseolus*, ajonjolí, maní y maíz.

A su vez, Lima et al. (2008) evaluaron la plantación de cultivo intercalado de algodón con ajonjolí, encontró que el uso eficiente de la tierra fue mayor cuando las semillas de algodón y ajonjolí fueron plantados el mismo día, pero la tasa más baja se obtuvo con el algodón sembrado 15 días antes del ajonjolí. Por otra parte, los autores informaron que el ajonjolí es más agresivo en el sistema en el que se plantaron 15 días antes de que el algodón.

CORTINA ROMPE VIENTO

Estudiar el efecto de las barreras rompevientos sobre el desempeño productivo de las plantas dehiscentes de ajonjolí en Venezuela, Moreno (1985) encontró que el rendimiento de semilla fue 47% mayor para las planta que crecen con protección alta de barreras rompevientos comparada a las que crecen sin protección, y 39% cuando el campo de protección se realiza

con barreras medianas (Tabla 14). Esta protección media del viento se puede lograr con la plantas de neem a una distancia de 2.5 m a 3.0 m (Figura 81). Mientras que la protección alta del campo de ajonjolí se puede obtener alternando ajonjolí con neem y eucalipto en la distancia de 3 metros.

Tabla 14. Altura de dos barreras rompevientos utilizadas en los campos de ajonjolí dehiscentes de Venezuela y sus influencias sobre el rendimiento de semillas.

Protección	Kg/ha	Incremento de productividad (%)
Alta	1,236	147
Media	1,165	139
Baja	839	100



Figura 81. Barrera rompevientos con plantas de neem para la protección de cultivo de ajonjolí: barrera densa con una distancia de 2.5 m entre plantas. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

SESION 3. PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE AJONJOLÍ

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ

a) Latitudes para su cultivo

El ajonjolí (Figura 82) se cultiva en la zona tropical y sub tropical. La planta se desarrolla muy bien en latitudes de 40° Norte y 30° Sur; regiones desde el nivel del mar hasta los 600 metros de altura son aptas para el cultivo. Su cultivo en alturas superiores disminuye el rendimiento y la calidad del aceite.



Figura 82. Cultivo de ajonjolí.

b) Humedad Relativa

El Ajonjolí prefiere humedades relativas entre los 40 y 75 %, por eso da muy buenos resultados su cultivo en todos los países centroamericanos.

c) Fotoperiodo y temperatura

Es sensible al fotoperiodo. Le favorecen las temperaturas de 25 a 36°C, siendo la óptima de 27.5°C. Responde bien a precipitaciones de 300 a 600 mm distribuidos de manera uniforme en todo su ciclo de cultivo.

d) Condiciones ambientales

El ajonjolí es tolerante a la sequía y puede sembrarse en zonas áridas o semiáridas. Una vez establecido el cultivo soporta temporadas secas. Las lluvias intensas y la alta humedad ambiental provocan poca floración, bajos rendimientos y favorecen la presencia de enfermedades.

Las lluvias durante el emparvado producen pudrición y manchado del grano lo que baja su calidad al momento de su comercialización, actualmente se han generado nuevas alternativas y tecnologías para reducir los efectos negativos en el secado.

El Ajonjolí es susceptible a los vientos fuertes, debido a que los tallos son frágiles, Cuando la planta está completamente desarrollada es susceptible al acame, ante esta situación se recomienda establecer barreras vivas como rompe viento.

SELECCIÓN DEL SUELO

El ajonjolí se siembra principalmente en suelos con topografía plana. Sin embargo, es posible cultivar ajonjolí en suelos de ladera. En este último caso las labores de labranza y manejo del cultivo, deben estar orientadas a la conservación y fertilidad del suelo.

El ajonjolí se adapta a una gran variedad de suelos. Responde mejor en suelos con textura entre franco arenosos y franco arcillosos y con un pH de 6 a 7. Los suelos salinos no son recomendables para sembrar ajonjolí. Aquellos con una profundidad aproximada de 12 pulgadas (30 cm.) y subsuelos permeables, facilitan un buen drenaje. También obtiene un buen desarrollo en suelos arenosos pero con lluvias abundantes y bien distribuidas para satisfacer sus necesidades de agua en los períodos críticos del cultivo.

Los suelos arcillosos debido a que conservan mucha humedad y presentan mal drenaje favorecen la presencia de la enfermedad conocida como Pata Negra, por lo que no se recomienda sembrarlo en este tipo de suelo.

PREPARACIÓN DEL SUELO

Una preparación del suelo adecuada permite el desarrollo óptimo del cultivo. Las labores de preparación afectan las características físicas, químicas y biológicas del suelo y estas son las que determinan la fertilidad, erosión, infiltración y almacenamiento de agua en el mismo.

Estas labores deben de tener el propósito de garantizar una superficie del suelo bien mullida o suelta ya que la semilla es muy fina (de 2 a 3 mm), también para destruir e incorporar la vegetación existente y facilitar su descomposición total, además contribuir con el control de plagas y enfermedades que se alojan en el suelo, también obtener una emergencia o germinación uniforme, facilitar la incorporación de los fertilizantes y finalmente mejorar el relieve del suelo.

En suelos de descanso, ya sea de ladera o de valle, es aconsejable sembrar cultivos de cobertura como Canavalia y Frijol Caballero, Alacín o Mungo. Estos cultivos además de proteger el suelo contra la erosión del viento y el agua, rompen el ciclo de varias enfermedades y restauran la fertilidad.

a) Suelos Planos

Se debe realizar con Rome-plow o rastra de acuerdo a la estructura del suelo y deberá realizarse cuando se observe la aparición de maleza en todo el área del cultivo, lo que ocurre entre los 15 a 30 días después de la arada.

La preparación del suelo normalmente consta de una arada o roturación, dos o tres pases de rastra y una nivelada (Figura 83). La arada debe hacerse a una profundidad de 25 a 30 centímetros, cuando ocupe maquinaria agrícola y de 15 a 23 centímetros cuando se utiliza tracción animal. Es recomendable arar a los 30 días antes de la siembra.



Figura 83. Preparación del suelo para sembrar las semillas de ajonjolí.

Durante el último pase de rastra se debe pasar una banca para dejar el terreno nivelado, esto ayuda a evitar el encharcamiento, que contribuye a la aparición de enfermedades en las raíces y el pie de la planta y después, durante la siembra, facilita un tapado uniforme de la semilla y una emergencia o germinación uniforme.

Se recomienda no realizar pases innecesarios de la maquinaria ya que esto compacta el suelo y forma lo que se conoce como piso de arado. La compactación impide una buena infiltración del agua y obstaculiza el desarrollo normal de las raíces, pues hay que saber que la calidad de la preparación del suelo no está relacionada con la cantidad de labores que se le hagan, sino con la eficiencia que se realizan.

b) Suelos de Ladera

En terrenos de ladera los surcos deben ir orientados a las curvas de nivel (Figura 84). Se recomienda barreras vivas o muertas para separar las parcelas, conservar más agua y retener el suelo, se recomienda realizar un control eficiente de malezas.



Figura 84. Cultivo de ajonjolí en ladera.

COMO ES CONSIDERADO EL AJONJOLÍ

Se considera una planta autógena o sea que se autofecunda. Sin embargo, dependiendo del germoplasma y la influencia del medio ambiente, puede producir un cruzamiento natural de hasta el 14 %. Las anteras superiores tienen deficiencia longitudinal y depositan el polen inmediatamente sobre el estigma, de esta manera se realiza la autofecundación, iniciando el proceso de formación de semillas.

a) Selección de la semilla

Una buena selección de semilla permite lograr mayores rendimientos. A continuación las principales consideraciones para seleccionarla.

- a. Se recomienda la utilización de semilla certificada.
- b. Se debe utilizar la variedad que mejor se adapte a las condiciones de suelo, temperatura y régimen de lluvia.
- c. Seleccionar semillas libres de plagas y enfermedades, sin granos vanos, ni quebrados, que no esté mezclado y que tenga una germinación no menor del 80 %. Una semilla limpia y vigorosa, permite el establecimiento y crecimiento de plantas altamente productivas.
- d. La semilla debe ser tratada antes de la siembra, para prevenir el ataque de plagas y enfermedades fungosas y garantizar una buena germinación (Figura 85). Esta se puede

hacer con fungicidas de baja toxicidad, acción sistémica y amplio espectro, permitiendo la protección de las plántulas del ataque durante los primeros 15 días después de nacidas.



Figura 85. Semillas de ajonjolí tratadas.

b) Selección de la variedad

Los productores y técnicos deben de conocer criterios prácticos y confiables para seleccionar la mejor variedad para determinada zona o región. La clasificación se puede realizar tomando en consideración los siguientes aspectos:

c) Por la duración del ciclo del cultivo

Este criterio está relacionado con la, las variedades de ciclo corto o precoces maduran en menos de 65 a 85 días, las tipo intermedio presentan un ciclo mayor de 85-100 días y menos de 110 y las variedades tardías o de ciclo largo maduran después de los 100 a 115 días, éstas son de mayor rendimiento que las de ciclo corto. Sin embargo, la duración del ciclo en días varía según las condiciones ambientales donde se siembre el ajonjolí (Tabla 15).

Tabla 15. Clasificación de variedades según su ciclo vegetativo

Ciclo vegetativo	Madurez fisiológica	Variedad
Precoz	65-85	Corea I y Corea II.
Intermedia	85-100	Igualteco, Zirandaro, Pungarabato y San Joaquín
Tardía	100-115	ICTA R -198

d) Por el número de cápsulas en cada axila

Existen variedades que producen una cápsula por axila y otras que producen más de una

e) Por la estructura de plantas

1. **Ramificadas:** son variedades que tienen de cuatro en adelante ramas.
2. **Semi-ramificadas:** Estas variedades presentan de dos a cuatro ramas.
3. **No ramificadas:** por lo general son variedades de chirrión o un tallo sin ramas

f) Por su grupo geográfico

Estas se clasifican según la procedencia de las plantas:

- 1) **Grupo Asiático:** Susceptibles a infecciones bacterianas, pero con alto porcentaje de aceite en la semilla.
- 2) **Grupo Etíope:** Resistente a bacteriosis, pero con bajo porcentaje de aceite.
- 3) **Grupo Chino:** Plantas de porte enano.
- 4) **Grupo Japonés:** Variedades con cuatro y cinco capsulas por axilas.

Tabla 16. Características de variedades que se siembran en la región sur de Honduras.

Variedad	Días a flor	Altura cm.	Estructura de la planta	Color de la semilla	Días a madurez
ICTA-R198	45	180-240	Ramificada	Crema	115
Igualteco	30	180-200	Ramificada	Blanco	90
Zirandaro	30	160-170	Ramificada	Blanco	90
Pungarabato	30	160-170	Ramificada	Crema	90
San Joaquín	30	160-170	Ramificada	Blanco	90
Corea I	20	100-120	Chirrión	Crema	65
Corea II	20	130-150	Chirrión	Crema	75

Nota: La altura de planta dependerá de la variedad y del ciclo de siembra.

SIEMBRA DEL AJONJOLÍ

La siembra del ajonjolí se puede realizar de diferentes formas, con maquinaria agrícola, con bueyes, a mano, con carretilla (espeque, chuzo o pujaguante, con botella pet a sembrar de 6

a 8 semillas por golpe, a una distancia de 40 centímetros al cuadro), en todas las formas se debe garantizar que la profundidad de la semilla no exceda de 1 a 2 centímetros.



Figura 86. Siembra manual de semillas de ajonjolí.

PERÍODOS DE SIEMBRA

En la región sur se puede realizar la siembra en siete periodos diferentes, partiendo de la duración del ciclo de la variedad que se seleccione, tal como se detalla en el siguiente Tabla 17.

DENSIDAD DE SIEMBRA

La distancia de siembra depende de los criterios: estructura de la variedad a sembrar, si es ramificada las distancias de siembra recomendada es de 60 centímetros entre surco y 10 centímetros entre planta, logrando una población de 116,000 plantas por manzana.

En las variedades no ramificadas la distancia es de 45 centímetros entre surco y de 6 a 8 centímetros entre planta incrementándose en un 20% la población por manzana. La cantidad de semilla a utilizar es de 5 a 6 libras por manzana por lo menos un 80% de germinación.

Una de las ventajas de sembrar la semilla de ajonjolí a chorro continuo es que se garantiza la densidad poblacional requerida por manzana ya que en la práctica del raleo se puede dejar a la distancia que uno desee según variedad.



Figura 87. Siembra manual de semillas de ajonjolí.

RALEO DEL AJONJOLÍ

El raleo es una práctica que se realiza para regular la población muy densa de plantas de ajonjolí, que emergieron después de haber sembrado a chorro corrido o continuo. Esta actividad se hace siempre y cuando la densidad de plantas germinadas sea superior a la recomendada, esto se hace después de las limpias y se combina con un aporque.

a) Momento oportuno y adecuado del raleo

El raleo se debe hacer en el momento oportuno y debe realizarse cuando la planta tiene de 10 a 15 centímetros de altura, esto generalmente ocurre entre los 15-20 días después de la siembra (Figura 88). Los raleos tardíos causan más daño que beneficio, pues provocan el “zanconeo” término empleado por los productores para describir aquellas plantas susceptibles al acame.



Figura 88. Operación de raleo.

Se eliminan las plantas no deseadas porque compiten con espacio, agua, luz y nutrientes. El raleo también es una práctica sanitaria, al hacerlo eliminamos plantas débiles, enfermas y fuera de tipo y lugar. Esta práctica también previene el desarrollo de enfermedades.

FERTILIZACIÓN

a) Importancia

Para obtener altos rendimientos en ajonjolí, es importante utilizar variedades con potencial productivo alto y una fertilización adecuada, que responda a las necesidades del cultivo y las carencias de nutrientes del suelo.

b) Elementos importantes para fertilizar ajonjolí

El Ajonjolí necesita los elementos fundamentales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) y elementos secundarios como calcio (Ca), magnesio (Mg) y Silicio (S). Para determinar la cantidad y tipo de fórmula a emplear en la fertilización es necesario realizar un análisis físico – químico del suelo.

La fertilización es necesaria para alcanzar su mayor potencial de rendimientos por manzana producida, generando más ingresos económicos a cada productor.

Tabla 18. Requerimientos nutricionales del cultivo de ajonjolí

N	P	K
50	30	20

CONTROL DE MALEZAS

Las malezas pueden disminuir la producción del ajonjolí hasta en un 50 %, por lo tanto su control es un factor importante para la obtención de buenos rendimientos ya que compiten por agua, luz, espacio y nutrientes. El período crítico se presenta durante los primeros 30 días después de germinado, debido a que el cultivo presenta un crecimiento inicial lento, lo que no le permite competir favorablemente con las malezas.

Tabla 19. Efectos de factores ambientales en el desarrollo de la planta de ajonjolí.

Etapas fenológicas	Días después de la siembra	Temperatura	Precipitación	Viento
Germinación y plántula	4- 6	32-35°C lo ideal	No soporta encharcamiento	
Desarrollo vegetativo	7 – 30	27°C optima	Soporta alta humedad	
Inicio de floración	20 - 36	27°	Humedad moderada, exceso de lluvia da poca floración y enfermedades	El viento afecta
Desarrollo de flores, inicio y llenado de cápsula	30 - 60	27-39°	Poca lluvia para llenar grano y disminuir enfermedades y cápsulas	El viento afecta
Cápsula en maduración	35 - 90	No hay efecto por variaciones de temperatura	Poca lluvia para evitar pudrición de cápsula y manchado de grano	Etapa más susceptible al acame

a) Principales malezas que afectan el cultivo

Tradicionalmente se consideran malezas aquellas plantas indeseables, inútiles e inoportunas que afectan el cultivo al competir por el agua, luz y nutrientes y también por secreción de sustancias tóxicas /alelopatía). Entre las principales malezas que afectan al cultivo de ajonjolí tenemos.

Tabla 20 Principales malezas que afectan el cultivo.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de maleza
<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo	Cyperacea
<i>Euphorbia heterophia</i>	Lechosa	Gramíneas
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Manga larga	Gramíneas
<i>Thitonya rotundifolia</i>	Jalacate	Gramíneas
<i>Cinodon plectosta chyus</i>	Zacate Estrella	Gramíneas
<i>Cinodon dactylon</i>	Zacate de Gallina	Gramíneas
<i>Rottboeilia cochinchinensis</i>	Caminadora	Gramíneas
<i>Mimosa púdica</i>	Dormilona	Hoja ancha
<i>Amaranthus spinusus</i>	Bledo	Hoja ancha
<i>Cassia fistula</i>	Flor Amarilla	Hoja ancha

Tabla 21. Herbicidas para el control de malezas.

Nombre Común	Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Roundup, Glifo.one	Glifosato	1.5 litros/mz	Amplio aspecto aplicación 10 días antes de la siembra
Prowl	Pendimethalina 50%	1.5 litros/mz	Pre-emergente selectivo para gramíneas y actúa como sellante
Gesaprin	Atrazina: 6-Cloro-N2-etil-N4-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina	1.5 litros /mz	Pre-emergente selectivo para hoja ancha y actúa como sellante
Fusilade	Fluazifo-p-butyl	1,25 litros/mz	Es selectivo para el control de gramíneas
Preglone, Gramoxone	Paraquat	2 Litros/ manzana	De contacto amplio espectro
Flex	Fomesafem 24%	1 litro por manzana	Pos- emergente Selectivo hoja ancha

MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS

Para realizar un eficiente control de malezas se debe considerar los siguientes métodos: culturales, orgánicos, mecánicos y químicos.

a) Control cultural:

Se refiere a las actividades y técnicas realizadas en el manejo del cultivo, que pueden ser manipuladas por productores agrícolas para eliminar malezas que atacan al cultivo.

El manejo eficiente de estas prácticas agronómicas crea un ambiente desfavorable para las malezas y beneficia al cultivo. Entre estas prácticas para el control cultural tenemos.

✓ **Adecuada preparación del suelo:**

Esta práctica debe garantizar la destrucción e incorporación de la vegetación (malezas y rastrojos) existentes y facilitar su descomposición total. Con ello también se logra una uniforme germinación del cultivo y mejor incorporación del fertilizante.

✓ **Rotación de cultivos:**

La rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en un tiempo determinado.

✓ **Uso de Abonos Verdes:**

Esta práctica se realiza sembrando de primera (donde se siembra el ajonjolí), algunas leguminosas de ciclo corto como el Mungo y el frijol Alacín. Se incorporan en período de floración cuando tienen un 50 % de flor o sea entre los 34 días después de la siembra. Después se esperan dos semanas para su descomposición, para luego proceder con la siembra del ajonjolí.

Los abonos verdes sobre la superficie del suelo como cubierta vegetal o mulch, evitan la emergencia de malezas.

Uso de Semilla Certificada:

La semilla certificada está libre de semillas de malezas.

De usar semilla obtenida de la siembra anterior se recomienda limpiarla de todo tipo de semillas extrañas.

✓ **Manejo de la Nutrición de la Planta:**

Plantas en suelos con adecuada fertilidad tienen un desarrollo más rápido y compiten mejor con las malezas. Esto se puede lograr con correctas prácticas de conservación de suelo, con las siembras de frijol de abono o con una adecuada fertilización al momento de la siembra del cultivo.

✓ **Densidad Óptima de Siembra:**

Al utilizar la cantidad adecuadas de plantas por manzana para cada variedad y cada zona; el cultivo de ajonjolí compite favorablemente con las malezas permitiendo un mejor desarrollo del mismo.

b) Control Mecánico:

Es aquel método de control donde se hace uso de maquinaria y equipo agrícola, para una buena preparación del suelo, se debe tener cuidado en el traslado de la maquinaria de una finca a la otra ya que esta puede ir contaminada o con semillas de malezas

c) Control Químico:

Este control debe de realizarse cuando las plantas tengan de 3 a 4 hojas. Para ello se utilizan agroquímicos y se hace uso de equipo para asperjado, como bomba de mochila y Boom. Se recomienda una limpia entre los 15 a 20 días y otra a entre los 35 a 40 días después de la siembra.

IMPORTANCIA DE UTILIZAR EQUIPO PARA LA APLICACIÓN DE CUALQUIER PRODUCTO QUÍMICO

Es importante tener en cuenta que debemos de utilizar un equipo de aplicación al momento de aplicar cualquier producto químico para evitar intoxicaciones y enfermedades que en un tiempo prolongado nos pueden causar la muerte.

a) Dentro del equipo de aplicación tenemos los siguientes materiales:

Overol, guantes, botas de hule, lentes o gafas de seguridad, cubre boca para evitar usar el producto con corrientes de aire fuerte o sol intenso, lavar el equipo en un lugar fuera de la casa para que no haya contaminación de alimentos y así asegurar la salud de la familia, bañarse con abundante agua y jabón para quitar residuos que pueden quedar en el cuerpo.

b) Además de tener el equipo de protección que no se bebe de hacer:

Fumar, comer, beber evitar algún tipo de fuego cerca, controlar la entrada de animales y niños al lugar de aplicación.



Figura 89. Equipo de protección usado durante las aplicaciones de productos químicos.

PLAGAS Y SU CONTROL

a) Del Suelo y su Manejo

Entre las plagas del suelo que más afectan el cultivo de ajonjolí están la gallina ciega, el gusano alambre, el gusano cortador, el zompopo y la hormiga, nematodos.

Para identificar si existen plagas se debe tener en cuenta el historial de daño de plagas en la parcela, también se debe realizar un monitoreo que consiste en un recuento de insectos en el suelo, y para identificarlas se realiza un muestreo de suelo.

Gallina ciega (*Phillophaga sp*)

La gallina ciega se alimenta de semillas germinadas, de las raíces de las plantas jóvenes, de esta manera las semillas atacadas por esta plaga no germinan o germina en forma parcial, estas detienen su desarrollo ya que el daño a sus raíces no le permite alimentarse, las plantas se ponen amarillas y luego mueren.

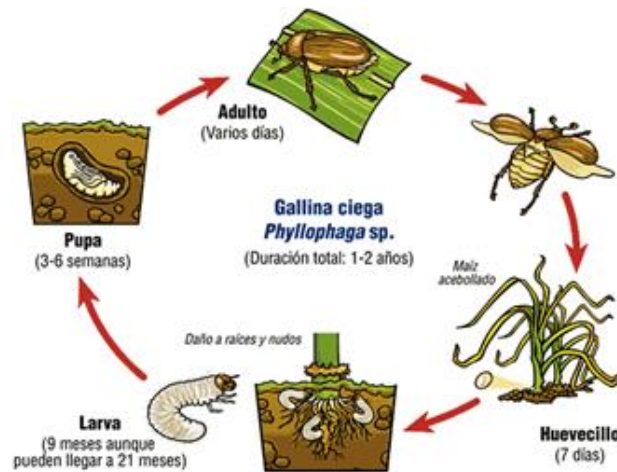


Figura 90. Ciclo de vida de la gallina ciega.

Gusano alambre (*Agritius sp.*)

Los principales daños son producidos por las larvas. Estos gusanos se alimentan de raíces de plantas, semillas, tubérculos o plantas recién germinadas (Figura).



Figura 91. Gusano alambre (*Agritius sp.*).

Gusano cortador (*Agriotes sp.*)

Las larvas, que son las responsables del daño más importante, por su alimentación, provocan daños en el follaje y cuello de los cultivos afectados (Figura 92).



Figura 92. Gusano cortador (*Agriotes sp.*).

Zompopo (*Atta cephalotes* (Hymenoptera – Formicidae))

Teniendo en cuenta lo anterior, el género es considerado una de las mayores plagas en los cultivos en áreas donde la actividad de sus nidos coincide con plantaciones agrícolas o de jardines. Pueden causar mucho daño en poco tiempo, consumiendo todas las plántulas de un semillero. Cuando prefieren una planta (Figura 93), arbusto o árbol, pueden dejarla sin hojas en una noche.



Figura 93. Zompopo (*Atta cephalotes* (Hymenoptera – Formicidae)).

Nematodos

La dispersión de los nematodos a través del suelo por sus propios medios es lenta y muy limitada, de tal forma que la distancia máxima cubierta por un nematodo probablemente no excede unos pocos metros por estación. Dentro del suelo se mueven más rápidamente cuando los poros están recubiertos por una fina película de agua (de pocos mm de espesor) que cuando el suelo está totalmente saturado de agua. Además de por su propio movimiento, los nematodos se dispersan también fácilmente por cualquier medio que mueva y pueda transportar las partículas de suelo (Figura 94). La maquinaria agrícola,

irrigación, aguas de drenaje o inundaciones, patas de animales, pájaros y tormentas de polvo dispersan a los nematodos en áreas locales, mientras que en grandes distancias los nematodos se dispersan primariamente con los productos de las explotaciones agrícolas y las plantas de vivero.



Figura 94. Nematodos.

b) Plagas del Follaje y su Manejo

Entre las principales plagas al follaje u hojas que afectan al ajonjolí tenemos la maya o diabrotica (*Diabrotica balteata*, *Diabrotica virídula*, *Diabrotica biannularis*), desfoliadores como el gusano soldado o verde (*Spodoptera exigua*), prodenia o gusano rayado (*Spodoptera sunia*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), falso medidor (*Trichoplusia ni*), y gusano peludo (*Estigmene acrea*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), aphidos (*Aphis spp*).

Maya o diabrotica (*Diabrotica balteata*, *virídula*, *biannularis*)

La presencia de las mayas en el ajonjolí normalmente es esporádica, atacan en focos. Sin embargo, al incrementarse las áreas de siembra, se han convertido en plagas permanentes y generalizadas.

Las mayas que atacan al ajonjolí pertenecen a la familia Chrysomelidae. Se identifican tres especies que afectan el cultivo del ajonjolí, atacando desde la siembra hasta la maduración de las vainas. Las tres tienen el mismo comportamiento en su desarrollo (Figura 95), su diferencia está en los colores cuando son adultas: *Diabrotica balteata* de

cuerpo amarillo con bandas transversales verdes en las alas, *Diabrotica virídula* su cuerpo es verde con manchas rojas, rosadas o amarillas en las alas, *Diabrotica biannularis* de cuerpo amarillo con cuatro anillos negro-azul en las alas.

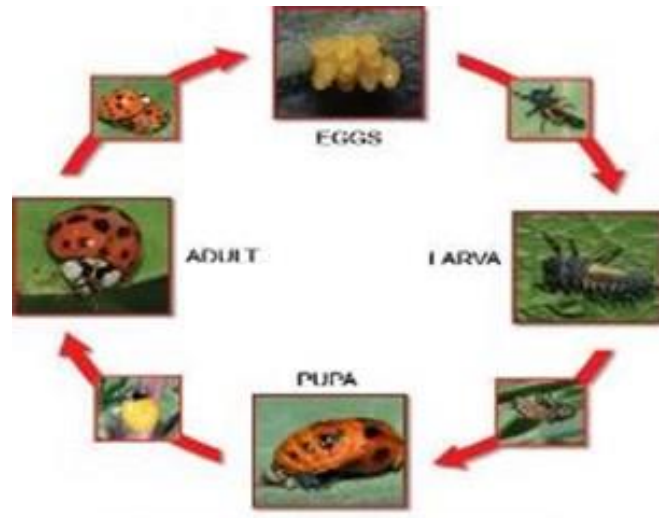


Figura 95. Ciclo de vida de la maya o Diabrotica (*Diabrotica balteata*, *virídula*, *biannularis*).

Daños al cultivo

Cuando son gusanos se comportan como plagas del suelo, alimentándose de raíces primarias y secundarias. Actúan como cortadoras de la base del tallo de plántulas y minadoras del sistema radicular primario. Estos daños pueden asociarse a raquitismo, clorosis, acame, acaparamiento y pudriciones.

El daño más severo y generalizado lo producen en estado de adulto (Figura 96). Se alimentan del follaje (hojas), flores, yemas y cápsulas tiernas, llegando a causar hasta un 90 % del daño foliar y la muerte de plantas. Pueden también transmitir enfermedades virosis. El daño en el follaje se reconoce por su forma de alimentarse, hacen agujeros en forma de círculos irregulares en las hojas.



Figura 96. Insectos adultos de las mayas o diabrótica.

Control de las mayas

Primero se debe tomar en cuenta que el primer comportamiento de esta plaga es en el suelo, por lo que una buena preparación del suelo, profunda y volteada reduce la población.

Una de las prácticas más efectivas y sanas son la asociación de ajonjolí con leguminosas de cobertura, de preferencia especies *Vigna* de grano rojo o sorgo. Estas se usan como cultivo trampa, para ello se siembran parcelas a los lados del ajonjolí, unos 20 días antes de sembrarlo, aquí se hacen recuentos y en caso que amerite control, se aplica Nim en las parcelas de la leguminosa.

c) Desfoliadores y su Control

Spodopteras, con este nombre se le llama a un grupo de desfoliadores, se clasifican según su taxonomía, dentro del género *Spodoptera*. Hay tres especies principales que atacan el ajonjolí: comúnmente llamadas gusano verde, prodenia y cogollero.

Estas especies son insectos que en estado de larva se alimentan, además del ajonjolí, de maíz, algodón, tomate, soya, sorgo y otros cultivos de importancia. Su daño va de bajo a moderado y depende del manejo del cultivo y de las especies de plantas hospederas en los alrededores.

Estos insectos completan su ciclo de vida en cuatro etapas: Huevo, larva pupa y adulto. La hembra adulta fértil, llamada papalote, deposita huevos en masas que contienen de 20 a 300 huevos en ambos lados de las hojas. Los huevos son cubiertos con pelos del papalote. Después de 3 a 5 días los huevos revientan o eclosionan y nacen los gusanos. Estos inicialmente se alimentan de la superficie de la hoja. En el caso del gusano cogollero pueden comerse entre ellos cuando hay muchos, después se dispersan para alimentarse del follaje de las plantas. Como gusano pasan por seis estados, son susceptibles a condiciones adversas en estado pequeño, a medida que crecen son más voraces.

Después de alimentarse por dos o tres semanas, se dirigen al suelo donde empapan. Las pupas son de color café, café oscuro y marrón, en este estado se convierten en adultos. Los adultos del gusano soldado y rayado son papalotes de color gris y el del cogollero es de color café. Ya adultos se aparean y vuelven a depositar los huevos iniciando otra vez el ciclo.

Estos gusanos se alimentan de las partes verdes de la planta, dejándola sin hojas, en algunos casos dejan solamente el esqueleto de las mismas. En poco tiempo pueden dejar plantas sin capacidad para desarrollar o formar frutos.

Gusano verde o soldado (*Spodoptera exigua*)

La larva o gusano es de color verde olivo. Presenta una banda dorsal (lomo), oscura con una línea clara a cada lado de la banda (Figura 97).



Figura 97. Gusano verde o soldado (*Spodoptera exigua*).

Gusano rayado (Spodoptera sunia)

El color del gusano de gris a negro. En el dorso presenta líneas de triángulos negros en pares y en cada triángulo hay un punto blanco en el centro. También presenta líneas de color amarillo a lo largo del cuerpo. La cabeza es café con marcas negras (Figura 98).



Figura 98. Gusano rayado (*Spodoptera sunia*).

Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)

Este gusano es de color verde oscuro, en la cabeza presenta una Y invertida (Figura 99). Tiene cuatro puntos negros en cuadro sobre el último segmento en el abdomen. Es el mismo que ataca el maíz ubicándose en el cogollo de allí su nombre.



Figura 99. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Gusano falso medidor (Trichoplusia ni)

Los gusanos son de color verde con dos bandas dorsales y laterales color blanco. Caminan como que si fueran midiendo la planta (Figura 100). Tienen forma de bate, la parte de adelante es ancha y al final, la cola, es angosto.



Figura 100. Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*).

Se alimenta del follaje y las partes tiernas de la planta. Es un gusano solitario y normalmente se le nota en la parte media superior de la planta, en altas densidades causa graves daños.

Los adultos ponen huevos solitarios en los rebrotes tiernos de las flores. Los huevos son redondos, de color blanco con estrías, de estos salen los gusanos o larvas que se alimentan del follaje y se mueven en la parte superior de la planta. En estado de larva duran entre 15 y 25 días, después se empapa o casulla y es fácil encontrarlo en la parte de abajo o envés de la hoja, pues se cubre con una membrana blanca. El adulto es un papalote nocturno y sus alas anteriores tienen en el centro manchas plateadas en forma de 8.

Gusano peludo (*Estigmene acrea*)

Este gusano presenta diferentes colores que van desde amarillo hasta café. Existen también en color negro pero éstos pertenecen al género *Ecpantheria*. Los más comunes son café oscuro. Como su nombre lo indica, es un gusano que presenta muchos pelos erizados, esto hace fácil su identificación. Su tamaño es de 3 á 5 centímetros de largo, tiene movimientos rápidos (Figura 101).



Figura 101. Gusano peludo (*Estigmene acrea*). Foto: Steve Collins.

La presencia de éste gusano es notoria debido a las altas migraciones que realiza de un cultivo a otros hospederos establecidos. Su alta presencia está asociada a la suciedad del cultivo o de los campos, donde se cuenta con una alta variedad de plantas hospedantes, mozote (*Bidens pilosa*) y bledo (*Amaranthus spinosus*). El gusano prefiere zonas bajas con temperaturas altas y climas secos. Son de rápido desplazamiento o locomoción.

Tiene la particularidad de atacar en un solo frente, de manera que se pueden detectar los focos de entrada o ataque al cultivo. Dañan otros cultivos, principalmente el frijol.

El adulto es una mariposa de color blanco con puntos negros en sus alas, el abdomen es anaranjado con una línea de puntos negros. Los huevos son puestos en ambos lados de las hojas, en masas de 15 hasta 200, tienen forma esférica y color amarillo crema. Al nacer los gusanos se alimentan de la hoja hospedera dejando sólo el esqueleto. Desde la puesta del huevo hasta llegar a adulto tardan 42 días.

Hacen sus nidos en residuos de plantas en la superficie del suelo, unas veces entre las hojas y otras sobre las plantas. La pupa es de color café oscuro hasta negro. Forman un capullo de seda incorporando hojas muertas, pelos de larvas y partículas del suelo.

Estos insectos atacan desde la etapa de plántulas hasta el llenado de las cápsulas. Cada uno tiene su período en el que causan más daños. En la etapa vegetativa hay mayor número de desfoliadores, por lo que hay que muestrear más cuidadosamente.

Es importante tener en cuenta que estas plagas cuando se presentan en grandes cantidades pueden desfoliar o deshojar totalmente el cultivo. El daño se puede medir conociendo el número de gusanos presentes y el porcentaje de defoliación en un metro lineal.

Se identifican dos niveles de daño de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo:

- ❖ Antes de la floración: 4 gusanos por metro, más 40% de defoliación en el último nudo.
- ❖ Después de la floración: 2 gusanos por metro, más el 20% de defoliación arriba de los puntos florales.

d) Plagas de la Cápsula y su Manejo

Chinche hedionda (*Nezara viridula*)

Es una de las plagas claves del cultivo de ajonjolí, el chinche ataca la cápsula disminuyendo la capacidad productiva de la planta. Es necesario conocer la forma de actuar de este insecto pues no es plaga en todo momento.

El Chinche pasa por tres etapas en su ciclo de vida: Huevo, ninfa y adulto.

Huevo: Tiene forma de barril y son de color amarillo cremoso. Las hembras ponen los huevos en grupos de 20 a 200, sobre la superficie del haz de la hoja. A los cinco días de los huevos salen las ninfas.

Ninfa: Se le llama así a los chinches desde que nacen hasta que llegan a adultos. Tienen forma redonda. La cabeza y el tórax son negros con manchas rojas y blancas en el abdomen. En esa fase viven entre 25 a 40 días.

Adulto: En esta fase son de color verde brillante por encima o sea el lomo y pálido por debajo (Figura 102). Las alas o élitros son de forma de escudo. Vuelan haciendo un ruido característico o sea propio de ellos con los cuales se identifican. Liberan un olor fuerte si lo molestan. La hembra inicia la ovoposición o puesta de huevos cinco días después de la última muda.



Figura 102. Adulto del chinche hedionda (*Nezara viridula*).

e) Daños que Causa el Chinche

Los adultos y las ninfas chupan savia e inyectan saliva tóxica que causa necrosis o sea muerte local y marchitez en las cápsulas en desarrollo. Las punciones de alimentación o sea la pequeña perforación que causan al libar la savia permiten el ingreso de patógenos.

Manejo del Chinche

Existen varios métodos para disminuir las poblaciones de esta plaga, entre ellos se tienen las siguientes.

Uso de Prácticas Culturales:

Estas prácticas favorecen la manipulación deliberada del ambiente agroecológico por medios agronómicos y están destinadas a reducir los daños causados por la plaga al proveer al cultivo las condiciones óptimas para su desarrollo.

Las prácticas culturales como asociaciones y rotaciones de cultivo, labranza mínima, cultivos de cobertura y sistemas diversificados favorecen la biodiversidad, permitiendo nichos ecológicos para organismos benéficos.

Preparación de cebo para chinches

El cebo es una mezcla de ingredientes que atrae el chinche y lo mata, este se prepara con 20 litros de agua, 2.5 libras de Urea y 4 onzas de sal común. Se mezclan los ingredientes y se deja bien tapado por cuatro días, removiendo durante ese tiempo la mezcla por la mañana y por la tarde. Al momento de utilizarlo se le agregan 25 cc de un insecticida de

baja toxicidad, sin olvidar que después de agregar el insecticida bajo ninguna circunstancia debe manipular el cebo sin protección. Su uso en el campo es a través de chupones.

f) Manejo de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

Son insectos pequeños de 2-3 mm cuando es adulta tiene alas triangulares de color blanco con una cera polvorienta, depositan los huevos en el envés de la hoja, es una plaga muy importante y difícil de controlar (Figura 103).

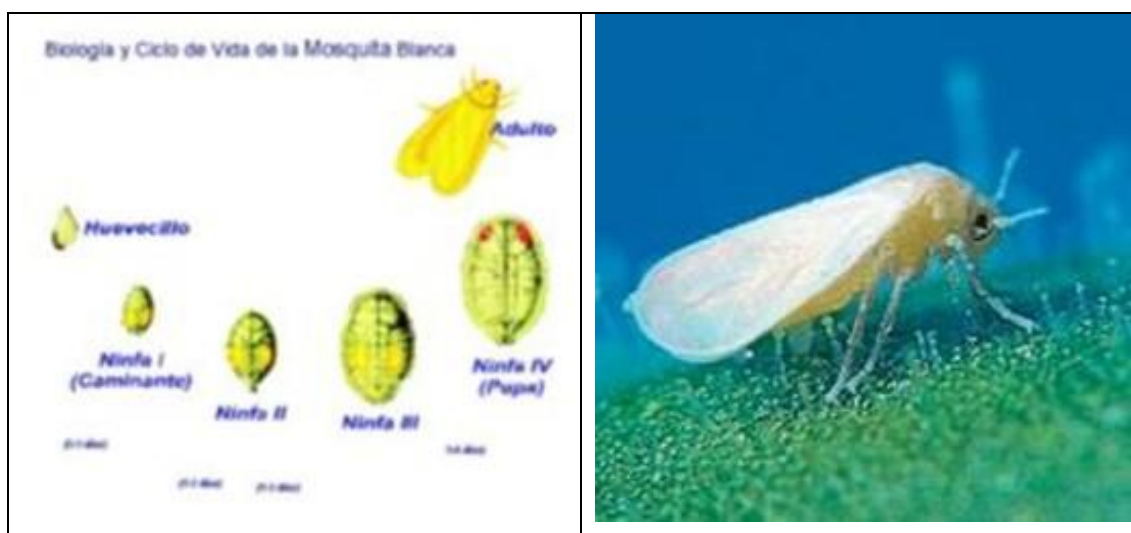


Figura 103. Ciclo de vida de la mosca blanca.

Provocan un daño directo por succión de savia y daños indirectos por la eliminación de sustancias ricas en hidratos de carbono sobre las cuales se desarrollan hongos, también esta especie se caracteriza por ser un potencial transmisor de enfermedades virales en estado adulto.

Control Cultural: Para el control de la mosca blanca se recomienda realizar prácticas tales como: Eliminación de plantas de hoja ancha, eliminación de rastrojos, uso de trampas amarilla, rotación de cultivos y aplicación de productos repelentes.

g) **Manejo de Afidos o pulgones (*Aphis sp.*)**

Se alimentan de hojas, flores, frutos y ramas, ocasionándoles marchites y arrugamiento. Una alta población de Afidos puede retrasar y destruir los rebrotes.

Son de color verdes marrones, rojos, son de forma aperadas se mueven despacio y varían en tamaño de 2 a 5 mm, tienen antenas delgadas visibles (Figura 104).

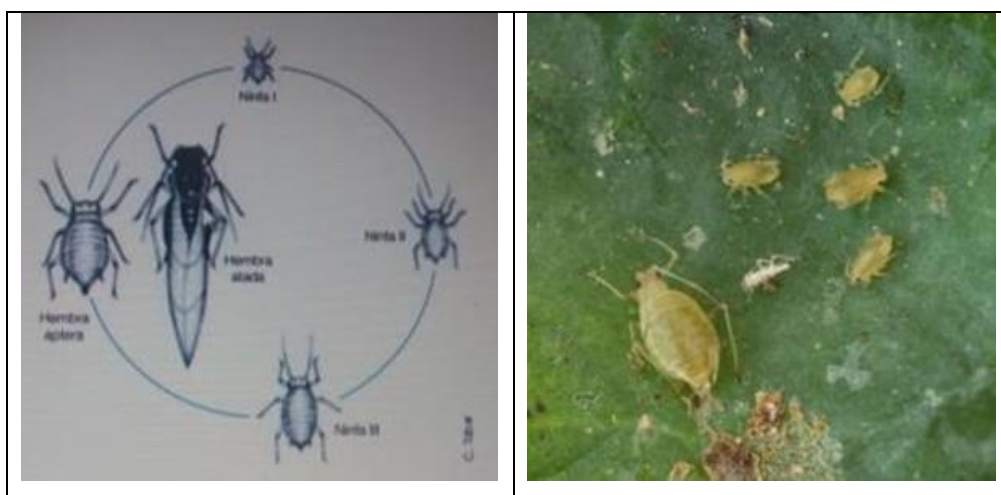


Figura 104. Afidos o pulgones (*Aphis sp.*).

Son insectos chupadores que extraen grandes cantidades de savia, causando que las hojas y los tallos se enrollen este crecimiento torcido se puede confundir con una lesión de herbicida y son transmisores de virus.

Se recomienda utilizar las mismas prácticas culturales y productos químicos usados para el control de la mosca blanca. Las plagas más importantes que atacan el cultivo de ajonjolí (Tabla 22).

Tabla 22. Plagas más importantes que atacan al cultivo.

No	Plaga del suelo	Daño que ocasiona	Control
1	Gallina ciega (<i>Phillophaga sp</i>)	Se alimenta de la raíz	Buena preparación del suelo.
2	Gusano alambre (<i>Agritias sp.</i>)	Se alimenta de la raíz	Tratamiento a la semilla.
3	Gusano Cortador (<i>Agriotes sp</i>)	Se alimenta de la raíz y tallos	Aplicación de insecticidas granulados.
4	Nematodos	Daño radicular	
5	Zompopo (<i>Atta cephalotes</i>) (<i>Hymenoptera – Formicidae</i>)	Daño mecánico	Zompopicidas
No	Plaga del suelo	Daño que ocasiona	Control
1	Diabrotica (<i>Diabrotica balteata, viridula, biannularis</i>)	Se alimentan del follaje	Engeo 24.7 SC, Thiamethosam+ Lambda Karate zeon 2.5 CS (Lambda más cihalotrina.
2	Gusano Verde o Soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	Se alimentan del follaje	
3	Gusano Rayado (<i>Spodoptera sunia</i>)	Se alimentan del follaje	
4	Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Se alimentan del follaje	Engeo 24.7 SC, Thiamethosam+ Lambda
5	Gusano Falso Medidor (<i>Trichoplusia ni</i>)	Se alimentan del follaje	Karate zeon 2.5 CS (Lambda más cihalotrina.
6	Gusano Peludo (<i>Estigmene acrea</i>)	Se alimentan del follaje	
8	Chinche Hedionda (<i>Nezara viridula</i>)	Se alimentan del follaje y la capsula	
9	manejo de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Se alimentan del follaje	Engeo 24.7 SC, Thiamethosam+ Lambda Karate zeon 2.5 CS (Lambda más cihalotrina. Actara 25 WG(Thiamethoxam)
10	Manejo de Afidos o pulgones (<i>Aphis sp.</i>)	Se alimentan del follaje	Rescate 20 SP (Acetamiprid) Engeo 24.7 SC, Thiamethosam+ Lambda

ENFERMEDADES Y SU CONTROL

En el cultivo del ajonjolí se identifican las enfermedades siguientes:

a) Mancha Circular Zonada (Causada por *Alternaria sp*)

Los síntomas son manchas en las hojas, tallo y cápsulas, estas son de forma circular con contornos irregulares y blanquecinos con bordes violáceos y zonas interiores concéntricas con límites de color violáceo.

b) Mancha Circular (Causada por *Cercospora sesami*)

Se identifica por la presencia de manchas redondas con un centro amplio grisáceo y un borde morado (Figura 105).



Figura 105. Mancha Circular (*Cercospora sesami*).

c) Manchas Angulares (Causada por *Xanthomonas campestris* pv. *Sesami*)

Se identifica por manchas angulares en las hojas que se pueden convertir en un tizón de color café claro. En el tallo y en las cápsulas las manchas son ovaladas y de color café rojizo.

d) Pata Negra *Macrosphomina phaseoli*

En plantas con esta enfermedad, la base del tallo se pudre y toma color negro, este síntoma es causado por varios hongos de los cuales se tiene información de los siguientes:

Los síntomas característicos son coloraciones negras en la base del tallo y la raíz, los cuales se pudren al final del ciclo de la enfermedad y a consecuencia de esta enfermedad las plántulas se mueren. La planta adulta o madura, presenta marchitez y muere de manera prematura.

- *Phytophthora sp.*

Se encuentra en cualquier estrato y parte de la planta. Provoca una coloración negra en el lugar infectado. En algunos casos provoca una aceleración de la madurez del cultivo, logrando la caída del grano y en otros casos la marchitez y muerte de la planta.



Figura 106. Síntomas de *Phytophthora sp.*

- *Fusarium sp.*

Afecta la base del tallo y la raíz, provocando la muerte de las plántulas. Se observa una coloración negra en el lugar dañado por la enfermedad.

- *Sclerotium rolfii*

Afecta la raíz y base del tallo, se puede ver el micelio en forma de abanico y sobre este unas pelotitas cremosas, cafés o negras. Las plantas se marchitan y mueren.

e) Patógenos que afectan el cultivo de ajonjolí

En la región sur se siembra el ajonjolí y se han detectado una serie de enfermedades que ocasionan manchas en las hojas, tallo y cápsulas.

Como consecuencia de ataques fuertes hay caída del follaje y madurez prematura de las cápsulas. Os patógenos que afectan el cultivo de ajonjolí (Tabla 23).

Tabla 23. Patógenos que afectan el cultivo.

Patógenos	Parte que daña	Edad de la planta
<i>Macrophomina phaseoli</i>	Raíz, base del tallo y tallo	Plántula
<i>Fusarium sp.</i>	Raíz, base del tallo y tallo	Plántula
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Raíz y base del tallo	15 DDG hasta el final
<i>Phytohthora sp.</i>	Raíz, tallo, hojas, ramas y cápsulas	35 DDG hasta el final
<i>Xanthomonas campestris pv. Sesami</i>	Hojas y cápsulas	15 DDG hasta el final
<i>Cercospora sesami</i>	Hojas y cápsulas	15 DDG hasta el final
<i>Alternaria sp.</i>	Hojas, tallos y cápsulas	15 DG hasta el final

f) Fuentes de los patógenos

Los patógenos se pueden encontrar en varias fuentes:

Semillas: El patógeno puede ir sobre o dentro de la semilla.

Malezas: Las malezas que se encuentran alrededor o dentro del campo o labranza del cultivo, al ser hospederas del patógeno, pueden servir de fuente de inóculo para el cultivo.

Insectos: Algunos patógenos son capaces de sobrevivir dentro o sobre el cuerpo del insecto vector.

Rastrojos: La calidad del patógeno varía dependiendo de la posición de los rastrojos en el suelo, si éstos son dejados sobre la superficie del suelo los patógenos tienen mayor tiempo para sobrevivir. En rastrojos enterrados, se acelera la descomposición de los residuos dejando sin alimento al patógeno.

Suelo: La concentración del patógeno ocurre alrededor de las raíces de las plantas en crecimiento. Esto es más común en asociación con residuos de cosecha.

g) Movilidad de los patógenos en el campo

Las enfermedades son diseminadas, dispersadas o repartidas en el campo a través del viento, lluvia, insectos, semillas, animales, humanos e implementos agrícolas.

Para identificarlas hay que determinar el número de plantas con síntomas o incidencia y la proporción de tejido con el síntoma o severidad

h) Medidas de control de enfermedades en el campo

Para manejar la enfermedad hay que encontrar acciones que rompan el desarrollo de las mismas: antes de la siembra, al momento de la siembra, durante el establecimiento del cultivo y después de la cosecha.

✓ Medidas antes de la siembra:

- Evite el transporte de estructuras infectadas del patógeno a sitios de siembra.
- Seleccione de manera adecuada la fecha de siembra.
- Seleccione semilla libre del patógeno.
- Hay que tratar la semilla.
- Incorpore los rastrojos para romper el ciclo del patógeno.
- Siembre barrera vivas para reducir la posibilidad que entre el inóculo con el movimiento del viento o con el desplazamiento de insectos.
- Siembre cultivos en franjas para disminuir el inóculo.
- Rote los cultivos para reducir o eliminar el inóculo.
- Elimine los hospederos alternos.
- Medidas al momento de la siembra:
 - Siembre densidades que permitan una penetración de luz y aire.
 - Siembre variedades tolerantes o resistentes a la enfermedad de la zona.
 - Trace los surcos del cultivo con la orientación al sol, esto permite más luz y disminuye los patógenos.
- Medidas durante el establecimiento del cultivo:
 - Hacer una buena preparación de suelo.
 - Monitoreo de plagas y enfermedades.
 - Remueva y destruya plantas susceptibles.
 - Elimine plantas enfermas.
- Medidas después de la cosecha:
 - Rote los lotes o cultivos.
 - Incorpore los rastrojos.

COSECHA DEL AJONJOLÍ

La correcta cosecha del ajonjolí es tan importante que un desfase en su ejecución puede poner en peligro el trabajo realizado durante todo el ciclo del cultivo. Una buena cosecha eficiente y eficaz garantiza una mejor calidad y cantidad del grano.

Labores que se realizan durante de la cosecha y post cosecha

- Corte
- Secado sobre plástico
- Emparve (secado tradicional)
- Aporreo
- Limpieza o Zarande
- Envasado
- Almacenamiento

a) Corte

El corte del ajonjolí se debe hacer cuando las plantas lleguen al momento óptimo de madurez del cultivo. Un atraso en el momento del corte puede causar enormes pérdidas, ya que las cápsulas maduras se abren y las semillas se caen. Al momento óptimo de corte las plantas presentan las características siguientes:

- El tallo se pone amarillento.
- Las hojas amarillas del tercio inferior de la planta se empiezan a caer.
- Las cápsulas de abajo y de en medio del tallo se ponen de color café.
- Las cápsulas inferiores comienzan a abrirse.
- La floración llega a su final.



Figura 107. Corte de las plantas de ajonjolí.

Cuando la planta se corta antes del período de maduración, se presentan tres posibles efectos que dañan el producto y causan pérdidas al productor de la manera siguiente:

- Poco desarrollo y peso: El rendimiento promedio por manzana se ve afectado en forma directa, disminuyendo las ganancias.
- Consistencia blanda: El Ajonjolí con consistencia blanda se daña al procesarlo. Por la presión la semilla se desintegra o se quiebra la cascarilla.
- Liberación de ácidos grasos: Al resquebrajarse la capa protectora se liberan ácidos grasos en porcentajes elevados, esta acumulación hace que el ajonjolí no sea aceptado en el mercado.

-Equipo desbrozadora adaptada para el corte de plantas de ajonjolí

El mercado nacional ofrece la opción del equipo desbrozadora, de distintos desempeños y fabricantes, el cual puede ser adaptado un accesorio, en formato de lengüeta metálica junto con disco de sierra, con el objetivo de aumentar la capacidad de cosecha diaria del sésamo (Figura 108). Además, el productor necesitaría por lo menos 3 personas para la cosecha del sésamo (3 a 4 ha / día) con ese sistema semi-mecanizado, siendo 1 obrero para el corte con la desbrozadora y dos obreros para las demás actividades: agrupar los pequeños remojos de plantas cortadas, amarrarlos con hilos y hacer su disposición en parvas para el secado (QUEIROGA et al., 2009).



Figura 108. Desbrozadora motorizada adaptada con accesorio, en formato de lengüeta metálica junto con disco de sierra, para el corte de plantas de sésamo en pequeño remajo.

El corte mecánico de las plantas debe hacerse antes de la apertura de las cápsulas. Una vez en operación, la desbrozadora motorizada es capaz de cortar y agrupar las plantas cortadas en pequeños manojos (Figura 109). De inmediato, las mismas son reunidas y atadas en remojos de 30 cm de diámetro, formando así la parva que está compuesta por el agrupamiento de 6 a 8 manojos (Figura 110). Probablemente, la parva, formando una especie de campana y con cobertura de una capa plástica, ejerza mayor protección a los frutos secos en situación de lluvias ocasionales.



Figura 109. Pequeños remojos amontonados por la desbrozadora motorizada adaptada con accesorio, en formato de lengüeta metálica junto con disco de sierra.



Figura 110. A; B) Remojo de ajonjolí con cerca de 30 cm de diámetro siendo amarrado con hilos por el productor y formación de parvas con 6 a 8 haces de ajonjolí y C). Cobertura individual de plástico sobre cada parva para evitar las lluvias ocasionales.

b) Ventajas de secado del ajonjolí sobre plástico (Figura 111)

- Reducción del tiempo de secado, de 15 a 7 días.
- El plástico se puede adquirir en las salineras y puede ser reutilizable de acuerdo al uso y manejo que le dé el productor.
- Se reduce el costo de vigilancia en el campo
- Evita que se manche semilla
- Se obtiene ajonjolí de mejor calidad
- Se evita pérdidas de ajonjolí en el campo (de 2 a 4 qq/mz).



Figura 111. Secado de plantas de ajonjolí sobre plástico.

Esto redundo en que se logra mayor rentabilidad obteniendo un mejor precio por quintal.

c) Emparve (método tradicional)

El emparve consiste en poner parados, un poco inclinados, los manojos de plantas formando una especie de campana. Este procedimiento facilita el secado de las cápsulas sin embargo se observan pérdidas significativas de semilla en campo ocasionadas por el viento o volteo de las parvas.

El emparve se inicia entre los 2 á 3 días después del corte, cuando las plantas se han secado. Es recomendable hacer las parvas antes de que caliente el sol para evitar la pérdida de grano, también es necesario hacer parvas pequeñas con la base de forma circular, con un diámetro de (40 a 70 centímetros).

No obstante, la recomendación anterior, algunos productores para ahorrar tiempo y mano de obra hacen parvas de (150 centímetros diámetro), pero no es recomendable debido a que cuando las parvas son muy grandes, se secan primero las plantas externas, mientras que las internas o del centro pierden humedad lentamente generando calor y evaporación que genera como consecuencia que el producto se manche, se enmohezca, aumente la cantidad de ácidos grasos libres o se pudra afectando el resto de la parva (Figura 112).



Figura 112. Parvas de ajonjolí secadas al sol

Al hacer parvas pequeñas se consigue lo siguiente:

- Secar las parvas en menor tiempo.
- Evitar el daño de hongos en las cápsulas y semillas, debido a que hay mayor ventilación y menos humedad.
- Facilitar el volteo y aporreo de las parvas en la carpa. Esto aumenta la eficiencia de aporreo y disminuye las pérdidas de semilla.

Las parvas deben de quedar bien formadas y en lo posible amarradas alrededor de la punta o copa, esto evita que las plantas se desperdigen por la acción del viento o por el paso de las personas o ganado. El amarre de las parvas se puede hacer con una planta larga de ajonjolí o bien con una pita o cabuya.

Las parvas pueden colocarse en el campo formando círculos o en grupos de cuatro formando un cuadro, al hacerlo de esta manera se facilita el aporreo y pérdidas de semilla al manipular las parvas en la carpa. Las parvas se dejan secar en el campo, según las condiciones del clima, de 8 a 15 días, esto disminuye la humedad y permite la apertura de cápsulas sin pérdida de grano.

Hay que revisar periódicamente el cultivo de la presencia de ratas, ésta plaga puede afectar la cantidad y calidad del ajonjolí. Cebos de maíz nixtamaleado y madreado, también llamado Mata Ratón, puede ayudar en el control de ésta plaga.

d) Aporreo

El aporreo manual es el más común. Consiste en golpear con un palo los manojos de plantas secas para sacar las semillas de las cápsulas y se hace en una carpa grande de unos 6 por 6 metros (36 m²), colocándola en el círculo o el cuadrado de las parvas.

Las parvas se voltean en el centro de la carpa y se golpean los manojos de plantas en posición inclinada con las cápsulas hacia abajo.

Para evitar pérdidas de semillas el aporreo se debe hacer cuando las parvas están secas y que por lo menos el 90% de las cápsulas se hayan abiertas. Es muy importante que la carpa que se utilice esté en buen estado y no tenga agujeros (Figura 113).



Figura 113. Utilización de carpas para el aporreo de las parvas.

e) Limpieza o zarandeo

La limpieza permite obtener semilla de calidad superior, con ella se quita la broza que queda después del aporreo. Esta actividad se realiza con una zaranda fina, hecha con malla de la que se usa para cernir arena.

La soplada quita la basura fina que queda después del zarandeo. La semilla, sobre la carpa, se puede soplar con dos sacos, utilizando una bomba de mochila de motor o ventilador (Figura 114).



Figura 114. Soplando con dos sacos para quitar la basura fina del ajonjolí.

f) Secado

Después de que la semilla se ha limpiado, se deja secar al sol, poniéndola sobre una carpa grande. Esta operación se hace para bajar la humedad y obtener un producto de mejor calidad.

g) Almacenamiento de la semilla

Estudios sobre almacenamiento recomiendan guardar la semilla seleccionada de ajonjolí en botellas plásticas de 2 litros, sin ninguna aplicación de insecticidas, pues en este tipo de recipientes está protegida de plagas y mantiene el poder germinativo. Las botellas plásticas son un material barato de descarte, dos botellas de dos litros permiten almacenar semilla para la siembra de 1.5 manzanas. Las botellas deben de estar bien cerradas en un lugar fresco y seco, protegidas del sol.

ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DEL AJONJOLÍ

Fase del sistema de operación post-cosecha durante el cual los productos se conservan de manera apropiada para garantizar la seguridad alimentaria de la población fuera de los periodos de producción agrícola

Cuando se almacena en la vivienda, el productor debe de asegurarse de que los sacos estén bajo techo y aislados del suelo, quedando sobre tarimas para evitar que la humedad del suelo y del aire (sereno), sea absorbida por el producto y eleve su contenido de

humedad. El ajonjolí que se almacena debe de tener un bajo porcentaje de humedad, debe de estar seco y limpio esto evitará el ataque de hongos. También se puede almacenar en silos postcosecha (Figura 115).



Figura 115. Tipos de almacenamiento de semillas de ajonjolí: en sacos, silo e barril.

Los productores por lo general no almacenas la producción de ajonjolí porque lo comercializan al momento de la cosecha pero si los precios están bajos se puede almacenar por algún tiempo.

Factores que desmeritan al ajonjolí:

- **Humedad:** El porcentaje permisible de humedad es del 7%, si este aumenta recibe castigo, se le quita una cantidad en libras lo que significa menos dinero.
- **Mancha:** La semilla se puede manchar por dos factores importantes:
- **Plagas:** El manchado de la semilla es cuando ésta llega a la madurez fisiológica o cuando esta emparvada y se encuentra en estado pastoso o endurecimiento del grano (ver plagas El Chinche).
- **Lluvia:** Ésta es perjudicial cuando esta emparvada: bota al suelo la semilla y la que no se cae se nace en la parva.

El ajonjolí manchado no tiene mucho valor comercial cuando el producto es para descortezar, pero si se puede utilizar cuando es para extracción de aceite, que el mismo no se descortezar.

a) Almacenamiento para procesarlo

Las plantas procesadoras son las únicas que almacenan la semilla de ajonjolí, para hacer el descortezado o decorticado, las semillas en las bodegas se estiban sin ningún tratamiento químico (Figura 116). Por cuidado a las ratas se colocan cebos envenenados, también se protege de la lluvia y los vientos fuertes.



Figura 116. Plantas procesadoras que almacenan las semillas de ajonjolí.

En la siguiente Tabla 24 se muestra en levantamiento de peso que se hizo semanalmente y se puede ver que la semilla que esta almacenada en saco tiene variación levemente el peso y humedad, no así a la almacenada en bolsa especial que mantiene el peso y la humedad.

Tabla 24. Levantamiento de peso y humedad

Fecha	23-may-15		30-may-15		6-jun-15		13-jun-15		20-jun-15	
# de muestra	Primer muestra		Segunda muestra		Tercer muestra		Cuarta muestra		Quinta muestra	
Variedades	Peso lbs.	Humedad	Peso lbs.	Humedad	Peso lbs.	Humedad	Peso lbs.	Humedad	Peso lbs.	Humedad
Bolsa Plástica	73	9.1	73	9.1	73	9.1	73	9.1	73	9.1
Igualteco	86	8.7	86	8.6	85	8.7	85	9.8	84	8.7
San Joaquín	67	8.5	67	8.6	67	8.9	67	9.3	65	8.9
Zirandaro	57	9.4	58	10.6	57	9.7	56	10.9	57	8.4
Corea I	75	9.3	75	9.3	75	9.5	75	10.1	75	8.7
Corea II	40	9.2	39	9.2	39	9.3	39	9.8	39	8.1

b) Procesamiento e industrialización

Este proceso se realiza considerando dos razones: Vender en el mercado nacional o internacional e industrializar el aceite y los subproductos. El proceso de industrialización contempla los pasos siguientes:

Limpieza: La materia prima o sea el ajonjolí se introduce en tolvas, éstas desembocan en fuentes de aire a presión que permiten realizar la limpieza.

Ajonjolí descortezado: Una vez limpia la semilla entra a unas pilas provistas de molinos, donde se utiliza sosa cáustica y altas temperaturas, que permiten después de un proceso interno separar la cutícula de la semilla, quedando como producto final el ajonjolí descortezado.

Secado del ajonjolí: Posteriormente pasa a unas zarandas secadoras que se encuentran encima de un horno que genera alta temperatura. El movimiento de las zaranda y el calor secan el ajonjolí.

Empacado: Luego el ajonjolí descortezado es empacado al vacío en bolsas de 22.72 kilogramos.

El proceso de industrialización se efectúa cuando el embarque está seguro o sea que se ha realizado el proceso de comercialización y existen acuerdos de compra-venta.

1. USOS Y MERCADO DEL AJONJOLÍ

La composición química del ajonjolí hace que sea un excelente complemento nutricional (Figura 25).

Tabla 25. Composición química del ajonjolí.

Componentes	Semilla natural	Semilla descortezada	Semilla descortezada después de la extracción del aceite
Lípidos o aceites*	50	60	8 – 12
Proteínas*	35	26	35 – 40
Carbohidratos	15	11	23
Minerales**		3	4
Fibra			1.7

*Los aceites más comunes son los oleicos y linoleicos.

**Hierro, Fósforo, Nitrógeno

a) Usos del ajonjolí

El ajonjolí por ser una planta oleaginosa tiene importancia industrial, pero también puede tener múltiples usos, por ejemplo el aceite produce un efecto laxante suave y también puede usarse para aliviar dolores musculares. En algunos países como Egipto, el ajonjolí es un cultivo alimenticio, más que oleaginoso, el 90 % de la producción se emplea en una comida dulce muy popular llamada Halawa.

Los usos más comunes son aceite, confites y golosinas, bebidas, jabones, alimento para ganado, lubricantes, agregado a alimentos humanos, margarina Tahini, pan con ajonjolí, cosméticos, conservas, pinturas, alimento para aves y repostería.

La producción mundial es de aproximadamente de dos millones de toneladas métricas por año, pero la demanda va en aumento debido a los usos. El mercado mundial está dominado por la China, donde se producen en promedio 13.5 quintales por hectárea, plantaciones manejadas en forma intensiva pueden producir hasta 40 quintales por hectárea. Los principales países productores son:

En Asia: China, India y Japón.

En África: Egipto, Etiopía y Nigeria.

En América: México, Venezuela, Colombia, Uruguay, Paraguay, Brasil, Nicaragua, El Salvador, Guatemala y Honduras, el promedio en producción en Centroamérica.

COMERCIALIZACION DE AJONJOLI

Por décadas los productores de ajonjolí comercializaban a través de los intermediarios a quienes les quedaba gran parte de la ganancia.

En los últimos años, los productores beneficiarios del proyecto 2KR han comercializado mediante figuras organizativas de cajas rurales establecidas en la zona sur de Honduras (Figura 117) y se les brinda asistencia técnica a través de la Fundación para el desarrollo empresarial Rural.



Figura 117. Comercialización a través de cajas rurales establecidas en la zona sur de Honduras.

Actualmente el procesamiento del ajonjolí y su comercialización solamente lo realiza la empresa Agro norte que comercializa dos tipos de productos, siendo ambos exportados en lotes de 22.78 TM (335 sacos) en contenedores de 40 pies.

Ajonjolí descortezado, el cual consiste en limpieza de la semilla, desprendimiento de la cutícula de la semilla y generando una semilla descortezada, luego pasa por un proceso de zarandeo y secado para pasar al empacado en bolsas de 25 kg. Los requerimientos de calidad son: humedad máxima del 5%, 18 meses de duración, peróxido 5 g/kg/máximo, pureza 99.9%, grasa del 61.6%, aceite 55-56%, proteína 21.1%, ceniza 3.0 y fibra 3.7%.

Ajonjolí natural, el cual requiere de un proceso de limpieza de la semilla, con una pureza de 99.90%, humedad máxima del 6.5%, duración de 18 meses en condiciones óptimas, empacado en sacos de polipropileno blanco de 68 kg.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL AJONJOLI (Figura 26).**Tabla 26.** Costos de producción de una manzana de ajonjolí en la zona sur temporada 2014 – 2015.

No.	Actividad	UM	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Observaciones
1	Limpia/Chápia	Jornal	12	100.00	1,200.00	
2	Broceo/desbasurado	Jornal	2	100.00	200.00	
3	Mecanización: Rome-plow	Pases	2	800.00	1,600.00	22 días antes de la siembra
4	Surcado: Con bueyes	Yunta	1	300.00	300.00	
5	Siembra Ajonjolí	Jornal	1	100.00	100.00	
6	Fertilización: Fórmula	Jornal	1	100.00	100.00	23 días
7	Control de malezas: Manual	Jornal	10	100.00	1,000.00	15 á 22 días después de siembra
8	Raleo	Jornal	8	100.00	800.00	15 á 22 días después de siembra
9	Aporque: Con bueyes	Yunta	1	300.00	300.00	20 a 30 días después de la siembra
10	Limpia ligera: En surcos (“Camaroneo”)	Jornal	2	100.00	200.00	35 días después de la siembra
11	Fertilización: Urea	Jornal	1	100.00	100.00	35 días después de la siembra
12	Control de plagas y enfermedades: asperjado	Jornal	2	100.00	200.00	Según monitoreo
13	Cosecha: Corte y tendido	Jornal	12	100.00	1,200.00	95 días
14	Aporreo y zarandeo	Jornal	5	100.00	500.00	115 días
15	Acarreo	Yunta	18	10.00	180.00	115 días
16	Vigilancia del cultivo	Jornal	8	100.00	800.00	115 días
SUB-TOTAL LEMPIRAS					8,780.00	
Insumos						
No	Producto	UM	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Observaciones
1	Semilla	Libras	5	20.00	100.00	Semilla clasificada local
2	Tratador de Semilla	cc	100	100.00	100.00	
	Formula 12-20-12	qq	2	498	996.00	
3	Fórmula 18-46-00	qq	1	650.00	650.00	
4	Nitrato de amonio	qq	1	418.00	418.00	
5	Insecticida	Litro	1	250.00	250.00	
6	Fungicida	Kilo	1	240.00	240.00	
SUB-TOTAL LEMPIRAS					2,754.00	
TOTAL LEMPIRAS					11,534.00	
Estimado de producción					18	quintales
Costo quintal producido					640.77	lempiras
Valor de venta por quintal					1000.00	lempiras
Valor total de la producción					18,000.00	lempiras
Rentabilidad					1.56	

CAPITULO II

USO ALIMENTARIO Y NUTRICIONAL DEL AJONJOLÍ

Paulo de Tarso Firmino

Ayice Chaves Silva

Vicente de Paula Queiroga

Tania Cardona

Assunta Helena Sicoli

Jaime Vicente Chavez León

Francisco Jeovany Perez Valenzuela

José Amauri Buso

Nair Helena Castro Arriel

Cristian Evelio Irias Orellana

José Obdulio Crozier Flores

José Ramón Ramírez

Ritza Marina Lainez Navarrete

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial, especialmente en regiones en desarrollo, constituye una razón para que se incrementen las opciones de alimentos. La ingesta de ciertos tipos de alimentos está muy relacionada con el medio sociocultural y económico y determinan al menos en gran parte, los hábitos dietéticos y estilos de vida.

Así, entre las poblaciones muy pobres de diferentes países, existe una marcada deficiencia nutricional, casi siempre debido a la falta de recursos para adquirir los alimentos o, por la imposibilidad de producirlos. Otro factor, no menos importante, también contribuye a desencadenar las deficiencias nutricionales y debe ser considerado ante su amplio desconocimiento: las enfermedades carenciales decurrentes de la ingesta inadecuada de uno, algunos o todos los alimentos nutritivos para el cuerpo. Y estos problemas se deben también a la situación socioeconómica de la población, causando varias implicaciones de orden nutricional. La búsqueda de una alimentación proteica de bajo coste ha llevado a la utilización de coproductos del procesamiento de granos de diversos alimentos.

El ajonjolí tiene una situación privilegiada en relación a otras especies oleaginosas, porque se puede obtener un aceite de excelente calidad para diferentes fines, y su torta residual (TR) tiene alto contenido de proteínas y aminoácidos sulfurados. Las semillas de ajonjolí son de pequeño tamaño, su color varía de blanco al negro, contiene proteínas de calidad en un 25% de su composición, posee vitaminas del complejo B, B1, B2 y niacina. Además, la semilla contiene buenas cantidades de calcio, hierro, fósforo, potasio, magnesio, zinc y selenio. El aceite, principal producto de la planta, es extraído de sus semillas, es muy rico en ácidos grasos insaturados, como el oleico (47% en promedio) y linoleico (41% en promedio), y corresponde entre 44 y 58% del peso de la semilla. El aceite especial de ajonjolíes muy demandado, presentando muchos constituyentes secundarios muy importantes en la definición de sus calidades, incluyendo el Omega 3 y su estabilidad química. Por su resistencia a la degradación, se mantiene fresco por largo período de tiempo. Lo mismo ocurre con los alimentos, dulces, margarina y productos de panificación hechos con aceite de ajonjolí. Ellos pueden quedarse frescos por un tiempo diez veces superior al de los productos hechos con aceite de otras oleaginosas.

2. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL AJONJOLÍ

Constituyentes
(Valor expreso/100g de semillas)

- Grasa(g) 51,90
- Proteínas(g) 19,80
- Energía (Kcal) 578,00
- Carbohidrato(g) 15,30
- Fibra(g) 3,10
- Fibra dietética(g) 11,20
- Cenizas(g) 5,20



- Calcio(mg) 1.200,00
- Fósforo(mg) 540,000
- Ferro(mg) 9,60
- Potasio(mg) 400,00
- Caroteno(mg) 17,00
- Vitamina B1(mg) 0,95
- Vitamina B2(mg) 0,25
- Niacina(mg) 5,10

Figura 1. Constituyentes de la semilla de ajonjolí.

Algunos beneficios del consumo de Ajonjolí son:

- Fortalece tendones y huesos;
- Tonifica hígado y riñones;
- Tónico general, sobre todo después de hemorragias;
- Combate el reumatismo;
- Evita la caída de pelo;
- Mejora la elasticidad de la piel y desarrolla un fuerte poder antioxidante en las células.
- Previene y trata las hemorroides.
- Contiene más *calcio* que un vaso de leche, y beneficia el mantenimiento de huesos y dientes.
- Adicionalmente contiene, *Sesamin* y *Sesamolina* que actúan contra el Cáncer. Estudios han demostrado que inhiben el desarrollo y crecimiento de las células cancerosas y contribuyen en el tratamiento de ésta.
- *Fibra dietética* que promueve la salud digestiva y trata otras enfermedades relacionadas.
- *Fitoesteroles*, compuestos que se encuentran en cantidades abundantes, ayudan a reducir el colesterol en la sangre, contribuyendo al fortalecimiento del sistema inmunológico y reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

El Aceite de Ajonjolí

- Utilizado como aceite medicinal, restaurador de la salud, y como agente desobstrúyete de arterias.
- Utilizado en tratamiento de enfermedades crónicas, incluso hepatitis, diabetes.
- Protector natural de la piel, siendo sustituto de cosméticos artificiales, contienen elementos conservantes y químicos. Protector de los rayos ultravioleta.
- Ayuda contra irritaciones y padecimientos de piel seca, y por sus capacidades lubricantes y cosméticas es indicado para masajes.
- Es un anti-viral natural y antiinflamatorio.
- Previene la caída del cabello
- Elimina la caspa causada por piel seca o de origen bacteriano
- Penetra rápidamente en la piel y en el torrente sanguíneo a través de los poros
- Utilizado después del baño o antes de acostarse, da a la piel un aspecto más claro, natural y saludable.

Alimento Funcional: aquel que afecta beneficiosamente una o más funciones del cuerpo, y tiene efectos nutricionales adecuados relevante para el bienestar y la salud, reduciendo el riesgo de una enfermedad (ROBERFROID, 2002).

Ajonjolí ¿puede ser considerado un alimento funcional?

- Beneficia la función metabólica, el crecimiento, desarrollo, mantenimiento y otras funciones fisiológicas.
- Tiene funciones específicas en el cuerpo, promueve la salud, bienestar o la reducción de enfermedades.
- Es rico en diversos nutrientes en cantidad y calidad
- Contiene altos niveles de ácidos grasos nobles, proteína digestible, propiedades funcionales para el mantenimiento de la salud y es de bajo costo.

¡Ajonjolí, excelente alimento de calidad para el consumo humano!

Ajonjolí es rico en aminoácidos nobles y sustancias bioactivas y inmunoestimulantes: Arginina, Metionina, Cistina, Leucina, Vitaminas B, Niacina. Rico en minerales: Calcio, Hierro, Fósforo, Potasio, Magnesio, Zinc y Selenio.

Los principales antioxidantes contenidos en las semillas de Ajonjolí son Sesamolina, Sesamina, Sesamol, Sesaminol y Gamma Tocoferol.

Antioxidantes: compuestos que permiten retrasar o inhibir la oxidación de lípidos y otras moléculas, la protección del cuerpo de la acción dañina de los radicales libres que pueden causar cáncer.

Aceite de Ajonjolí es uno de los cinco mejores aceites para consumo humano, con alto nivel de insaturación en componentes de ácidos grasos (primaria). Aceite más resistente a la oxidación debido a la baja rancidez.

Cabe señalar que entre las grasas de Sésamo (Ajonjolí), se encuentra la lecitina, poderoso emulsionante que facilita la disolución de grasas en agua. Una de sus funciones es mantiene lípidos disueltos en la sangre, especialmente el colesterol previniendo su deposición en las arterias.

3. RECETAS A BASE DE AJONJOLÍ O SÉSAMO

En 10 de diciembre de 2014, hubo un curso de capacitación de recetas a base de ajonjolí en la Escuela Agrícola de Luis Lana, municipio de Nacaome (Honduras), el cual ha sido suministrado por la Embrapa del Brasil (Figura 2).



Figura 2. Curso de receta a base de ajonjolí en la Escuela Agrícola de Luis Lana, municipio de Nacaome.

AJONJOLÍ TOSTADO

Ingredientes:

- 500 gramos de ajonjolí crudo, con la piel (integral).

Preparación:

Colocar las semillas en una sartén sobre un quemador a fuego bajo. Revolverlas sin parar, para que no se quemen. Cuando comiencen a crujir y saltar las semillas ya están listas. Retirar del fuego y vaciarlas rápidamente en un recipiente frío. Dejar enfriar antes de utilizarlas.

HARINA DE AJONJOLI

Ingredientes:

- 500 gramos de ajonjolí integral tostado y enfriado a temperatura ambiente

Preparación:

En una trituradora o licuadora, triturar el ajonjolí hasta la granulometría deseada. Retirar, dejar y almacenar en un local cerrado, sin sol. Para obtener una harina más fina, bastará tamizarla.

TAHINE

Ingredientes:

- 3 Tazas (té) de ajonjolí, sin cáscara (pelado)
- 2 Cucharadas (sopera) de aceite de ajonjolí

Preparación:

Colocar el ajonjolí pelado en una licuadora y mezclar hasta que se forme una masa. Si necesario, parar la licuadora y usar una cuchara para limpiar la mixtura del vaso de la licuadora. Continuar misturando hasta llegar a la consistencia deseada. Si desea una consistencia más pastosa y menos firme, añadir aceite de ajonjolí de extracción a frío. El tahine suele quedar más sólido cuando enfría (Figura 3). Cuanto más aceite añadir, más pastoso quedará.



Figura 3. Tahine

TAHINE CON MIEL

Ingredientes:

- 3 Tazas (té) de ajonjolí sin cáscara (pelado)
- Miel al gusto

Preparación:

Poner el ajonjolí en una licuadora y mezclar hasta obtenerse una pasta. Si necesario, parar la licuadora y usar una cuchara para limpiar la mixtura del vaso. Continúe licuando hasta obtener la consistencia deseada. En seguida, añadir miel al gusto.

COCO CON AJONJOLI

Ingredientes:

- 1 Coco mediano (rallado)
- 1 Taza de 200 mililitros de ajonjolí
- 4 Tazas de 200 mililitros de azúcar
- 1 Lata de 395 gramos de leche condensada

Preparación:

Juntar todos los ingredientes en una olla y llevar al fuego revolviendo sin parar. Cuando ya esté se despegando totalmente del fondo, aproximadamente unos 40 minutos, retirar del fuego. Desparramar sobre una superficie lisa. Humedecer la lámina de un cuchillo y, aún caliente, cortar los dulces en el tamaño deseado. Guardarlos en un recipiente de vidrio, con la tapa bien cerrada.

GALLETAS DE AJONJOLI

Ingredientes:

- 1 Taza (té) de harina de ajonjolí
- 1 Taza (té) de azúcar
- 250 gramos de almidón o fécula de maíz
- 250 gramos de harina de trigo
- 100 gramos de mantequilla
- 2 Cucharaditas (postre) de levadura de pastelería, en polvo
- 3 Huevos
- 1 Cucharadita (té) de sal

Preparación:

Tostar las semillas de ajonjolí, triturarlas en una licuadora y tamizar.

Mezclar la mantequilla con el azúcar hasta obtener una crema.

Juntar los huevos enteros.

Añadir la harina de ajonjolí, el almidón de maíz, la levadura, la sal y la harina de trigo hasta despegarse de las manos.

Arrollarla masa y cortarla en cuadritos o en otro formato deseado.

Colocar por encima las semillas de ajonjolí y amasar con un tenedor.

Asar en horno blando o suave. Cada bandeja tarda aproximadamente 20 minutos para asar.



Figura 4. Galletas de ajonjolí.

GERSAL

Ingredientes:

-1 Taza (té) de ajonjolí tostado

-Sal al gusto

Preparación:

Triturar o moler el ajonjolí en un pilón, molinillo o licuadora

Junte la sal al gusto

Colocar en un recipiente hermético de vidrio, con la tapa bien cerrada.



Figura 5. Gersal.

DULCE DE AJONJOLÍ

Ingredientes:

-1 Vaso de 200 mililitros de ajonjolí

-1 Vaso de 200 mililitros de harina de yuca o harina de maíz

-1 Cucharada (sopera) de mantequilla

-1 Cucharada (sopera) de clavo de olor, tostado

-½Vaso de 200 mililitros de pepita de marañón tostada y sin piel.

-4 Vasos de 200 mililitros de miel de panela (piloncillo)

Preparación:

Colocar el ajonjolí en una olla y llevar al fuego para tostar.

Cuando esté estallando o crujiendo saque del fuego y continúe revolviendo hasta que se enfríe un poco. Mezclar el clavo de olor y las pepitas de marañón con el anterior.

Pase en un molinillo o licuadora y coloque en una olla.

Junte la miel y la mantequilla.

Lleve al fuego, mezclando siempre.

Retire del fuego cuando empezar a aparecer el fondo de la olla.

Coloque en un recipiente de boca ancha con tapa.

IMPORTANTE: El ajonjolí puede ser molido o pasado en la licuadora. Para pasar en la licuadora se puede poner la misma cantidad de ajonjolí y harina de yuca o de maíz.



Figura 6. Dulce de ajonjolí.

“PAÇOCA”DE AJONJOLI

Ingredientes:

- 1 Taza de té de ajonjolí tostado
- 2 Tazas de té de harina de yuca o maíz–
- ½Taza de té de azúcar

Preparación:

Juntar el ajonjolí con la harina. Pasar en un molinillo o licuadora. Mezclar con el azúcar y tamizar. Mantener en un recipiente hermético de vidrio bien cerrado.

“PÉ-DE-MOLEQUE”DE AJONJOLÍ

Ingredientes:

- 1 Panela (piloncillo) grande o dos pequeñas
- 1 Plato plano de ajonjolí tostado

Preparación:

Llevar al fuego la panela, troceada en pequeñas partes, con un poco de agua para derretir. Cuele después en una toalla de cocina limpia. Lleve al fuego para engrosar/espesar hasta al punto de dulce. Saque del fuego. Añadir el ajonjolí. Mezclar hasta que quede similar al azúcar. Colocar en una superficie untada con mantequilla. Cortar, aún caliente, en el formato deseado.

BOLO DE AJONJOLI

Ingredientes:

- 200 gramos de mantequilla
- 2 Tazas (té) de azúcar
- 1 Cucharadita (café) de sal
- 5 Huevos
- 1 Cucharada (sopera) de levadura de pastelería, en polvo
- 3 Tazas (té) de harina de trigo tamizada
- 1 Taza (té) de harina de ajonjolí

Preparación:

Mezcle la mantequilla con azúcar y la sal hasta obtener una crema de color blanco. Agregue los huevos, uno por vez, mezclando siempre.

Mezcle la harina de trigo con la levadura de pastelería. Añadir a la masa. Añadir la harina de ajonjolí. Mezclar muy bien todo.

Colocar en un molde para pasteles o moldes para *cup cakes* y decorar con semillas de ajonjolí. Asar en horno moderado (temperatura equivale a 180°) por aproximadamente 40 minutos. Tan pronto esté asado, retirar del horno y dejar enfriar antes de servir.



Figura 7. Bolo de ajonjolí.

EXTRACTO DE AJONJOLI

Ingredientes:

-03 Tazas (té) de ajonjolí sin piel (pelado)

-03 Tazas (té) de agua muy caliente

Preparación:

Coloque en una sartén el ajonjolí y lleve al fuego bajo para calentar un poco. Después de caliente, colocar en una licuadora y mezclar con el agua caliente. Licuar bien hasta que quede bien triturado. Colar en una toalla de cocina limpia. Repetir la operación con el restante del producto que quedó dentro del trapo. Colar nuevamente. Los residuos que quedan después de colar pueden ser utilizados para hacer panes, pasteles o galletas.

PATÉ DE AJONJOLÍ

Ingredientes:

-01 Taza (té) de harina de ajonjolí

-01 Cucharada (sopera) de crema de cebolla

-250 gramos de mayonesa

Preparación:

Mezcle todos los ingredientes y sírvase untado en panes o galletas. El paté puede mantenerse en el refrigerador por un período máximo de 12 horas.

PASTA DE AJONJOLÍ CON ACEITUNAS

Ingredientes:

-01 Taza (té) de harina de ajonjolí

-½Taza (té) de aceitunas, sin hueso

-250 gramos de mayonesa

Preparación:

Pase las aceitunas en un molinillo o licuadora hasta formar una pasta. Agregue la mayonesa y la harina de ajonjolí hasta obtener la consistencia deseada. Servir con pan o galletas. La pasta puede conservarse en la nevera por un período máximo de 12 horas.

COOKIES DE AJONJOLÍ Y CHOCOLATE

Ingredientes:

- 1 Taza (té) de mantequilla sin sal
- 1 Taza (té) de azúcar moreno
- 1 huevo grande
- 1 Cucharita (té) de vainilla
- 2 1/2 Cucharitas (té) de harina de trigo
- 1 Cucharada (té) de levadura en polvo
- 1 Cucharadita (café) de sal
- 1 Taza (té) de gotas de chocolate
- 1/2 Taza (té) de harina de ajonjolí

Preparación:

Precaliente el horno a 200°C. Tenga listos tres moldes engrasados con mantequilla. En una batidora, bata la mantequilla con azúcar moreno hasta quedar de color claro y no apelmazado. Bata el huevo con la vainilla. Cernir la harina, la levadura y la sal. Junte la masa batida. Mezcle las gotas de chocolate y la harina de ajonjolí. Coloque en los moldes engrasados con mantequilla y lleve al horno para asar hasta dorar. Cuando estén asados, reserve y deje enfriar.

PAN PARAGUAYO CON MANI

- 600 gramos de harina de trigo
- 50 gramos de harina de maní (cacahuate)
- 1/4 de Taza de aceite de maíz
- 1/2 Cucharada (postre) de sal
- 02 Huevos
- 01 Cucharada (postre) de azúcar
- 25 gramos de levadura para pan
- 300 mililitros de leche

Preparación:

Haga un hueco en la harina de trigo. Coloque la leche y la levadura en el hueco. Deje descansar por 30 minutos. Agregue los demás ingredientes y mezcle la masa. Dejar doblar el volumen. Deje la masa bajar y deje descansar durante otros 20 minutos. Haga los panes en el formato deseado y deje doblar de volumen. Pincele con huevo y ase durante aproximadamente 35 minutos.

PAN DE CAMOTE CON AJONJOLÍ

Ingredientes:

- 03 Camotes medianos
- 02 y ½Tazas (té) harina de trigo
- ½Taza (te) harina de ajonjolí
- 02 Huevos
- 02 Cucharadas (sopera) de levadura en polvo
- 02 Cucharadas (sopera) de mantequilla
- 01 Taza (te) de azúcar
- Sal al gusto

Preparación:

Lave y cocine el camote (aproximadamente 500 g). Reserve el agua del cocimiento. Saque la piel del camote, pase por un exprimidor y reserve. Disolver en una vasija la levadura en polvo con el agua del cocimiento del camote. Añadir la mantequilla, el azúcar, la sal y el camote. Añadir la mitad de la harina de trigo y mezclar bien. Añadir la otra mitad de harina de trigo y mezclar bien. Añadir las otras harinas y amasar durante aproximadamente 9 minutos. Dejar la masa crecer hasta que quede el doble del volumen. Amase nuevamente y haga dos panes. Coloque en un molde engrasado con mantequilla y espolvoreado con un poco de harina. Pincele con la yema del huevo, cúbralos con una toalla de cocina y deje crecer durante aproximadamente una hora. Asar en horno caliente durante 35 minutos.

1. DETALLAMIENTO DE ALGUNAS RECETAS CON AJONJOLÍ PARA HONDURAS

Receta # 1 Harina de Ajonjolí

RECETA : HARINA DE AJONJOLÍ				
Información Nutricional				
<i>Ración: 500 gr</i>			<i>Tiempo de preparación: 15 min</i>	
<i>Cantidad de porciones por receta: 1</i>			<i>Tiempo de cocción: 3 min</i>	
Ingredientes				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
500	gr	ajonjolí	x	
Procedimiento				
<p>1) Tostar el ajonjolí en sartén, hacerlo gradualmente, y removiendo constantemente con cuchara de madera, reservar hasta enfriar;</p> <p>2) Triturar el ajonjolí con ayuda de un procesador o licuadora gradualmente y removiéndolo, hasta obtener polvo fino deseado;</p> <p>3) Reservar y almacenar en un recipiente cerrado, sin exponerlo al sol;</p> <p>4) Para obtener harina más fina, tamizar.</p>				

Receta # 2 Leche de Ajonjolí

RECETA: LECHE DE AJONJOLÍ				
Información Nutricional				
<i>Ración: 500 ml</i>			<i>Tiempo de preparación: 45 min</i>	
<i>porciones por receta: 2</i>			<i>Tiempo de cocción:</i>	
Ingredientes				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
125	gr	ajonjolí	x	
500	ml	agua		
Procedimiento:				
<p>Colocar en remojo el ajonjolí (tanto x tanto) por 1 o 2 horas, colar y cambiar el agua de nuevo, dejarlo reposar por una hora más, repetir una vez más. Luego colocar el ajonjolí previamente enjuagado en licuadora con 4 tazas de agua purificada, licuar y colar, almacenar la leche en recipiente con tapadera, reservar a 18°C.</p>				

Receta # 3 Galletas de ajonjolí con chispas de chocolate

RECETA : Galletas de ajonjolí con chispas de chocolate				
Información Nutricional				
<i>Porción: 500 gr</i>			<i>Tiempo de preparación: 45 min</i>	
<i>Cantidad de porciones por receta: 30</i>			<i>Tiempo de cocción:</i>	
Ingredientes:				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
1	taza	mantequilla sin sal		x
1	taza	azúcar morena	x	
1	uni	huevo grande	x	
1	cdta	vainilla	x	
2 1/2	cdtas	harina de trigo		x
1	cdta	levadura en polvo		x
1	cdta	sal	x	
1	taza	chispas de chocolate		x
1/2	taza	harina de ajonjolí		x
125	gr	ajonjolí	x	
Procedimiento:				
<ol style="list-style-type: none"> 1) Batir la margarina con el azúcar a velocidad media hasta obtener mezcla homogénea, cremosa; 2) Incorporar los huevos uno a uno; 3) Agregar todos los ingredientes secos; 4) Retirar y con la ayuda de dos cucharitas, formar bolitas y colocarlas en láminas para hornear previamente engrasadas, con un diámetro de dos pulgadas de separación; 5) Hornear por 15-20 min a una temp. de 350°C, precalentado 20 minutos antes de meter al horno. 				

Receta # 4 Tahine y variaciones

RECETA : TAHINE Y VARIACIONES				
<i>Tamaño de la porción:</i>			<i>Tiempo de preparación:</i>	
<i>Porciones por recetas:</i>			<i>Tiempo de cocción:</i>	
<i>kcal por porción:</i>				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
3	tazas	ajonjolí sin cáscara	x	
2	cdas	aceite de ajonjolí		x
c/n		miel	x	
c/n		leche condensada		x
c/n		crema de hongos		x
c/n		mayonesa		x
Procedimiento:				
<p>1) Tostar el ajonjolí en sartén, hacerlo gradualmente, y removiendo constantemente con cuchara de madera, reservar hasta enfriar;</p> <p>2) Triturar el ajonjolí con ayuda de un procesador o licuadora gradualmente y removiéndolo, hasta obtener la mezcla homogénea cremosa;</p> <p>3) Incorporar el aceite de ajonjolí;</p> <p>4) Para las variaciones, agregar c/n (cantidad necesaria) de miel, o leche condensada, crema de hongos y mayonesa.</p>				

Receta # 5 Dulce de Ajonjolí

RECETA : DULCE DE AJONJOLÍ				
Porción por tamaño:		Tiempo de preparación:		
Porciones por recetas:		Tiempo de cocción:		
kcal por porción				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
200	ml	ajonjolí	x	
200	ml	harina de yuca o de maíz	x	
1	cda	mantequilla/margarina	x	
1	cda	clavos de olor	x	
100	ml	pepita de marañón tostado	x	
800	ml	miel de panela(piloncillo)	x	
Procedimiento:				
<p>1) Tostar el ajonjolí hasta que empieza a estallar, retirar del fuego y continuar revolviendo hasta que éste enfríe;</p> <p>2) Mezclar los clavos de olor y las pepitas de marañón con el anterior pasar la mezcla por un molinillo/procesador y colocar en una olla;</p> <p>3) Juntar la miel y la mantequilla, llevar al fuego sin dejar de remover con cuchara de madera;</p> <p>4) Llevar toda la mezcla a hervir hasta que cuando usted pase el cucharón por el fondo de la olla, la preparación quede separada. Retirar del fuego y colocar la mezcla en un recipiente largo para que pueda cortar posteriormente en cuadros.</p> <p>IMPORTANTE: El ajonjolí puede ser molido o pasado por la licuadora. Para pasar en la licuadora se puede poner la misma cantidad de ajonjolí y harina de yuca o de maíz.</p>				

Receta # 6 Tableta de coco con ajonjolí

RECETA : COCO CON AJONJOLÍ				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
1	Uni	coco rallado	x	
200	ml	ajonjolí	x	
4	tazas	azúcar	x	
395	gr	leche condensada		x
Procedimiento:				
<p>Juntar todos los ingredientes en una olla y llevar al fuego revolviendo sin parar. Cuando ya esté despegándose totalmente del fondo, aproximadamente unos 40 min, retirar del fuego; extender sobre una superficie lisa. Humedecer la lámina de un cuchillo y, aún caliente, cortar los dulces en el tamaño deseado. Guárdalo en un recipiente de vidrio, con la tapa bien cerrada.</p>				

Receta # 7 Masa para pizza con harina de ajonjolí

RECETA : MASA PARA PIZZA CON HARINA DE AJONJOLÍ				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
400	gr	Harina de trigo	x	
100	gr	Harina de Ajonjolí	x	
110	gr	mantequilla/aceite ajonjolí/ margarina	x	
1	Cda	sal	x	
40	gr	levadura seca		x
c/n		semillas de ajonjolí	x	
1	Cda	azúcar	x	
200	ml	agua		
Procedimiento:				
Colocar la harina de trigo, harina de ajonjolí, sal sobre la mesa, con la ayuda de un vaso hacer un círculo formando un agujero. En este, colocar el agua, levadura y el medio graso, azúcar y la levadura disuelta previamente en el agua tibia, incorporar todos los ingredientes, amasar hasta obtener mezcla homogénea, dejar reposar 15-20 min cubriendo la masa con un paño o recipiente metálico para ayudar a la masa a leudar. Luego, en bandeja de hornear engrasada, estirar la masa, pinchar con tenedor y hornear por 20-25 minutos en horno precalentado a 350°C				

Receta # 8 Pan de queso con harina de ajonjolí

RECETA : PAN DE QUESO CON HARINA DE AJONJOLÍ				
<i>Tamaño de la porción:</i>		<i>Tiempo de preparación:</i>		
<i>Porciones por receta:</i>		<i>Tiempo de cocción:</i>		
<i>kcal por porción:</i>				
CANT	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCAL	IMPORTADO
2	Tazas	harina de trigo	x	
1	Taza	harina ajonjolí	x	
2	barras	margarina	X	
1	Taza	azúcar	X	
5	Uni	huevos	X	
1	cdta	vainilla	X	
½	lb	queso parmesano	X	
1	taza	semillas de ajonjolí	x	
3	Cdtas	soda	x	
Procedimiento:				
<ol style="list-style-type: none"> 1) Batir la margarina con el azúcar a velocidad media hasta obtener preparación cremosa y se haya desecho el azúcar. 2) Agregar los huevos 1 a 1, bajando la velocidad, agregar la vainilla 3) Incorporar todos los ingredientes secos 4) Colocar la mezcla en bandeja de hornear previamente engrasada 5) Rociar con azúcar y semillas de ajonjolí sobre la mezcla para formar costra 6) Hornear por 25-30 min en horno pre calentado a 350°C 7) Esperar a que enfríe para cortar y servir 				

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL ALL, I. M.; SERRY, M.; EL-AHMAR, B. A. Some factors affecting self and artificial pollination in sesame, *Sesamum indicum* L. **Agricultural Research Review**, Karaj, v.54, p.155-159, 1976.

ALAM, S.; BISWAS, A. K.; MANDAL, A. B. Heterosis in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Interacademia**. v.3, n.2, p.134-139, 1999.

ALOISI, R. R.; PAGGIARO, C. M.; BIBIAN, R.; MACHADO JÚNIOR, A. P.; ALBUQUERQUE, F. C. Uso de hastes subsoladoras em áreas de cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.10, n.6, p.26-30, 1992.

ANDRADE, P. B. **Potenciais polinizadores e requerimentos de polinização do gergelim**. 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, 2009.

ARRIEL, N. H. C.; FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P. **Melhoramento genético**. In.: BELTRÃO, N. E. M; VIEIRA, D. J. (ed.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/ Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p.247-284.

ASOCIACIÓN NATURLAND (Alemanha) (Org.). **Ajonjolí (Sésamo)**. KleinhadernerWeg, 2000. 30p.

AUGSTBURGER, F.; BERGER, J.; CENSKOWSKY, U.; HEID, P.; MILZ, J.; STREIT, C. **Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico: guías de 18 cultivos: ajonjolí (sésamo)**.1. ed., Gräfelfing: Naturland, 2000. 30p.

BEECH, D. F. Sesame-on agronomic approach to yield improvement. In: FAO (Roma) **Sesame: status and improvement**. Roma, 1981. p.121-126. (FAO. Plant production and protection paper, 29).

BENNETT, M. R. **Sesame**. In: Grains and Legumes (ed.) The New Crop Handbook. Australian, p.214-220, 2004.

BELTRÃO, N. E. M.; NÓBREGA, L. B.; SOUZA, R. P.; SOUZA, J. E. G. **Efeitos da adubação, configuração de plantio e cultivares na cultura do gergelim no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1989. 23p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa, 21).

BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1994. 52p. (EMBRAPA – CNPA. Circular Técnica, 18).

BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B.; AZEVÊDO, D. M. P.; SILVA, O. R. R. F. **Estimativa do período de competição entre o complexo florístico daninho e o gergelim no Estado da Paraíba**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 7p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 45).

BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160. 348p.

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; ARAÚJO FILHO, J. O. T.; COSTA, S. G. **Consórcio mamona + amendoim: opção para a agricultura familiar**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2006. 10p. (**Circular Técnico, 104**).

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJA, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.5, p.67-73, 2010.

BUDOWSKI, P.; MARKLEY, K. S. The chemical and physiological properties of sesame oil. **Chemical Review**, Colorado, v.48, p.115-151, 1951.

BUSTAMANTE, M. **El cultivo del ajonjolí**. Manual de manejo. Escuela Agrícola Panamericana ‘El Zamorano’. Departamento de Protección Vegetal. 2001, 43p.

CALDWELL, R. W. Sesame meal. In: ALTSCHUL, A. M. (Ed.). **Processed protein foodstuffs**. New York: Academic, 1958. p.535-556.

CARDENAS, R. E. D. Análisis de los sistemas mecanizados de la cosecha en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum*). **Agronomía Tropical**. v.10, n.1-4, p.291-347, 1978.

CASTRO, O. M.; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação de solos em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, p.275-305, 1992.

CONSOLARO, H. Variação floral e biologia reprodutiva de *Manettia cordifolia* art. (*Rubiaceae*). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.1, p.85-94, 2005.

DANTAS, I, P. **Manual técnico: receitas simples, puras, ecológicas e sustentáveis**. [S.l.: s.n.], 2001.

DICTA. **Análisis de la cadena de ajonjolí a productores de los Departamentos de Valle y Choluteca**. MAG-JICA-DICTA-FUNDER. 2014, 56p. (Consultoría Técnica).

DICTA. **Avance proyecto 2kr ajonjolí**. Estación Experimental la Lujosa, Choluteca, 2014. 7p. (Informe 1).

DICTA. **Avances de actividades realizadas en el cultivo de ajonjolí del proyecto 2KR**. Estación Experimental la Lujosa, Choluteca, 2014. 17p. (Informe 4).

DICTA. **Avance proyecto de validación de siete variedades de ajonjolí**. Estación Experimental la Lujosa, Choluteca, 2014. 23p. (Informe 5).

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB). **Gergelim BRS Seda**. Campina Grande, 2007. Folder.

ESPINOZA, E. **El cultivo de ajonjolí: manual para la producción del ajonjolí en Honduras**. Dicta\MAG, Tegucigalpa, M.D.C. 2009. 36p. (Publicación de la Dicta\MAG).

FONAIAP - Estación Experimental Portuguesa. **Nueva tecnología para la siembra temprana de Ajonjolí en los llanos occidentales**. FONAIAP n.27, 1988. Disponível em: <http://www.ceniap.gov.ve/.../fd27/texto/nuevas.htm>>. Acesso em: 21-jun. 2008.

GADANHA JÚNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHAN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468p.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA). **Cadena Agroindustrial del Ajonjolí de Nicaragua**. Nicaragua, 2004. 91p.

KIEHL, E. J. **Manual da edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KOLMANS, E.; VÁSQUEZ, D. **Manual de agricultura ecológica: una introducción a los principios básicos y su aplicación**, Habana, Cuba: Actaf, 1999. 150p.

LANGHAM, D. G. Genetics of sesame. III. "Open Sesame" and mottled leaf. **J. Hered.** v.37, p.149-152, 1946.

LANGHAM, D. G.; RODRÍGUEZ, M. **El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) su cultivo, explotación y mejoramiento**. MAC, Dep. de Genética. Caracas. 1945. (Boletín n.2).

LANGHAM, R.; SMITH, G.; WIEMERS, T.; RINEY, J. **Sudoeste sesame grower's**. Sesaco Corporation (Texas, USA). April, 2006, 51p.

LANGHAM, R.; RINEY, J.; SMITH, G.; WIEMERS, T. **Sesame grower guide**. Texas: Sesaco, 2008. 32p. Disponível em: <www.sesaco.net/mecahanizedsesame.htm>, Acesso em: 10 de setembro de 2011.

LIMA, F. S.; BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, F. A.; PEREIRA, W. E.; SOUSA, C. S. Épocas relativas de plantio e adubação nitrogenada: índices agroeconômicos do algodoeiro consorciado com gergelim. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.39, n.4, p.555-561, 2008.

MAZZANI, B. **Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí en Venezuela.** Caracas: Conicit, 1999. 115p. Edición del Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas.

MAZZANI, H.; LAYRISSE, H. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. **Agronomía Tropical**, Caracas, v.48, n.1, p.5-18. 1998.

MAZZANI, B.; NAVA, C.; MARTINEZ, A.; LAYRISSE, A.; RIVAS, N.; MALAGUTI, G. Incorporación de la resistencia a *Phytophthora* y *Macrophomina* a la variedad de ajonjolí "Aceitera". **Agronomía Tropical**, v.5, n.1, p.11-21, 1975.

MEIRELLES, L. A. **Certificação de produtos orgânicos: caminhos e descaminhos.** Ipê, RS: Centro Ecológico Ipê, 2003. 7p. Disponível em: <www.ecovida.org.br>. Acesso em: 11 maio 2007.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** Bern. Switzerland: International Potash Institute, 1979. 593p.

MINISTÉRIO DE SAÚDE. **Japão tem mais de 32 mil centenários, diz governo.** Pesquisa publicada em 14/9/2007. Disponível em <www.ipcdigital.com/noticia.asp?descrIdioma=br&codNoticia=9915 - 61k ->. Acesso em junho 2008.

MOLLER, E. **Alimentos saludables de la a a la z.** Ciudad de México: Grijalbo Mondadori, 2006. 317p.

MORENO, A. **Efecto de las barreras rompe viento sobre el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en los Llanos Occidentales de Venezuela.** U.C.V. Fac. de Agronomía, Maracay, 80p., 1985.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B.; CEDEÑO, T. Mejoramiento genético del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) reseña y logros en Venezuela. In: IICA. **VI Curso corto tecnología de la producción de ajonjolí.** Acarigua, Venezuela, 1990. p.1-67.

MOUSETH, J. D. The Structure of Photosynthetic Succulent Stems in Plants Other Than Cacti. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v.9, 2004. 65p.

MUELLER, S. **Produtividade e rentabilidade dos consórcios alho, cenoura e alho-beterraba submetidos a distintos sistemas de controle das plantas daninhas. Jaboticabal**, 1996. 196f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Estadual Paulista, 1996.

NAVARRETE, R. M. L. **Desarrollo de oportunidades comerciales y mejoramiento de la eficiencia y rentabilidad de la cadena de la producción de ajonjolí en los Departamentos de Valle y Choluteca**. Dicta\MAG, Choluteca, Honduras, 2014. 32p.

OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E. A.; SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D., **Sesame**. Alternative Field Crops Manual. May, 1990. Disponível em: www.hort.purdue.edu/newcrop/articles/sesame.html.

PERIN, A.; CRUVINEL, D. J.; SILVA, J. W. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.93-98, 2010.

PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.2, p.75-85, 2011.

PORTES, T. A. **Produção de feijão nos sistemas consorciados**. EMBRAPACNPA, Campina Grande. 1996. 50p. (Documentos, 71).

PRIMAVESI, O. A. **A compactação de solos agrícolas**. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 3p. (POTAFOS. Informações agronômicas, 29).

QUEIROGA, V. P.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M, SILVA, O. R. R.; GONDIM, T. M. S.; FIRMINO, P. T.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; VALE, D. G.; NÓBREGA, D. A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semiárida do Nordeste.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53p. (Embrapa Algodão. Documentos, 171).

QUEIROGA, V. P.; ARRIEL, N. H. C.; SILVA, O. R. R. F. **Tecnologias para o agronegócio do gergelim.** Publicação na Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande: 2009a. 264p. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/livros.html>.

QUEIROGA, V. P., GONDIM, T. M. S.; QUEIROGA, D. A. N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agro@mbiente On-line**, v.3, n.2, p.106-121, jul-dez, 2009b.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; VALE, D. G.; GEREON, H. G. M.; MOURA, J. A.; SILVA, P. J.; SOUZA FILHO, J. F. **Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 127p. (Embrapa Algodão. Documentos, 190).

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F.; ALMEIDA, F. A. C. **Tecnologias para o desenvolvimento da agricultura familiar: Bancos Comunitários de Sementes.** Publicação da Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande: 2010. 157p. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/livros.html>.

QUEIROGA V. P.; FIRMINO P. T. F.; GONDIM, T. M. S.; SILVA, A. C.; VALLE, D. G.; QUEIROGA, D. A. N.; GEREON, H. G. M. Soluções tecnológicas em prol da coletividade para sustentabilidade da cadeia produtiva do gergelim orgânico da agricultura familiar piauiense. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.97-111, 2011a.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F.; ALMEIDA, F. A. C. **Tecnologias para o desenvolvimento da agricultura familiar: Bancos Comunitários de Sementes**. 1. ed. Campina Grande: Fraternidade de São Francisco de Assis/Universidade Federal de Campina Grande, 2011b. 160p. (Disponível em: <www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/sementes.pdf>).

QUEIROZ FILHO, V. **Agricultura orgânica e biodinâmica consultoria, projetos e cursos**: Cursos práticos de agricultura orgânica. Petrolina: (S.L.), 2005, 45p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5.ed. Guanabara Koogan, 1992. 726p.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; FELTRIM, A. L.; COSTA, C. C.; BARBOSA, J. C. 2006. Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n.24, p.36-41, 2006.

REZENDE, B. L. A.; GUSTAVO, H. D. C. Produtividades das culturas de tomate e alface em função da época de estabelecimento do consórcio, em relação a seus monocultivos, no cultivo de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., **Resumos...**, Uberlândia. v.20, n.2, 2002.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, [S. l.], v.34, n.2, p.105-110, 2002.

SAG\DICTA. Estudio de factibilidad del proyecto de producción de aceite de ajonjolí en los departamentos de Choluteca y Valle. Solicitud de Financiamiento al Programa Second Kennedy Round (2KK). Secretaria de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección de Ciencia y Tecnología (Dicta). Tegucigalpa, 2007. 46p.

SAVY FILHO, A. **Cultura do gergelim**. Centro de Grãos e Fibras/Oleaginosas. Setembro, 2008. Disponível em: <http://herbario.iac.sp.gov.br/cultivares/Folders/Gergelim/IAC Ouro.htm>.

SOARES, C. S.; COSTA, F. E.; ALMEIDA, A. E. S.; MAGALHÃES, I. D.; SILVA, S. D.; ALVES, G. M. R. Consórcio mamona-gergelim nas condições do semiárido paraibano. **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., Anais...** João Pessoa, 2010. p.1248-1254.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, P. D. O.; SILVA, D. R. G. Cultivo e usos do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, n.68, p.1-14, 2003.

SOUZA, M. C. M. Produtos orgânicos. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Coord.). **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares**: Indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira, 2000. 446p.

TORRES, S. B.; LIRA, M. A.; FERNANDES, J. B.; LIMA, J. M. P.; LEONEL NETO, M; BURITÍ, V.; ALVES, A. C. M. **Bancos Comunitários de Sementes**. 2 Série de Circuito de Tecnologias Adaptadas para Agricultura Familiar. EMPARN, 2006. 11p.

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. (Ed.). **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p.282-340.

VIEIRA, C. **O Feijão em cultivos consorciados**. Viçosa, UFV, Imp. Univ.,1984, 134p.

YERMANOS, D. M. Sesame. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. **Hybridization of crop plants**. Madson, Wisc., ASA. p.549-563. 1980.

YOSHIDA, H.; TAKAGI, S. Effect of seed roasting temperature and time on the quality characteristics of sesame (*Sesame indicum*) oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.75, n.1, p.19-26, 1997.