

4. EL CULTIVO DEL AJONJOLI EN LOS LLANOS ORIENTALES

Samuel Caicedo Guerrero ¹

Rubén A. Valencia Ramirez ¹

Carmen R. Salamanca S. ¹

Guillermo A. León M. ²

INTRODUCCION

Según la teoría de Vavilov, el ajonjolí es una oleaginosa que tiene como origen a Etiopía.

Fue traída a América en el siglo XVII por esclavos africanos a Texas y algunos estados del Sur Oeste Americano. A Colombia fue introducida en 1957, encargándose al Instituto de Fomento Algodonero IFA de su desarrollo y fomento.

Actualmente, gran parte de la producción nacional es intensiva y se realiza en predios entre una y seis hectáreas, donde el 80% de los agricultores la siembran tradicionalmente, utilizando mano de obra familiar con baja tecnología y bajos rendimientos; el restante 20% se cultiva en forma tecnificada, utilizando las prácticas tecnológicas recomendadas por el ICA.

Las zonas tradicionales productoras de ajonjolí corresponden a la Costa Atlántica (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Sucre, Magdalena) y la región Cundi-Tolimense que comprende los departamentos de Tolima, Huila y Cundinamarca; a partir de 1990, los Llanos Orientales ha participado en la producción de ajonjolí con áreas entre 1.000 y 1.500 hectáreas, siendo la única oleaginosa anual que ofrece ventajas comparativas y competitivas en los mercados internacionales.

CORPOICA Regional 8, a través del Programa Regional Agrícola, presenta en esta memoria recomendaciones sobre el cultivo del ajonjolí.

4.1. COMPOSICIÓN Y USOS

El principal producto del cultivo de ajonjolí es la semilla, que contiene aceite (50-55%) y proteína (25%) de excelente calidad para la alimentación humana y animal. La semilla de ajonjolí se utiliza directamente en la preparación de algunos alimentos en galletería, panadería y confitería, teniendo preferencia las semillas de colores crema y blanca.

El aceite de ajonjolí es semisecante, superior en calidad y estabilidad a los otros aceites vegetales cualidad que le confieren los altos contenidos de aceites grasos no saturados como oleico y linoleico, este aceite presenta resistencia a la oxidación facilitando su conservación por largo tiempo sin problemas de rancidez, carácter dado por las semilla al contener un oxidante natural denominado sesamol.

Del proceso de extracción del aceite queda la torta, usada para la alimentación del ganado, aves y otros animales. Contiene alrededor de 40-45% de proteína de buena calidad, con altos contenidos de aminoácidos como arginina, metionina y lisina.

4.2. CONDICIONES ECOLOGICAS

El ajonjolí presenta mejor crecimiento y desarrollo en aquellas regiones con clima cálido húmedo o seco; los mayores rendimientos se han obtenido en países incluidos entre los trópicos de cáncer y de capricornio o sea en la zona ecuatorial, 40°C Latitud N y 30°C Latitud Sur.

¹ I.A., M.S y especialista, Grupo Regional de Investigación Agrícola CORPOICA C.I. La Libertad - Villavicencio; Telefax: 6636125; Teléfono: 6633818, 6636083; A.A. 3129
² e-mail: corpoica@Villavicencio.cetcol.net.co



Las regiones con mayor producción a nivel mundial se encuentran en altitudes de 0 a 500 msnm: A medida que se aumenta la altitud, el crecimiento y desarrollo vegetativo del ajonjolí se afecta.

Respecto a la temperatura, se encontró que la óptima para la germinación es de 32 a 35°C, temperaturas promedio de 33°C, promueven el crecimiento del tallo y la producción de hojas, para un buen desarrollo vegetativo en general se requieren temperaturas superiores a los 25°C, la temperatura entre 24°C - 27°C fue óptima para el inicio de la floración en ajonjolí. Temperaturas inferiores a 18°C durante floración causan esterilidad del polen y caída prematura de flores; altas temperaturas (40°C) en floración, afectan la fertilidad y el número de cápsulas.

El ajonjolí se define en cuanto al fotoperíodo como una planta de días cortos; pero existen variedades de respuesta neutra, insensibles o de fotoperíodo largo. De ocho a diez horas diarias de luz, inducen la planta a floración. Para mayores rendimientos y altos contenidos de aceite, el ajonjolí requiere de alta luminosidad y sin fuertes variaciones de temperatura.

La literatura revisada reporta que los requerimientos de agua son de 40° - 800 mm, bien distribuidos durante el cultivo.

4.3. CONDICIONES EDAFICAS

4.3.1. Selección del lote

Para el buen desarrollo y crecimiento de la planta y del sistema radicular se deben seleccionar suelos de texturas franca, franco-arenoso o franco-arcillosos, con buen drenaje, de fertilidad media-alta y topografía plana.

Los suelos de textura pesada (arcillosos) forman costras que impiden la emergencia de las plántulas y presentan mayor retención de agua, ocasionando muertes de plántulas y una mayor incidencia de enfermedades radiculares. Las siembras resultan más costosas por la adecuación que requieren. El cultivo de ajonjolí es sensible al encharcamiento y el exceso de agua favorece el desarrollo de enfermedades.

En los Llanos Orientales se recomiendan para las siembras de ajonjolí los suelos de vega y vegones, bien drenados, sin peligros de inundación y de buena fertilidad, también se ha presentado buen comportamien-

to del cultivo en suelos clase IV de Terraza Alta y Altillanura plana que han sido mejorados mediante el encalamiento para siembras de arroz-pastos, soya u otros cultivos. Estos suelos presentan excelentes condiciones físicas en textura y drenajes con niveles de saturación de aluminio inferior al 60%.

4.3.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo tiene por objeto la eliminación de la vegetación existente, proporcionando un medio adecuado para la germinación rápida y el establecimiento uniforme de las plántulas. También se busca mejorar la efectividad de los herbicidas preemergentes y facilitar la penetración y almacenamiento de agua en el suelo.

Las principales razones que exigen una preparación adecuada y apropiada del terreno se relaciona con el tamaño pequeño de la semilla y el lento crecimiento de las plántulas en las primeras cuatro semanas después de la siembra, no compitiendo favorablemente con las malezas.

La preparación apropiada debe incorporar la vegetación existente y propiciar su descomposición, eliminar capas compactadas que limiten la penetración del agua y las raíces y facilitar la aireación.

Los suelos livianos y superficiales como los de Altillanura, deben prepararse con rastra, seguido de dos pases de rastrillo. Cuando existan capas compactadas es recomendable usar el arado de cincel, no se recomienda el uso de arado de discos en estos suelos. Los suelos más pesados y profundos como los de vega requieren de un mayor grado de laboreo, después de romper el suelo con arado de discos o cincel, según el caso se darán dos o tres pases de rastrillo para destruir terrones grandes que impidan la emergencia de las plántulas.

Se recomienda la nivelación o emparejada del suelo con un nel o madero y efectuar drenajes para evacuar el exceso de agua en las partes bajas encharcables.

4.4. EPOCA DE SIEMBRA

Las condiciones ambientales como la temperatura, el fotoperíodo, la humedad relativa y la precipitación son algunos de los factores a considerar en la selec-



ción de las fechas de siembra. La época de siembra debe hacerse coincidir con los períodos de lluvias. Por lo general la preparación del suelo se realiza con las primeras lluvias y se siembra cuando éstas se han estabilizado, correspondiendo el período de mayor demanda de agua del cultivo (30 - 70 días) con épocas las de alta probabilidad de precipitación.

El período vegetativo de la variedad también juega un papel decisivo en la fecha de siembra. Las variedades tardías (110 - 120 días), deben ser sembradas con la debida anticipación para que no se presenten problemas de déficit hídrico en etapas de floración y de llenado de cápsulas; mientras que las variedades precoces (90-100 días) pueden ser sembradas hacia el final de las fechas recomendadas. Aunque el ajonjolí se considera especie resistente a la sequía, el déficit hídrico afecta los rendimientos.

Para la cosecha del ajonjolí se requiere un período seco. Por la distribución y cantidad de lluvias en los Llanos Orientales no es recomendable la siembra del ajonjolí en el primer semestre del año porque la cosecha se realizaría en época húmeda, dificultando su secado y produciendo pérdidas en cantidad y calidad del grano. También se favorece una mayor incidencia de enfermedades, foliares y radiculares; mientras que el segundo semestre del año, por presentar época de verano, hacia los meses de diciembre y enero, permiten una excelente cosecha.

El ajonjolí se presenta como una alternativa de rotación para el segundo semestre. Estudios preliminares señalan las fechas de siembra las comprendidas entre el 1 de septiembre y el 15 de octubre, para los suelos de vega y vegones bien drenados.

Para los suelos mejorados de Atilanura y Terraza Alta, las fechas de siembra corresponden del 15 de agosto al 10 de septiembre, para lograr los mayores rendimientos y escapar al déficit hídrico en etapas importantes del cultivo.

Las siembras tardías presentan una mayor incidencia de enfermedades plagas y malezas, aumentando los controles y los costos, mientras que las siembras oportunas proporcionan mayores rendimientos y disminuyen los problemas sanitarios y los costos.

4.5. COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES

La diversidad de condiciones ambientales hace necesario la evaluación del comportamiento de variedades y líneas de mejor adaptación a nuestro ecosistema.

Desde la década de los años 50, cuando el IFA evaluó las primeras introducciones, se destacó por su rendimiento y comportamiento agronómico la variedad Chino rojo, siendo la única variedad sembrada hasta 1972, pero por problemas de susceptibilidad a marchitez por *Macrophomina phaseoli*, el ICA liberó la variedad ICA Pacandé. Posteriormente, fueron entregadas a los agricultores las variedades ICA Ambalá, ICA Matoso y Sesica M-11. Las características más sobresalientes de estos materiales se describen a continuación:

Sesica M-11

Variedad ramificada, inicio de carga a 40 cm, entrenudos medianos, para una altura de planta de 1.60 metros. Florece entre los 35-40 días y madura entre 85-90 días. Cápsula mediana, bicarpelar, contenido de aceite del 50%, semilla color crema. Tolerante a marchitez.

El comportamiento agronómico y el rendimiento de las variedades comerciales y líneas promisorias evaluadas en vegas del río negro y del Ariari, se presentan en la Tabla 1.

Los promedios por variedad y línea superan el rendimiento promedio internacional (450 kg/a y el promedio nacional (600 kg/ha). Se destaca el comportamiento de las líneas ENA 841-3, ENA 841-7 y La Libertad 4, con rendimientos superiores a los 1.000 Kg/ha, sobresaliendo la línea La Libertad 4, con 1.364 kg/ha.

Chino Rojo

Planta ramificada, tallos con ligera coloración violeta-rojiza, flor lila, entrenudos cortos, 2-3 cápsulas por axila, cápsulas bicorpelares dehiscente. florece entre 45-50 días y madura a los 110-120 días. Alcanza una altura de planta de 2.0 metros, semilla color marrón oscuro. Susceptible a marchitez.



Tabla 1. Rendimiento promedio (Kg/ha) y color de semilla de las variedades comerciales y líneas promisorias de ajonjolí en suelos de vega.

Variedad y/o línea	Rendimiento (kg/ha)	Color de semilla
ICA Ambalá	1.038	Café
ICA Pacandé	768	Café
ICA Matoso	966	Bianco
Sesica M-11	603	Bianco
ENA 841-3	1.019	Café
ENA 841-7	1.073	Café
La Libertad 4	1.364	Café
La Libertad 10	913	Café

ICA Pacandé

Selección de chino rojo por tolerancia a marchitez; lanzada en 1972, presenta características similares a chino rojo, pero más precoz, con 100 días a madurez y de menor altura con 1.60 metros, altura de carga a 50 cm, cápsulas medianas bicarpelares dehiscente, semilla marrón oscuro, contenido de aceite 49%. Resistente a marchitez.

ICA Ambalá

Variedad originada de cruzamientos dobles, realizados en 1972 A y B, seleccionando durante 9 semestres la línea 102 mediante el método de selección individual, durante 9 semestres, variedad no ramificada, un solo tallo, presenta una altura de carga de 30 cm y a madurez una altura de planta de 1.80 metros, florece entre 45-50 días y madura entre 100 y 110 días, cápsula larga bicarpelares, totalmente dehiscente, semilla color marrón claro, contenido de aceite del 52% y resistente a marchitez.

ICA Matoso

Variedad ramificada con entrenudos cortos, presenta la primera cápsula a una altura de 45 cm y a una altura de planta a madurez de 1.80 metros, florece entre 45-50 días y madura entre 95-100 días, tiene cápsulas medianas bicarpelares, dos cápsulas por axila, dehiscentes, contenido de aceite del 60% semilla de color crema.

La proyección del ajonjolí hacia los suelos ácidos se presenta con grandes expectativas, particularmente para suelos mejorados con saturaciones de aluminio

inferiores al 60% bajo una tecnología enmarcada dentro del concepto de competitividad y sostenibilidad.

En evaluaciones realizadas en suelos ácidos mejorados del Piedemonte Llanero (C.I. La Libertad), los rendimientos de las variedades comerciales y de líneas promisorias estuvo en el rango de 514 a 679 kg/ha y en suelos ácidos mejorados de la Altillanura fue de 529-924 kg/ha. Estos resultados demuestran el gran potencial que tiene el ajonjolí para los suelos ácidos de la Orinoquia Colombiana.

Las variedades y líneas promisorias han presentado un comportamiento agronómico similar para las condiciones de suelos ácidos mejorados (tabla 2). En general, su período vegetativo es de 85-110 días, a floración de 41-44, una altura de planta de 125 a 151 cm, un inicio de carga de 54 a 67 cm y un número de cápsulas por planta de 52 a 92.

4.6. SIEMBRA

4.6.1. Sistemas de siembra

Existen muchos métodos de siembra del ajonjolí en el país pero todos ellos presentan cierta dificultad por ser tan pequeña la semilla. Se requieren de 1.0 - 1.5 kg/ha de semilla pero debido a la dificultad para dosificar con precisión y establecer desde un comienzo la población definitiva, generalmente se utilizan cantidades mucho mayores de semilla (2.0 - 4.0 kg/ha).

Se recomienda utilizar la cantidad de semilla mínima que permita el método de siembra seleccionado, que asegure uniformidad en la población y minimice los

Tabla 2. Rendimiento promedio (kg/ha) y características agronómicas de variedades comerciales y líneas promisorias de ajonjolí en suelos ácidos mejorados.

Variedad y/o Línea	Altura Planta (cm)	Inicio Carga (cm)	Cápsulas por planta	Rendimiento (Kg/ha)
ICA Ambalá	150	66	72	682
ICA Pacandé	149	67	62	659
ICA Matoso	139	62	71	633
Sesica M-11	141	59	74	548
ENA 841-3	139	66	76	522
ENA 841-7	136	63	92	718
La Libertad 4	127	59	75	780
La Libertad 10	137	57	61	660

costos en mano de obra en el distanciamiento y raleo. La profundidad de la semilla en el suelo no debe ser mayor de 3.0 cm para lograr plantas vigorosas y uniformes.

Algunos de los sistemas de siembra utilizados son los siguientes:

Siembra manual

Se trazan y se abren los surcos superficiales colocando la semilla directamente con la mano o utilizando una botella con tapa perforada. Otra modalidad es la siembra por sitio, colocando varias semillas de acuerdo con la distancia entre planta recomendada. Con este sistema se utilizan de 3-4 kg de semilla por hectárea.

Siembra manual - mecánica

Este método de siembra utiliza una sembradora convencional de platos o discos (Apolo - John Deere, etc); se le quitan las tolvas y se reemplazan por embudos de 25 cm de diámetro que se colocan en el orificio de descarga de la semilla. Se borra el tiro, se coloca un tablón de madera para que se sienten tantas personas como cuerpos tenga la sembradora. Estas personas alimentan de semilla los embudos a medida que el tractor avanza y cada sembrador utilizará una botella con tapa perforada para dosificar la semilla con este método se utilizan de 4 - 5 kg/ha de semilla.

Siembra mecanizada

En la región no existe sembradoras que permitan la distribución y dosificación con precisión de la canti-

dad de semilla, con las sembradoras de una sola tolva (arroz) con disposición de chorros cada 18 cm, es posible efectuar siembras apropiadas de ajonjolí, suspendiendo o tapando algunos chorros de acuerdo a la distancia entre surcos recomendada y mezclando en partes iguales la semilla con turba o cascarilla de arroz.

En las sembradoras de plato o disco, se modifican las proporciones de los platos distribuidores de semilla 10-15 proporciones de 4-6 mm de diámetro y mezclando semilla en partes iguales de material inerte permitan siembras adecuadas. Se requiere en este sistema de 4-5 kg/ha de semilla.

Las sembradoras neumáticas serían las más recomendadas porque permiten excelente distribución de la semilla en el surco, uniformidad de la profundidad y se reducen los costos en labores de distanciamiento y raleo. La carencia de estos equipos en el país por su alto costo ha promovido la inventiva e ingenio de nuestros agricultores en la siembra del ajonjolí.

4.6.2. Distancias y dimensiones de siembra

La densidad de siembra requerida por las distancias entre surcos y entre plantas además de las condiciones de suelo y clima, favorecen en la obtención de máximos rendimientos. La altura de la planta, el número de ramas y cápsulas por axila, la tolerancia al volcamiento, el tamaño y forma de las hojas son característica importante a tener en cuenta para recomendar la distancia y densidad apropiados.

El rendimiento del ajonjolí depende de la producción por planta y del número de plantas, con bajas poblaciones, la producción por planta es alta pero el rendimiento por hectárea es bajo, debido a la poca población. A medida que las distancias entre surcos y plantas disminuyen, es mayor la densidad de población y por lo tanto la competencia.

Las variedades de ajonjolí tienen respuestas diferentes a la competencia, por esta razón las distancias y densidades de siembra, con las cuales se obtienen los mayores rendimientos, dependen de la variedad que se utilice. Por todo lo anterior, técnicamente no se recomiendan las siembras al voleo.

En general, las variedades ramificadas deben sembrarse a mayores distancias entre surcos y plantas y cuanto mayor sea el distanciamiento entre plantas, mayor cantidad de ramas, lógicamente entre menor sea la distancia, el carácter de ramificación se manifiesta con menor intensidad. Las variedades no ramificadas requieren menores distanciamientos entre surcos y plantas.

Las variedades de porte alto y abundante ramificación como ICA Pacandé e ICA Matoso, deben sembrarse a espacios mayores y las variedades ICA Ambalá (no ramificada) y Sesica M-11 (poca ramificación), necesitan menores distancias entre surcos y plantas.

La tabla 3 presenta los efectos de las distancias entre surcos y entre plantas en la variedad ramificada ICA Pacandé. Los mayores rendimientos se obtuvieron a las distancias de 40 cm entre surcos y 10 cm

entre plantas, a 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas y a 60 cm y 10 cm entre plantas con 1.699 kg/ha 1.572 kg/ha y 1.542 Kg/ha respectivamente, correspondiendo a densidad de población 250.000, 100.000 y 166.000 plantas por hectárea.

En general, el rendimiento disminuyó a medida que se aumentaba el espaciamiento entre surcos y entre plantas, a 70 cm entre surcos y 20 cm entre plantas se obtuvo el más bajo rendimiento con 1.103 kg/ha. El mayor rendimiento en la variedad ICA Pacandé ramificada se obtiene a una densidad de población entre 250.000 - 100.000 plantas por hectárea.

La altura de planta fue mayor a 40 y 50 cm entre surcos y a 5 cm entre plantas con 175 cm y 176 cm y se redujo al aumentar el espaciamiento entre surco y planta, con 166 cm a la distancia de 70 cm y 20 cm entre surco y planta.

El número de cápsulas por planta fue menor a la distancia de 40 cm y 5 cm entre surcos y planta con 53 cápsulas y fue aumentando a medida que se ampliaba la distancia entre surco y planta, alcanzando un total de 164 cápsulas a las distancias de 70 cm entre surcos y 20 cm entre plantas.

En la tabla 4 aparecen los efectos de las distancias entre surcos y entre plantas sobre la variedad no ramificada ICA Ambalá. Los mayores rendimientos se obtuvieron a la distancia entre surcos de 40 y 50 cm entre surcos y a la distancia de 5 y 10 cm entre plantas con 1.514k g/ha, 1.438 kg/ha, 1.384 kg/ha,

Tabla 3. Efectos de la distancia entre surcos y entre plantas sobre la variedad ICA Pacandé (ramificada) en suelos de vega

Distancia entre surcos cm.	DISTANCIA ENTRE PLANTAS								
	Rendimiento kg/ha			Altura planta cm			No. cápsulas/planta		
	5	10	20	5	10	20	5	10	20
40	1.531	1.799	1.425	176	174	168	53	62	105
50	1.192	1.419	1.572	175	170	168	58	84	111
60	1.443	1.542	1.286	173	172	167	62	93	147
70	1.176	1.247	1.103	173	164	166	85	109	164
Promedio	1.336	1.502	1.347	174	170	167	65	87	142

1.400 kg/ha respectivamente, correspondientes a densidades de población de 500.000 a 250.000 plantas por hectárea. El rendimiento fue disminuyendo al ampliar a 60 y 70 cm la distancia entre surcos e igualmente aumentando la distancia de 5 a 20 cm entre plantas, a la distancia de 70 cm y 20 cm entre surcos y plantas se obtuvo el más bajo rendimiento con 816 kg/ha.

La altura de planta también se vio afectada por las distancias de siembra; la mayor correspondió a 40 y 50 cm entre surcos con 180 cm; disminuyendo gradualmente a medida que se aumentaban las distancias entre surcos y plantas. La mayor altura correspondió a las distancias de 70 y 60 cm entre surcos y 20 cm entre plantas con 165 cm.

El número de cápsulas por planta presentó variaciones significativas con las distancias de siembra; el menor número de cápsulas de 53 y 57 correspondió a las distancias de 40 y 50 cm entre surcos y 5 cm entre plantas; aumentando considerablemente el número a medida que se ampliaban las distancias de siembra, alcanzando el mayor número de cápsulas de 110 a la distancia de 70 cm entre surcos y 20 cm entre plantas.

4.7. MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS

El problema de malezas en el cultivo de ajonjolí, es sobre todo durante los primeros 40 días después de la emergencia, causando pérdidas considerables, debido a la competencia por el lento crecimiento y desarrollo de la planta y a la interferencia de las ma-

lezas en la cosecha aumentando los costos de producción.

Para prevenir los efectos adversos de las malezas, es necesario combatirlos eficazmente y el manejo adecuado se logra con la interacción de los métodos culturales, mecánicos y químicos, de acuerdo con las condiciones de la zona y a los recursos del agricultor. En la Altillanura se presentan otros problemas de malezas diferentes a los existentes en el Piedemonte.

Control cultural

Pretende obtener plántulas vigorosas y competitivas y tomar medidas preventivas para evitar el establecimiento de malezas agresivas de difícil control, mediante el uso de semilla de calidad, libre de semilla de malezas, adecuada preparación del suelo; siembra a la distancia y densidades recomendadas para facilitar un rápido cubrimiento, competencia y el crecimiento de las malezas; la aplicación localizada de fertilizantes; el control de plagas y enfermedades, y la rotación de cultivos, son algunas de las prácticas realizadas en el control cultural de las malezas.

Control mecánico

Este control corta, arranca o cubre las malezas para causar la muerte por destrucción, secamiento o asfixia. Puede ser practicada manualmente con machete o azadón; aunque costoso, reduce infestaciones de malezas de difícil control por otros métodos. También se usan implementos como cultivadoras para eliminar malezas, las cuales debe ser recomendadas

Tabla 4. Efectos de la distancia entre surcos y entre plantas para la variedad ICA Ambalá (no ramificada) en suelos de vega

Distancia entre surcos cm.	DISTANCIA ENTRE PLANTAS								
	Rendimiento kg/ha			Altura planta cm			No. capsulas/planta		
	5	10	20	5	10	20	5	10	20
40	1514	1438	1330	180	172	170	53	70	99
50	1384	1400	1087	181	168	166	57	69	91
60	1227	928	994	176	167	165	66	81	84
70	930	995	816	173	173	165	58	92	110
Promedio	1264	1190	1057	177	170	166	58	78	



en lotes secos y adecuados, sembrados a distancias entre surcos apropiadas. Se considera un complemento ideal en el control de malezas.

Control químico

Las malezas también pueden ser controladas o eliminadas mediante el uso de sustancias químicas, sin afectar el cultivo.

La primera condición de los herbicidas es que no sean fitotóxicos al cultivo y si a las malezas. La dosis del producto varían con el tipo de suelo; ya que el ajonjolí se siembra en suelos franco y livianos. Es necesario tener en cuenta el estado de desarrollo y la población de malezas.

Otros aspectos como el ambiente, la toxicidad sobre el hombre, los animales y los costos con relación a los beneficios económicos que se derivan de su uso, deben ser considerados en este cultivo. Los herbicidas aplicados al suelo requieren de una adecuada humedad para mayor eficiencia, acción y control de las malezas.

Algunos herbicidas recomendados para el control de las malezas más comunes, en el cultivo de ajonjolí se presentan en la tabla 5.

4.8. FERTILIZACION

Para determinar la fertilización que se debe aplicar al cultivo de ajonjolí, se debe tener en cuenta el análisis de suelo, el tipo de fertilizante, el método y época de aplicación, ya que mediante el uso eficiente de estos factores se puede lograr mayor rentabilidad.

Los primeros resultados obtenidos a partir de 1975, indican que el ajonjolí es una alternativa rentable en los suelos del Piedemonte Llanero, como cultivo de rotación para el segundo semestre del año.

CORPOICA e ICA Regional 8, intensificaron la investigación del ajonjolí en tres agroecosistemas de la Orinoquía; suelos aluviales recientes (vegas), de terraza alta y altillanura mejorados, cuyos análisis de caracterización aparecen en la tabla 6.

4.8.1. FERTILIZACION EN SUELOS DE VEGA

En un suelo de vega del río Ariari se realizaron dos experimentos con el fin de determinar los requerimientos del cultivo de ajonjolí a los nutrientes N, P y K.

En el primer experimento se evaluaron dos genotipos de ajonjolí; la variedad ICA Ambalá y la Línea La Libertad 10 y tres niveles de N (0, 50 y 100 Kg/ha) aplicado en banda después de raleo y con la siguiente fertilización constante 50 kg/ha de P_2O_5 y 30 kg/ha de K_2O aplicados en banda al momento de la siembra.

En el segundo experimento se evaluó la Línea La Libertad 10 con tres niveles de P_2O_5 (0, 50 y 100) y tres niveles de K_2O (0, 30 y 60 Kg/ha) y una fertilización constante de 25 Kg/ha de N.

De acuerdo a los resultados obtenidos en suelos de vega de Granada (tabla 7), no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento por efecto de la fertilización nitrogenada, debido probablemente al alto contenido de materia orgánica del suelo.

Tabla 5. Herbicidas recomendados para el control de malezas en el cultivo de ajonjolí.

HERBICIDAS	DOSIS (long/ha) l.A./ha	EPOCA APLICACION
Linoran	1.0	Preemergente
Diuron	0.5	Preemergente
Alaclor	2.0	Preemergente
Oxifluorfen	0.18	Preemergente
Pendimetalina	1.0	Preemergente o presiembra PSI
Matoaclor	1.0	Preemergente o PSI
Pretilaclor	1.5	Postemergente
Ensulfuron Metyl	0.035	Postemergente
Fluazitof butyl	0.75	Postemergente

Fuente: Baquero, C.E. y Siabatto, R.I. Unillanos



Tabla 6. Análisis de caracterización de los suelos de vega (Clase I) y ácidos mejorados (Clase IV)

Unidad Fisiográfica	Municipio	Localidad	Textura	pH	M.O. %	P pmm	meq/100 g de suelo					Sat. Al %
							Ca	Mg	K	Na	Al	
Piedemonte	Granada ¹	Los Naranjos	FAr	5.1	4.6	22.7	3.25	0.60	0.22	0.14	1.17	78
Terraza Alta	Villavicencio ²	SENA	FArA	4.6	2.9	2.0	0.33	0.14	0.06	0.12	-	
Atillanura	Pto Lopez ²	La Libertad Finca Consulta	FAr	4.3	2.4	5.0	0.64	0.20	0.08	0.14	-	

1. Laboratorio de suelos de Unillanos

2. Laboratorio de suelos del C.I. La Libertad

Tabla 7. Respuesta del ajonjolí a la fertilización con N en el suelo de vega (Granada)

Niveles de N (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)		
	ICA Ambalá	La Libertad 10	Promedio
0	634 a	648 a	641
50	1.138 a	711 a	924
100	704 a	880 a	792

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

Sin embargo, la variedad ICA Ambalá produjo el mayor rendimiento (1.138 kg/ha) con la aplicación de 50 kg/ha de N con un incremento del 79.5% con respecto al testigo sin N; en cuanto a la Línea La Libertad 10, el mayor rendimiento (880 kg/ha), se obtuvo con la dosis de 100 kg/ha de N y superó al testigo sin N en un 35.7%.

Datos promedio de tres repeticiones.

Al evaluar los resultados de la fertilización con P y K, se observa en la tabla 8 que no hay respuesta del ajonjolí a estos nutrientes, debido probablemente al alto contenido que presenta el suelo (tabla 6); sin embargo, al aplicar 30 kg/ha de K₂O se incrementó el rendimiento (1.177 kg/ha) en un 19.8% con respecto al testigo.

Promedio de tres repeticiones

De los anteriores resultados se puede definir que en suelos de vega de buena fertilidad se debe usar una fertilización moderada, con el fin de conservar la fertilidad del suelo; 50 kg/ha de N y como fuente la Urea; 30 kg/ha de P₂O₅ como superfosfato triple; 30 kg/ha de K₂O como cloruro de potasio.

4.8.2. FERTILIZACION EN SUELOS DE TERRAZA ALTA Y ATILLANURA MEJORADOS

Para evaluar la respuesta del ajonjolí (var. ICA Ambalá y La Libertad 10) a la fertilización con N, P y K se realizaron dos experimentos en Terraza Alta y dos en Atillanura, a los cuales se les aplicó cal dolomita en un nivel de 300 kg/ha. En el experimento con N, se evaluaron los niveles de 0, 50, 75 y 100 kg/ha de N y se usó la siguiente fertilización constante: 50 kg/ha de P₂O₅ y 60 kg/ha de K₂O y en el segundo experimento se evaluaron los niveles de P₂O₅ (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y 0, 30, 60, 120 kg/ha de K₂O; se aplicó una dosis constante de 50 Kg/ha N.

Los resultados (tabla 9) indican que no hay diferencia significativa en el rendimiento de los dos genotipos por la aplicación de N en las dos localidades; sin embargo, el mayor rendimiento (908 kg/ha) lo alcanzó la variedad Ambalá, en el suelo de Terraza Alta, al aplicar la dosis de 75 kg/ha de N. En cuanto a la línea La Libertad 10, presentó el mayor rendimiento (835 kg/ha) al fertilizar con 100 kg/ha de N con un incremento del 22% con respecto al testigo sin N y 795 kg/ha al aplicar 50 kg/ha con un incremento del 16.3%.

Tabla 8. Respuesta del ajonjolí (La Libertad 10) a la fertilización P y K en suelo de vega. Granada

Niveles de P_2O_5 (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Niveles de K_2O (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)
0	1.063 a	0	983 a
50	975 a	30	1.177 a
100	1.093 a	60	971 a

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

Al probar la respuesta de la línea La Libertad 10 a diferentes niveles de P_2O_5 en suelo de terraza alta mejorado, no se encontró diferencia significativa en el rendimiento; sin embargo, al aplicar 50 kg/ha de P_2O_5 se incrementó en un 16.9% como se puede observar en la tabla 10.

En cuanto al suelo de Altillanura, la Línea La Libertad 10 presentó los mayores rendimientos (982 y 1.060 kg/ha) con los niveles de 100 y 150 kg/ha de P_2O_5 respectivamente, sin presentar diferencia significativa, por lo cual se debe optar por aplicar la dosis más económica.

De acuerdo con los anteriores resultados una fertilización razonable para los suelos de Terraza Alta y Altillanura es la siguiente: 75 a 100 kg/ha de N y como fuente urea; y de P_2O_5 entre 50 y 100 kg/ha como superfosfato triple.

Con respecto a la fertilización con potasio (tabla 11), se observa que tanto en terraza alta como en Altillanura, no hay respuesta a la aplicación de este elemento, a pesar de encontrarse en un nivel muy bajo en el suelo; según el análisis químico (tabla 6).

Por lo tanto, hasta no determinar cual es la falta de respuesta del ajonjolí y otros cultivos como soya y sorgo a la fertilización potásica, es conveniente aplicar una dosis moderada (40 kg/ha K₂O, ya que el cultivo lo extrae de acuerdo a sus requerimientos y las reservas del suelo pueden llegar a agotarse.

Varios autores sostienen la teoría que los suelos de la Orinoquia al igual que la mayoría de los suelos colombianos tienen la capacidad de suministrar potasio a las plantas, debido a que lo liberan de los minerales primarios y secundarios y de la fracción de arcillas que conforman estos suelos. Entre ellos predomina la clorita aluminica que aparentemente contienen núcleos residuales de micas, recubiertas por coloides, cuyo contenido de K podría ser tomado por las plantas.

4.9. MANEJO DE PLAGAS

Varias especies de insectos fitofagos se encuentran asociados al cultivo del ajonjolí pero en su mayoría se pueden considerar plagas secundarias, debido a que sus poblaciones no causan daños económicos al cul-

Tabla 9. Respuesta del ajonjolí a la aplicación de N en suelos ácidos mejorados

Niveles de N	Rendimiento (Kg/ha)					
	Villavicencio ¹			Puerto López ²		
	Ambalá	La Libertad 10	Promedio	Ambalá	La Libertad 10	Promedio
0	884 a	683 a	783	571 a	512 a	541
50	784 a	795 a	789	609 a	631 a	620
75	908 a	721 a	814	503 a	536 a	519
100	877 a	835 a	856	682 a	657 a	669

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey

¹ C.I. La Libertad ² Finca La Consulta



Tabla 10. Respuesta del ajonjolí Línea La Libertad 10 a diferentes niveles de P en suelos ácidos mejorados.

Nivel de P ₂ O ₅ Kg/ha	Rendimiento Kg/ha	
	Puerto López	Villavicencio
0	808 b	644 a
50	855 b	753 a
100	982 a	770 a
150	1.060 a	755 a

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey

¹ C.I. La Libertad ² Finca La Consulta

Tabla 11. Respuesta del ajonjolí Línea La Libertad 10 a diferentes niveles de K en suelos ácidos mejorados.

Nivel de P ₂ O ₅ Kg/ha	Rendimiento Kg/ha	
	Puerto López	Villavicencio
0	974 a	731 a
30	906 a	689 a
60	943 a	734 a
120	882 a	806 a

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey

² C.I. La Libertad ¹ Finca La Consulta

tivo. Solo algunas como *Antigastra catalaunais* se puede catalogar como paga primaria, ya que se presenta generalmente causando pérdidas en los rendimientos y requieren algún tipo de control.

El manejo de plagas debe integrar varios factores como control biológico, el control cultural, el control micro-biológico y el control químico.

El control químico, en caso de ser necesario debe basarse en la estimación de las poblaciones plagas y su daño, se deben utilizar insecticidas selectivos oportunamente en las dosis justas, para el menor detrimento del medio ambiente.

Tierrosos y trozadores:

Se presentan en los primeros días de edad del cultivo. Los más comunes son la hormiga arriera y el complejo *Spodoptera sp.* El control debe ser preventivo y de tipo cultural, mediante la destrucción de socas, la correcta y oportuna preparación del terreno, siembras uniformes en épocas recomendadas y buen suministro de agua.

Para el control de la hormiga arriera se recomienda localizar los hormigueros e insulfar en sus entradas clorpirifos o carbaril en polvo. En caso de presentarse trozadores se deben usar cebos tóxicos cuando la plaga se presente en focos; el cebo contiene: 50 Kg de salvado de maíz, cascarilla de arroz o aserrín 3 litros de miel de purga melaza; 12 litros de agua. Se deben mezclar con 0.5 Kg de insecticida como carbaril o triclorfon y aplicar en fresco en las horas de la tarde.

En ataques severos y generalizados se puede asperjar triclorfon 80% ps, 0.5 kg i.a. por hectárea o clorpirifos polvo 20 kg/ha, aplicando al suelo.

Crisomélidos

Los crisomelidos o cucarroncitos del follaje se presentan generalmente sin causar pérdidas económicas al cultivo. Los más comunes son *Diabrotica spp.*, *Cerotoma spp.* y *Colaspis spp.*

Medidas culturales como riego, preparación oportuna del suelo, siembras oportunas y uniformes, con-



trol de malezas de hoja ancha, disminuyen el riesgo de infestación.

El control químico se justifica únicamente en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, cuando se encuentren en promedio, mas de dos adultos por planta. El triclorfon (0.2 -0.3 kg i.a./ha); Endosulfan-O EPN (0.3-0.4 kg i.a/ha) son algunos productos que controlan altas poblaciones de estos crisomelidos.

Comedores y chupadores del follaje

Se pueden presentar durante todos los periodos de desarrollo del cultivo; los más comunes son *Antigastra catalaunalis*, *Spodoptera frugiperda* y el chinche *cyrtopeltis tenuis*. De ellos, el único que requiere control por desarrollar altas densidades poblacionales que disminuyen los rendimientos es el gusano enrollador del ajonjolí *A. catalaunalis* y el *Heliiothis spp.*

Las posturas de *Heliiothis* son parasitadas por *Trichogramma sp*; para el control biológico de esta plaga se recomiendan liberaciones semanales de 50 pulgadas/ha, a partir del inicio de la floración. Para el control de larvas se pueden utilizar insecticidas biológicos o inhibidores de quitina. En altas infestaciones, el control químico puede ser Metil Parathion 0.5 i.a./ha o piretroides en dosis comerciales.

4.10. COSECHA

Es una de las labores más importantes del cultivo teniendo en cuenta que debe realizarse oportunamente y cuidadosamente para reducir pérdidas de semilla debido a la apertura de las cápsulas.

La época de corte se determina cuando las plantas llegan a madurez fisiológica y un aspecto general es que las hojas, se caen o se ponen amarillentas sobre todo en la parte basal.

Existen variedades que al llegar a maduración, tienen las hojas aún verdes o no se han defoliado, por lo tanto, la apertura de las cápsulas bordes es un buen inicio de la época de corte. Normalmente estas condiciones se logran entre 95-100 días en las variedades existentes en Colombia. Existen diferentes sistemas de cosecha de ajonjolí.

Cosecha Manual

Este sistema consiste en la ejecución manual de las labores de corte, engavillada, secada, sacudida y limpieza.

Corte

Se efectúa con machete a 25-30 cm de altura, cuando las plantas han llegado a su madurez fisiológica.

Engavillada

Después de 12 horas de sol, se puede proceder a elaborar las gavillas. Se hacen atados de 50-80 plantas dependiendo del grado de ramificación en forma cónica con un espacio interior para facilitar la aireación y evitar la pudrición durante el secado. Se deben amarrar las gavillas para protegerlas de vientos fuertes.

Secado

Transcurridos 10-15 días del corte y dependiendo de la radiación solar y del verano, las plantas y especialmente las cápsulas se han secado y abierto completamente, considerándose listas para sacudir las gavillas.

Sacudida y limpieza

Para ejecutar esta labor se voltean las gavillas sobre lonas, se toman palos pequeños y se golpean para sacar las semillas de las cápsulas.

Para limpiar las semillas se utilizan zarandas finas, corrientes de aire o ventiladores eléctricos, posteriormente se empaca para su venta.

Cosecha manual-mecánica

Se utiliza una máquina cortadora-atadora y manualmente se hacen las gavillas. Cuando las plantas están secas se depositan en una combinada la cual trilla y entrega limpio el grano.



Cosecha mecánica

Sistema de reciente introducción para variedades dehiscentes, poco usado en Colombia; requiere la aplicación de productos desecantes como Gramoxone 2-3 litros por hectárea, cuando el cultivo ha llegado a madurez fisiológica.

Entre 8-10 días después de la aplicación del desecante se cosecha directamente a una combinada provista de un cabezote diseñado para este cultivo; siendo indispensable esta modificación para reducir al máximo las pérdidas durante la cosecha.

BIBLIOGRAFIA

1. Baquero, C.E. y R.I. Siabatto. 1993. Evaluación de herbicidas por selectividad y efectividad en el cultivo del ajonjolí. Tesis Unillanos.
2. FONAIAP. Fondo Nacional de Investigadores Agropecuarios 1991. El cultivo del ajonjolí en el estado Anzoátegui. Plegable divulgativo. Maracay
3. ICA Sesica M-11 1983. Variedad precoz de ajonjolí para la Costa Atlántica. Plegable divulgado No. 178. Motilonia.
4. Mazzaní, B. 1992. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela, Maracay, Venezuela, FONAIAP, 127 p.
5. Muñoz, Miguel A., Espinosa D, y Alvarez, R. 1993. El cultivo del ajonjolí en la Costa Atlántica, ICA-CORPOICA. Documento de trabajo, programa de Oleaginosas de Ciclo Corto. C.I. Turipaná, 81 p.
6. Muñoz, M.A. 1990. Recomendaciones prácticas para el manejo del ajonjolí en la Costa Atlántica. ICA, Regional 2. Programa de Oleaginosas, C.I. Turipaná 15 p.
7. Varón, R.C.A. 1987. Técnicas de producción para el cultivo de ajonjolí (Sesamun indicum L.) ICA, programa Oleaginosas de grano y Oleaginosas de grano y Oleaginosas Anuales, C.I. Natama, Espinal Tolima, 52 p.