

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera Ingeniería Agrónoma



Influencia de la distancia de siembra sobre las plagas y el rendimiento agrícola en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.)

Tesis presentada para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo

Diplomante: Anialis Almeida Rivero

Tutor: Dr. C. Ubaldo Álvarez Hernández

Santa Clara, 2015

La Ciencia aumenta la capacidad de juzgar que posee el hombre, y le nutre de datos seguros...

José Martí.

A mi madre Maira Rivero Costa que tanto deseó ver finalizados mis estudios universitarios y que en toda su vida me ha guiado y ayudado.

En especial a mi padrastro Daniel Llerena Ortega que fue como un padre para mí y siempre soñó con ver realizado el sueño de mi madre.

A toda mi familia por estar a mi lado en los tiempos alegres y los difíciles.

A todas las personas que han estado en mi vida dando amistad y solidaridad en todo momento.

Desde aquí quiero agradecer su apoyo a todas las personas que han hecho posible el desarrollo de este trabajo.

En primer lugar, quiero agradecer a Dr. C. Ubaldo Álvarez Hernández su dedicación y esfuerzo, siendo un amigo, a la vez mi tutor.

A la MSc. Arahis Cruz Limonte por su disposición, apoyo y sus valiosas orientaciones para este trabajo

También quiero agradecer al productor de la finca "Día y Noche" por su colaboración técnica y apoyo brindado.

Muchas gracias a la UCLV como institución formadora de profesionales en un ambiente agradable y humano, prescindible para una buena educación.

A mi familia por su apoyo en todo momento.

A mi amiga Arianna y a toda su familia, en especial a su madre Milaida y Osvaldo por su apoyo y dedicación brindado durante los 5 años de mi carrera.

A mis compañeros de aula que juntos compartimos años de ayuda y estudio, en especial a Darien Dreke por su ayuda y apoyo brindado.

A todos mis amigos en las diferentes etapas de estudio.

A todos los profesores de los diferentes niveles, en especial a los de la UCLV por su enseñanza, educación y formación durante tantos años.

Por último un agradecimiento especial a la Revolución y su máximo líder Fidel.

Resumen

Con el objetivo de evaluar la influencia de la distancia de siembra sobre las plagas y el rendimiento agrícola en ajonjolí, se desarrolló una investigación de campo en un suelo Pardo Mullido medianamente lavado, en la finca “Día y Noche” de la Unidad Básica de Producción Cooperativa 28 de Octubre perteneciente a la Empresa Agropecuaria Municipal Valle del Yabú ubicada en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara, durante el período de agosto a noviembre de 2014. Se utilizó un genotipo proveniente de un productor de la Cooperativa de Créditos y Servicios “Mártires de Fomento”. Se emplearon dos distancias de siembra que se corresponde con los tratamientos el primero 0.60 m y el segundo 0.80 m, la siembra se realizó manual por chorrillo ligero; se evaluaron los insectos asociados al cultivo en relación con la fenología y las climáticas, las arvenses presentes a los 60 días después de la siembra, los indicadores morfoagronómicos, el rendimiento agrícola y sus componentes. Se cuantificaron cinco especies de insectos fitófagos; se destaca *Systema basalis* Duval, afectando en mayor grado al tratamiento 2. Fueron identificadas 12 arvenses en ambas distancias de los órdenes *Cyperales*, *Euphorbiales*, *Malvales*, *Caryophyllales* y *Commelinales*. No existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en cuanto a los indicadores morfoagronómicos, excepto en la zona productiva. En el rendimiento agrícola y sus componentes se obtuvieron valores superiores en el tratamiento 1 con diferencias significativas respecto al tratamiento 2. Los resultados obtenidos estuvieron influenciados por las variables climáticas.

Palabras Claves: distancia, ajonjolí, insectos, rendimiento.

Índice

1. Introducción	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
2. Revisión bibliográfica	3
2.1 Origen e importancia del cultivo del ajonjolí	3
2.2 Aspectos botánicos y fisiológicos del ajonjolí	3
2.3 Requerimientos agroecológicos.....	4
2.4 Estado fenológico del cultivo	5
2.5 Variedades comerciales	6
2.6 Distancias de siembra.....	7
2.7 Principales plagas asociadas al cultivo	10
2.8 Medidas de control de plagas en ajonjolí	11
2.8.1 Medidas agrotécnicas	11
2.8.2 Medidas naturales.....	12
2.8.3 Medidas de control químico	12
2.9 Principales enfermedades en el cultivo del ajonjolí.....	13
2.10 Arvenses asociadas al cultivo	14
1.11 Rendimiento	15
3. Materiales y Métodos	17
3.1 Efecto de la distancia de siembra sobre la incidencia de insectos	18
3.2 Relación de las arvenses presentes en al cultivo	19
3.3 Efecto de la distancia de siembra sobre los indicadores morfoagronómicos.....	20
3.4 Efecto de la distancia de siembra sobre los componentes de rendimiento agrícola	20
3.5 Rendimiento agrícola	20

4. Resultados y discusión	21
4.1 Incidencia de insectos	21
4.2 Relación de las arvenses presentes en al cultivo	26
4.3. Indicadores morfoagronómicos evaluados.....	30
4.4 Componentes de rendimiento agrícola.....	33
4.5 Rendimiento agrícola	35
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Bibliografía	

1. Introducción

El ajonjolí es dentro de las oleaginosas la planta aceitera más antigua del mundo (González, 1961), y se utiliza en la producción de aceite de la más alta calidad para consumo humano, en la farmacopea moderna, y sus semillas son consumidas por el hombre (turrónes, “dressing” en panaderías y dulcerías).

Según Costa Rica (2007) es el cultivo oleaginoso cuya semilla tiene el más alto contenido de aceite: 45 a 50 %; contiene además 35 % de proteína; 8 % de carbohidratos y minerales.

González (1961) se refiere que el aceite de ajonjolí se encuentra entre los mejores para usos culinarios, conservería y preparaciones farmacéuticas debido a sus características físicas. El residuo industrial de la extracción del aceite, tiene tanto valor en la alimentación animal como la del maní y es superior a las otras semillas oleaginosas. Los rendimientos oscilan de 0,51 a 1,2 t ha⁻¹.

Los principales países productores de ajonjolí son La India, China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 % de la producción mundial. En el caso de México y Centroamérica, la participación en la producción es de 0,7 y 1,5 % respectivamente (Costa Rica, 2007). La mayor proporción del área cultivada a nivel mundial se ubica en La India con 31 % en 2004, seguida por Myanmar (19 %), Sudan (13 %) y China (10 %). En los casos de México y Centroamérica, 0,69 y 1,14 % respectivamente.

La gran necesidad que tiene el país de producir grasas, requiere que los agricultores pongan más atención a los cultivos oleaginosos. El análisis económico de este cultivo, si se le compara con el maní, es muy ventajoso, debido a que cada caballería sembrada de ajonjolí equivale a dos caballerías de maní en rendimiento industrial de aceite (González *et al.*, 1961).

En la provincia de Villa Clara no se han realizado investigaciones con respecto a evaluar el potencial agro-productivo del cultivo del ajonjolí y cuál es la mejor distancia de siembra, para poder brindar una alternativa viable a mediano plazo a

los pequeños productores, poniendo a disposición la información necesaria sobre este cultivo con lo cual se contribuye a la solución de esta problemática.

Lo anteriormente expresado nos lleva a la siguiente hipótesis:

Si se determina la distancia de siembra óptima del ajonjolí, su influencia sobre las principales plagas y el rendimiento agrícola, entonces se contribuirá al manejo del cultivo.

Objetivo general.

Evaluar la influencia de la distancia de siembra sobre las plagas y el rendimiento agrícola en ajonjolí (*S. indicum* L.).

Objetivos específicos.

1. Determinar el efecto de la distancia de siembra sobre la incidencia de las plagas (insectos, arvenses) en ajonjolí.
2. Evaluar el efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento agrícola y sus componentes en ajonjolí.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Origen e importancia del cultivo del ajonjolí

Según Cristaldo (2007) no se conoce con precisión el origen del ajonjolí, pero su cultivo es desde tiempos remotos en Etiopía (África), y se expandió a India, China, Japón y los países Mediterráneos. Con el descubrimiento de América, los esclavos del África trajeron la semilla a México y Centroamérica. La semilla era utilizada por los indios y chinos como aceite de sésamo para embellecer la piel y como consumo en sustitución del aceite de oliva. Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México. Sin embargo, las semillas de mayor calidad proceden de Centroamérica, principalmente de Guatemala.

Se considera su centro de origen en África con diferentes centros de diversificación en el continente asiático. Sin embargo, investigaciones recientes utilizando marcadores moleculares indican que ya fue introducido en el subcontinente Indico, en la Edad de Bronce y de allí llevado a la Mesopotamia (IPGRI, 2004).

La producción del ajonjolí en Cuba está confinada en la actualidad a pequeñas áreas, donde los potenciales de rendimiento muchas veces no alcanzan los óptimos genéticamente (Cuba, 2003).

2.2 Aspectos botánicos y fisiológicos del ajonjolí

El ajonjolí su cultivo es anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas. Se caracteriza por ser una planta herbácea que soporta temperaturas que fluctúan entre 20 °C y 35 °C, requiere de precipitaciones pluviales entre 400 y 900 mm. Sus hojas son verdes y flores blancas o rosas, su tronco es erguido produce cápsulas con numerosas semillas lisas, entre 15 - 25 semillas como promedio, planas ambas caras y de color amarillento, con tendencia a desprenderse al madurar. Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos

son de texturas ligeras: franco, franco arenoso y franco arcilloso, su pH es 5,5 - 7. Se adapta al clima con altitud entre 0 - 600msnm (Cristaldo, 2007).

El sésamo se desarrolla en lugares donde la temperatura media no sea menores a 25 °C y no mayores a 40 °C. Las precipitaciones de 300 a 600 mm durante el ciclo del cultivo permiten buenos resultados. Posee un complejo modelo de desarrollo, con gran variabilidad de hábito de crecimiento, con tipos de plantas ramificadas y otras de tallo único, así como ciclos que van desde 80 hasta 180 días, dependiendo de las variedades y de las condiciones ecológicas y edáficas (Rabery, 2007).

IPGRI (2004) *S. indicum* es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las Pedaliáceas es una planta tupida que crece en forma recta, y alcanza una altura entre 1 y 2 metros. El período vegetativo generalmente es de 3 a 4 meses. La raíz principal del tronco es muy fuerte y posee raíces secundarias que forman una red que alcanzan hasta 1 metro de profundidad, estas entran en simbiosis con hongos micorrizas, lo cual le permite una buena nutrición y absorción de agua. El tallo es cuadrado y según el tipo presenta muchas ramificaciones, como pocas. De las tres florescencias entre las axilas foliares, generalmente crecen las del medio y forman entre 4 y 10 cápsulas en forma de abanico. La cápsula madura se raja desde arriba hacia abajo en las paredes de separación, para así dejar las paredes centrales libres las cuales contienen la semilla. El peso de mil granos es de 2,5 – 3,2 g. La semilla es blanca, amarilla, roja, marrón o negra. El tiempo de maduración es corto, de 80 a 130 días. La fase de floración y maduración se produce en la planta de abajo hacia arriba y dura varias semanas.

2.3 Requerimientos agroecológicos

La planta es extremadamente delicada en cada estado de su crecimiento al estancamiento de agua. Con precipitaciones de 300 - 600 mm, distribuidas en forma óptima durante el periodo de crecimiento, se obtiene buenas cosechas. Una distribución óptima quiere decir: hasta la primera formación de botones florales 35 %, floración principal 45 %, periodo de maduración 20 % y si es posible sequía

durante la cosecha. Por ello crece solamente en regiones con lluvias moderadas, o en zonas áridas con un control minucioso del riego. La planta a través de su raíz pivotante es muy resistente a la sequía y puede dar buenas cosechas solamente por el agua almacenada en el sub-suelo (Arnon, 2008).

Weiss (2004) los valores de pH más bajos influyen drásticamente en el crecimiento, sin embargo existen variedades que toleran un pH hasta de 8.0. Bajo riego o lluvia de verano, el ajonjolí crece mejor en suelos arenosos que en tierras pesadas debido a su baja tolerancia a retención de agua. No es recomendable cultivar ajonjolí en laderas, porque su cultivo exige una cama o surcos libres de malezas y su lento crecimiento en la primera etapa favorece la erosión. Son desfavorables los suelos pesados con agua estancada, así como las que muestran salinidad. Concentraciones de sal que afectan poco al algodón y al salir provocan ya la muerte del ajonjolí. Otros terrenos desfavorables son terrenos poco profundos (menos de 35 cm.) con un sub-suelo impermeable.

Ramírez y Ovalles (1991) señalan que el ajonjolí se adapta a una gran variedad de tipos de suelos, lo ideal son suelos con buen drenaje, sueltos, areno-arcillosos, fértiles, y con un pH entre 5.4 y 6.7.

2.4 Estado fenológico del cultivo

Es importante establecer descripciones uniformes para las diferentes etapas de desarrollo de las plantas cultivadas; esto permite una mejor comunicación entre los investigadores y la comunidad agrícola en general (Boote, 2003).

Los criterios usados para la descripción de las etapas de crecimiento varían entre los cultivos y son dependientes de las características del crecimiento de las plantas (Charles y Edwards, 2004). Tales descripciones de las fases de desarrollo son ampliamente utilizadas hoy en día para programar una extensa gama de prácticas culturales como riego, aplicaciones de pesticidas, cosechas y más recientemente caracterización de germoplasma en diferentes condiciones ambientales (Ellis *et al.*, 1995).

Elsner (2008) consideraron que en una planta de ajonjolí el último nudo completamente formado es aquel en el cual el entrenudo inmediato inferior ha alcanzado una longitud de 1,5 cm o más.

En el ajonjolí, a medida que la floración se desarrolla los entrenudos se acortan; en la parte superior de la planta los entrenudos raramente superan los 0,5 cm (Charles y Edwards, 2004).

La descripción de las etapas reproductivas de *S. indicum* se basa en la floración, desarrollo de frutos, semillas y maduración de las plantas. La madurez fisiológica es definida como el momento a partir del cual la acumulación de materia seca en las semillas cesa; de allí en adelante comienzan a perder humedad (Hanway, 2006).

En la mayoría de los cultivos se han utilizado síntomas externos para identificar la madurez fisiológica, por ejemplo el punto negro (black layer) en los granos de maíz (Smith, 2011). En el ajonjolí la mayoría de las variedades presentan signos visibles al llegar a esta etapa, como son los cambios en la coloración de la planta y de los frutos (Arora y Riley, 2009). En Venezuela se utiliza el criterio de que una planta de ajonjolí alcanza su madurez de cosecha cuando los frutos bajos se abren (Mazzani, 2005).

2.5 Variedades comerciales

Según Cuba (2003) las variedades comerciales con que cuenta el país son:

Aricagua: variedad procedente de Venezuela, de tallo grueso, ramificado, con una altura máxima de 1.8 m en época normal (primavera-verano) hojas lanceoladas, enteras, cápsulas dehiscentes y semillas pequeñas de color blanco (Cuba, 2003).

Aceitero: Variedad seleccionada a partir de la variedad Aceitera, procedente de Venezuela, también de tallo grueso ramificado, con una altura máxima de 1.5 m en época normal; cápsulas dehiscentes, con semilla pequeña de color blanco (Cuba, 2003).

CEMSA-1: La variedad CEMSA-1, presenta entre sus principales características: porte mediano y no ramificado, las semillas de color rosado y como promedio tiene 80 cápsulas por planta (Cuba, 2003).

Rojo Chino: Dentro de sus características: porte alto con ramificaciones abundantes, hojas de borde dentado de color verde normal, la inserción de las cápsulas es en las axilas de las hojas (1 a 3) y es medianamente resistente a plagas y enfermedades (Cuba, 2003).

2.6 Distancias de siembra

Estudios realizados en otros Países, sobre densidades de siembra difieren entre sí, lo cual indica que no existe un espaciamiento estándar, para todas las áreas dedicadas a este rubro, cuya causa es atribuible a la variabilidad de factores climáticos, fertilidad de suelo, épocas de siembra y características vegetales. Un escaso o excesivo espaciamiento entre surcos repercute negativamente en el rendimiento del cultivo (Robles, 1991).

Weiss (2013) en la mayoría de los cultivos la separación entre hileras ha sido establecida, y la variación de la misma dependerá de factores tales como cultivar, épocas de siembra, suplencia o no de riego. En el caso del ajonjolí, el efecto varietal sobre la cantidad de semilla, espaciamiento y rendimiento, varía de acuerdo con las condiciones locales y cuando se establece sembrar grandes áreas.

En el estado Portuguesa, se recomienda para el ajonjolí la sembradora de granos pequeños a chorro corrido, tapando dos descargas consecutivas; como las mismas están separadas entre 20 y 23 cm en la mayoría de estos implementos, obliga a sembrar el ajonjolí en hileras a 0.60 o 0.69 cm. Igualmente se recomienda sembrar de 20 a 25 semillas por metro lineal para variedades ramificadas y de 25 a 30 semillas para las no ramificadas, estas son recomendaciones generales para todas las variedades; sin embargo, es posible que al utilizar variedades de diferente hábito de crecimiento y ciclo vegetativo tanto el comportamiento de las

plantas, como el rendimiento final del ajonjolí pueda ser afectado, al sembrarlo a diferentes distancias de siembra (Ávila *et al.*, 2010).

En Costa Rica, Olive y Cano (2012), al evaluar el efecto sobre el rendimiento de las distancias entre hileras de 30, 60 y 90 cm sobre las variedades de ajonjolí Venezuela 51, Venezuela 52 y Criollo, encontraron que los mayores valores se observaron a la distancia de 30 cm.

Una de las primeras publicaciones técnicas de recomendaciones para el cultivo de ajonjolí (Herrera, 2008) en 1962, indica el uso de 60 a 70 cm entre hileras para variedades no ramificadas y de 80 a 90 cm para variedades ramificadas.

Evaluando el efecto de las distancias de siembra sobre variedades ramificadas de ajonjolí en Maracay (Mazzani y Cobo, 2009) encontraron mayores rendimientos a menores distancias entre hileras y plantas, mayores valores de altura de carga a las mayores distancias, mayores valores de altura de planta a las menores distancia; finalmente encontraron que el número de ramas estable influenciado por el espaciamiento entre plantas e hileras, mostrando mayores valores a menores densidades.

Cuando evaluaron el efecto de las distancias de siembra sobre una variedad no ramificada en Maracay (Mazzani y Cobo, 2009) encontraron mayores rendimientos a mayores densidades, observándose la mayor variación al considerar las menores distancias entre plantas, la mayor altura de carga la encontraron a menor distancia entre hileras y plantas; con respecto a la altura de planta no se evidenció ningún efecto de la distancia entre hileras y la distancia entre plantas.

Delgado y Yermanos (2011) al evaluar sobre el ajonjolí, el efecto de diferentes espaciamientos de plantas dentro de la hilera, en California U.S.A., encontraron que la altura de plantas fue poco afectada al variar los espaciamientos; mientras que el número de cápsulas, la producción de semillas y el número de ramas incrementa a los mayores espaciamientos.

Singh y Pansal (2013) en La India, al comparar el comportamiento del ajonjolí con separaciones entre plantas de 15, 20 y 25 cm y espaciamientos entre hileras de 25, 35 y 45 cm, encontraron los mayores rendimientos en la combinación que genera la mayor densidad de plantas 15 x 45 cm. A ello Gorda (2007) agrega diferencias crecientes en las características de las plantas y el rendimiento a las mayores separaciones entre plantas, cuando comparó separaciones entre plantas de 10, 20 y 30 cm en ajonjolí.

Delikostadinov (2006) recomienda la utilización de distancias de 0.50 a 0.60 m entre hileras y 10 cm entre plantas. Por su lado Beech (2013) sugiere que la reducción de la distancia entre hileras a utilizar dependerá del hábito de crecimiento de las plantas.

En un experimento llevado a cabo por Bonsu (2014) en Ghana, África, al evaluar en ajonjolí; separaciones entre plantas e hileras de 7.5 x 60; 15 x 60; 22 x 60 y 30 x 60 cm, se constató que a los mayores espaciamientos, las plantas mostraron las mayores alturas, producción final, número de ramas y número de cápsulas. En una publicación técnica de Colombia (Varela, 2012) recomienda sembrar con una separación de 60 cm, ya que esto permite realizar otras labores.

Aunado a lo antes expuesto Weiss (2013) indica que las separaciones de 46 cm o menores distancias entre hileras presentan los mayores rendimientos en ajonjolí; y que separaciones entre plantas deben variar de acuerdo con el hábito de la variedad sembrada y el período en el cual se siembra; de igual forma, sugiere que las variedades ramificadas se deben sembrar con hileras más separadas. Finalmente, concluye que se deben sembrar altas densidades de semilla, en los casos donde se haya determinado altas pérdidas de plantas de siembra a cosecha, causadas por diversos agentes.

Mazzani (2011) concluye que el comportamiento de las plantas de ajonjolí depende de si son o no ramificadas, cuando se considera la separación entre hileras; recomendándose sembrar las variedades no ramificadas a las mínimas distancias entre hileras que sean compatibles con otras labores en el cultivo.

2.7 Principales plagas asociadas al cultivo

El cultivo puede ser atacado desde la germinación por varias plagas, particularmente gusanos trozadores. Durante la floración, por insectos defoliadores y recientemente por mosquita blanca (Quintero, 2010).

Según este autor las larvas de *Agrotis* spp. muerden los tallos, destruyen las plantas en secciones de surco. Tienen hábitos alimenticios nocturnos, por lo que durante el día se les encuentra semienterrados en el suelo cerca de las plantas. Debido a lo anterior, se sugiere la aplicación terrestre, preferentemente por las tardes cuando se encuentren focos de infestación con 5 % de plantas trozadas por metro de surco.

El ajonjolí es uno de los principales hospederos de la mosquita blanca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring). La plaga se presenta desde la emergencia y el daño depende del nivel de infestación y la etapa fenológica atacada (Quintero, 2010).

Otras especies de insectos que afectan al cultivo son las chinches *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois), *Creontiades* spp. *Nezara viridula* (Linn), *Euschistus servus* (Say) y *Cyrtopeltis modestus* (Distant). Estas se alimentan de los botones florales y cápsulas incipientes, provocando su caída y/o avanamiento de los granos. El control químico se sugiere cuando en etapa de floración en adelante se detecten más de una chinche por cada 10 plantas inspeccionadas.

Es importante durante la floración del ajonjolí el gusano de la cápsula. *Heliothis* sp. Las larvas barrenan los botones florales y las cápsulas incipientes. Se sugiere el control cuando se observe 10 % o más de cápsulas dañadas. Además se pueden encontrar otras especies como el gusano peludo *Estigmene acrea* (Drury) y el gusano telarañero *Loxostege rantis* (Guenée). El primero puede provocar la defoliación del cultivo, además muerde las cápsulas sazonas, haciendo que se sequen y se abran prematuramente. Se sugiere el control cuando se encuentren dos larvas por metro de surco durante la época de fructificación. En el caso de *L. rantis*) actúa como defoliador, consumiendo vorazmente las hojas. Debido a que

las larvas se protegen con una malla de seda, las aplicaciones deben hacerse con presiones altas de manera que el producto llegue hasta la larva. Se sugiere aplicar cuando se observe un 10 % de plantas infestadas.

Según Habana (2009) el listado de insectos que atacan al ajonjolí está compuesto por

Cyrtopeltis tenuis (Reuter) (Hemiptera: Miridae)

Nezara viridula (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) Chinche hedionda

Geocorus punctipes (Say) (Hemiptera: Lygaeidae)

Aphis gossypii (Glover) (Homoptera: Aphididae) Pulgón de los melons

Myzus persicae (Sulz) (Homoptera: Aphididae) Pulgón verde del melocotón

Systema basalis Duv. (Coleoptera: Chrysomilidae) Pulguilla mayor

Diabrotica balteata (Lec.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Crisomélido

Bemisia sp. (Homoptera: Aleyrodidae) Mosca blanca

Lachnopus sparsinguttatus (Perr.) (Coleoptera: Curculionidae)

Thrips palmi Karni (Thysanoptera: Thripidae) Trips

2.8 Medidas de control de plagas en ajonjolí

Según Colombia (2012) la tecnología MIP consiste en la combinación de técnicas y métodos de control con el objetivo de mantener las plagas en niveles inferiores a los que causan daño económico al cultivo. Entre las prácticas de manejo integrado que se pueden aplicar en el cultivo de ajonjolí se tienen:

2.8.1 Medidas agrotécnicas

a) Uso de semilla limpia o de primera.

- b) Uso de variedades tolerantes a ésta enfermedad.
- c) Control de malezas.
- d) Buen drenaje en el terreno.
- e) Densidades de siembra adecuados (20-24 plantas por metro).
- f) Manejo adecuado de fertilizantes.
- g) Eliminación de plantas enfermas, quemarlas.

2.8.2 Medidas naturales

Para el control de plagas del follaje existen algunas prácticas con el uso de insecticidas botánicos como: Colombia (2012)

1. Extracto de hojas de madrecacao controla las tortuguillas como un repelente.
2. Extracto de ajo + chile controla los insectos del follaje, acción repelente.
3. Extracto de semilla de Neem controla a gusanos, tortuguillas y mosca blanca modo de acción repelencia y muerte.

2.8.3 Medidas de control químico

Tabla 1. Control químico por plagas Colombia (2012)

PLAGA	PUNTO CRITICO	CONTROL
1. Plagas del suelo: - Gallina ciega - Cortadores	+ 3 gusanos grandes ó + 5 gusanos pequeños	- Tratamiento de similla(Carbosulfan) 25 DS - Tratamiento al suelo Foxín 2.5 g.
2. Plagas de	+ 2 tortuguillas (primeros 30	- Permetrina 10 EC

follaje	días)	- Lambda Cinalotrina 2.5 wp
	+ 4 tortuguillas (mes de 30	
	días)	

2.9 Principales enfermedades en el cultivo del ajonjolí

Las enfermedades más importantes en este cultivo son: pudrición del cuello de la raíz, *Phytophthora* spp.; marchitez de las plantas, *Fusarium* spp. y mancha foliar, *Cercospora sesami* (Zimm) o *Alternaria sesami* (Kaw). Los síntomas y algunos métodos para su prevención, control y tratamiento se sugiere usar semilla desinfectada y realizar rotación de cultivos (Quintero, 2010).

La Habana, 2009 refiere que los microorganismos más importantes que afectan la semilla del ajonjolí son:

Alternaria alternata (Fr.) Keissler

Alternaria sesami (Kawam.) Mohan. Y Bekera

Corynespora cassiicola (Berk y Curt.) Wci.

Fusarium oxysporum Schlech ex Fr.

Macrophomina phaseolina (Tassi.) Goyd.

Drechslera sorokiniana (Sacc.) Subram.

Fusarium spp.

Myrothecium roridium Tode ex Fr.

Aspergillus flavus Link ex Fr.

Cladosporium sp.

Curvularia lunata (Wakker) Boedjin

Phoma sp.

Penicillium sp.

Además el follaje se puede ver afectado muy seriamente por *Pseudomonas sesami*.

2.10 Arvenses asociadas al cultivo

Eleusine indica (L.) Gaertn. Este pasto exótico generalmente no domina, pero es común en los alrededores de poblaciones y en la vegetación urbana. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2500 m (Villaseñor y Espinosa, 2008).

Momordica charantia L. Esta enredadera exótica e invasiva está ampliamente distribuida en los trópicos mexicanos. Se reporta como maleza en el ajonjolí (Villaseñor y Espinosa, 2008).

Parthenium hysterophorus L. Para su control se corta tan pronto como las primeras flores aparezcan y se repite la operación con los nuevos brotes; también se sugiere cortar las rosetas completamente con una hoz. Son eficaces las pulverizaciones con éster butílico de 2,4-D, también es susceptible a la sal sódica de MCPA (Villaseñor y Espinosa, 2008).

Portulaca oleracea L. La verdolaga es una planta muy molesta en algunos cultivos hortícolas, pero a la vez es una planta comestible popular. Hay evidencia arqueológica de su presencia en América antes de Colón. Se encuentra en Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 2008). Se controla mediante escardas manuales, mecánicas o el uso de herbicidas. En lechuga, tabaco, cacahuate, algodón, pimiento y otras hortalizas se obtiene un completo control con Trifluralina, es susceptible a atrazina y cloramben. En los primeros estados de su desarrollo es susceptible al 2,4-D.

Solanum americanum Mill. Esta hierba mora es una planta rural (Villaseñor y Espinosa, 2008) Es tóxica para el hombre y el ganado, debido a la presencia de solanina en hojas y frutos verdes.

Tridax procumbens L. Esta es una planta rural y arvense común en el trópico mexicano (Villaseñor y Espinosa, 2008). El terreno se mantiene limpio de malas hierbas, principalmente durante los primeros cuarenta y cinco a cincuenta días de establecido el cultivo, ya que la competencia de la maleza con las plantas afecta notablemente el rendimiento. De manera preventiva se hace una aplicación de un herbicida preemergente como el fluometurón (Cotorán 80 % PM, 2 kg ha⁻¹) o de Trifluralin (Theflán, 2 l ha⁻¹).

1.11 Rendimiento

Según Robles (1991), después de siete años de experimentos recomienda las variedades de sésamo precoces no ramificadas con rendimientos promedios de 764 kg ha⁻¹ y 727 kg ha⁻¹ respectivamente. Trujillo (2004), reporta un rendimiento promedio de 716 kg ha⁻¹. Villalba *et al* (2004) indica que el potencial de rendimiento del ajonjolí es de 1.5 t ha⁻¹.

Moreno (2006), en ensayo realizado con variedades de sésamo, encontró que la variedad Mbarete alcanza un rendimiento de 958 kg ha⁻¹ en promedio en ensayo sembrado en noviembre. Por otro lado, Cabral (2008), con un ensayo sembrado en diciembre, señala que el cultivo de sésamo es afectado por la época de siembra y que el rendimiento promedio en siembra tardía, para la variedad Mbarete fue de 518 kg ha⁻¹.

Britos (2002), en estudios para la determinación de la época propicia de siembra de variedades de sésamo, también encontró que la época de siembra produce reducción en el rendimiento de la variedad Escoba de hasta 198,92 kg ha⁻¹.

Según Rodríguez (1999), para obtener producciones de semilla de sésamo superiores a los 1000 kg ha⁻¹, se requieren 45 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 30 kg ha⁻¹ de

fósforo y 50 kg ha⁻¹ de potasio en forma de K₂O. Ochse *et al.* (1976), indican que el rendimiento de granos logrados en India fluctúa de 390 a 780 kg ha⁻¹.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la finca “Día y Noche” de la UBPC “28 de Octubre” perteneciente la Empresa Agropecuaria Municipal “Valle del Yabú” ubicada en el Municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. La siembra se realizó sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 1999).

El experimento se desarrolló durante el periodo lluvioso específicamente de agosto a noviembre de 2014. Para la realización del trabajo se empleó un genotipo de ajonjolí proveniente de un productor de la Cooperativa de Créditos y Servicio (CCS) Mártires de Fomento.

En el montaje del experimento se empleó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.

Tratamiento	Marco de siembra(m)
1	0.60 x chorrillo ligero
2	0.80 x chorrillo ligero

Las parcelas presentaban 4 surcos de 5 metros de longitud con un área de 12 m² (T1) y 9 m² (T2) respectivamente.

La preparación de suelo se realizó con tracción animal, realizándole las labores requeridas hasta alistar el terreno para la siembra, esta se realizó a mano, con los marcos anteriormente mencionados depositando las semillas a chorrillo ligero por surco a una profundidad de 0.05 m aproximadamente. Las labores de cultivos realizadas durante todo el ciclo fue el control de malezas por métodos culturales (control mecánico) y solamente se aplicaron riegos en siembra y germinación.

3.1 Efecto de la distancia de siembra sobre la incidencia de insectos

A partir de la siembra se evaluaron cada siete días los insectos presentes en cada tratamiento, evaluándose 15 plantas por cada réplica, las muestras se tomaron de las dos hileras del centro para evitar el efecto de borde, los insectos colectados se trasladaron al laboratorio de Entomología del Centro de Investigaciones Agropecuarias para su posterior clasificación. El método de muestro utilizado fue mediante observaciones directas. En cada muestreo se tuvo presente el estado fenológico del cultivo (tabla 2) y las climáticas.

Tabla 2. Descripción de las etapas vegetativas y reproductivas del ajonjolí (Charles y Edwards, 2004).

Estadio	Nombre	Descripción
Vo	Emergencia	Cotiledones por encima de la superficie del suelo.
V1	Primer Nudo	Hojas completamente formadas en el primer nudo. El entrenudo por debajo de estas hojas ha alcanzado una longitud de 0,5 cm.
V2	Segundo Nudo	Hojas completamente formadas en el segundo nudo. El entrenudo por debajo del tercer par de hojas ha alcanzado una longitud de 0,5 cm.
Vn	Nésimo Nudo	Número de nudos en el tallo principal con hojas completamente desarrolladas, comenzando con V1. El entrenudo por debajo de las últimas hojas formadas,, alcanzó una longitud de 0,5 cm.
R1	Inicio de	Botón floral de 0,5 cm en cualquier nudo.

	Floración	
R2	Primera Flor	Primera flor abierta en cualquier nudo.
R3	Inicio de formación de cápsulas	Aparición de una cápsula de 0,5 cm en cualquier nudo.
R4	Plena Floración	Flores abiertas y cápsulas en crecimiento en 4 de los nudos del tallo principal.
R5	Cápsulas Verdes	Cápsulas que hayan alcanzado su máxima longitud en cualquier nudo.
R6	Inicio de Madurez	Caída de las hojas bajas, aparición de los primeros cambios en el color de la planta. (A nivel del cuarto inferior de la planta).
R7	Madurez de Cosecha	Apertura de los primeros frutos en la parte inferior del tallo principal, defoliación y cambios avanzados en la coloración de la planta y de los frutos (aproximadamente 75 % de la planta).

3.2 Relación de las arvenses presentes en al cultivo

Se evaluaron las arvenses presente en cada tratamiento a los 60 días después de la siembra para determinar el número de labores que necesita el cultivo porque después de los 30 días comienza la afectación de arvenses, para ello se evaluó 0.25 m² por cada réplica, las plantas recolectadas se clasificaron en el Centro de Estudio de la Universidad Jardín Botánico.

3.3 Efecto de la distancia de siembra sobre los indicadores morfoagronómicos

La altura de la planta (AP) (desde la base del tallo hasta la yema apical) y La zona productiva (ZP) se midió a los 90 días utilizando una regla milimetrada en cm, se evaluaron en cinco plantas seleccionadas en cada uno de las repeticiones al azar. La zona improductiva (ZI) se determinó mediante una resta realizada a la AP y la ZP. El diámetro del tallo (DT) se determinó a los 90 días utilizando un pie de rey para su medición.

3.4 Efecto de la distancia de siembra sobre los componentes de rendimiento agrícola

En el momento de la cosecha se evaluó el número de cápsulas por planta (CPP), el número de plantas por metro cuadrado (NP m²), el peso de 100 semillas (P100S) (g), fueron pesadas en la balanza analítica marca Kern, modelo PRS 320-3 de aproximación 0.001g máx. 320g.

3.5 Rendimiento agrícola

Para la determinación del rendimiento agrícola se evaluó el rendimiento en kg m² (R kg m²), el rendimiento en kg por parcela (R kg PP) y se estimó el rendimiento en kg ha⁻¹ (R kg ha⁻¹).

Para el procesamiento estadístico de los resultados, se aplicaron análisis de varianza (ANOVA), en correspondencia con el esquema de campo utilizado, comprobándose el cumplimiento de los supuestos básicos para el análisis de la varianza, en particular la homogeneidad de la misma. Se aplicaron las pruebas de Duncan (1955) para las comparaciones de medias, para lo que se utiliza el paquete STATGRAPHICS Plus 5.1 (2000).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Incidencia de insectos

Durante el periodo evaluado se relacionaron los insectos fitófagos con los diferentes estados fenológicos en el cultivo para ambos tratamientos (Tabla 3). Se cuantificaron un total de cinco especies representadas en tres órdenes [*Coleoptera* (2), *Hemiptera* (2) e *Hymenoptera* (1)]. Los daños ocasionados por las especies de este último orden no fueron representativos para el desarrollo vegetativo del cultivo.

En el orden *Coleoptera* se destaca por su importancia la especie *S. basalis*, ya que estuvo presente en el cultivo desde V2 hasta R5 (Tabla 3). Este insecto causó afectaciones en la fase adulta; los daños se caracterizaron por presentar orificios en las hojas del cultivo que propiciaron la reducción del área foliar. Estos resultados coinciden con lo expresado por Charles y Edwards (2004), quienes comentan que este insecto el daño que ocasiona es la defoliación en estado adulto.

M. praeclarus y *B. argentifolii* se cuantificaron a partir del estado V2, cuando las hojas se encontraban completamente formadas en el segundo nudo hasta el estado R5 cuando las cápsulas habían alcanzado su máxima longitud en cualquier nudo, estos resultados coinciden con los informados anteriormente por (Quintero, 2010).

En las evaluaciones realizadas en el cultivo se cuantificaron un total de 1356 insectos fitófagos en ambos tratamientos, de los cuales 594 se encontraron en el tratamiento 1 y 762 en el tratamiento dos, lo que representa el 43,81 % y 56,19 % respectivamente.

Bastidas (2007) en un estudio realizado al cultivo demostró que durante todo su ciclo está expuesto al ataque de insectos de diferentes órdenes, pero que no ocasionan grandes pérdidas en los rendimientos.

Montilla y Moraour (2004) comentan que la principal plaga en el ajonjolí es la avispa, la misma se alimenta de los ovarios de las flores lo que provoca un aborto floral disminuyendo los rendimientos. En el estudio realizado no se detectó la

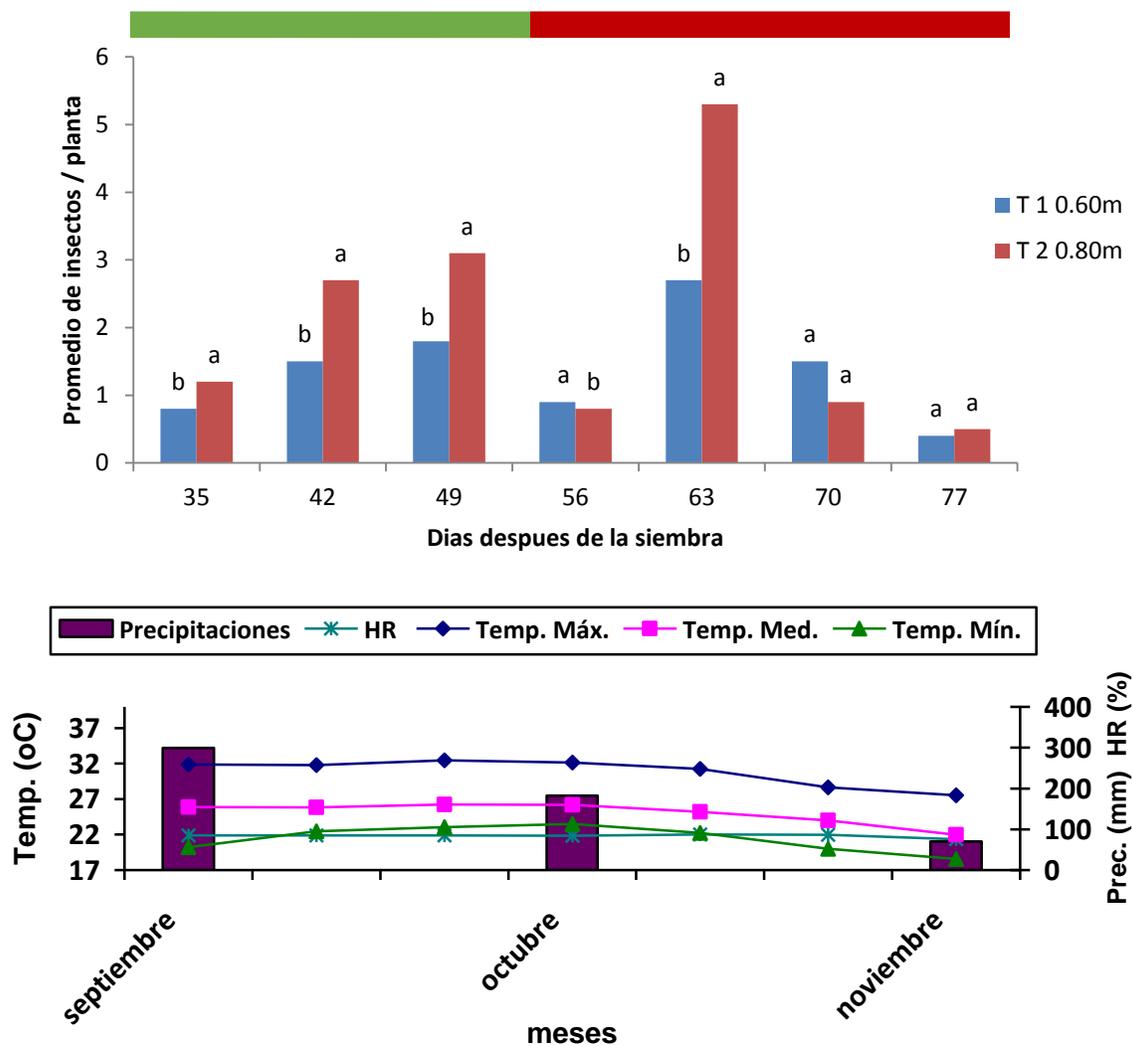
presencia de este insecto por lo que no coincide con lo expresado por dichos autores.

Tabla 3. Insectos asociados al cultivo del ajonjolí.

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia	Daño que ocasiona	Fase fenológica
Chinche de las hojas	<i>Macrolophus praeclarus</i> Distat.	<i>Hemiptera</i>	<i>Miridae</i>	picador – chupador	V2-R5
Crisomérido	<i>Diabrotica balteata</i> (Le Corte)	<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	larvas comen raíces, adultos follaje	V2-R5
Hormiga brava	<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius)	<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	masticador o masticador y chupador	V2-R5
Mosca blanca	<i>Bemisia argentifolii</i> (Bellows & Perring).	<i>Hemiptera</i>	<i>Aleyrodidae</i>	picador – chupador	V3-R5
Pulguilla rayada	<i>Systema basalis</i> (Duval)	<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	larvas comen raíces, adultos follaje	V2-R5

Los primeros insectos de *S. basalis* se observaron en el cultivo a los 35 días después de la siembra. En ambos tratamientos los mayores picos poblacionales se alcanzaron entre los 42 y 63 días cuando las plantas se encontraban en el estado fenológico V3 y R2 respectivamente, momento a partir del cual comenzaron a descender sus poblaciones manteniéndose estables hasta el estado R5, las temperaturas eran estables en este periodo de tiempo, donde comenzaron a descender después de los 63 días (figura 1), resultados similares fueron obtenidos por Charles y Edwards (2004) quien comenta que este insecto el daño que ocasiona es la defoliación en estado adulto y en esta fase comienza la floración con esto aumenta el consumo varietal.

Los descensos poblacionales de *S. basalis* después de los 49 días se debió a una intensas lluvias caídas en el lugar del experimento el día antes de la evaluación y después de los 63 días se debe a que en esta fase la planta comienza su madures fisiológica por lo que las hojas van perdiendo contenido de materia seca y los insectos buscan nuevo hospederos que satisfacen su necesidades alimenticias por lo que la invasión del insecto va a ir disminuyendo.



a,b,c...Medias con letras diferentes en barras difieren P<0.05, Duncan (1955)

Figura 1. Incidencia de *S. basalis* por tratamientos y su relación con la fenología y las variables climáticas.

Según Bastidas (2007) no hay razones para creer que el efecto nocivo de *S. basalís* pueda disminuir los rendimientos cuando los daños son tolerados por las plantas.

Respecto a la incidencia de insectos defoliadores (figura 2), se cuantificó mayor número de insectos en el tratamiento dos. En ambos tratamientos estos fitófagos alcanzaron sus máximos niveles poblacionales entre las fases fenológicas V2 y R2, momento en el cual la planta comienza su plenitud de desarrollo vegetativo y parte de la reproductiva por lo que hay mayor disponibilidad de alimentos para los fitófagos encontrados. Las poblaciones de estos insectos comenzaron a descender a partir del estado R3, cuando las plantas iniciaron la formación de cápsulas. En este intervalo de día las precipitaciones fueron altas y las temperaturas eran estables. Estos resultados coinciden con Clusa (2002) quien refiere que estos insectos se presentan abundantemente a partir de la floración y llenado del grano y las máximas poblaciones se concentran entre R3 y R6.

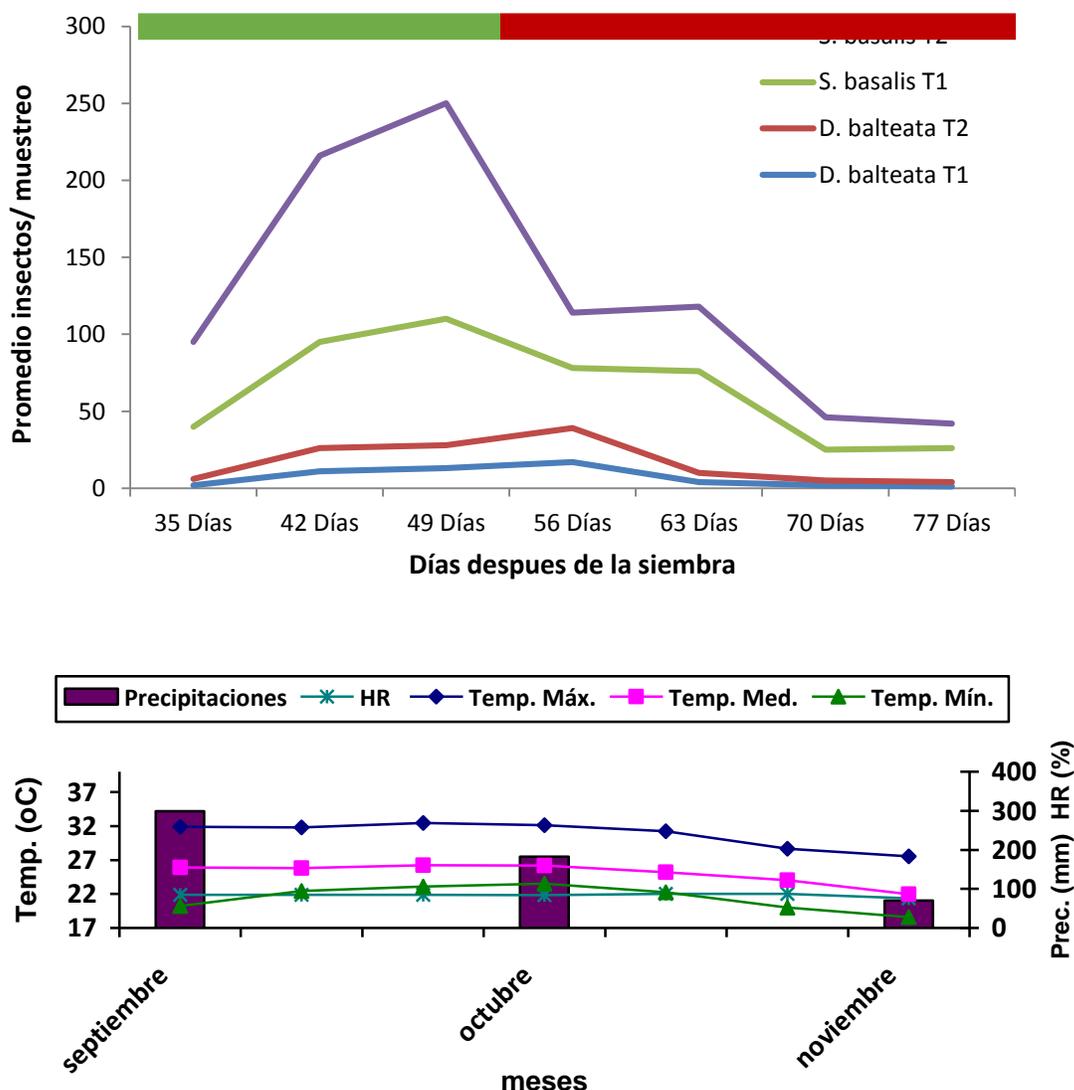


Figura 2. Relación entre los insectos defoliadores

Los insectos picadores - chupadores estuvieron presente en el cultivo desde la fase fenológica V2 hasta R5 (Figura 3), sus mayores picos poblacionales se cuantificaron a los 49 y 63 días en ambos tratamientos, esto se debió a que a partir de los 49 días comienzan los primeros botones florales; es importante señalar que a partir de los 70 días las poblaciones descendieron hasta desaparecer en el estado R5 coincidiendo con el inicio de la maduración. Estos resultados coinciden con Stoll (2006) quien expresa que *B. argentifolii* es uno de los insectos más dañinos en el cultivo del ajonjolí en las zonas tropicales a partir de la floración.

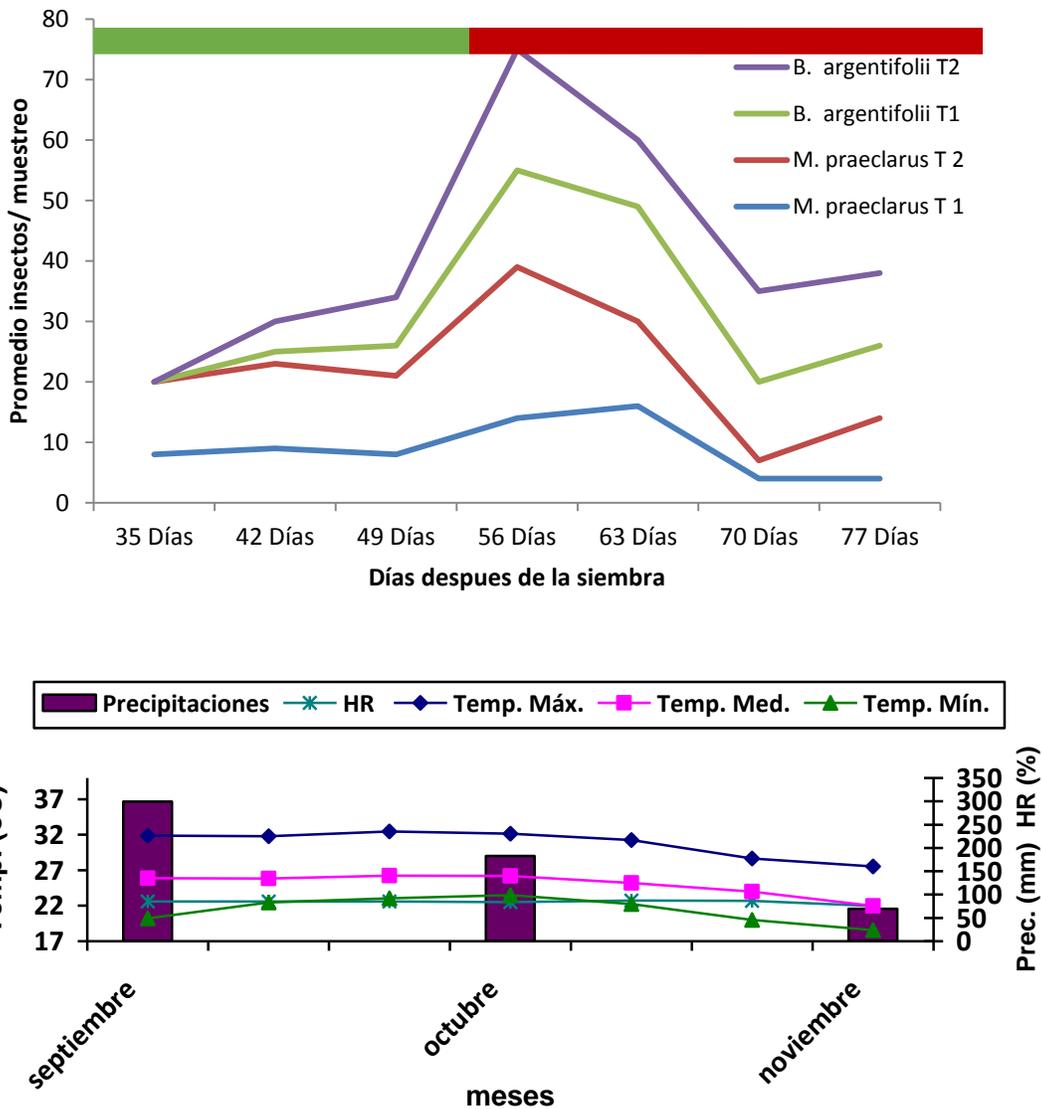


Figura 3. Relación de los insectos picadores- chupadores

4.2 Relación de las arvenses presentes en al cultivo

Al evaluar las arvenses presentes en el cultivo a los 60 días después de la siembra se cuantificaron un total de 12 plantas invasoras agrupadas en 5 órdenes *Cyperales*, *Malvales*, *Commelinales*, *Caryophyllales* y *Euphorbiales*. Estos resultados coinciden con lo planteado por Bastidas (2007) quien expresó que en este cultivo una de las principales limitaciones son las infestaciones de arvenses del orden *Cyperales*.

Tabla 4. Arvenses asociadas al cultivo.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden
Bledo	<i>Amaranthus viridis</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Caryophyllales</i>
Canutillo blanco	<i>Commelina erecta</i> L.	<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelinales</i>
Cebolleta	<i>Cyperus rotundus</i> L.	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperales</i>
Don Carlos	<i>Sorghum halepense</i> Pers.	<i>Poaceae</i>	<i>Cyperales</i>
Hierba lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbiales</i>
Hierba niña	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	<i>Euphobiaceae</i>	<i>Euphorbiales</i>
Malva blanca	<i>Waltheria indica</i> L.	<i>Sterculiaceae</i>	<i>Malvales</i>
Mete bravo	<i>Echinochica colona</i> (L.) Link.	<i>Poaceae</i>	<i>Cyperales</i>
Pata gallina	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	<i>Poaceae</i>	<i>Cyperales</i>
Súrbana	<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R.D. Webster	<i>Poaceae</i>	<i>Cyperales</i>
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Portulacaceae</i>	<i>Caryophyllales</i>
Yerba fina	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Fers.	<i>Poaceae</i>	<i>Cyperales</i>

Al estudiar el porcentaje de arvenses presentes en cada tratamiento, se observó que la distancia de 0.80 m representa un 64.95 % del total de las plantas cuantificadas, siendo superior al primer tratamiento que solo ocupó el 35.05 %, lo que quiere decir que a mayor distancia de siembra mayor va a ser la incidencia de arvenses.

Según Bastidas (2007) a mayor distancia entre hileras mayores van a ser las afectaciones por las arvenses, coincidiendo con los resultados de esta investigación.

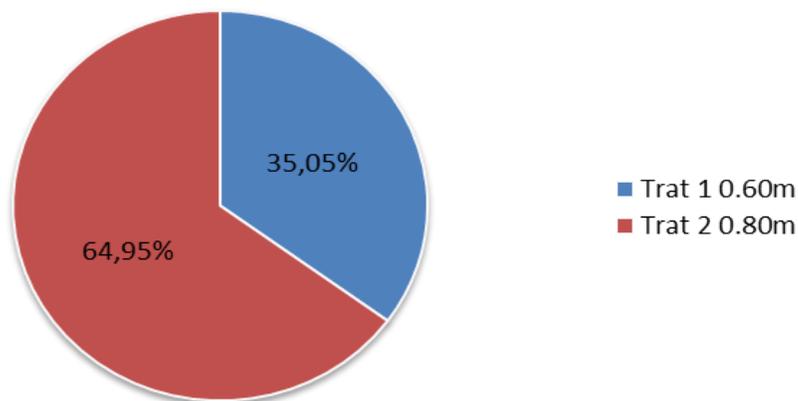


Figura 4. Porcentaje de arvenses por tratamiento

Al evaluar el porcentaje de las arvenses presentes en el ajonjolí se determinó que tres de estas son las más representativas, como son *C. dactilon*, *E. heterophylla* y *A. schoenoprassum*, donde representan el 19.58 %, 20.62 % y 20.62 % respectivamente del total (Figura 5.).

Mazzani y Cobo (2009) en estudios realizados expresan que la presencia de *W. indica* en las zonas del trópico en el ajonjolí es alta, afectando los rendimientos del cultivo ya que se hospedan insectos dañinos para el cultivo, los resultados de este trabajo no coinciden con lo estudiado por ambos autores.

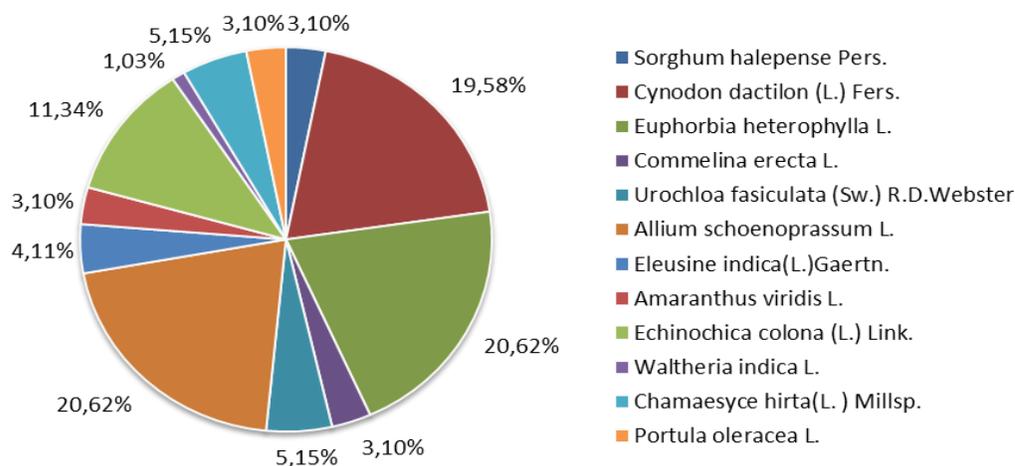


Figura 5. Porcentaje de arvenses asociadas al cultivo

Al separar las arvenses por tratamiento se destaca en el tratamiento 2 tres arvenses con mayor número de incidencia como es el *C. dactylon*, *E. heterophylla* y *A. schoenoprasum*, también en el tratamiento 1 sobresalen dos de las mencionadas anteriormente (*E. heterophylla*, *A. schoenoprasum*), (Tabla 5).

Olive y Cano (2012) en un estudio realizado con diferentes espaciamientos entre plantas de ajonjolí demostraron que a medida que aumentaban el espaciamiento entre plantas mayor era la competencia de arvenses por la luz, los minerales y el agua.

Tabla 5. Número de arvenses por tratamiento en 0.25 m²

Especies	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<i>Sorghum halepense</i> Pers.	3	-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Fers.	5	14
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	6	14
<i>Commelina erecta</i> L.	1	2
<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R.D.Webster	1	4
<i>Allium schoenoprasum</i> L.	7	13
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	-	4
<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	2
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	5	6
<i>Waltheria indica</i> L.	1	-
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	2	3
<i>Portulaca oleracea</i> L.	2	1

4.3. Indicadores morfoagronómicos evaluados

Las densidades de siembra empleadas no influyeron significativamente en la altura de la planta en ninguno de los dos tratamientos evaluados, cuyos valores estuvieron para el tratamiento 1 entre 1.05 a 1.65 m y el tratamiento 2 varía entre 1.2 a 1.9 m de altura (tabla 6). No se detectaron diferencias estadísticas, debido al efecto distancia de siembra, lo cual coincide parcialmente con lo indicado por Manzani (2009), quien muestra cierto efecto sobre esta variable para las variedades ramificadas y ningún efecto sobre la no ramificada Aceitera.

La altura de la planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo Yagodin *et al.* (2009) señalan que esta puede verse afectada por la acción conjunta

de cuatro factores: luz, calor, humedad y distancia de siembra. Esto concuerda con lo expresado por Neumaier (2006), quien afirma que aumentando las densidades de población se incrementa la altura de la planta, ya que los tallos se vuelven más delgados, entrenudos más largos y por consiguiente las plantas son más altas.

Los resultados coinciden con Ávila (2010) quien al evaluar estas densidades que con el aumento de la distancia no se incrementaban la altura de la planta con valores promedio entre 1.30 a 1.37m de altura.

La altura media de la planta varía en un rango de 1.64 a 2.67m (Ayala, 2005), (Ayala 2007; Oviedo de Cristaldo 2007; González, 2008). Beltrão *et al.* (2001), mencionan que las variedades de tipo gigante y crecimiento indeterminado, pueden llegar hasta 3 m de altura. Es una característica que sufre modificaciones con las condiciones de clima y localidad (Fariña 2003; Moreno 2006).

Osman y Gzouli (2006), indican que la altura de las plantas está en relación directa con el número de cápsulas, tamaño de las mismas y el número de semilla por planta, lo que presenta una correlación inversa el peso de 100 semillas.

Según Trujillo (2004), la altura promedio de la planta de sésamo es de 130,1 cm, por lo cual los valores obtenidos en el presente estudio son ligeramente superiores al reportado por este autor.

De acuerdo con Manzzani (2009) y Ochse (2005), la altura de planta del sésamo varía de 0,70 m a 3 m, lo cual indica que las alturas logradas se encuentran dentro del rango mencionado por estos autores.

Al evaluar el diámetro del tallo no se observó diferencia significativa en ninguno de los dos tratamientos (tabla 6), cuyos valores varían de 7.87 a 8.91mm de diámetro. Ayala (2005) menciona una media de 1,6 cm de diámetro para el ajonjolí y que cuando existe menor población de plantas por hectárea se favorece el desarrollo de las plantas con tallos más robustos.

Según Trujillo (2004), el diámetro promedio es de 12 mm, por lo cual el valor obtenido en el presente estudio es ligeramente inferior. Flores (2005) indica que el diámetro promedio de tallo es de 13 mm evaluado a una altura de 50cm.

Sánchez (2004), afirma que el diámetro del tallo del ajonjolí es una característica varietal, pero entre las plantas de una misma variedad, el diámetro puede ser afectado por la influencia de las densidades de siembra.

Al hallar el valor de la zona productiva de la planta se demostró estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos siendo el segundo tratamiento el mejor en cuanto a esta variable, lo que significa que a menor distancia de siembra mayor área de reproducción vegetativa (tabla 6). Beltrao *et al.* (2001) mencionan que la altura de la primera ramificación, es afectada directamente por el ambiente y el manejo cultural, como distancia de semillas en la plantación, entre otros coincidiendo con los resultados obtenidos.

Tabla 6. Indicadores morfoagronómicos

Tratamiento	AP	DT	ZP	ZI
1	1.37 a	7.87 a	0.64 b	0.73 a
2	1.51 a	8.91 a	0.79 a	0.72 a
E. E. (\bar{x}) \pm	0.05	0.36	0.05	0.05

Leyenda: AP: Altura de la planta, DT: Diámetro del tallo, ZP: Zona productiva, ZI: Zona improductiva.

a,b,c...Medias con letras diferentes en columna difieren $P < 0.05$, Duncan (1955)

Al evaluar la zona improductiva de las plantas mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, por lo que la distancia de siembra no influye en la altura del primer par de nudos de la planta, estos resultados no coinciden con Beltrao *et al.* (2001), quienes mencionan que la altura de la primera ramificación,

es afectada directamente por el ambiente y el manejo cultural, como distancia de semillas en la plantación, entre otros.

4.4 Componentes de rendimiento agrícola

Se determinó que el número de cápsulas por planta presenta diferencia estadísticamente significativa, el tratamiento 1 fue el de mejor resultado con un valor promedio de 31 cápsula/planta (tabla 7). Estos resultados no concuerdan con lo expresado por Bonsu (2014) al evaluar en ajonjolí diferentes densidades de siembra y encontró que a mayor distancia de siembra el número de cápsula/planta incrementa.

Trujillo (2004) expresa que el promedio general de número de cápsulas por planta logrados en la zona sur del Departamento de Santa Cruz fue de 110 cápsulas por planta, con lo que los valores obtenidos no coinciden con lo reportado por este autor.

El número de cápsulas por planta varía en dependencia del tipo de crecimiento de la variedad y estas pueden producir de 1 a 3 cápsula/axila. El comportamiento de esta variable se afecta por factores ambientales y el manejo que se le da al cultivo (Uriarte y Tapia, 2011).

Mazzani (2005) indica que el número de cápsulas por planta es uno de los componentes que más afecta el rendimiento final. De igual modo, Ayala (2005) menciona que es el componente de rendimiento que resulta más fácilmente afectado por las condiciones del ambiente y en condiciones de extrema sequía en la etapa floración y formación de cápsulas, puede ocurrir aborto masivo de flores y consecuentemente verse afectado el número final de cápsulas.

Al cuantificar el número de plantas por metro cuadrado evidencio diferencia entre los tratamientos debido a las densidades de siembra utilizadas (tabla 7).

Al pesar 100 semillas del cultivo por tratamiento no se observa diferencia estadística (tabla 7). El peso de las semillas concuerda con lo planteado por

Toruño (1987), quien realizó un estudio de 8 variedades de ajonjolí, y encontró que el peso de 100 semillas fue como promedio de 0.298g.

El peso de 100 semillas es un carácter que está determinado genéticamente. Para el cultivo del ajonjolí, el mismo varía según la variedad en un rango de 0.22 a 0.37g. Además se ha determinado que las variedades reaccionan fuertemente a la falta de humedad en el suelo (PAAT, 1992). Al respecto, Zapata y Orozco (1991), plantea que esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

Moreno (2006) señala que el peso de 100 semillas tiene un promedio de 0.26 g cuando ésta es sembrada en suelos pobres y con déficit de humedad. Por otro lado, Cabral (2008), en ensayos de variedades en siembra tardía, encontró que el peso de 100 semillas fue de 0.3 g, similar al presente experimento, para la siembra realizada en el mes de diciembre.

Tabla 7. Componentes del rendimiento agrícola

Tratamiento	CPP	NPm²	P 100S (g)
1	31a	28b	0.29a
2	23b	39a	0.28a
E. E. (x̄) ±	2.31	2.11	0.0032

Leyenda: Número de cápsulas por planta (CPP), Número de plantas por m² (NPm²), Peso de 100 semillas (P100S)

a,b,c...Medias con letras diferentes en columna difieren P<0.05, Duncan (1955)

4.5 Rendimiento agrícola

Al estudiar el rendimiento en kg m^{-2} se demostró diferencia significativa entre los tratamientos para un mayor resultado en el primer tratamiento con un acumulado de 0.12 kg m^{-2} (tabla 8.) Manzanni y Cobo (2007), señalan que el rendimiento está influenciado por la población, espacio y una distancia óptima de plantación manifestara el máximo rendimiento de una variedad. Al respecto, Tapia (2005) manifiesta que a mayor número de plantas que lleguen al momento de la cosecha, así será también el rendimiento del producto a cosechar.

Al estimar el rendimiento en kg por parcela se observa diferencia estadística entre ambos tratamientos donde el tratamiento 1 obtuvo un rendimiento de 2.9 kg por parcela (Tabla 8), en cuanto a los rendimientos en kg ha^{-1} se mostró diferencias entre los tratamientos siendo el tratamiento 1 el de mayor rendimiento. Trujillo (2004), reporta un rendimiento promedio de 716 kg ha^{-1} . Se puede indicar que los resultados obtenidos en el presente estudio son muy semejantes al rendimiento reportado por este autor. Villalba *et al.* (2004), indican que el potencial de rendimiento del ajonjolí es de 1500 kg ha^{-1} .

Tabla 8. Rendimiento agrícola del ajonjolí

Tratamiento	Rkgm ⁻²	RkgPP	Rkggha ⁻¹
1	0.12a	2.9a	812.1a
2	0.1b	1.9b	527.8b
E. E. (\bar{x}) \pm	0.007	0.009	2.62

Leyenda: Rendimiento en kgm^2 (Rkgm²), Rendimiento en kg por parcela (RkgPP), Rendimiento en kg/ha (Rkggha⁻¹).

a,b,c...Medias con letras diferentes en columna difieren $P < 0.05$, Duncan (1955)

Moreno (2006), en un ensayo realizado con variedades de sésamo, encontró que alcanza un rendimiento de 958 kg ha^{-1} como promedio sembrado en noviembre. Por otro lado, Cabral (2008), con un ensayo sembrado en diciembre, señala que el cultivo de sésamo es afectado por la época de siembra y que el rendimiento promedio en siembra tardía, fue de 518 kg ha^{-1} .

CONCLUSIONES

1. Se cuantificaron 5 especies de insectos fitófagos, representadas en tres órdenes [*Coleoptera* (2), *Hemiptera* (2) y *Hymenoptera* (1)], afectando en mayor grado a la distancia de siembra de 0,80 m por chorrillo ligero.
2. Como plaga clave estuvo *S. basalís* durante las fases V2 a R5 afectando en mayor grado a la distancia de siembra 0.80 m.
3. Fueron identificados 12 plantas invasoras agrupadas en 5 órdenes [*Cyperales* (6), *Malvales* (1), *Commelinales* (1), *Caryophyllales* (2) y *Euphorbiales* (2)], donde el mayor número poblacional fue en el tratamiento dos.
4. Al determinar los rendimientos agrícolas y sus componentes, según las densidades de siembra se obtuvo que el tratamiento 2 fue el que mostró los valores más altos, con un rendimiento promedio de 812.1 kg ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

1. Continuar estudios de otras variedades de ajonjolí bajo diferentes condiciones de suelo, período del año y distancia de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnon, I. 2008: Crop production in dry regions. Vol.2, Leonard Hill, London
- Arora R. K. and K. W. Riley. 2009. Sesame Biodiversity in Asia. Conservation, Evaluation and Improvement. IPGRI International Plant Genetic Resources Institute. Office for South Asia. New Delhi. 209 p.
- Augstburger F., Berger J., Censkowsky U., Heid P., Milz J., Streit C. 2006. Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Las guías de 18 cultivos de importancia económica mundial. Disponible en:<http://www.agroecologia.net.pdf>. (A los 12 días del mes de noviembre 2014).
- Avila, J. 2010. Producción de ajonjolí en los Llanos Occidentales de Venezuela. VI Curso Corto. Tecnología de la producción de ajonjolí. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador Prociandino.. pp. 95-113.
- Ayala, AR. 2005. Momento oportuno de raleo en sésamo (*Sesamum indicum* L.). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo. PY: CIA, FCA, UNA. 35 p.
- Ayala, MB. 2007. Comparación fenotípica de plantas provenientes de semillas de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Escoba Blanca, de diferentes orígenes. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. 73 p.
- Bastidas, R. 2007 Plagas en el cultivo del ajonjolí. *Agronomía* (2):15-17 pp.
- Beech, D. F. 2013 Sesame research in southeast Queensland. CSIRO Division of Tropical crops and pastures. Ann. Rept.. pp. 134-135.
- Beltrão, NE. DE M.; Viera, DJ. 2001. O Agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA. 348p.
- Bonsu, K. O. 2014. The effect of spacing and fertilizer application on the growth and yield components of sesame *Sesamum indicum* L. *Acta Horticulturae*. Cocoa Res. Inst. Tafo Ghana. No. 53 pp. 355-373.

- Boote K. J. 2003. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.) Peanut Science 9:35-40.
- Britos, E. 2002. Rendimiento y contenido de aceite de cuatro variedades de Sésamo (*Sesamum indicum* L.), sembradas en diferentes épocas en el Distrito de Minga Guazú. Tesis Ing. Agr. Minga Guazú, PY: CIA, UNE. 55p.
- Cabral, MI. 2008. Caracterización agronómica de cuatro variedades de sésamo (*Sesamum indicum* L.), en siembra tardía en el Departamento Central. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. 41 p.
- Charles y Edwards D.A. 2004. Physiological Determinants of Crop Growth. CSIRO Division of Tropical Pastures Cunningham Laboratory, St. Lucia, Queensland. Academic Press. 161 p.
- Clusa, A. R., 2002 Producción ecológica de ajonjolí. Serie de documentos técnicos, Managua.
- Colombia, 2012 Manejo integrado de plagas en ajonjolí. Consultado en <http://corpomail.corpoica.org.co/pdf>
- Costa Rica, 2007. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas, sitio web: <http://www.agroecologia.net.pdf>. (A los 12 días del mes de noviembre 2014).
- Cuba, 2003. Ministerio de la agricultura empresa productora de semillas varias. Instructivo técnico para el cultivo del ajonjolí. Consultado (A los 16 días del mes de noviembre 2013) en: <http://www.agroecologia.net.pdf>.
- Delgado, M., D. M. Yermanos. 2011. Yield components of sesame *Sesamum indicum* L. under different populations densities. Economic Botany. 29(1): 69-78. January-March.
- Delikostadinov, S. G. 2006. Conditions and methods for the improvement of sesame productions, growing methods and plant protection in Bulgaria. In:

- Sesame and Safflower: Status and potentials. Proceedings of Expert Consultation. FAO Plant Production and Protection Paper 66. pp. 62-63.
- Ellis R. H., A. R. Watkinson, R. J. Summerfield and R. J. Lawn. 1995. From evaluation descriptors of times to flowering to the genetic characterization of flowering responses to photoperiod and temperature. Plant Genetic Resources Newsletter. N° 103:36-38.
- Elsner J.E., C. Wayne Smith and D.F. Owen. 2008. Uniform stage descriptors in upland cotton. Crop Science. Vol. 19:361-363.
- Fariña, C. 2003. Época propicia de siembra de cuatro variedades de sésamo (*Sesamum indicum* L.). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. 125 p.
- Fehr W. R. and C.E. Caviness. 2005. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service. Iowa State University. Ames Iowa 50011. Special Report 80. 11p.
- Gonzales E., Alonso R. E., Parrado J. 1961. El ajonjolí, una oleaginosa de fácil producción. pp 1-4.
- González, D. 2008. Variabilidad fenotípica de plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Escoba Blanca, con tres ciclos de depuración. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA; FCA, UNA. 77 p.
- Gowda, K. y Murthy. K. 2007. Response of *Sesamum* varieties to spacing and fertilizer levels. Mysore Journal of Agriculture Sciences. Dep. of agron., Alniv of Agric. Sci. Banglores. 11 (3): 351-353.
- Hanway J. J. 2006. Growth stages of corn (*Zea mays*, L.). Agronomy Journal. 55:487-491.

- Haun J. R. 2000. Visual quantification of wheat development. *Agron. J.* 55:116-119.
- Herrera, B. 2008. Cultivo del Ajonjolí MAC, IANH, BAP, CBR. Manual práctico del Campesino. Caracas - Venezuela. Consejo de Bienestar Rural. 34 p.
- IPGRI (International Plan Genetic Resources Institute T) and NBPGR (National Bureau of Plant Genetic Resources, IN). 2004. Descriptors for sesame (*Sesamum* spp). Roma, IT: IPGRI & NBPGR. 76 p
- La Habana, 2009: Instructivo técnico para el cultivo del ajonjolí.
- León C., 2006. Manual de ajonjolí. Consultado en: <http://www.agroecologia.net.pdf>. (A los 12 días del mes de noviembre 2014).
- Mazzani B. 2005. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Caracas 1983. p. 169-226.
- Mazzani, B., M. Cobo. 2009. Efectos de diferentes distancias de siembra sobre algunos caracteres de variedades ramificadas en ajonjolí. *Agronomía Trop.* (4) 1: 3-14.
- Montilla, D., y R. Moraour. 2004. Efecto de los suelos y épocas de siembra en la producción del ajonjolí. Fondo para el desarrollo del ajonjolí. Caracas. 35 p.
- Moreno, P. 2006. Adaptación de cuatro variedades de sésamo en el Distrito de San Roque González de Santa Cruz, Departamento de Paraguari. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. 39 – 42 pp.
- Neumaier, W. 2006. Efeito de fertilidade de soja. Época de plantio e populacas obre o comportamento de duas cultivares du soja (*Glycine max* L. Mer). Poto Alegre. Tesis presentada por mestre en fitotecnia. Facultad de Agronomía Universidad Federal de Rio Grande de Sur. Brasil, 127 p.

- Olive, F. y J. G. Cano. 2012. Efecto de varios espaciamientos en la producción de diferentes tipos de ajonjolí. Turrialba 4 (3-4): 143-146.
- Oviedo de Cristaldo, R. M. 2007. Introducción y selección de cultivares de sésamo. In Jornada Técnico –Científica del Cultivo De Sésamo. San Lorenzo, Campus Universitario: pp. 2-13.
- Quintero J. 2010 Criterios para el control de plagas y enfermedades. Consultado en <http://es.slideshare.pdf> a los 14 días del mes de noviembre de 2014.
- Rabery, H. 2007. Sésamo (*Sesamum indicum* L.). In: Jornada técnica- científica del cultivo del sésamo (2007, San Lorenzo, PY), Ponencias. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. P.9-14.
- Ramírez, R. y Ovalles, C.A. 1991: Relación del pH del suelo con el crecimiento, nutrición y producción de semilla del ajonjolí, Oléagineux, 46.
- Robles, R. 1991. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa, México.
- Sánchez, P. A. 2004. Cultivos oleaginosos. Manuel para la producción agropecuaria. México D. F. 240p.
- Schneider A. A. and J. R. Miller. 2001. Description of sunflower growth stages. Crop Science. Vol 21:901-903.
- Singh, P. P. and Pansal. 2013. Response of rainfed sesame *Sesamum indicum* L. to row and plant spacings and fertilizer levels. J.N.H.V. V. Research Journal. 9 (1/2): 61-62.
- Smit L. H. 2011. Seed development, metabolism and composition. In: Physiological Basis of Crop Growth and Development. Tesar M.B. (ed). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. p. 17-22.

- Stoll, G. V., 2006 Naturgemaber Pflanzenschutz mit hofeigenen Ressourcen in den Tropen und Subtropen. AGRECOL, Verlag Josef Margraf.
- Trujillo, R. 2004. Determinación de la distancia optima de siembra para el cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L), en la zona sur del Departamento de Santa Cruz.
- Uriarte, E. A. y Tapia O. H. 2011. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Mexicana. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V Managua, Nicaragua, 30 p.
- Vanderlip R. L. and H. E. Reeves. 1972. Growth stages of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Agron. J. 64:13-16.
- Varela, R. 2012. Producción de Ajonjolí. ICA. Boletín Técnico No. 79. 48 p.
- Villalba, R. M. Condori y R. D. Mostacedo, 2004. Determinación de la distancia optima de siembra para el cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad blanco. Verano 2003/04. IN: Memoria del 2do seminario-Taller del cultivo de Sésamo.
- Villaseñor Ríos, J. L. y F. J. Espinosa García, 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Weiss, E.A. 2013: Oilseed Crops. Longman, London.
- Yagodin, B. A. Smirnov, J. Y Burdki, J. P. 2009. Agroquímica Tomo 1. Editorial MIR, Moscú 250p.

