

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA - LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA TROPICAL



Manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198, en el Centro Experimental de Occidente (C.E.O), municipio de Posoltega departamento Chinandega, ciclo agrícola de postrema 2008 – 2009.

Previo a optar al Título de ingeniero en Agroecología Tropical.

PRESENTADO POR:

Br. DAGOBERTO LEONARDO REYES GONZÁLEZ

Br. JIMMY RAMÓN ROJAS OCÓN

TUTORAS

MSc. PATRICIA CASTILLO

Ing. ISABEL ABURTO

LEÓN, FEBRERO 2010.

INDICE GENERAL

Agradecimiento.	i
Dedicatoria.	iv
Resumen.	vi
I.- INTRODUCCIÓN.	1
II.- OBJETIVOS.	3
III.- HIPÓTESIS.	4
IV.- MARCO TEÓRICO.	5
4.1.- Generalidades.	5
4.2.- Descripción botánica.	5
4.3.- Manejo agroecológico.	6
4.3.1.- Condiciones edafoclimáticas.	6
4.3.2.- Siembra.	7
4.3.3.- Fertilización.	8
4.3.4.- Manejo de plagas.	10
4.3.5.- Manejo fitosanitario.	11
4.3.6.- Manejo de malezas.	12
4.3.7.- Cosecha.	13
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.	16
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.	26
VII.- CONCLUSIONES.	39
VIII.- RECOMENDACIÓN.	40
IX.- BIBLIOGRAFÍA.	41
X.- ANEXOS.	43



AGRADECIMIENTO

Los autores agradecemos a la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA – León) por el apoyo económico que brindaron al proyecto para hacer posible nuestra investigación de tesis. Asimismo al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria – Posoltega (INTA – Pacifico Norte) por permitirnos hacer uso de sus instalaciones para montar el ensayo y por el aporte técnico dirigido por la Ing. Isabel Aburto Rizo, Investigadora de Cultivos Diversos de dicha institución.



AGRADECIMIENTO

Cualquier palabra o agradecimiento que quisiera expresar a todos aquellos que me ayudaron en la realización de este trabajo investigativo ya sea directa e indirectamente será superficial e insuficiente, sin embargo algunos han contribuido a tal grado que sus nombres sobresalen y merecen su reconocimiento.

A Dios y a la Virgen María por haber sido la guía que me condujo con éxito en la culminación de este trabajo teniendo la certeza que su amor y protección me acompañaran por siempre.

A mis padres, tíos y mi gran amigo Walter Burville, gracias a ellos he logrado alcanzar esta meta, dándome su apoyo incondicional con tanto amor.

A los profesores de la carrera de Ingeniería en Agroecología Tropical quienes con dedicación y empeño supieron orientarme en mi formación profesional.

Mi especial agradecimiento a la Ing. Isabel Aburto por su gran aporte en la orientación de este trabajo; a MSc. Rafael Espinoza y al Ing. Francisco Javier Alvarado Masis quienes me brindaron su valiosa cooperación en los análisis estadísticos necesarios para la conclusión del trabajo.

Dagoberto Leonardo Reyes González.



AGRADECIMIENTO

A la memoria de mi madre Natividad Rojas Ocón, que sin su apoyo y confianza no hubiese llegado donde estoy, ya que me enseñó a vivir la vida, a luchar por lo que uno quiere y a saber de que cada día es distinto.

A mi hermana Andrea Rojas, por haberme apoyado en todo momento para que yo pudiera coronar mi carrera de Ingeniero en Agroecología Tropical.

A mi esposa Karla Vanesa Castellón Escoto, por haberme apoyado en los momentos más arduos de mi vida, por darme aliento de seguir adelante cuando se presentaban situaciones difíciles de enfrentar.

Jimmy Ramón Rojas Ocón.



DEDICATORIA

Este trabajo que con esfuerzo y abnegación he realizado quiero dedicarlo a Dios y a María Santísima por darme la fortaleza necesaria para seguir adelante, por acompañarme en cada momento de mi vida, pero sobre todo por haberme permitido cumplir una de mis metas.

Dagoberto Leonardo Reyes González.



DEDICATORIA

A Dios por ser quien me ha dado las fuerzas para salir adelante, por no permitir caer ante las adversidades que en la vida se nos presentan, por ser el pilar fundamental de mi vida, el cual me ha permitido coronar una meta en la vida.

A si también a mi hija Ashly Michel Rojas Castellón, por dármele alegría a mi vida, por ser un objetivo más de mi preparación.

Jimmy Ramón Rojas Ocón.



RESUMEN

Con el propósito de buscar medidas de manejo en cosecha que le permitan al agricultor diseñar parvas mejoradas que optimicen la producción de ajonjolí, tanto en volumen como en calidad; se consideró en esta investigación los objetivos siguientes: a) Evaluar el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (tiempo de corte y diámetro de parva); b) Evaluar la pérdida en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (el tiempo de corte y diámetro de parva); c) Determinar la relación costo - beneficio del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (tiempo de corte y diámetro de parva). El ensayo se realizó en la terraza 10 del C.E.O. El diseño utilizado fue Bifactorial en DCA. Factor A: Tiempo de corte y Factor B: Diámetro de parvas. Los datos se analizaron en el programa estadístico SPSS 15.0 donde los factores “tiempo de corte” y “diámetro de parvas” fueron procesados mediante ANDEVA y separación de medias S.N.K. al $\alpha = 0,05$. Se estableció una relación entre dichos factores, así como una comparación de los rendimientos y pérdidas entre tratamientos. Los resultados indicaron que la apertura de las primeras cápsulas es directamente proporcional al tiempo de corte sin verse influenciada por el diámetro de parva. El secado de parvas es directamente proporcional al diámetro de la parva e inversamente proporcional al tiempo de corte. Según la separación de media de S.N.K. en el rendimiento; para el factor “tiempo de corte” el nivel a_2 obtiene el mejor rendimiento con 42,33kg/1200 m²; mientras que para el “diámetro de parva” los niveles b_3 , b_2 y b_4 lo logran con el 30,77 - 27,63 y 27,62 kg/300 m² respectivamente. El efecto de interacción de los mismos indica que el mejor rendimiento se obtiene con la combinación a_2b_3 con producción de 429,37 kg/Ha. Al realizar la prueba de S.N.K. de pérdida en cosecha; para el factor “tiempo de corte”, el nivel a_2 consigue la menor pérdida con el 9,86% de la producción por parcela; mientras que para el “diámetro de parva” el nivel b_3 lo logró con el 5,31%. El efecto de interacción de los mismos indica que la combinación a_2b_3 obtiene menor pérdida con 1,72%. El presupuesto parcial nos indica que la combinación a_2b_3 es la más rentable y constituye la recomendación para los agricultores de ajonjolí. Se concluye que las parvas con diámetro de 1,00m son las más idóneas por su buen anclaje en campo, evitan el acame y poseen buena maniobrabilidad al aporrearlas reduciendo la pérdida de semilla.



I.- INTRODUCCIÓN

Nicaragua dispone de tierras bajo condiciones agro-ecológicas idóneas para la producción de ajonjolí de alta calidad (IICA, MAGFOR, JICA. 2004). Este es cultivado más en la planicie volcánica del pacífico de Nicaragua (80% de la producción nacional de ajonjolí) (Velázquez, J. (s.n.t.)) y es caracterizado por tener mayor concentración de aceite y proteína que el producido en los demás países de América (BCN. (s.f.)).

Históricamente el cultivo ha estado en manos de pequeños y medianos productores. El manejo ha sido con pocos insumos químicos, mano de obra familiar y labores de suelo con animales de tiro o maquinaria. El historial de bajos rendimientos se debe, en muchos casos, a no establecer densidades de siembra adecuada, raleos tardíos, competencia inicial de malezas, desconocimiento y mal manejo de plagas, rotación de cultivos y mal manejo en cosecha y post-cosecha (Velázquez, J. (s.n.t.)).

Usualmente el ajonjolí se cosecha de forma manual a los 80 - 95 días después de siembra, posteriormente se seca durante 2 - 3 días en manojos. Se acomoda en parvas de tal forma que las cápsulas estén hacia arriba. Las parvas deben ser de tamaño pequeñas (diámetro 15 cm en la parte alta y 45 – 80 cm en la parte baja) pero en la práctica no se cumple. El secado de las parvas no deben sobrepasar los 15 días. Cuando se encuentra totalmente seca, ésta se voltea sobre una lona fuerte, se golpean con palos los manojos de plantas, se zarandea y luego se sopla para posteriormente secar y guardar las semillas (Augstburger, F, *et al.* 2000).

Durante la cosecha y post-cosecha el cultivo del ajonjolí se enfrenta a problemas agronómicos y fitosanitarios que bajan los rendimientos notoriamente.

El atraso del momento de corte implica consistencia blanda, poco desarrollo y peso del grano y el utilizar parvas muy grandes provoca un aumento de calor y evaporación en el centro afectando el resto de la parva con el manchado del grano, pudrición y enmohecimiento. Todo ello conlleva a una disminución de rendimiento y baja calidad de presentación haciendo al producto no aceptable en el mercado.



Es por ello que una correcta cosecha y post-cosecha de ajonjolí es tan importante para evitar poner en peligro el trabajo realizado durante todo el ciclo del cultivo (Zamorano. 1998).

En Nicaragua se estiman pérdidas de cosecha y post-cosecha que asciende al 30% por problemas de plagas y mal manejo de parvas.

Los daños estimados son producto de valorizaciones realizadas por extensionistas y agricultores, estos son inconsistentes por el hecho de no estar soportados con estudios rigurosos.

Por tanto, el propósito de esta investigación es buscar medidas de manejo en cosecha que le permitan al agricultor diseñar parvas mejoradas que optimicen la producción, tanto en volumen como en calidad, para volver a ubicar a Nicaragua como el mejor exportador de ajonjolí de calidad.



II.- OBJETIVOS

General

- ✓ Evaluar el efecto del emparvado (tiempo de corte y diámetro de parva) del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198 en los rendimientos, en el Centro Experimental de Occidente municipio de Posoltega departamento Chinandega, ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Específicos

- ✓ Evaluar el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (tiempo de corte y diámetro de parva).
- ✓ Evaluar la pérdida en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (el tiempo de corte y diámetro de parva).
- ✓ Determinar la relación costo – beneficio del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) sometido a manejo del emparvado (tiempo de corte y diámetro de parva).



III.- HIPÓTESIS

H₀₁: Existe igualdad de resultados entre los “tiempos de corte”, por tanto, no hay efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.

H_{a1}: Al menos un “tiempo de corte” ejerce un efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.

H₀₂: Existe igualdad de resultados entre los “diámetros de parva”, por tanto, no hay efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.

H_{a2}: Al menos un “diámetro de parva” ejerce un efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.

H₀₃: Existe igualdad de resultado entre las interacciones (Tiempo de corte*Diámetro de parva), por tanto, no hay efecto de interacción significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.

H_{a3}: Al menos una de las combinaciones (Tiempo de corte*Diámetro de parva) ejerce un efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) variedad ICTA-R198.



IV.- MARCO TEÓRICO

4.1.- Generalidades

El ajonjolí cuyo nombre científico es *Sesamum indicum L.* es una planta oleaginosa considerada como un cultivo muy antiguo. Existe el criterio que fue llevado de África a la India, siguiendo hacia el Este hasta China y Japón. Regresó al Oeste estableciéndose con nuevas formas en Asia Central, países del Mediterráneo y África del Norte. En América se introdujo en el siglo XVI, cuando los portugueses lo llevaron al Brasil (Zamorano. 1998). Fue introducido en Nicaragua en la década de los años 30. Para la década de los años 40, el cultivo ocupó el segundo lugar de importancia en Nicaragua. A finales de esa época, el cultivo fue desplazado poco a poco por el algodón (Velázquez, J. (s.n.t.)).

En Nicaragua, el ajonjolí se cultiva más en la planicie volcánica del Pacífico, en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada y Rivas, los cuales presentan las tierras más aptas para su producción sin obviar los departamentos de Jinotega, Nueva Segovia, Estelí, Carazo, Matagalpa, Boaco y Chontales (Zamorano. 1998). Pero es en el occidente (León y Chinandega) donde se concentra el 83% del área sembrada y el 81% de los productores de ajonjolí del país (IICA, MAGFOR, JICA. 2004).

4.2.- Descripción botánica

El Ajonjolí *Sesamum indicum L.* es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las Pedaliaceae. Es una planta tupida que crece en forma recta, y alcanza una altura entre 0,75 – 3 m. El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas.

La raíz principal del tronco es muy fuerte y posee raíces secundarias que forman una red que alcanzan hasta 1m de profundidad. El tallo es erecto, cilíndrico y cuadrangular y en algunos casos puede tener seis lados y según el tipo presenta muchas ramificaciones, como pocas. Un corte transversal del tallo muestra un área externa dura y una médula blanca. La médula está compuesta de parénquima suave; en los tallos adultos ésta tiende a desaparecer dejando un hueco al centro. Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, es decir que en un par salen opuestas en los surcos y en el siguiente con un ángulo de 90 grados con respecto al



primero. El tamaño es de 3 - 17 cm de largo, por 1 - 5 cm de ancho, pecíolo largo, de forma lobulada en la base y lanceoladas en la parte apical. La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y cinco sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, de forma acampanada, limbo irregular con cinco lóbulos, pubescente en su interior. Tiene ovario súpero con dos celdas, planta autógama. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas. 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 es de 2 - 5 cm de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente con 15 - 25 semillas cada una. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divida en dos. La semilla es aplanada, pequeña, amarilla, roja, marrón o negra en su exterior; mide de 2 – 4 mm de longitud y 1 – 2 mm de ancho. El peso de mil semillas es de 2,5 - 3,2 gr (MAG (s.f.); Augstburger, F; *et al.* 2000).

4.3.- Manejo agroecológico

4.3.1.- Condiciones edafoclimáticas

El ajonjolí se desarrolla bien en latitudes de 40°N y 30°S. Se cultiva en zonas tropicales y subtropicales desde el nivel del mar hasta los 500 msnm (superior a esta altura disminuyen los rendimientos y la calidad del aceite), se adapta a una gran variedad de suelos, pero los más idóneos son los de texturas ligeras como los franco arenosos y franco arcillosos, con buen drenaje y un pH entre 5,5 y 7,5.

Prefiere humedades relativas de 40 y 75%, es por ello que se siembra en todos los países centroamericanos en el litoral del pacífico.

El ajonjolí es sensible al fotoperíodo. Les favorecen temperaturas de 15 - 40 °C, siendo la óptima 27,5 °C. Responde bien a precipitaciones de 300 – 600 mm distribuidas óptimamente en el ciclo del cultivo (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) (Ruíz, F. 1998; Augstburger, F; *et al.* 2000).



4.3.2.- Siembra

En Nicaragua se tienen tres épocas bien definidas para la siembra del ajonjolí: primera, postrera y apante.

Cosecha de primera. En la que se siembra en el inicio del periodo de lluvias, mayo para cosechar en el mes de agosto – septiembre. Generalmente esta representa el 15% de la producción nacional en un ciclo. La cual se realiza en los departamentos de León y Rivas.

Cosecha de postrera. Esta es la siembra más apropiada, se realiza entre agosto – septiembre para cosechar en noviembre – diciembre. Esta cosecha representa el 70% de la producción nacional en un ciclo y es realizada en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Carazo, Estelí, Masaya, Granada y Rivas.

Cosecha de Apante. En esta se requiere el uso de riego por lo tanto pocos productores la efectúan. Se siembra en diciembre para cosechar en marzo. La producción representa el 15% de la producción total del país en un ciclo y es concentrada en el departamento de Chinandega (IICA, MAGFOR, JICA. 2004).

Las variedades que se recomiendan para la siembra en Nicaragua son: Cuyumaqui; Venezuela 44, 50 y 51; ICTA R-198, China Roja; Nicarao; Precoz Rama; Caribe y Mexicana (IICA. 2006).

La preparación del terreno puede ser mecanizada o con tracción animal (utilizada comúnmente por pequeños productores) dependiendo de los recursos del agricultor.

Para preparar el suelo mecánicamente, se debe de arar a una profundidad de 20 - 30 cm (en suelos con poca materia orgánica menos profundo) y a continuación realizar de uno a dos pases de grada (según lo requiera el suelo) procurando que las malezas hayan germinado.

En caso de una preparación con tracción animal o con azadón se requiere de varias pasadas. En la última pasada se amarra a la grada un poste para aplanar el terreno.

La siembra puede ser manual o mecanizada. La siembra manual se realiza ya sea al voleo o al chorrillo procurando ralea a la segunda o tercer semana después de la siembra. La siembra



mecánica no necesita de raleo pues se regula la distancia entre planta y es bastante uniforme. Esta es usada en grandes extensiones.

Para obtener altos rendimientos se requiere de manera general altas densidades de siembra. Para variedades no ramificadas se recomienda sembrar a una distancia de 30 - 45 cm entre surco y 7,5cm entre planta. Para variedades ramificadas de 50 - 60 cm entre surco y de 10 - 15 m entre plantas (Augstburger, F; *et al.* 2000).

4.3.3.- Fertilización

4.3.3.1.- Fertilización Convencional

Para la obtención de altos rendimientos del cultivo se deben de tomar en cuenta dos factores importantes:

- Utilización de variedades con alto potencial productivo.
- Fertilización adecuada que responda a las necesidades del cultivo y a los requerimientos nutricionales del suelo.

Para ello, lo ideal es realizar un análisis físico - químico del suelo, de lo contrario, se recomienda de manera general aplicar 1,5 - 2 qq/Mz de la formulación completa 18-40-0 ó 15-20-0 al momento de la siembra y 2 qq de urea al 46% a los 35 días después de haber emergido o al inicio de la floración. La primera fertilización puede ser dividida en dos tiempos, una al momento de la siembra y la otra a los 20 - 25 días después de la siembra al momento del raleo (Ruíz, F. 1998).

4.3.3.2.- Fertilización Orgánica

Las posibilidades de fertilización más importantes en la producción ecológica del ajonjolí son la utilización de abono verde, siembra de leguminosas dentro de la rotación de cultivos y la aplicación de abonos orgánicos y compost.

El abonamiento directo al ajonjolí no siempre es necesario, sin embargo, en suelos con buen contenido de humus puede realizarse con el pre-cultivo. En caso de aplicaciones directas de



abono, es suficiente incorporarlo un mes antes de la siembra en el momento de la preparación del terreno.

El compost maduro se aplica en el momento de la siembra o durante el raleo en cantidades de aproximadamente 3 ton/ha (aprox. 7 m³/ha).

El factor limitante para rendimientos altos de ajonjolí es la disponibilidad de fósforo. Deficiencias en fósforo pueden ser compensadas mediante aplicaciones de roca fosfórica y harina de huesos, antes de la preparación del terreno (en los suelos del pacifico de Nicaragua no se tiene muchos problemas puesto que son de origen volcánico). La disponibilidad de fosfatos se mejora mediante la simbiosis con micorrizas por el incremento de la superficie radicular. La segregación de diferentes substancias como por ejemplo la fosfatasa hace que hasta el P (fósforo) fijado orgánicamente se vuelva disponible para las plantas.

La formación de micorriza se estimula mediante: aplicación de pocas cantidades de abonos fosfatados sobre suelos pobres de fosfato; incorporación de residuos de plantas y mulch; aplicación de compost y rotación de cultivos.

Aplicaciones menores de abonos orgánicos ricos en nitrógeno, así como purines y abonos semilíquidos, favorecen la mineralización de las substancias orgánicas. Se les puede aplicar cuando las plantas hayan alcanzado 20 cm de altura en cantidades correspondiente a 20 kg/N/ha.

La disponibilidad de potasio normalmente no causa problemas. Sin embargo, el calcio y el magnesio son muy importantes porque son absorbidos en mayor escala por las plantas, es por ello que se suministra, por ejemplo, mediante cal con contenido de magnesio (dolomita).

Abonos verdes. Al utilizar abonos verdes hay que considerar el requerimiento de agua de modo que haya suficiente humedad para el cultivo principal. Estos cumplen diferentes objetivos, siempre y cuando sean manejados adecuadamente, y resultan también rentables aunque su función directa no es la producción de frutos.



Algunos logran reprimir vegetación arbustiva y gramínea de 3m de altura, dejando todavía residuos de fácil manejo y permiten la formación de humus con poca implementación de mano de obra (Augstburger, F; *et al.* 2000).

4.3.4.- Manejo de plagas

Aquí presentamos las principales plagas que afectan al cultivo del ajonjolí y las medidas de manejo.

Cuadro 1.- Principales Plagas que afectan al cultivo del Ajonjolí.

Plagas	Medidas de manejo
<i>Agrotis ssp.</i> (Gusano de tierra)	Control temprano de maleza antes de la siembra. Trampas de luz contra polilla; preparado de tabaco, derris, neem, piretro.
<i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca)	Extremo polífago. Vector para <i>Leaf Curl-Nicotiana 10 Virus</i> . Se encuentra principalmente durante el tiempo de sequía. Preparados de fumigación de: ajo, piretro, sabadilla (<i>Schoenocaulon officinale</i>); tabaco.
<i>Diabrotica ssp.</i>	Preparación intensiva del terreno para eliminar pupas; preparados para fumigar de: <i>Mammea americana</i> ; ajo + cebolla + chile; extracto de tártago; neem.
<i>Estigmene acrea</i>	Uso de Baculovirus.
<i>Heliothis ssp.</i>	Causa infección secundaria. Trampas de luz antes de postura. Preparados de fumigación de: <i>Derris elliptica</i> ; ajo; neem; Piretro; <i>Ryania speciosa</i> .
<i>Myzus persicae</i>	Pulgón, vector para virus. Extracto alcohólico de <i>Melia azedarach</i> .
<i>Nezara viridula</i>	Mayor infección de semillas con hongos. Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> . Aceite de neem. Preparado para fumigar de 70ml kerosene, 110gr jabón y 7,5lt de agua caliente. Piretro + Aceite de ajonjolí + derris/tephrosia/tabaco.
<i>Phillophaga ssp.</i>	Extracto alcohólico de semillas de anonáceas contra gusanos del suelo. Recolección, trampas de luz contra imagos.
<i>Spodoptera ssp.</i> <i>S. exigua</i> <i>S. sunia</i> <i>S. frugiperda</i>	Preparación del suelo semanas antes de la siembra para eliminar huevos y plantas hospederas de larvas, al mismo tiempo soltar gallinas para que busquen larvas. Aplicación de <i>Trichogramma ssp.</i> , <i>Bacillus thuringensis</i> y VPN Virus. Trampas de luz contra polillas; repelente de gusano: ramas de <i>Murraya paniculata</i> . Aplicación de Baculovirus. Preparados de neem, piretro, tabaco. Observación minuciosa y actuación rápida son determinantes.
Ratas	Arbusto de limón (<i>Aloysia triphylla</i>) provoca presión alta letal en los roedores.

Fuente: Augstburger, F; *et al.* 2000.

Hay que tener en cuenta que la aplicación de sustancias de amplio espectro como piretro y neem deben limitarse a casos de emergencia, dado que eliminan predadores naturales. Preparados de sabadilla son extremadamente tóxicos para las abejas melíferas. Derris y



piretro son tóxicos para peces y pueden provocar enfermedades al entrar en contacto con la piel humana. Por tanto, son preferibles otras medidas de control (Augstburger, F; *et al.* 2000).

4.3.5.-Manejo fitosanitario

Lugares con condiciones húmedas propician el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas. Para prevenirlas se deben elegir suelos con buen drenaje, nivelados, sueltos y profundos para evitar condiciones de anegamiento.

A continuación se presentan los principales patógenos que afectan al ajonjolí (Augstburger, F; *et al.* 2000).

Cuadro 2.- Principales Patógenos que afectan al Ajonjolí.

Patógenos Fungosos	Medidas de Control
<i>Phytophthora Blight</i>	Rotación de cultivos, variedades resistentes, semillas sanas, aplicación de caldo bordelés (3:3:50) 3 por 7 días contra infecciones secundarias y propagación.
<i>Macrophomina phaseolina</i> y <i>Rhizoctonia bataticola</i>	Contagio por semillas y suelo. Abono verde y estimulación de antagonistas (compost maduro), Uso de variedades resistentes o menos susceptibles (ej. variedades con cáscara moradas)
<i>Fusarium oxysporum</i>	Contagio por semillas y suelo. Variedades que no revientan son menos susceptibles. Infección fuerte del suelo, sembrar a intervalos de 5 años.
<i>Alternaria sp.</i>	Contagio por semillas, recurrir a variedades resistentes. Variedades totalmente velludas parecen ser más resistentes. Caldo bordelés (0,1%).
<i>Cercospora sesami</i>	Contagio por semillas y rastrojos. Quema de rastrojos. Tratamiento con agua caliente (53 °C) por 30 minutos. Uso de variedades resistentes.
Patógenos Bacterianos	Medidas de Control
<i>Pseudomonas syringae pv. Sesami</i>	Tratamiento con agua caliente (52 °C) por 10 minutos. Durante 11 meses es posible el contagio mediante semillas. Variedades resistentes. Cultivo en períodos de menor humedad ambiental y precipitaciones.
<i>Xanthomonas campestris pv.sesami</i>	Tratamiento con agua caliente (52 °C) por 10 minutos. Identificación de resistencia mediante infección de gérmenes. Transmisión a través de suelo (4-6 meses), mediante semillas (16 meses). Infección mediante maleza <i>Acanthospermum hispidum</i> . Cultivo en períodos de menor humedad ambiental y precipitaciones.
Virosis	Medidas de Control
<i>Nicotiana 10 virus</i>	Variedades resistentes. Existen muchas plantas hospederas ej. tabaco, tomate, papaya; transmitida por mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> .
<i>Phyllody "Mycoplasma-like-organism" (MLO)</i>	Siembra cuando hay pocos vectores, Salta hojas (Homoptera) <i>Orosius albicinctus</i> . Variedades resistentes que florecen dentro de 40-50 días.

Fuente: Augstburger, F; *et al.* 2000.



4.3.6.-Manejo de malezas

La planta joven del ajonjolí se desarrolla lentamente durante los primeros 25 días por tanto es susceptible a las malezas. Cuando esta alcanza un tamaño de 10 cm de altura, inicia un crecimiento acelerado por lo que de manera natural disminuye la competencia con la maleza. Por esta razón debe mantenerse la parcela limpia de maleza durante los primeros 20 - 25 días después de la emergencia.

Pre siembra. Para controlar la mayoría de las malezas, antes de la siembra, se deja que se desarrollen durante 8 - 10 días. Posteriormente se trabaja en forma muy superficial los 2 - 3 cm superiores del terreno, por ejemplo con un rastrillo liviano. Así se evitará que nuevas semillas de malezas de las capas más profundas lleguen a la superficie donde germinan rápidamente. Esta labor superficial puede realizarse 1 - 3 veces antes de la siembra. Labores profundos en la preparación del suelo combinado con el lento desarrollo inicial del ajonjolí implican un alto riesgo de erosión hasta que el cultivo haya cerrado por completo el espacio.

Otras medidas que se pueden tomar son:

- Incorporación a tiempo las malezas y los residuos del pre-cultivo.
- Uso de variedades de rápido crecimiento.
- Selección de distancias de siembra que permitan que el cultivo cierre rápidamente y pueda así competir a las malezas.
- Incorporación de cultivos de sombra y coberturas (abono verde) dentro de la rotación.

Bajo siembra. Para suprimir malezas al inicio del cultivo, se siembran coberturas leguminosas dentro de los surcos de ajonjolí ej. maní, mungo, *Canavalia ensiformis*.

Después de la siembra. Suelen ser efectivos deshierbes muy superficiales para no maltratar las raíces adventicias del cultivo.

El control manual de la mala hierba se puede reducir (azadón, machete, arrancar) mediante la minuciosa preparación del suelo. Posiblemente se pueden reducir las limpiezas a una sola al



iniciarse la floración, eso fuese el caso ideal. Las malezas más comunes en Centro América son: *Cyperus rotundus*, *Corchorus aestuans* e *Ipomoea ssp.*

El deshierbe mecanizado es favorecido por la siembra en surcos (al igual que el trabajo manual). El primer control de malezas se realiza a los 15 días de la siembra conjuntamente con el raleo, pasando otros 15 días más se realiza el segundo control. Dentro del surco se requiere el trabajo manual (Augstburger, F; et al. 2000).

4.3.7.- Cosecha

Momento de corte. La pureza de la variedad facilita la cosecha debido a que su maduración es uniforme, con una maduración no uniforme se realiza 2 - 3 cosechas de manera focalizada según convenga. Se cosecha antes que las cápsulas maduren puesto que estas se abren por dehiscencia. Cuando la planta es cortada antes del periodo de maduración se presentan tres posibles efectos que dañan el producto:

- Poco desarrollo y peso. El rendimiento promedio por manzana es afectado directamente, disminuyendo las ganancias.
- Consistencia blanda. El ajonjolí con consistencia blanda se daña al procesarlo. Por presión la semilla se desintegra o se quiebra la cascarilla.
- Liberación de ácidos grasos. Al resquebrajar la capa protectora se liberan ácidos grasos en porcentajes elevados. Esta acumulación de ácidos grasos hace al producto no aceptable.

El momento óptimo de cosecha (madurez fisiológica) generalmente llega, cuando: las primeras cápsulas inferiores adquieren una coloración marrón y revientan; el tallo amarillea; las hojas comienzan a caer; la floración termina; las hojas se amarillean.

La cosecha del ajonjolí usualmente se realiza en forma manual, cortando las plantas a una altura de 10 - 15 cm, posteriormente deja sacando en el campo durante 2 - 3 días (dependiendo de la madurez de la planta y la intensidad del sol) en manojos, los cuales se tienden en el suelo en la misma dirección. Con ello, se acelera el marchitamiento y caída de las hojas, se secan las cápsulas y facilita el emparve de las plantas.



Emparvado de plantas. El emparve consiste en poner parados, un poco inclinados los manojos de plantas, formando una especie de campana. Las parvas deben ser de tamaño pequeñas (diámetro de 15 cm en la parte alta y en la parte baja de 45 - 80 cm) para con ello ser secadas en menor tiempo, mejorar la circulación de aire y calor, reducir el contagio de hongos debido a la disminución de humedad, facilitar el volteo y aporreo en la carpa con poca pérdida.

Las parvas deben quedar bien formadas y en lo posible amarradas (con planta larga de ajonjolí o mecate) en la punta o “copa” para evitar que se desperdigen por acción de vientos fuertes o paso de personas o ganado.

Las parvas se pueden colocar en campo formando círculos o en grupo de cuatro formando un cuadro para facilitar el aporreo y evitar pérdidas de semillas al manipular las parvas en la carpa. El secado en campo no debe sobrepasar los 15 días. Cuando el aporreo es mecanizado, las parvas se colocan en línea recta.

Aporreo de la parva. El aporreo manual es el más común. Consiste en golpear con un palo los manojos de plantas secas, para sacar las semillas de las cápsulas. La parva se aporrea cuando se encuentra totalmente seca (al menos el 90% de cápsulas abiertas), ésta se voltea sobre una carpa fuerte y en buen estado de unos 6 m² (mínimo) para evitar la contaminación con piedras y tierra. De esta manera se mantiene la calidad alimenticia y de almacenamiento; evitando el contagio de las semillas con enfermedades típicas del suelo.

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

La cosecha mecanizada se hace más cuidadosa al segar la planta en estado inmadura, trillando el manojos después del pre-secado. Esto disminuye la pérdida de semilla y la paja mantiene mejor valor forrajero. Las trilladoras con pick-up para alzar los manojos son las más apropiadas. La calibración minuciosa de la trilladora es importante, debido a que ligeros daños en la cáscara de la semilla perjudican la buena germinación y la calidad del aceite. Son preferibles las partidas bien trilladas pero con impurezas que las con muchos granos partidos y rotos pero limpios; la limpieza de ajonjolí es fácil a realizar.



Limpieza o zarandeo y secado de semillas. Con la limpieza se quita la broza que queda después del aporreo, permitiendo obtener semilla de calidad. Esta actividad es realizada con zaranda fina, hecha con malla de la que se usa para cernir arena.

Luego, la soplada quita la basura fina que queda después del zarandeo. La semilla se puede soplar con dos sacos o utilizando una bomba de motor, con la cual se sopla la semilla que esta en la carpa.

Después que se ha limpiado la semilla, se deja secar al sol, con el fin de bajar la humedad rápidamente al 6% y obtener un producto de mejor calidad. Esto puede ser al sol sobre una carpa grande o plataforma plana y limpia de cemento.

En lugares donde no se logra disminuir la humedad hasta el valor crítico de 6% mediante el secado al sol, debe realizarse el secado en forma artificial. En lugares con alta humedad ambiental el ajonjolí vuelve a absorber humedad y corre el riesgo de enmohecimiento. Bajo estas condiciones se debería almacenar durante un tiempo corto o depositarlo en recipientes cerrados herméticamente (Cajina, F; Gutiérrez, G. 1998; Augstburger, F; *et al.* 2000).



V.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.- Descripción de la zona

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Occidente (CEO) en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega; ubicado a 2 km del empalme a la ciudad de Posoltega. El estudio se llevó a efecto en la terraza número 10 de dicho centro, cuya extensión fue de 1,05 Ha. Esta constó con una topografía plana y tipo de suelo franco arenoso. Las condiciones climáticas presentes durante el establecimiento del cultivo de ajonjolí fueron: humedad relativa de 77,6%, precipitaciones de 232 mm, temperatura media de 26,4 °C, temperatura máximas de 35,2 °C, temperatura mínima de 19,1 °C y velocidad del viento (a 10 m de altura) de 2,0 m/s. (Ver Anexos 1 y 2).

5.2.- Metodología

5.2.1.- Diseño del experimento

El diseño utilizado es el Bifactorial en Distribución Completamente al Azar (DCA). Se utilizó este modelo debido a que nos admite analizar dos factores o variables (tiempo de corte y diámetro de parva) al mismo tiempo; permitiéndonos estudiar tanto los efectos independientes de los mismos, así como los efectos de la interacción entre ellos.

5.2.2.- Definición de los tratamientos

Factor A: Tiempo de corte

Cada nivel del factor A tenía un área de 1200 m²; los niveles de dicho factor son:

Nivel a₁: Corte siete días antes del momento óptimo de la madurez fisiológica (86 DDS).

Nivel a₂: Corte durante el momento óptimo de la madurez fisiológica (93 DDS).

Nivel a₃: Corte siete días después del momento óptimo de la madurez fisiológica (100 DDS).

Factor B: Diámetro de parvas.

Cada nivel del factor B tenía un área de 300 m²; los niveles de dicho factor son:



Nivel b₁: Parvas con diámetro de 0,50 metro.

Nivel b₂: Parvas con diámetro de 0,75 metro.

Nivel b₃: Parvas con diámetro de 1,00 metro.

Nivel b₄: Testigo (mayor de 1,50 metros). Parvas con diámetro tradicional como lo hacen los productores.

Cuadro 3.- Cuadro de doble entrada para construir los tratamientos factoriales.

Diámetro de parva	Tiempo de corte		
	a ₁	a ₂	a ₃
b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁
b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₃ b ₂
b ₃	a ₁ b ₃	a ₂ b ₃	a ₃ b ₃
b ₄	a ₁ b ₄	a ₂ b ₄	a ₃ b ₄

5.2.3.- Establecimiento del experimento

El establecimiento del experimento se dividió en dos etapas:

1.- Etapa de Siembra y Manejo de cultivo.

Durante la preparación del terreno se realizó una chapoda, un pase de arado y dos pases de grada. Al momento de la siembra se fertilizó a razón de 129 kg/Ha de la formulación completa 12-30-10. La siembra se realizó el 9 de septiembre del 2008, utilizándose 5 libras de semilla de ajonjolí de la variedad ICTA-R198 sembrada mecánicamente a chorrío, con un distanciamiento de 0.15 - 0.25 m entre planta y 0.7 m entre surcos.

Posteriormente se aplicó herbicida N-fosfometil-glicina a razón de 4,27 lt/Ha a los dos días después de la siembra.

Se efectuó un recuento de plántulas emergidas ocho días posteriores a la siembra y se limpió y fertilizó con urea al 46% a razón de 129 kg/Ha a los 25 días después de la siembra respectivamente.



Se ejecutaron limpieza de rondas y terrazas a los 21 días después de la siembra y recuento de plagas dos veces por semana durante todo el ciclo del cultivo.

2.- Etapa de Cosecha

Una vez llegada la madurez fisiológica del cultivo, se cortó según correspondía (7 días antes de madurez fisiológica, momento óptimo de madurez fisiológica y 7 días después de madurez fisiológica) a una distancia de 10 - 15 cm del suelo y se dejó en campo 1 día, posteriormente se realizaron las parvas (una vez que se secó el rocío de las plantas) y se colocaron de forma circular según los tratamientos (con diámetro de parva de 0,50 - 0.75 - 1,00 m y testigo o mayor de 1,50 m), a continuación se amarraron, cada una de ellas, con mecate en la parte media de las mismas.

Teniendo en cuenta que las parcelas eran los tiempos de corte en base a la madurez fisiológica y las sub-parcelas los diferentes diámetros de base de parvas, cada parcela se dividió en cuatro sub-parcelas (tratamiento). Para la distribución de las sub-parcelas en cada parcela se utilizó el método aleatorio simple. En cada sub-parcela se establecieron cuatro observaciones (las observaciones se tomaron de cada una de las parvas). Ver Anexo 3.

Llegado el tiempo de aporreo, se tendió una carpa en medio de las parvas a aporrear de cada sub-parcela (limpiando el lugar antes de tender la carpa). Una vez que el sol calentó las parvas (10 am) y las capsulas abrieron, se voltearon las parvas en la carpa y se golpearon con un palo los manojos de plantas en posición inclinada con la cápsula hacia abajo para extraer con facilidad la semilla.

Consecutivamente se limpiaron las semillas con una zaranda fina, hecha con malla de la que se usa para cernir arena y luego se sopló con sacos para limpiar la basura fina que quedó después del zarandeo. A continuación se guardaron las semillas en una bolsa de papel con su debida rotulación dentro de un saco para después ser pesadas individualmente en una balanza de reloj.

5.2.3.- Definición de las variables a evaluar

Para medir las variables se realizaron monitoreos cada dos días después del emparvado.



Las variables medidas en este trabajo investigativo fueron:

1.- Tiempo de apertura de las primeras cápsulas

Para ello, se determinó (por observación visual) contando los días después de haber cortado hasta cuando se empezaron a notar las primeras cápsulas abiertas, de las plantas exteriores, en las parvas de cada sub-parcela.

2.- Tiempo de secado de parva según el diámetro de base

El tiempo de secado se determinó (por observación visual) cuando la parva alcanzó el 90% de cápsulas abiertas (Cajina, F; Gutiérrez, G. 1998). Por lo que se contaron los días después del corte hasta que alcanzó dicho valor en las parvas de cada sub-parcela.

Para la medición de ésta variable se revisó con sumo cuidado (en las primeras horas del día para evitar caída de semilla) el interior de las parvas que mostraban las plantas exteriores totalmente secas.

3.- Tiempo de aporreo de parva

En este caso se midió contando los días después del corte hasta que se logró obtener el 90% de cápsulas abiertas (secado de parvas) en las parvas de cada sub-parcela (Cajina, F; Gutiérrez, G. 1998).

4.- Rendimientos por tratamiento y hectárea

Para la determinación del rendimiento por tratamiento de cada factor (“tiempo de corte” y “diámetro de parva”) se cosecharon las parvas de cada parcela por sub-parcela según fuera necesario (tomando en cuenta el indicador “tiempo de aporreo”), se limpiaron y pesaron las semillas obtenidas de las parvas por parcela y sub-parcela, para posteriormente ser analizadas.

Para determinar el rendimiento por hectárea se tomó en cuenta el peso de las semillas y el área utilizada de cada sub-parcela para posteriormente extrapolar la producción de la siguiente manera:



$$\text{Rendimiento por Ha} = \frac{10000 \text{ m}^2 \times \text{Rendimiento por tratamiento}}{\text{Área del tratamiento}}$$

5.- Porcentaje de pérdida en cosecha por tratamiento

Para la evaluación de esta variable se utilizó plástico negro (2 m²) colocándolo debajo de una de las parvas de cada sub-parcela al momento de su elaboración. Luego de levantar la parva para su aporreo, se recogió la semilla que quedó en el plástico negro, se limpiaron con una zaranda y después se sopló con sacos para limpiar la basura fina; a continuación se guardaron en una bolsa de papel con su debida rotulación. Posteriormente se pesaron en una balanza digital o analítica para luego ser analizadas.

Con la siguiente fórmula se estimó la pérdida que se da por tratamiento:

$$\text{Pérdida por tratamiento} = \text{Peso de semilla del plástico} \times \text{número de parvas en el tratamiento}$$

Luego se estimó el porcentaje de pérdida por tratamiento de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de pérdida por tratamiento} = \frac{\text{Pérdida por tratamiento} \times 100}{\text{Rendimiento por tratamiento}}$$

6.- Relación costo – beneficio

El análisis económico se realizó para determinar el tratamiento que tiene mejor relación costo-beneficio, para ello se utilizó el análisis de presupuestos parciales ya que nos permite formular recomendaciones a partir de datos agronómicos.

Se llama presupuesto parcial, porque solamente se toma en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “costos que varían”, llamados así porque varían de un tratamiento a otro; el resto de costo no se ve afectado por la decisión de usar un tratamiento en particular y permanece constante. Por esta razón se le domina costos fijos (Reyes, M. 2002).

Los pasos para la aplicación del enfoque de presupuesto parcial según Reyes, M. (2002) son:

- Identificación de los rubros de costo relevantes. Aquí se identifican las fuentes de costos que varían.



- Estimación de precios de campo de los insumos. El precio de campo de un insumo es aquel precio que alcanza puesto en el terreno donde se usará. Por tanto es igual al precio del insumo en el mercado más el costo incurrido para llevarlo al campo. El precio de campo para el j-ésimo insumo se puede plantear de la siguiente forma:

$$PC_{ij} = PM_{ij} + CUC$$

Donde:

PC_{ij} : Precio de campo de j-ésimo insumo.

PM_{ij} : precio de mercado de j-ésimo insumo.

CUC_j : costo unitario de llevar el j-ésimo insumo al campo de cultivo.

- Estimación de costo que varían. Se logran multiplicando los precio de campo de los insumos relevantes por su niveles de uso en cada tratamiento y luego sumado un total. Para i-ésimo tratamiento es:

$$CV_i = \sum_{j=1}^n PC_{ij} N_{ij}$$

Donde:

CV_i : costo que varía del i-ésimo tratamiento.

PC_{ij} : precio del j-ésimo insumo empleado en el i-ésimo tratamiento.

N_{ij} : nivel de empleo del j-ésimo insumo en el i-ésimo tratamiento.

- Estimación de los precios de campo del producto. El precio del producto a nivel de campo es aquel a que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Para estimar los precio de campo del producto es necesario sustraer el precio de mercado, todo los costo unitario de cosecha y comercialización. El precio de campo del producto se obtiene de la siguiente manera:

$$PCQ = PQM - CUCYC$$



Donde:

PCQ: precio de campo del producto.

PMQ: precio del mercado del producto.

CUCYC: costos unitarios de cosecha y comercialización.

- Estimación de rendimientos ajustados. Los rendimientos experimentales tienen cuatro fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores como: manejo del experimento por el técnico, parcelas experimentales usualmente pequeñas, exactitud en la fecha de cosecha y eficiencia de cosecha en áreas chicas. El CIMMYT (1988) recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse al obtenido por los agricultores. En nuestro caso se redujeron al 5%. Siguiendo esta recomendación los resultados son:

$$\text{Rend Ajustado}_i = \text{Rendimiento Experimental} * (1 - \text{tasa de ajuste})$$

- Estimación de los beneficios brutos de campo. Como beneficio bruto de campo se conoce el valor bruto de producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado. Esto es:

$$\text{BB}_i = \text{PCQ} * \text{Rend Ajustado}_i$$

Donde:

BB_i: beneficio bruto de campo del i-ésimo tratamiento.

Las otras dos fueron definidas con anterioridad.

- Estimación de los beneficios netos de campo. Estos se obtienen de sustraer los beneficios brutos de campo, los costos que varían. Esto es:

$$\text{BN}_i = \text{BB}_i - \text{CV}_i$$

Donde:

BN_i: beneficio neto de campo del i-ésimo tratamiento.

Las otras dos fueron definidas con anterioridad.



- Realización de análisis de dominancia. Este análisis es una simplificación del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Para realizar este análisis, se deben organizar los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos, si esto ocurre, el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores.

- Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM). Con los tratamientos no dominados organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal. La fórmula de la TRM es:

$$\text{TRM} = (\Delta\text{BN} / \Delta\text{CV}) * 100$$

La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento a otro.

- Determinación de la tasa mínima de retorno (TAMIR). Es la tasa que representa al costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento. Según el CIMMYT (1988), la tasa mínima de retorno aceptable para el agricultor es entre el 50 y 100%.

- Determinación del tratamiento más rentable. Esta actividad se realiza comparando la TRM con la TAMIR. En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio:

$$\text{TRM} \geq \text{TAMIR}$$

- Análisis de residuos. Es el remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas en



el experimento. Los residuos son un análisis que se hace para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y la TAMIR. La formula de los residuos es:

$$RES_i = BN_i - [(TAMIR / 100) * CV_i]$$

Donde:

RES_i: es el residuo del i-ésimo tratamiento.

Las otras variables fueron descritas anteriormente.

5.2.5.- Análisis de datos

Los datos se levantaron por medio de hojas de muestreo, posteriormente se almacenaron digitalmente para su debido procesamiento. Una vez recolectado todos los datos (rendimiento o cosecha y pérdida) se introdujeron al programa estadístico SPSS 15.0 donde los factores “tiempo de corte” y “diámetro de parvas” fueron procesados mediante análisis de varianza (ANDEVA) para un bifactorial en D.C.A. y separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$. Se estableció una relación entre los factores “tiempo de corte” y “diámetro de parvas” así como una comparación de los rendimientos y pérdidas (por separado) entre cada sub-parcela o tratamiento.

Los resultados obtenidos se presentaron en tablas y gráficos estadísticos elaborados en el programa SPSS 15.0, Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel versión 2007.

El ANDEVA para un bifactorial en D.C.A. se determinó mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

i = 1, 2, 3..... a niveles del factor A (Tiempo de Corte).

j = 1, 2, 3..... b niveles del factor B (Diámetro de Parva).

k = 1, 2, 3..... r observaciones o repeticiones.



Y_{ijk} = La k-ésima observación del Rendimiento (cosecha), Pérdida y Rendimiento potencial por el i-j-ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del Rendimiento (cosecha), Pérdida y Rendimiento potencial en el experimento.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (Tiempo de Corte) a estimar a partir de los datos del experimento.

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (Diámetro de Parva) a estimar a partir de los datos del experimento.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los factores “Tiempo de Corte” y “Diámetro de Parva”.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio de variación.



VI.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.

6.1.- Tiempo de apertura de las primeras cápsulas

En la tabla 1 se muestra que la apertura de las primeras cápsulas es directamente proporcional al tiempo de corte, pues en la medida en que se cortaron las plantas de cada parcela fueron abriendo las primeras cápsulas de cada sub-parcela.

Tabla 1. Tiempo de apertura de cápsulas en cada tiempo de corte según diámetro de parva

Diámetro de parva	Número de días del tiempo de corte a la apertura de las primeras cápsulas		
	Corte del nivel a ₁	Corte del nivel a ₂	Corte del nivel a ₃
0,50 m	3	2	0
0,75 m	3	2	0
1,00 m	3	2	0
Testigo	3	2	0

Las plantas de las sub-parcelas del nivel a₃ (después del tiempo óptimo) al momento del corte ya presentaban las primeras cápsulas abiertas, es por ello que su valor es cero. Esta variable no fue influenciada por el diámetro de parva.

6.2.- Tiempo de secado de parva según el diámetro de base

En la tabla 2 se observa que el secado de las parvas es directamente proporcional al diámetro de su base e inversamente proporcional al tiempo de corte, ya que en la medida en que se incrementa el diámetro de base del mismo modo aumentan los días de secado; asimismo, cuanto más se atrasa el momento de corte menos dilata la parva en secar.

Tabla 2. Tiempo de secado de parvas en cada tiempo de corte según el diámetro de base

Diámetro de parva	Número de días del tiempo de corte a secado de parvas		
	Corte del nivel a ₁	Corte del nivel a ₂	Corte del nivel a ₃
0,50 m	9	8	6
0,75 m	11	10	9
1,00 m	13	13	11
Testigo	14	14	12



6.3.- Tiempo de aporreo de parva

El tiempo de aporreo llegó con el secado de las parvas; pero por falta de mano de obra no se cosecharon a tiempo las parvas del nivel a₃, pues dicha labor coincidió con las del nivel a₂ (Ver Anexo 4). Por lo que estima que el secado, en el nivel a₃, alcanzó el valor crítico de 99% de cápsulas abiertas en la sub-parcela testigo (al momento de aporrear se encontraron algunas cápsulas cerradas), mientras que en las sub-parcelas 0,50m y 0,75m el secado alcanzó el valor de 95% de cápsulas abiertas.

Tabla 3. Tiempo de aporreo de parva en cada tiempo de corte según el diámetro de base

Diámetro de parva	Número de días del tiempo de corte aporreo de parvas		
	Corte del nivel a ₁	Corte del nivel a ₂	Corte del nivel a ₃
0,50 m	9	8	8
0,75 m	11	11	11
1,00 m	13	13	12
Testigo	14	14	15

6.4.- Rendimientos por tratamiento y hectárea

Los resultados obtenidos del ANDEVA realizado para la evaluación del rendimiento o cosecha, muestra que existe diferencia significativa con un 99,99% de confianza o probabilidad de éxito tanto entre los “tiempos de corte” (P: 0,000), en los diferentes “diámetros de parvas” (P: 0,000) así como la interacción “tiempo de corte*diámetro de parvas” (P: 0,000). Ver Anexo 6.

Al realizar la prueba de S.N.K. para el factor “tiempo de corte”, nos permitió agrupar las diferentes modalidades de este en tres categorías estadísticas claramente diferenciadas representadas en el gráfico 1 (Ver Anexo 7). En primer lugar el “tiempo óptimo” (a₂) representa el mejor rendimiento en cosecha con 42,3312 kg/1200 m²; en segundo lugar constituido por “antes del tiempo óptimo” (a₁) induce a obtener un rendimiento en cosecha de 34,6699kg/1200 m²; en tercer orden, la categoría “después del tiempo óptimo” (a₃) obtuvo el menor rendimiento de cosecha con 30,1400 kg/1200 m².

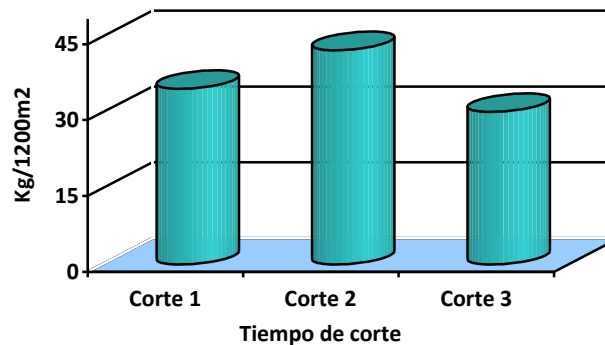


Gráfico 1.- Relación entre los tiempos de corte y la variable cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

Este resultado obedece a que en el “tiempo óptimo” (corte 2) hubo menor pérdida de semillas debido a que su cosecha oportuna evitó que las semillas se cayeran por dehiscencia de cápsulas (Augstburger, F, *et al*; 2000), caso contrario sucedió en el corte 3, (Gráfico 4); además las semillas obtuvieron un mejor peso (peso promedio de las mil semillas fue de 3,10 gr), debido a que las plantas presentaban maduración fisiológica adecuada para su corte (Ver Anexo 4).

Por otra parte, la prueba S.N.K. realizada para el factor “diámetro de parva”, permite agrupar las diferentes modalidades de este en dos categorías estadísticas representadas en el gráfico 2 (Ver Anexo 8).

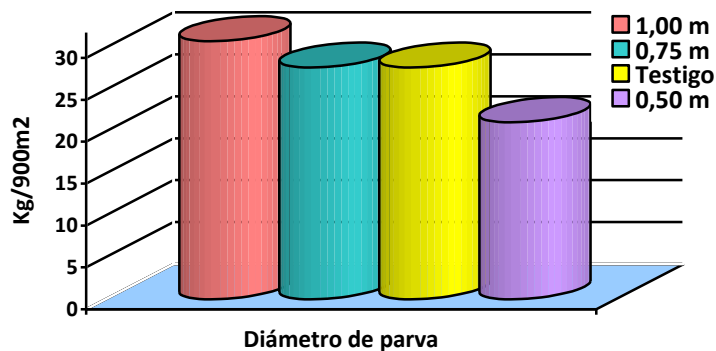


Gráfico 2.- Relación entre los diámetros de parva y la variable cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.



En primer lugar el grupo constituido por “diámetros de 1,00 m”, “diámetro de 0,75 m” y “testigo” (b_3 , b_2 y b_4) las cuales inducen a obtener un rendimiento en cosecha de 30,7773 kg/300 m², 27,6363 kg/300 m² y 27,6278 kg/300 m² respectivamente; en segundo lugar, el rendimiento menor en cosecha se obtuvo con el “diámetro de 0,50 m” (b_1) con 21,0997 kg/300 m².

Es muy probable que este resultado sea debido a que las parvas de 1,00 m tienen buen anclaje al suelo, evitando así el acame por acción del viento; además, poseen mejor maniobrabilidad al momento del aporreo por lo cual se evita la pérdida de semilla por la acción del aporreador (Ver Anexo 5). Por otra parte, las parvas de 0,75 m presentaron un anclaje al suelo regular con una buena maniobrabilidad al aporreo (Augstburger, F; et al. 2000). Aunque el diámetro testigo mostró buen anclaje, presentó maniobrabilidad regular al aporrearlas. Así mismo, las parvas de 0,50m, a pesar de presentar buena maniobrabilidad para su aporreo, tienen mal anclaje al suelo, por lo que el acame es inevitable.

Considerando las argumentaciones y observaciones, realizadas con anterioridad en el estudio, de cada uno de los factores (“tiempo de corte” y “diámetro de parva”) por separado; el gráfico 3 evidencia claramente el efecto de interacción de los mismos, tomando en cuenta las medias marginales estimadas por el programa estadístico SPSS 15.0. Donde se observa que los mejores rendimientos del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198 se obtienen con las combinaciones: “tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” (a_2b_3) con una producción de 12,8811 kg/300 m² equivalente a 429,37 kg/Ha, “tiempo óptimo*diámetro 0,75 m” (a_2b_2) con una producción de 10,6325 kg/300 m² equivalentes a 354,42 kg/Ha y las combinaciones, estadísticamente iguales, “antes del tiempo óptimo*diámetro 0,75 m” (a_1b_2) y “tiempo óptimo*diámetro testigo” (a_2b_4) con una producción de 10,3023 kg/300 m² equivalentes a 343,41 kg/ha y 10,2788 kg/300 m² equivalentes a 342,63 kg/Ha respectivamente.

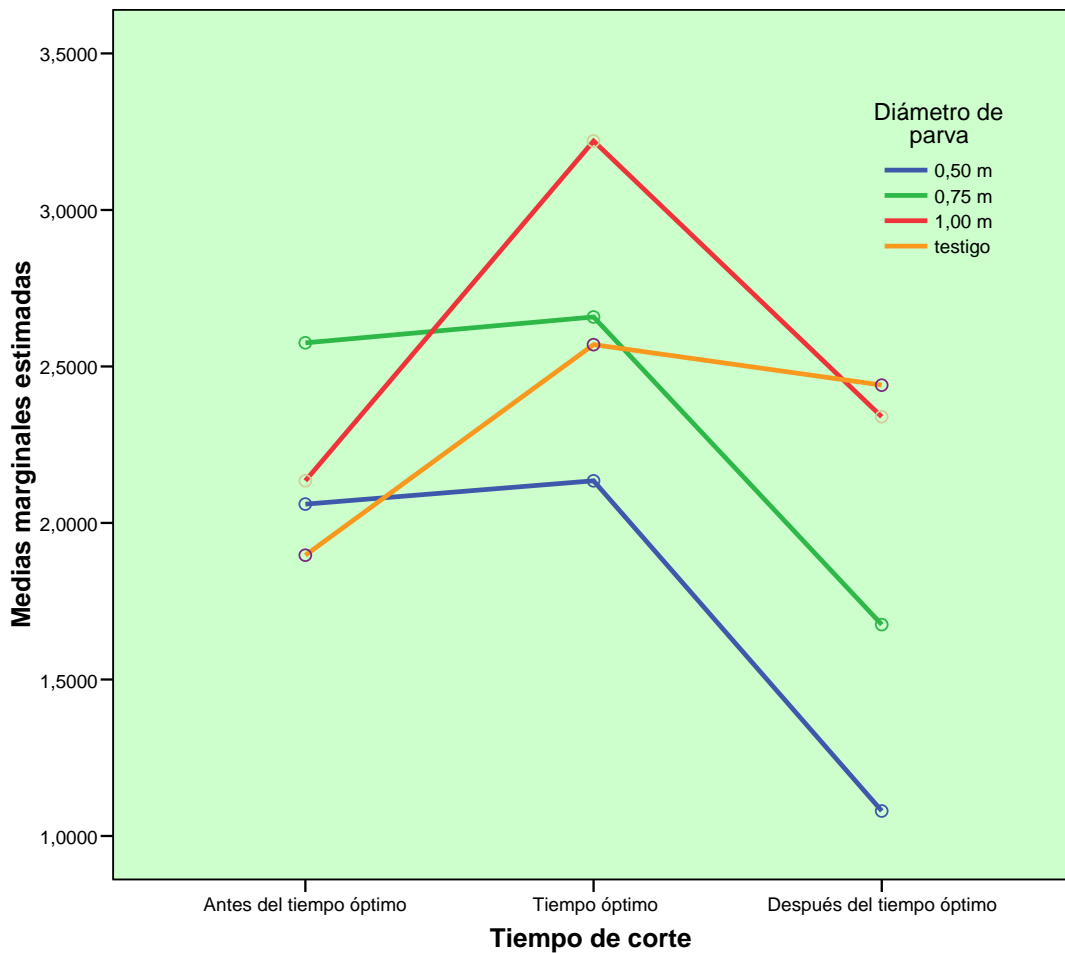


Gráfico 3.- Efecto de interacción entre factores (tiempo de corte*diámetro de parva) en el rendimiento del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

De este modo, al considerar los rendimientos potenciales (calculados tomando en cuenta la densidad poblacional, peso de mil semillas y número de cápsulas de cada sub-parcela) estimados en dichas combinaciones (Ver Anexo 13 y 18) y datos recopilados por el MAGFOR indicando que el rendimiento promedio cosechado para el ciclo de postrera 2008 - 2009 (con el 99,6% del proceso de recolección) es de 561,55 kilogramos naturales por hectárea (MAGFOR, 2009); los resultados obtenidos en el estudio son satisfactorios.

6.5.- Porcentaje de pérdida en cosecha por tratamiento.

Los resultados del ANDEVA realizado para la evaluación de la pérdida en cosecha, muestra que existe diferencia significativa con un 99,99% de confianza o probabilidad de éxito tanto



entre los “tiempos de corte” (P: 0,000), en los diferentes “diámetros de parvas” (P: 0,000) así como la interacción “tiempo de corte*diámetro de parvas” (P: 0,000). Ver Anexo 10.

Al realizar la prueba de S.N.K. para el factor “tiempo de corte”, nos permitió agrupar las diferentes modalidades de este en tres categorías estadísticas claramente diferenciadas representadas en el gráfico 4 (Ver Anexo 11). En primer orden, la categoría “después del tiempo optimo” (a_3) obtuvo la mayor pérdida en cosecha con un 22,60% de la producción por 1200 m², sin embargo este valor es subjetivo puesto que al momento del corte se cayeron semillas debido a que más de la mitad de las plantas presentaban dehiscencia en las primeras cápsulas; en segundo lugar constituido por “antes del tiempo optimo” (a_1) induce a obtener una pérdida del 16,60% en la producción por 1200 m²; en tercer lugar el “tiempo óptimo” (a_2) representa la menor pérdida de cosecha con el 9,86% de la producción por 1200 m².

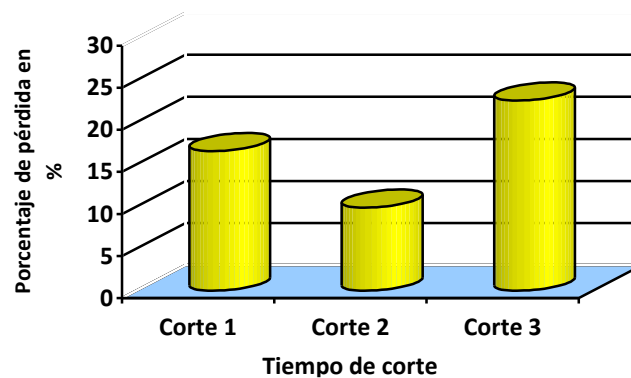


Gráfico 4.- Relación entre los tiempos de corte y el porcentaje pérdida de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

La obtención de estos resultados se debe a que en el tercer tiempo de corte más de la mitad de las plantas presentaban dehiscencia en las primeras cápsulas por lo que el manipuleo de las mismas al momento del corte y emparvado hacían que se cayeran las semillas, por tanto, se perdió cosecha. Por otro lado, en el primer corte se perdió parte de la cosecha debido a que un ternero tumbó dos parvas del nivel b_2 (parvas con diámetro de 0,75 m) prontas al aporreo; además en este corte la acción del viento derribó hasta dos veces las parvas del nivel b_1 (parvas con diámetro de 0,50 m) mientras que en los otros cortes sólo ocurrió una vez.



La prueba S.N.K. realizada para el factor “diámetro de parva”, permite agrupar las diferentes modalidades de este en cuatro categorías estadísticas representadas en el gráfico 5 (Ver Anexo 12). En primer lugar el “diámetro de 0,50 m” (b_1) presentó la mayor pérdida de cosecha con el 34,62% de la producción; en segundo lugar el “diámetro de 0,75 m” (b_2) presentó pérdidas del 20,02% sobre la producción; en tercer orden el “testigo” (b_3) induce a obtener una pérdida de 8,23% de la producción; en cuarto orden el “diámetro de 1,00 m” (b_4) obtuvo la menor pérdida en producción con el 5,31%.

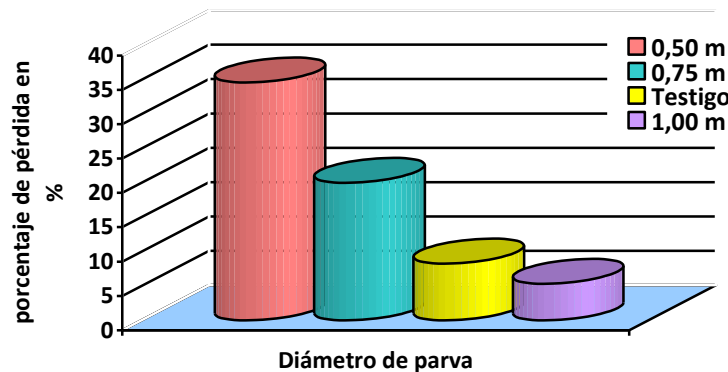


Gráfico 5.- Relación entre los diámetros de parva y el porcentaje de pérdida de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

En el gráfico 6 se evidencia claramente el efecto de interacción entre los factores “tiempo de corte*diámetro de parva” tomando en cuenta las medias marginales estimadas por el programa estadístico SPSS 15.0. En donde se observa que las menores pérdidas de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198 se obtienen con las combinaciones: “antes del tiempo óptimo*diámetro testigo” (a_1b_4) y “antes del tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” (a_1b_3), estadísticamente iguales, con un porcentaje de pérdida de 1,61 y 1,74% sobre la producción por 300 m² respectivamente; “tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” (a_2b_3) con porcentaje de pérdida sobre la producción del 1,72% y “tiempo óptimo*diámetro 0,75 m” (a_2b_2) con porcentaje de 7,19% de la producción.

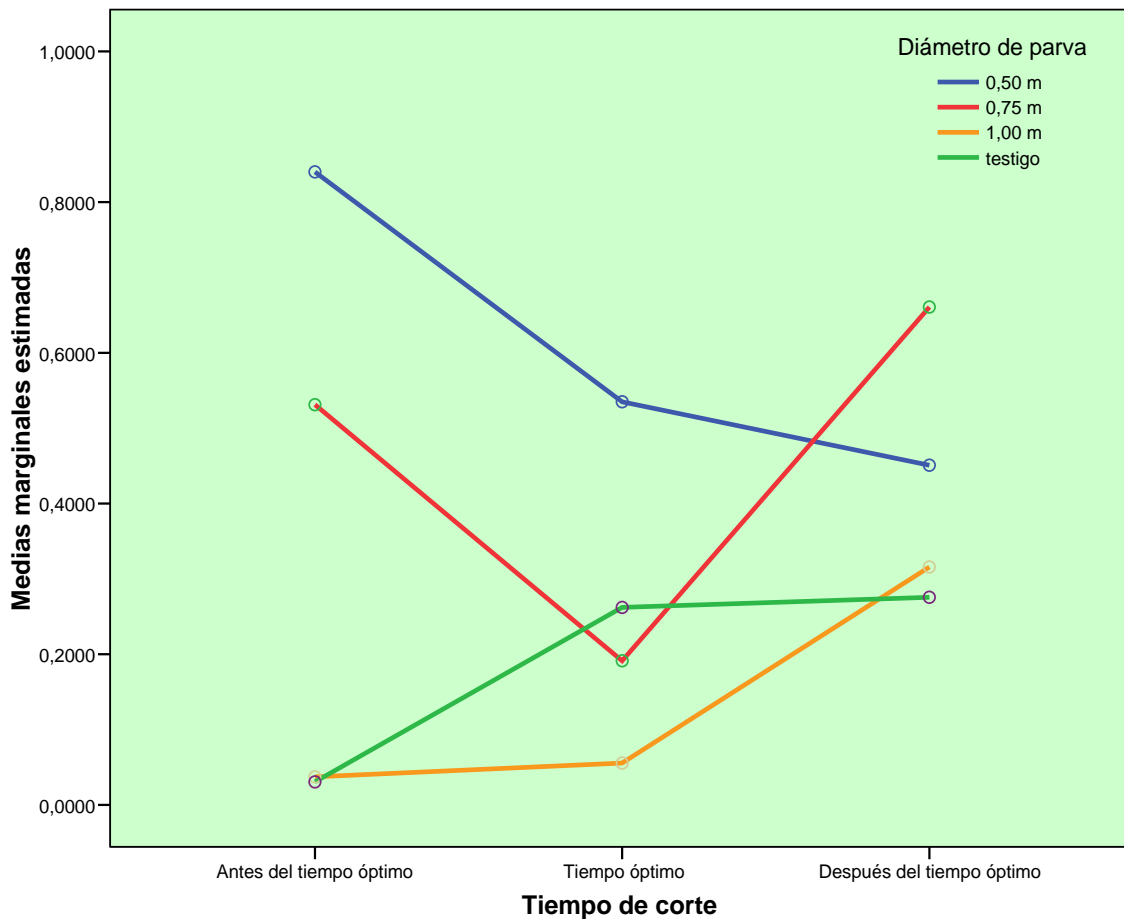


Gráfico 6.- Efecto de interacción entre factores (tiempo de corte*diámetro de parva) en la pérdida de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

6.6.- Relación costo – beneficio

- Identificación de costos relevantes. Dado que la cosecha del ajonjolí se realizó manualmente, el único rubro de costos que varían es la mano de obra empleada en esta labor.
- Estimación del precio de campo de la mano de obra. No se incurre en ningún costo para llevar la mano de obra al terreno, por tanto, su precio de campo es el costo por hora de trabajo. La hora de trabajo en el CEO – Posoltega es de C\$ 10 córdobas.
- Estimación de los costos que varían. Solamente existe un costo relevante asociado a los tratamientos, este es el de la mano de obra ocupada en el corte, emparvado y aporreo – limpia.



Para obtener los costos que varían solamente se multiplica la sumatoria de las horas de trabajo en cada una de las actividades de cosecha por el precio por hora de trabajo. (Tabla 4).

Tabla 4.- Estimación de costos variables en los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamientos	Hora de trabajo/ Ha (a)	Costo por hora(C\$) (b)	Total de costo (C\$) (a*b)
a ₁ b ₁	149,44	10,00	1494,40
a ₁ b ₂	142,78	10,00	1427,80
a ₁ b ₃	118,89	10,00	1188,90
a ₁ b ₄	98,33	10,00	983,30
a ₂ b ₁	150,00	10,00	1500,00
a ₂ b ₂	140,00	10,00	1400,00
a ₂ b ₃	129,44	10,00	1294,40
a ₂ b ₄	99,44	10,00	994,40
a ₃ b ₁	148,33	10,00	1483,30
a ₃ b ₂	118,33	10,00	1183,30
a ₃ b ₃	115,00	10,00	1150,00
a ₃ b ₄	106,11	10,00	1061,10

- Estimación del precio de campo del producto. Se produce ajonjolí categoría registrada (para semilla) y su precio en el mercado actual es de C\$ 43,30 córdobas el kilogramo de semilla. Según los datos del ensayo y entrevistas realizadas a agricultores de ajonjolí de León, se estableció que en las actividades de cosecha, almacenamiento y comercialización se demora un tiempo de 187,25 horas de trabajo/Ha. Por otro lado el MAGFOR (2009) determinó que durante el periodo de postrera 2008 – 2009 se produjo 561,55 kg/Ha de ajonjolí. Entonces, se tiene que los costos unitarios de cosecha y comercialización son:

$$CUCYC = [(187.25 * 10) / 561,55] = 3,33$$

Por tanto el precio de campo del ajonjolí categoría registrada es de:

$$PC = 43,30 - 3,33 = C\$ 39,97 \text{ córdobas por kilogramo.}$$



- Estimación de los rendimientos ajustados. Antes de ajustar los rendimientos experimentales, se obtuvieron los rendimientos experimentales corregidos, los cuales resultan de promediar los rendimientos de los grupos de medias determinados con la prueba de comparaciones de medias. De acuerdo con el S.N.K. existen cuatro grupos de medias (Anexo 9)

El tratamiento a_2b_3 define el primer grupo con el rendimiento más alto con una media corregida de 429,37 kg/Ha, en seguida a_2b_2 se ubica en la intersección de las distribuciones de rendimiento de los grupos A y B y se consideró como un segundo grupo con 354,41 kg/Ha. Luego se encuentran los tratamientos a_1b_2 , a_2b_4 , a_3b_4 , a_3b_3 con una media corregida de 330,80 kg/Ha, y finalmente los tratamientos a_1b_3 , a_2b_3 , a_1b_1 , a_1b_4 , a_3b_2 , a_3b_1 con una media corregida de 244,05 kg/Ha.

Con los rendimientos experimentales corregidos se obtuvieron los rendimientos ajustados, lo cual se logró usando una tasa de ajuste del 5% (Tabla 5).

Tabla 5.- Rendimientos experimentales corregido de los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamiento	Rendimiento experimental Corregido	Rendimiento ajustado (Tasa de ajuste del 5%)
$a_1 b_1$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_1 b_2$	330,80	$330,80 * (1 - 0,05) = 314,26$
$a_1 b_3$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_1 b_4$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_2 b_1$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_2 b_2$	354,41	$354,41 * (1 - 0,05) = 336,69$
$a_2 b_3$	429,37	$429,37 * (1 - 0,05) = 407,90$
$a_2 b_4$	330,80	$330,80 * (1 - 0,05) = 314,26$
$a_3 b_1$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_3 b_2$	244,05	$244,05 * (1 - 0,05) = 231,85$
$a_3 b_3$	330,80	$330,80 * (1 - 0,05) = 314,26$
$a_3 b_4$	330,80	$330,80 * (1 - 0,05) = 314,26$



- Obtención de los beneficios brutos y netos. Multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto, se obtuvo el beneficio bruto y luego sustrayendo de este último los costos que varían se obtuvo el beneficio neto (Tabla 6).

Tabla 6. - Rendimientos ajustados, beneficio bruto, costos que varían y beneficio neto de los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamiento	Rend. Ajustado	Beneficio bruto (c)	Costos que varían (d)	Beneficio neto (c – d)
a₁ b₁	231,85	9267,05	1494,40	7772,65
a₁ b₂	314,26	12560,97	1427,80	11133,17
a₁ b₃	231,85	9267,05	1188,90	8078,15
a₁ b₄	231,85	9267,05	983,30	8283,75
a₂ b₁	231,85	9267,05	1500,00	7767,05
a₂ b₂	336,69	13457,50	1400,00	12057,50
a₂ b₃	407,90	16303,76	1294,40	15009,36
a₂ b₄	314,26	12560,97	994,40	11566,57
a₃ b₁	231,85	9267,05	1483,30	7783,75
a₃ b₂	231,85	9267,05	1183,30	8083,75
a₃ b₃	314,26	12560,97	1150,00	11410,97
a₃ b₄	314,26	12560,97	1061,10	11499,87

- Realización del análisis de dominancia. Para la realización de este análisis se organizaron los datos de costos que varían y beneficios netos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían. Luego se determinó si los tratamientos son dominados o no (Tabla 7). Por definición el primer tratamiento es no dominado.



Tabla 7.- Análisis de dominancia de los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamiento	CV	BN	Observación de cambio de tratamiento	Conclusión de la observación
a ₁ b ₄	983,30	8283,75	–	No dominado
a ₂ b ₄	994,40	11566,57	De a ₁ b ₄ - a ₂ b ₄	No dominado
a ₃ b ₄	1061,10	11499,87	De a ₂ b ₄ - a ₃ b ₄	dominado
a ₃ b ₃	1150,00	11410,97	De a ₂ b ₄ - a ₃ b ₃	dominado
a ₃ b ₂	1183,30	8083,75	De a ₂ b ₄ - a ₃ b ₂	dominado
a ₁ b ₃	1188,90	8078,15	De a ₂ b ₄ - a ₁ b ₃	dominado
a ₂ b ₃	1294,40	15009,36	De a ₂ b ₄ - a ₂ b ₃	No dominado
a ₂ b ₂	1400,00	12057,50	De a ₂ b ₃ - a ₂ b ₂	dominado
a ₁ b ₂	1427,80	11133,17	De a ₂ b ₃ - a ₁ b ₂	dominado
a ₃ b ₁	1483,30	7783,75	De a ₂ b ₃ - a ₃ b ₁	dominado
a ₁ b ₁	1494,40	7772,65	De a ₂ b ₃ - a ₁ b ₁	dominado
a ₂ b ₁	1500,00	7767,05	De a ₂ b ₃ - a ₂ b ₁	dominado

- Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM). Con los tratamientos no dominados se calcularon los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calculo la TRM (Tabla 8).

Tabla 8.- Calculo de la Tasa de Retorno Marginal (TRM) de los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198, ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamiento	BN	CV	ΔBN (e)	ΔCV (f)	TRM (%) [(e / f) 100]
a ₁ b ₄	8283,75	983,30			
a ₂ b ₄	11566,57	994,40	3282,82	11,10	29575,00
a ₂ b ₃	15009,36	1294,40	3442,79	300,00	1148,00

- Determinación de la tasa mínima de retorno (TAMIR). La tasa mínima de retorno aceptable usada es del 100%.



- Selección del tratamiento más rentable. Usando el criterio de optimalidad “el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición $TRM \geq TAMIR$ ”. Se observa que esta se cumple en a_2b_3 , por tanto, este tratamiento es el más rentable y constituye la recomendación para los agricultores de ajonjolí.

- Análisis de residuos. Sustrayendo de los beneficios netos de los costos variables, se obtuvieron los residuos. Con lo cual se corrobora que el tratamiento a_2b_3 es el más rentable (Tabla 9).

Tabla 8.- Cálculo de la Tasa de Retorno Marginal (TRM) de los tratamientos de estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198, ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009.

Tratamiento	CV	BN	Costo de oportunidad de los CV*	Residuos
$a_1 b_4$	983,30	8283,75	983,30	7300,45
$a_2 b_4$	994,40	11566,57	994,40	10572,17
$a_2 b_3$	1294,40	15009,36	1294,40	13714,96
* $COCV_i = CV_i (TAMIR / 100)$				



VII.- CONCLUSIONES

- ✓ De las combinaciones de manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí evaluadas en éste estudio, la que presentó mejor rendimiento del producto fue el tratamiento “tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” con 429,37 kg/Ha.
- ✓ De las combinaciones de manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí los tratamientos que presentaron menor pérdida de producto fueron: “antes del tiempo óptimo*diámetro testigo” con 1,61% y “antes del tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” con 1,75% se encuentran en primer lugar seguido del “tiempo óptimo*diámetro 1,00 m” con 1,72% y en último lugar el “tiempo óptimo*diámetro 0,75 m con 7,19% de pérdida de producción.
- ✓ De las combinaciones de manejo de cosecha, el tratamiento más rentable es el “tiempo óptimo*diámetro 1,00 m”. El cual considera realizar el corte cuando el cultivo de ajonjolí de la variedad ICTA-R198 presente las siguientes características: tallo, cápsulas y hojas color amarillento; empieza la caída de hojas y las puntas de las cápsulas inferiores se ven como abiertas y de color negro, así mismo, realizar parvas de 1 metro de diámetro.



VIII.- RECOMENDACIÓN.

- ✓ El corte debe de realizarse en horas tempranas del día (antes que el sol caliente) y tanto el emparvado como el aporreo en horas donde el sol haya secado la humedad de las plantas (10:00 am), esto con el fin de evitar pudrición o manchado de semillas (en las parvas) y que las cápsulas estén abiertas facilitando el aporreo, reduciendo la pérdida de semillas en las plantas recién aporreadas.
- ✓ Parvas con diámetro de 1,00 m son las más idóneas ya que tienen buen anclaje en campo, evitando el acame por acción del viento y poseen una buena maniobrabilidad al momento de ponerlas sobre las carpas para su aporreo reduciendo la pérdida de semilla.
- ✓ Realizar estudios donde se evalúen los tratamientos “tiempo de corte” y “diámetro de parva” del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198 por separado, para determinar cual de estos factores ejerce mayor influencia en el rendimiento (cosecha) y la pérdida; debido a que hubo significancia en la interacción de dichos factores en los ANDEVA.



IX.- BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- AUGSTBURGER, F; et al. 2000. Agricultura Orgánica en el trópico y subtrópico: Ajonjolí (Sésamo). (en línea). Alemania, NATURLAND. Consultado 5 mayo de 2008. Disponible en <http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/ajonjoli>.
- 2.- Banco Central de Nicaragua (BCN). (s.f.). Revista de comercio exterior: Ajonjolí. (en línea). Nicaragua, BCN. Consultado 11 mayo de 2008. Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/externo/19>.
- 3.- CAJINA, F; GUTIÉRREZ, G. Cosecha del ajonjolí. in. ZAMORANO et al. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí. s.l, Zamorano Academic Press, 1998. 113-124pp.
- 4.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La formulación de recomendaciones a partir de datos económicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México. DF., CIMMYT, 1998. 79pp.
- 5.- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2006. Guía Práctica de Exportación del AJONJOLI a los Estados Unidos. (en línea). Nicaragua, IICA. Consultado 12 mayo de 2008. Disponible en http://www.iica.int.ni/GuiasTecnicas/Cultivo_Ajonjoli.
- 6.- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), Agencia Internacional de Cooperación Japonesa (JICA). 2004. Cadena Agroindustrial Ajonjolí. (en línea). Nicaragua, Consultado 11 mayo de 2008. Disponible en http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Cadena_Ajonjoli.
- 7.- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2009. Boletín climático julio 2008 – enero 2009. (en línea). Nicaragua. INETER. Consultado 27 mayo de 2009. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Boletines/boletinmesClimac1.html>.
- 8.- MAG. (s.f.) Guía técnica para el cultivo del Ajonjolí. (en línea). El Salvador. MAG. Consultado 8 mayo de 2008. Disponible en http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1162.



9.- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). (s.f.) Ajonjolí. (en línea). Nicaragua. MAGFOR. Consultado 9 mayo de 2008. Disponible en http://www.magfor.gob.n/estadísticas/descargas/estadi_anual/ajonli03.

10.- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). Informe mensual de estadísticas. Dirección de Estadísticas. 2009. Informe de Producción Agropecuaria Acumulado a Febrero 2009. (en línea). Nicaragua. MAGFOR. Consultado 25 mayo de 2009. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/estadis/Febrero2009.pdf>.

11.- PEDROZA, H. Fundamentos de Experimentación Agrícola. Managua, Nicaragua, Editora de Artes, S.A., 1993. 226pp.

12.- Reyes, M. 2002. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque (en línea). La Calera no 2. Consultado 10 diciembre de 2009. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/calera/calera2.html>

13.- RUIZ, F. Manejo agroecológico del ajonjolí. in. ZAMORANO et al. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí. s.l, Zamorano Academic Press, 1998. 17-27pp.

14.- VELÁZQUEZ, J. Manual técnico del cultivo de ajonjolí. (s.n.t.). 28p.

15.- ZAMORANO, INTA, MAG, MIP – CATIE, UNAN – León (Nicaragua), Proyecto PIKIN GUERRERO, CARE, COSUDE. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí. s.l, Zamorano Academic Press, 1998. 11-14pp.



X.- ANEXOS.

Anexo 1. Estado del clima (precipitación y humedad relativa) durante el cultivo de ajonjolí en ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

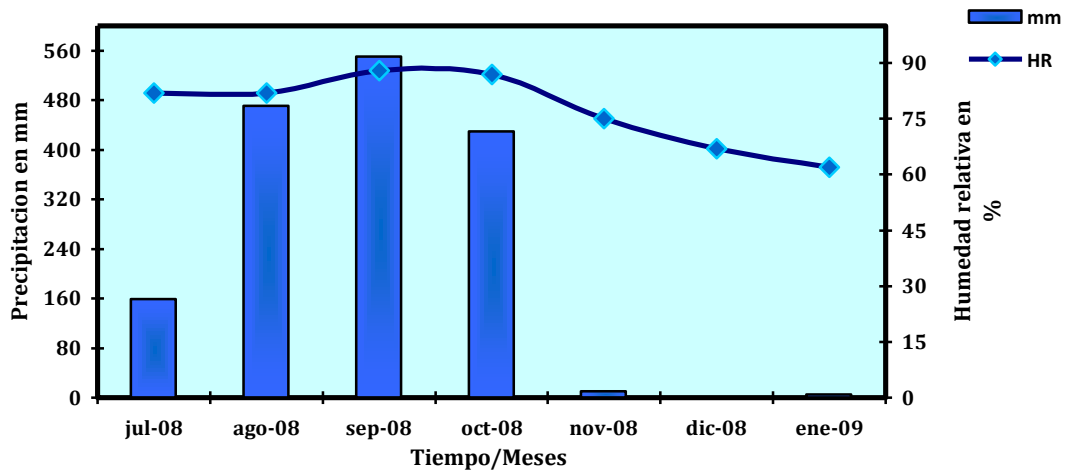


Figura 1.- Estado del clima (precipitación y humedad relativa) durante el cultivo de ajonjolí en ciclo de postrera 2008 - 2009. Datos recopilados por INETER. Julio 2008 - Enero 2009.

Anexo 2. Estado del clima (temperatura media y velocidad del viento a 10m de altura) durante el cultivo de ajonjolí en ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

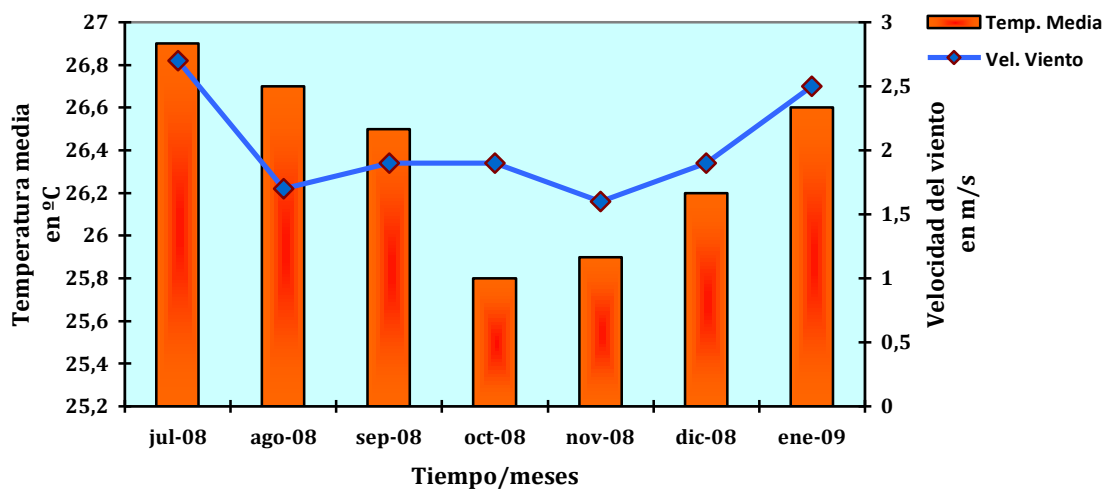
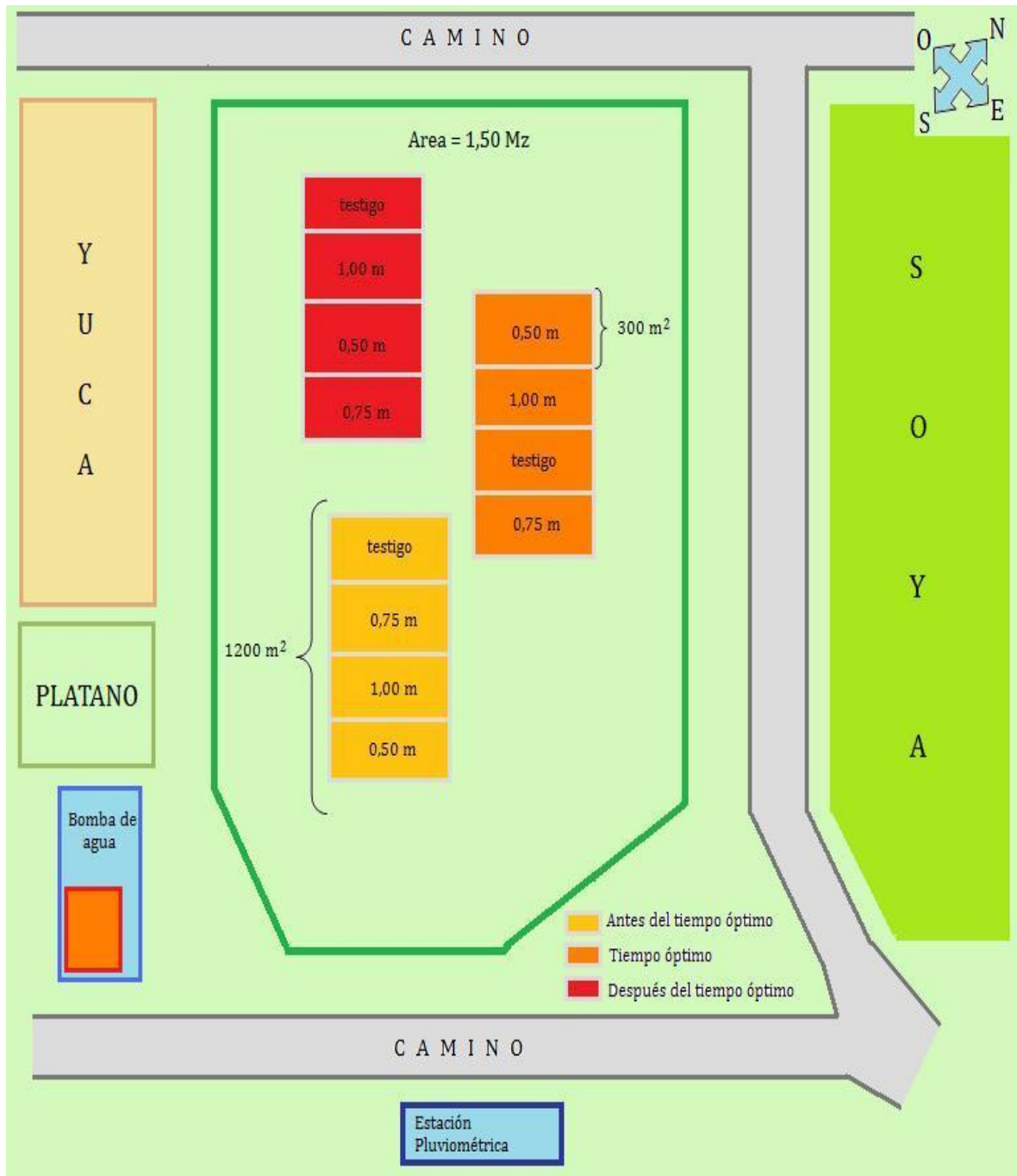


Figura 2.- Estado del clima (temperatura media y velocidad del viento a 10m de altura) durante el cultivo de ajonjolí en ciclo de postrera 2008 - 2009. Datos recopilados por INETER. Julio 2008 - Enero 2009.



Anexo 3. Mapa de campo del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Figura 3. Mapa de campo.





Anexo 4. Fechas de variables en estudio del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Bloque	Tratamiento	Corte	Características de plantas al corte	Emparvado	N° de parva	Secado	Aporreo y Limpia
1	0,50 m	04-Dic-08	Tallo, cápsulas y hojas amarillas. Empieza caída de hojas. Punta de cápsulas inferiores de color negro.	05-Dic-08	12	13-Dic-08	13-Dic-08
	0,75 m				8	15-Dic-08	15-Dic-08
	1,00 m				5	17-Dic-08	17-Dic-08
	Testigo				2	18-Dic-08	18-Dic-08
2	0,50 m	11-Dic-08	Tallo, cápsulas y hojas amarillas. Empieza caída de hojas. Punta de cápsulas inferiores se ven como abiertas y de color negro.	12-Dic-08	12	19-Dic-08	19-Dic-08
	0,75 m				8	21-Dic-08	22-Dic-08
	1,00 m				5	24-Dic-08	24-Dic-08
	Testigo				2	25-Dic-08	25-Dic-08
3	0,50 m	18-Dic-08	Tallo y cápsulas amarillas. Hojas caídas. Cápsulas inferiores abiertas y de color café oscuro.	19-Dic-08	8	24-Dic-08	26-Dic-08
	0,75 m				6	27-Dic-08	29-Dic-08
	1,00 m				5	29-Dic-08	30-Dic-08
	Testigo				2	30-Dic-08	02-Ene-09

Anexo 5. Características de los distintos diámetros de parvas (anclaje y maniobrabilidad) del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Diámetro de parva.	Anclaje	Maniobrabilidad
0,50 m	Malo	Bueno
0,75 m	Regular	Bueno
1,00 m	Bueno	Bueno
Testigo	Bueno	Regular



Anexo 6. Análisis de varianza para un bifactorial en D.C.A. para la evaluación del rendimiento (cosecha) del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

F de V	GL	S de C	CM	Fc	Pr > F
Tiempo de Corte	2	4,7467	2,3734	28,3560	0,000
Diámetro de Parva	3	4,1414	1,3805	16,4934	0,000
Tiemp. Corte*Diam. Parva	6	4,0841	0,6807	8,1326	0,000
Error	36	3,0120	0,0837		0,000
Total	47	15,9842	CV (%) = 12,9613	R² = 0,812	

Anexo 7. Separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$ para la variable “tiempo de corte” en rendimiento (cosecha) del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Tiempo de Corte	Medias	Categoría Estadística
a ₂	352,76	A
a ₁	288,91	B
a ₃	251,16	C

Anexo 8. Separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$ para la variable “diámetro de parva” en rendimiento (cosecha) del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Diámetro de parva.	Medias	Categoría Estadística
b ₃	256,47	A
b ₂	230,30	A
b ₄	230,23	A
b ₁	175,83	B



Anexo 9. Separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$ para el conjunto de variables “tiempo de corte” y “diámetro de parva” en rendimiento (cosecha) del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Tratamientos	Medias	Categoría estadística
a ₂ b ₃	429,37	A
a ₂ b ₂	354,41	AB
a ₁ b ₂	343,41	B
a ₂ b ₄	342,49	B
a ₃ b ₄	325,37	B
a ₃ b ₃	311,91	B
a ₁ b ₃	284,63	C
a ₂ b ₁	284,63	C
a ₁ b ₁	274,71	C
a ₁ b ₄	252,92	C
a ₃ b ₂	223,39	C
a ₃ b ₁	144,00	C



Anexo 10. Análisis de varianza para un bifactorial en D.C.A. para la evaluación de la pérdida del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

F de V	GL	S de C	CM	Fc	Pr > F
Tiempo de Corte	2	0,2200	0,1100	36,6660	0,000
Diámetro de Parva	3	1,8086	0,6028	200,9300	0,000
Tiemp. Corte*Diam. Parva	6	0,9322	0,1553	51,7660	0,000
Error	36	0,1079	0,0030		0,000
Total	47	3,0697	CV (%) = 15,7015		R² = 0,965

Anexo 11. Separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$ para la variable “tiempo de corte” en la pérdida del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Tiempo de Corte	Medias	Categoría Estadística
a₃	56,76	A
a₁	47,97	B
a₂	34,76	C

Anexo 12. Separación de medias Student-Newman-Keuls (S.N.K.) al $\alpha = 0,05$ para la variable “diámetro de parva” en la pérdida del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Diámetro de parva.	Medias	Categoría Estadística
b₁	60,86	A
b₂	46,11	B
b₄	18,90	C
b₃	13,62	D



Anexo 13. Relación entre los tiempos de corte en el rendimiento (cosecha), rendimiento potencial y pérdida del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

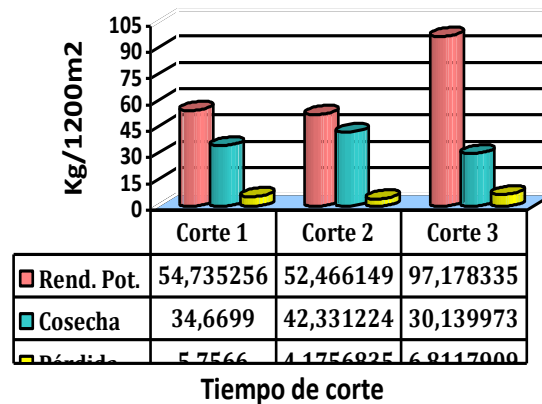


Figura 4.- Relación entre los tiempos de corte en el rendimiento (cosecha), rendimiento potencial y pérdida en el cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198.

Anexo 14. Tiempo laborado en cada una de las actividades realizadas en el manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Bloque	Tratamiento	Tiempo de Corte D/H	Tiempo de Emparvado D/H	Tiempo de Aporreo - Limpia D/H
1	0,50 m	0,26	0,42	0,07
	0,75 m	0,26	0,38	0,08
	1,00 m	0,26	0,25	0,08
	Testigo	0,26	0,13	0,11
2	0,50 m	0,26	0,42	0,07
	0,75 m	0,26	0,36	0,08
	1,00 m	0,26	0,29	0,09
	Testigo	0,26	0,13	0,11
3	0,50 m	0,26	0,42	0,06
	0,75 m	0,26	0,25	0,08
	1,00 m	0,26	0,23	0,09
	Testigo	0,26	0,17	0,10
1 día hombre tiene 6 horas				



Anexo 15. Dinámica de insectos “antes del tiempo óptimo de corte” del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

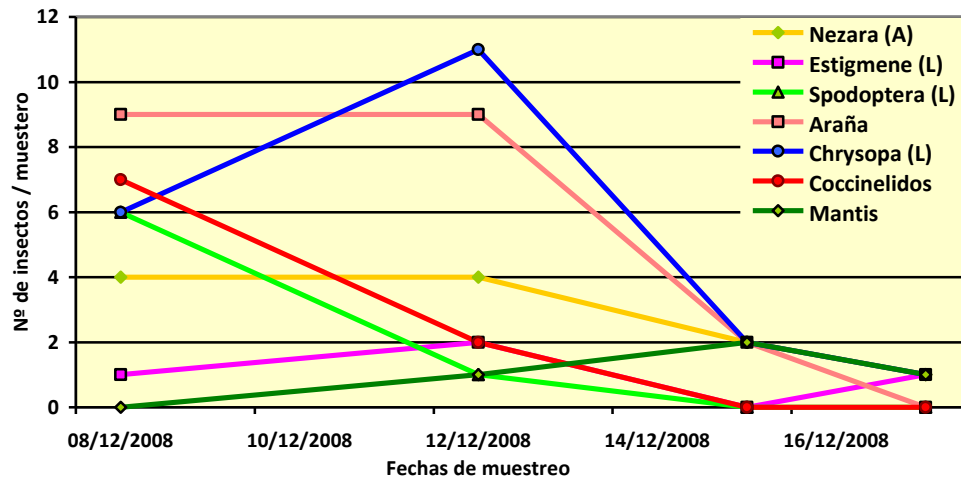


Figura 5.- Dinámicas de insectos "antes del tiempo óptimo de corte" del cultivo de Ajonjolí variedad ICTA-R198.

Anexo 16. Dinámica de insectos en el “tiempo óptimo de corte” del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

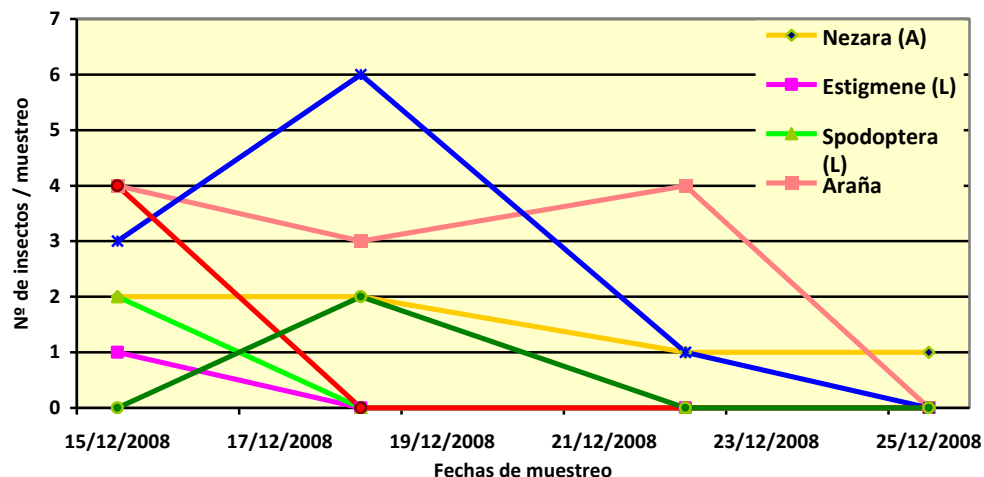


Figura 6.- Dinámicas de insectos en el "tiempo óptimo de corte" del cultivo de Ajonjolí variedad ICTA-R198.



Anexo 17. Dinámica de insectos “después del tiempo óptimo de corte” del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

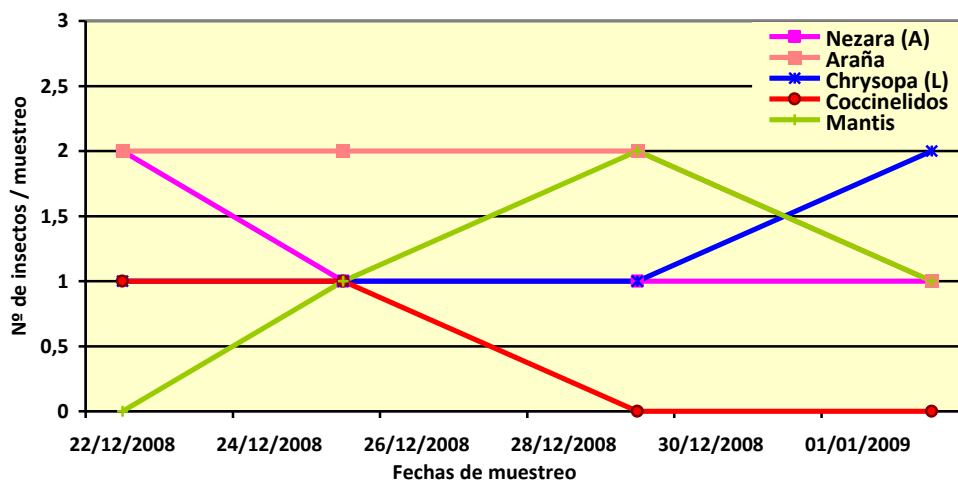


Figura 7.- Dinámicas de insectos "después del tiempo óptimo de corte" del cultivo de Ajonjolí variedad ICTA-R198.







Anexo 20. Presupuesto de Investigación Manejo de Cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega. Área: 1,5 Mz Categoría: Registrada.

Actividades	D/H	Área/Mz	Costo unitario /Mz (C\$)	Costo total del área (C\$)	Taza de cambioUS\$	Total US\$
Mecanización						
Chapoda			550,00	825,00	19,70	41,88
Arado			650,00	975,00	19,70	49,49
Grada 1-2			534,32	1602,96	19,70	81,37
Siembra + Fertilización			515,34	773,01	19,70	39,24
Herbicida pre-emergente			343,50	515,25	19,70	26,15
Cultivo 1 + Fertilización			438,91	658,37	19,70	33,42
Raleo + Cultivo 2			438,91	1316,73	19,70	66,84
Sub total				6666,32		338,39
Labores manuales						
Tapado de semillas	2,00	1,50	55,00	110,00	19,70	5,58
Comprobar emergencia	1,00	1,50	55,00	55,00	19,70	2,79
Raleo	22,50	1,50	55,00	1237,50	19,70	62,82
Recuento de plagas	20,00	1,50	27,50	550,00	19,70	27,92
Limpia manual 2	18,50	1,50	55,00	1017,50	19,70	51,65
Corte I.	1,04	0,11		62,40	19,70	3,17
Emparvado I.	1,18	0,11		70,80	19,70	3,59
Aporreo - Limpia I.	0,34	0,11		20,40	19,70	1,04
Corte II.	1,04	0,11		62,40	19,70	3,17
Emparvado II.	1,20	0,11		72,00	19,70	3,65
Aporreo - Limpia II.	0,35	0,11		21,00	19,70	1,07
Corte III.	1,04	0,11		62,40	19,70	3,17
Emparvado III.	1,07	0,11		64,20	19,70	3,26
Aporreo - Limpia III.	0,33	0,11		19,80	19,70	1,01
Pesado de semillas.	0,50			30,00	19,70	1,52
Sub total				3455,40		175,40
Semilla e insumos						
Semilla básica (Lb)		15,00	40,00	600,00	19,70	30,46
Fertilizante completo (qq)		3,00	750,00	2250,00	19,70	114,21
Fertilizante nitrogenado(qq)		4,50	551,60	2482,20	19,70	126,00
Herbicidas (Lt)		2,00	140,00	280,00	19,70	14,21
Carpa para aporreo (25 m ²)		0,50	500,00	250,00	19,70	12,69
Sacos (Unidad)		25,00	10,00	250,00	19,70	12,69
Mecate (Unidad)				100,00	19,70	5,08
Transporte		25,00	10,00	250,00	19,70	12,69
Sub total			2001,60	6462,20		328,03
Total				16583,92		841,82



Anexo 18. Resultados obtenidos de una parcela experimental donde se evaluó el efecto del manejo de cosecha (tiempo de corte y diámetro de parva) en el cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198, ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Tiempo de Corte	Diámetro de Parva	Población 300m2	Cosecha Real kg/300m2	Rendimiento Potencial kg/300m2	Pérdida kg/300m2	Peso de 1000 semilla.	Altura prom.	N° Rama prom.	N° Cápsulas prom.	Color semillas
Antes de tiempo óptimo.	0,50 m	1786	8,2411	11,5884	3,3606	2,90	126,40	1,50	41,40	1
	0,75 m	1896	10,3023	14,4299	2,1248	2,80	124,60	0,90	36,10	2
	1,00 m	2060	8,5389	14,7376	0,1490	2,80	116,40	1,50	32,50	2
	testigo	1714	7,5876	13,9794	0,1222	2,70	118,00	2,10	48,00	2
Tiempo óptimo.	0,50 m	1633	8,5388	10,4440	2,1400	2,90	100,70	1,00	27,80	3
	0,75 m	1445	10,6325	13,2238	0,7650	3,00	99,40	0,80	37,10	2
	1,00 m	1722	12,8811	14,2665	0,2221	3,00	106,90	1,80	37,70	2
	testigo	1707	10,2788	14,5319	1,0486	3,50	102,00	0,90	27,90	3
Después de tiempo óptimo.	0,50 m	2041	4,3198	25,4917	1,8032	3,20	118,90	1,80	45,40	3
	0,75 m	1648	6,7015	18,3797	2,6429	3,50	106,80	1,40	36,20	3
	1,00 m	2256	9,3573	26,3156	1,2634	3,40	109,40	1,90	38,10	3
	testigo	2256	9,7614	26,9914	1,1023	3,70	123,90	2,00	54,80	3
Color: 1= Menos claro. 2= Algo crema claro. 3= Crema claro										



Anexo 19. Cronograma de actividades en el manejo de cosecha del cultivo de ajonjolí variedad ICTA-R198; ciclo agrícola de postrera 2008 – 2009. Terraza n° 10 del INTA – Posoltega.

Actividades de manejo		Meses / Semanas																					
		Nov./2008		Dic./2008		Ene./2009		May./2009		Jun./2009		Jul./2009		Ags./2009		Sept./2009		Oct./2009					
1ra	Delimitación del área de estudio			x	x																		
2da	Muestreo del área en estudio				x																		
3era	1 ^{er} tiempo de corte				x																		
	Emparvado				x																		
	Aporreo/Limpieza					x	x																
	Pesado de semilla						x																
4ta	2 ^{do} tiempo de corte					x																	
	Emparvado					x																	
	Aporreo/Limpieza						x	x															
	Pesado de semilla							x															
5ta	3 ^{er} tiempo de corte						x																
	Emparvado						x																
	Aporreo/Limpieza							x	x														
	Pesado de semilla								x														
6ta	Muestreos de parvas por tratamientos				x	x	x	x	x														
7ma	Procesamiento de datos							x	x	x	x												
8va	Elaboración de Resultados, Conclusión y Recomendación														x	x	x	x	x	x			
9na	Presentación de la Investigación																			x	x	x	x
10ma	Defensa de la Investigación																						x

