

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCION DE INVESTIGACION**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador.

TÍTULO A OBTENER: Ingeniero Agrónomo

AUTORES.

Nombres, apellidos	Institución y Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Br. Rolando Colorado Pérez	Urbanización dolores, Polígono B-1 #8 Mejicanos	7251-4388 cp12052@ues.edu.sv	
Br. Jonathan Stanley García Franco	Residencial la Floresta, pasaje loa claveles casa # 11, Chalatenango, Chalatenango.	7852 - 2532 gf11014@ues.edu.sv	
Ing, Agr, M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores	Departamento de protección vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.	andres.rivas1@ues.edu.sv	

VISTO BUENO

Coordinadora General de Procesos de Graduación del Departamento de Protección Vegetal: Ing. Agr. Rafael Antonio Menjivar Rosas	Firma
Director General de Procesos de Graduación de la Facultad: Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García	Firma
Jefe del Departamento de Protección Vegetal: Ing. Agr. M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores	Firma
	Sello
Ciudad Universitaria, Septiembre 2022	

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador.

AUTORES

Colorado-Pérez, R¹; García-franco, JS¹; Rivas-Flores, AW²

El presente trabajo se planificó con la finalidad de determinar el período crítico de competencia de malezas sobre el rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la Estación Experimental y de Prácticas, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar, durante los meses de septiembre 2020 a enero de 2021.

El ensayo fue establecido en un área de 1,152.48 m², las actividades que se realizaron para preparar el terreno fueron un paso de arado, dos pasos de rastra y la construcción de camas de siembra de 1 m de ancho, 54 m de largo y 0.40 m de altura. La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad "Estación UES1 Blanquecina" fue en forma manual, por postura, con un distanciamiento de 0.30 m entre postura y 1.20 m entre cama; el raleo se realizó ocho días después de la siembra. Para la cual se incluyeron los tratamientos sin control y con control de maleza (hasta, 15, 30, 45, 60, 75, 90 días después de la germinación de la semilla).

La toma de datos en campo se realizó cada 15 días. El resultado estadístico realizado a la variable rendimiento se encontraron diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos evaluados, alcanzando los mayores resultados, con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 días) con un rendimiento promedio de 0.2118 kg/16m² (2,110 kg/ha), el menor rendimiento se terminó en el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) con un rendimiento promedio de 0.035 kg/16m² (350 kg/ha). El periodo crítico de competencia de malezas se determinó entre los 20 días a los 45 días después de la siembra.

Palabras Clave: Periodo crítico de competencia, Ajonjolí, cultivo, *Sesamum indicum* L., Maleza, rendimiento, semillas, variedad.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Estudiante Tesista.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Estudiante Tesista.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docente Director. andres.rivas1@ues.edu.sv

ABSTRACT

The present work was planned with the purpose of determining the critical period of competition of weeds on the yield of the sesame crop (*Sesamum indicum* L.) in the Experimental and Practice Station, of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador., located in the Tecualuya canton, municipality of San Luis Talpa, department of La Paz, at a height of 50 meters above sea level.

The trial was established in an area of 1,152.48 m², the activities that were carried out to prepare the land were a plow step, two harrow steps and the construction of planting beds 1 m wide, 54 m long and 0.40 m high. Tall. The sowing of the sesame seed of the "Estación UES1 Blanquecina" variety was done manually, by posture, with a distance of 0.30 m between posture and 1.20 m between beds; thinning was carried out eight days after sowing. For which treatments without control and with weed control were included (up to, 15, 30, 45, 60, 75, 90 days after seed germination).

Field data collection was performed every 15 days. The statistical result made to the yield variable found significant statistical differences between the treatments evaluated, reaching the highest results with treatment 11 (clean up to 45 days) with an average yield of 0.2118 kg/16m² (2,110 kg/ha), the lowest yield was finished in treatment 8 (clean until 0 days) with an average yield of 0.035 kg/16m² (350 kg/ha). The critical period of weed competition was determined between 20 days and 45 days after sowing.

Key words: Critical period of competition, Sesame, cultivation, *Sesamum indicum* L., Weed, yield, seeds, variety.

1. INTRODUCCION

El cultivo del ajonjolí, es originario de África, muy conocido a nivel mundial por el alto contenido de aceite que contiene su semilla. En términos generales se puede decir que las semillas de ajonjolí contienen el 50% de aceites, 25% de proteína, 11% de carbohidratos, 5% de cenizas, 4% de materia fibrosa y 5% de humedad. (Moreira Espinoza y Romero Gaitán 2000).

Se caracteriza por ser una planta herbácea, sus hojas son verdes y las flores blancas o rosas, su tronco erguido produce cápsulas con numerosas semillas lisas, es un cultivo anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas, la producción promedio es entre 12- 14 quintales por manzana (779.22 a 909.09 kg/ha). Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son de texturas ligeras como franco, franco arenoso y franco arcilloso, su pH es de 5.5 a 7. (Cervantes 2012).

Los principales problemas que limitan el rendimiento del ajonjolí, se puede mencionar, la variedad utilizada, el control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales, densidad de siembra y malezas, estas últimas afectan significativamente el rendimiento del ajonjolí, debido competencia por absorción de los nutrientes del suelo, la humedad y la luz solar, que por lo general se produce en un periodo de tiempo en el cual se afecta el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (MAG 1991).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el periodo crítico de competencia por maleza en cultivo de ajonjolí, en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el lote la bomba, panga 1 en el periodo bajo un Diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar.

El término de diversidad se refiere al número de especies de malezas que aparecen durante el ciclo de un cultivo. La diversidad de malezas, es una herramienta importante para la toma de decisiones al momento de diseñar una estrategia de manejo de las mismas, y nos permita conocer las especies que predominan en las áreas de cultivo (Cruz 2003).

La competencia no siempre puede explicar el porqué de la supresión del crecimiento de las plantas en los agroecosistemas. A veces se manifiestan interacciones bioquímicas (alelopatía) entre las plantas. La alelopatía es cualquier efecto dañino, directo o indirecto, provocado por una planta a otra, a través de la producción de componentes químicos, liberados al ambiente. Contraria a la competencia, la alelopatía se desencadena cuando se agrega al ambiente un factor tóxico. Se postula a la alelopatía como un mecanismo importante mediante el cual las malezas afectan el crecimiento del cultivo y viceversa. La alelopatía puede llegar a ser un medio real para controlar las malezas si estas características se manifiestan en tipos silvestres de especies cultivadas, y puedan transferirse a los cultivos deseados. Al lograr un control de malezas, de este modo, se evitan gastos, contaminaciones, y aplicaciones extras de herbicidas (FAO 2000).

Las interacciones cultivo/maleza varían de acuerdo a las regiones geográficas, a los diferentes cultivos e incluso son distintas entre los mismos cultivos en diversas situaciones. De hecho, estas interacciones son abrumadoramente específicas en cuanto al lugar y a la temporada. Ellas cambian según la especie de planta involucrada, la densidad, las prácticas de manejo y los factores ambientales, El resultado final de la competencia de las malezas es una reducción en el rendimiento o la calidad del cultivo. En muchos cultivos donde no existe un control de malezas durante la temporada, no hay, en general, producción comercial (Doll y Fuentes, citado por Arango y Gómez *et. al.* 2000).

La competencia de las malezas por la luz, los nutrientes y el agua es una de las vías de las malezas para interferir con el crecimiento normal de los cultivos. Para comprender la competencia, es común estudiar el llamado “período crítico” de competencia de las malezas, el que se define como el período durante el cual las malezas deben ser

controladas para prevenir las pérdidas de rendimiento. El período crítico se determina experimentalmente mediante la inclusión de variantes desyerbadas durante determinados períodos a partir de la siembra o trasplante del cultivo y otras inversamente no desyerbadas en idénticos períodos de tiempo. Los resultados de rendimientos del cultivo bajo la influencia de las malezas en los distintos períodos permiten determinar el período más conveniente de control de las malezas (FAO s.f).

Es sabido que las malezas causan su mayor daño a las plantas cultivables durante ciertos períodos de su crecimiento y las medidas de control durante este período son de especial importancia. Las malezas, que se desarrollan en períodos más tardíos del crecimiento de las plantas cultivables, suelen causar daños de menor importancia. En la agricultura tradicional, el conocimiento del denominado "período crítico" permite al agricultor hacer un uso más eficiente de los limitados recursos de que dispone, lo que se revierte en un ahorro sustancial del tiempo y otros gastos por concepto de control de malezas. La infestación presente sólo de una especie predominante o varias especies, lo más indicado es el uso del criterio de umbral económico, o sea la densidad de la especie que interfiere significativamente con el cultivo y que justifica plenamente la realización de la medida para su control. El uso de los umbrales económicos es también apropiado en aquellas áreas, donde los herbicidas se utilizan intensivamente, ya que su aplicación tiende normalmente a provocar la presencia de especies tolerantes o resistentes, lo que al final obliga a realizar una aplicación herbicida post-emergente suplementaria (Labrada y Parker s.f.).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, El Salvador, a una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte y 89°05'8" Longitud Oeste, durante los meses de septiembre de 2020 a enero de 2021.

2.2 Metodología de campo

2.2.1. Preparación del terreno delimitación de la parcela y siembra

El 29 de septiembre de 2020 se realizó la preparación del terreno la cual fue mecanizada, realizando las siguientes prácticas: un paso de arado para remover el suelo, dos pasos de rastra para mullir el suelo, un paso de la encamadora para la formación de las camas de siembra con un distanciamiento entre cama de 1 m.

El 7 de octubre de 2020 se realizó la delimitación y estaquillado del área del terreno 810 m² (27 m largo por 30 m de ancho) para establecer el cultivo de ajonjolí.

La siembra de la semilla de ajonjolí de la variedad “Estación UES1 Blanquecina” se realizó manualmente el día 13 de octubre de 2020 colocando de 3 a 4 semillas por postura a un distanciamiento de 0.60 m entre surco y 0.20 m entre planta.

2.2.2. Aplicación de los fertilizantes

Para la fertilización del cultivo se utilizaron fertilizante granulados los cuales fueron proporcionados por dosis de fertilizantes de; fórmula 15-15-15 y 18-46-0 fueron pesadas en balanza analítica en la Planta de Procesamiento de Alimentos de la Estación Experimental y de Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. La dosis total de cada fertilizante en cada tratamiento se dividió en dos aplicaciones: el 50% de las dosis se aplicó a los 10 días después de la siembra y el otro 50% de la dosis se aplicó a los 30 días después de la siembra

2.2.3. Actividades culturales

El control de malezas se realizó de forma manual, se realizó diferentes controles en cada unidad experimental, según la fenología del cultivo, realizándolo con intervalos de 15 días después de la siembra.

Para el control de insectos masticadores y chupadores se utilizó el insecticida Connect en dosis de 25 cc/ bomba de 17 litros de agua, del cual se hizo 3 aplicaciones a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

Para prevenir el ataque de *Phytophthora spp* y *Fusarium spp* que causan el mal del talluelo se utilizó una mezcla de Oxidor en dosis de 50 ml y Prevalor en dosis de 50 ml por bomba de mochila de 17 litros de agua, esta se aplicó cada 8 días por un mes, luego de este periodo se aplicó cada 15 días y se finalizó cuando se presentó la floración en el cultivo.

2.2.4. Toma de datos

La primera toma de datos se realizó el 28 de octubre de 2020, 15 días después de la siembra y la siguiente toma de datos se realizaron cada 15 días hasta el 10 de enero de 2021, sobre altura de planta; diámetro del tallo basal, utilizando un pie de rey, cinta métrica y libreta de campo, en la última toma de datos se encontró el problema de que algunas plantas se habían perdido por los vientos fuertes que afectaron la zona.

El 13 de noviembre de 2020 las plantas presentaban botones florales y variaciones en cuanto al crecimiento en algunos tratamientos debido al encharcamiento que se produjo por las lluvias que se produjeron en los meses de octubre y noviembre, las cuales afectaron el desarrollo de las plantas de los bloques que se encontraban en la orilla del

terreno. Para el mes de diciembre había presencia de frutos en la gran mayoría de plantas.

2.2.5. Cosecha

La cosecha se realizó el día 13 de enero de 2021, cuando las plantas presentaron las siguientes características: tallo de color amarillo, hojas de color amarillo en el tercio inferior de la planta, las cápsulas inferiores hasta las del medio se tornaron de color café y el fruto empezó a abrirse. Solamente se cosecharon las plantas que fueron seleccionadas y evaluadas desde el inicio de la investigación. Al momento de la cosecha y para evitar confusiones, cada planta y los manojos de plantas se identificaron con un código que correspondía al tratamiento y al bloque.

La formación de manojos consistió en cortar las plantas y juntarlas, en 3 plantas por cada unidad experimental, para obtener resultados certeros en rendimiento en cada tratamiento.

Luego se amarro cada manojo con la parte apical del tallo hacia arriba para evitar que cuando se abrieran las cápsulas se perdiera semilla, esto duro aproximadamente de 4 a 5 días, porque se pusieron a secar bajo sombra, se aporreo cada uno de los grupos, sobre un plástico para evitar perdida de la semilla, luego se recolecto y se limpió la semilla. El proceso finalizó cuando se puso a secar la semilla con el objetivo de reducir la humedad y alargar la vida cuando se almacene.

Los datos de rendimiento fueron tomados el día 29 de enero de 2021, se formaron por tratamientos de las 3 repeticiones que se evaluaron en los bloques A (enmalezado) y B (limpio) de los 14 tratamientos.

2.2.6. Metodología de laboratorio

Se realizo en el laboratorio de microbiología de la facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador se utilizó una balanza analítica, libreta de campo y lapicero para anotar los datos, se analizaron los pesos de la semilla de ajonjolí de cada tratamiento A (enmalezado) y B (limpio).

Según Vaca Moran (2001), la limpieza de la semilla ayuda a seleccionar de mejor calidad por medio de una zaranda fina. La muestra que se lleva al laboratorio debe ir en una bolsa de papel identificada con su respectiva viñeta.

2.2.7. Incidencia e identificación de malezas

Para evaluar el comportamiento de las malezas, se utilizó el marco de 1m² colocando 3 veces en la unidad experimental y en diagonal, para los tratamientos 1 y 14 de los periodos con control de maleza, no se realizó, todo el ciclo y los tratamientos 2 al 6 y del 9 al 13 de los periodos con control de maleza hasta (figura 9). Se evaluaron en el 15, 30,

45, 60, 75 dds y los tratamientos 7 y 8, para ambos periodos se evaluó los 90 dds tomando en cuenta la abundancia, contando número total de plantas por especie encontradas a los 15, 30, 45, 60, 75, y 90 dds, los datos obtenidos de las malezas se les realizó un análisis descriptivo clasificándolos por familia, las malezas de mayor incidencia se enmarcaron según la clasificación.

2.3. Metodología estadística

2.3.1. Material experimental

El material que se utilizó en la investigación fue semilla criolla de ajonjolí de la variedad "Estación UES" de tercera generación (F3), la cual fue proporcionada por la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

2.3.2. Diseño estadístico

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques al azar (BCA), unifactorial, con dos bloques, 14 unidades experimentales y tres repeticiones, esto se realizó con el objetivo de estudiar diferentes efectos sobre los tratamientos, en los periodos de enmalezamientos y periodos limpios.

Se establecieron 3 repeticiones de 240 m² cada uno, con separación de 1 m. Cada repetición tuvo 30 m de ancho y 8 m de largo, se dividieron en 2 bloques BA (Bloque A) y BB (Bloque B), en cada tratamiento se incluyeron 3 repeticiones, las unidades experimentales tuvieron un área de 16 m² Teniendo un total de 810 m² De área de experimento, Se cultivó la semilla de ajonjolí de la variedad "Estación-UES" de 3^a generación.

2.3.3. Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron 14 con 3 repeticiones. Se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, época de postrera, San Luis Talpa Departamento de La Paz, 2020. (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de cada unidad experimental

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
A	
T1	Enmalezados hasta los 0 dds
T2	Enmalezados hasta los 15 dds
T3	Enmalezados hasta los 30 dds
T4	Enmalezados hasta los 45 dds
T5	Enmalezados hasta los 60 dds
T6	Enmalezados hasta los 75 dds
T7	Enmalezados hasta los 90 dds
B	
T8	Limpio hasta los 0 dds
T9	Limpio hasta los 15 dds
T10	Limpio hasta los 30 dds
T11	Limpio hasta los 45 dds
T12	Limpio hasta los 60 dds
T13	Limpio hasta los 75 dds
T14	Limpio hasta los 90 dds

dds= días después de la siembra.

2.3.4. Tamaño de muestra y distribución espacial de los tratamientos

El tamaño de la muestra fueron 3 plantas de ajonjolí por tratamiento, seleccionadas de la parte central en cada parcela, evitando los efectos de bordes, de tal manera que se disponía de 3 datos por cada característica o variable que se evaluó dentro de los respectivos bloques, con el propósito de eliminar la influencia individual de cada planta sobre el resultado total, garantizando obtener resultados representativos en la investigación.

La investigación tuvo 3 repeticiones, 7 parcelas por bloque y un total de 14 unidades experimentales por repetición. En cada unidad experimental se establecieron 3 surcos, distanciados a 80 cm entre surcos y a 20 cm entre plantas, teniendo un total de 10 plantas por tratamiento.

Cada unidad experimental se identificó con un número, por ejemplo: el código R1BA11 significa que las primeras letras corresponden a la repetición (R1) mientras las segundas al bloque (BA), los otros dos que le acompañan corresponden a la unidad experimental o tratamiento (T1). Los tratamientos que se aplicaron se identificaron de la siguiente manera: (figura 1).

La distribución espacial de los tratamientos en estudio bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar fue la siguiente

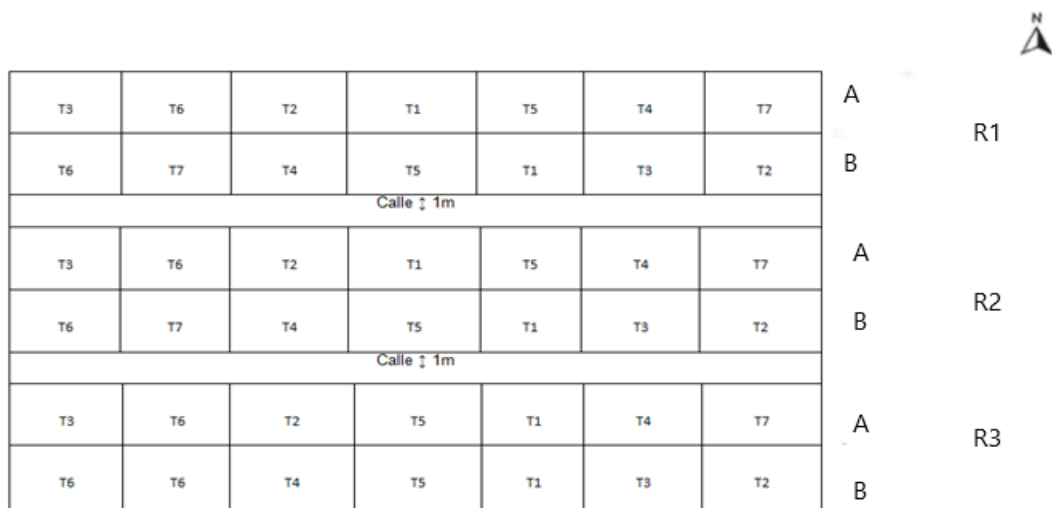


Figura 1. Diseño de Bloques Completamente al Azar de la investigación.

2.3.5. Variables evaluadas

Cuadro 2 . Variables biológicas que se evaluaron.

Variable	Forma de medición
Diámetro del tallo basal	Se midió con un "Pie de rey".
Altura de la planta	Se utilizó cinta métrica para tomar la medida desde la base hasta la parte apical del tallo.
Rendimiento por planta.	Se pesó la cantidad total de semilla producida por planta.

2.3.6. Análisis descriptivo e inferencial

Para la organización, procesamiento y análisis estadístico de los datos sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo se utilizaron métodos descriptivos univariados como representaciones gráficas, medidas de tendencia central y medidas de dispersión. A todas las variables cuantitativas se les aplicó análisis bivariado como la correlación de Pearson y el método multivariante de análisis por componentes principales.

En el caso de la variable rendimiento del cultivo se les aplicó métodos inferenciales como el Análisis de Varianza (ANVA), específicamente un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 2 bloques, 14 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Previo a la aplicación del diseño experimental, se verificó que los datos cumplan con los supuestos del análisis de varianza: distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Para verificar el supuesto de normalidad se construyó un Q-Q plot normal, y en el caso de la homogeneidad de varianzas se ejecutó un gráfico de dispersión. Con el propósito de demostrar cuál de los tratamientos en evaluación producen el mejor rendimiento en el cultivo de ajonjolí, se aplicó la prueba estadística de comparación de medias de Tukey. Todo el análisis se realizó con un nivel de significancia estadística (alfa) α del 5% = 0.05 y mediante la utilización del programa estadístico SPSS® 24.

2.3.7. Metodología económica

Se realizó un presupuesto parcial en donde se incluyeron los insumos y la mano de obra que se requirió para un área de 28 m², una manzana (7,000 m²) y una hectárea (10,000 m²), al final se obtuvo un sub total que se restó a los ingresos, para obtener el ingreso neto por tratamiento

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis estadístico

3.1.1. Altura de las plantas

De acuerdo a los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza de la variable altura de plantas no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los muestreos. se determinó que la mayor altura de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 14 (limpio hasta los 90 días) con una altura de 1.81 m, seguido por los tratamientos 13 (limpio hasta los 75 días) con una altura 1.77 m y el tratamiento 12 (limpio hasta 60 los días) con una altura de 1.72 m. La menor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 7 (enmalezado 90 días) con una altura de 1.40 m. (Figura 2)

El tratamiento 7 (enmalezado los 90 dds) que presento los valores más bajos estuvo influenciado durante todo el ciclo del cultivo por *Cyperus rotundus* L. (coyolillo) y *Digitaria sanguinalis* (zacate pangola). desde la emergencia hasta la cosecha, provocando competencia por nutrientes y luz, lo que genero deficiencias en el desarrollo fisiológico (elongación de tallo).

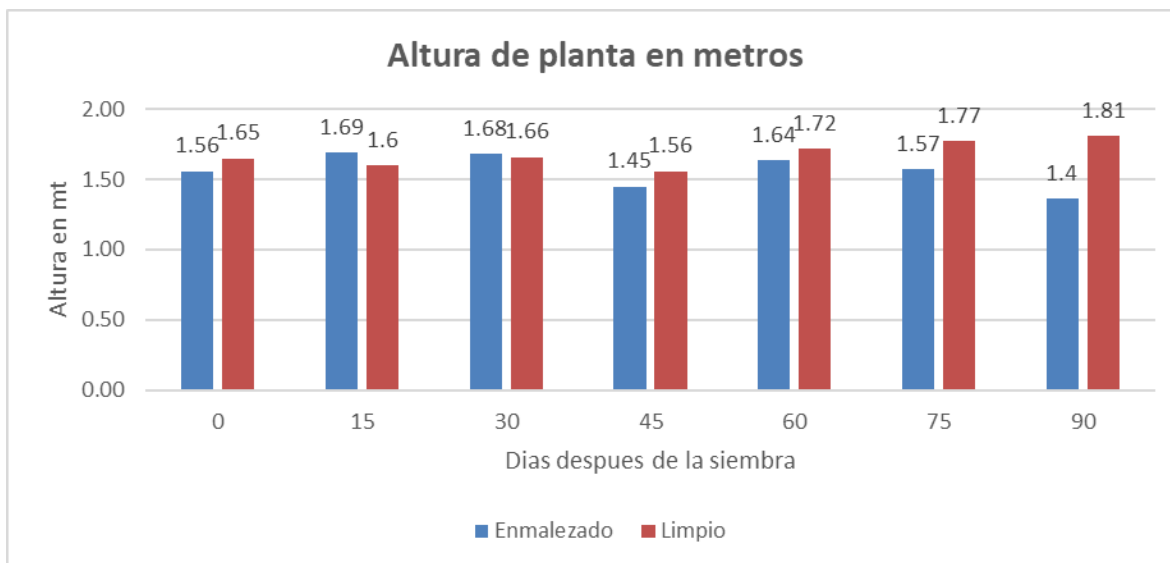


Figura 2. Altura de las plantas de ajonjolí.

Estos resultados se sustentan con la investigación de Ijlal *et al.*, (2011) citado por Aref, WM, *et al.*, 2013 en la investigación “Estimación del Periodo Crítico para el Control de Malezas en Ajonjolí” concluyen que después de la tercera semana (21 días después de la siembra) de germinación, se disminuyó el crecimiento de las plantas de ajonjolí y también menciona que después de la sexta semana (70 días después de la siembra) se notó una disminución significativa del rendimiento en el cultivo.

3.1.2. Diámetro del tallo basal

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y de separación de medias, se determinó diferencias no significativas entre los tratamientos manejados enmalezados, sin embargo el mayor diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 10 (limpio hasta los 30 días) con 22.80 mm; seguido por el tratamiento 12 (limpio hasta los 60 días) con 22.26 mm; el tratamiento 3 (enmalezado hasta los 30 días) con 22.16 mm y el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con 21.26 mm; mientras que el tratamiento que obtuvo los resultados más bajos fue el tratamiento 7 con (enmalezado 90 días) con 14.20 mm (Figura 3)

De acuerdo al análisis de varianza, se determinaron diferencias no significativas entre los tratamientos a los 30 y 75 dds; mientras que a los 45 y los 60 días limpios después de la siembra sí presentaron diferencias significativas. La no significancia estadística encontrada a los 30 dds, se debe a que el cultivo de ajonjolí tiene un crecimiento lento en los primeros 30 días de su establecimiento (Aref *et al.* 2013), es por esto que los tratamientos en esta etapa no muestran efecto ante esta variable.

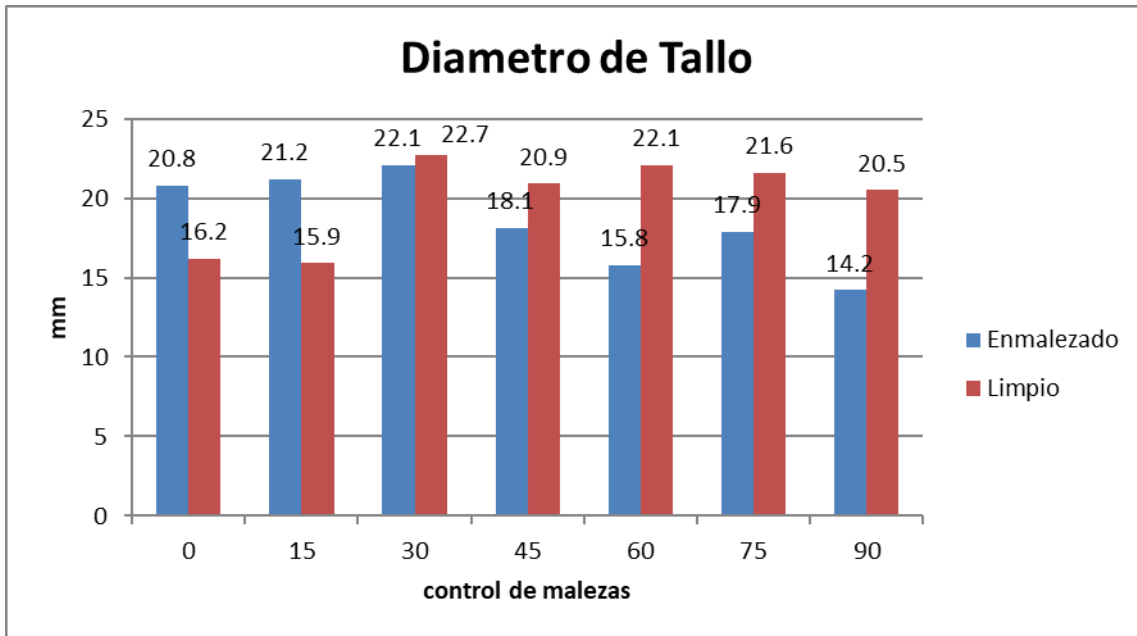


Figura 3. Diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí.

3.1.3. Presencia de maleza en el cultivo de ajonjolí

De acuerdo a lo obtenido en campo la mayor cantidad de especies de malezas que se presentaron a lo largo de todo el ciclo del cultivo se puede observar que el Coyolillo (*Cyperus rotundus*) con 50%, seguido de Gramilla blanca (*Paspalum distichum*) con 20%, seguido del Zacate Johnson (*Sorajum alepense*) con 10% y en menor porcentaje Botoncillo (*Eclipta prostrata*) con 3%. (Figura 4).

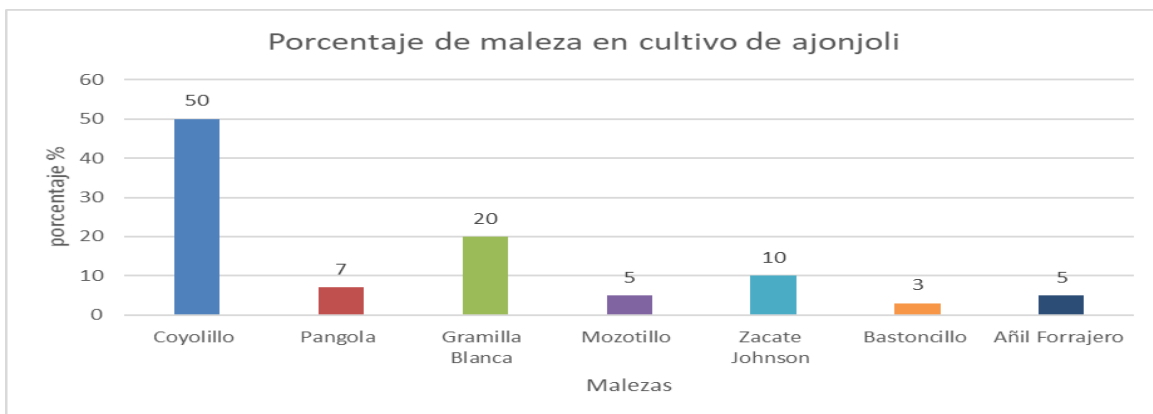


Figura 4. Porcentaje de maleza en cultivo de ajonjolí.

Cuadro 2. Clasificación de malezas con mayor incidencia en el cultivo.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Monocotiledóneas	Di cotiledóneas
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cyperaceae</i>	*	
Pangola	<i>Digitaria eriantha</i>	<i>Poaceae</i>	*	
gramilla blanca	<i>Paspalum distichum</i>	<i>Gramineae</i>	*	
Mozotillo	<i>Salvia occidentalis</i>	<i>Asteraceae</i>		*
Zacate johnson	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Poaceae</i>	*	
Bastoncillo	<i>Eclipta prostrata</i>	<i>Asteraceae</i>		*
Añil forrajero	<i>Indigofera hirsuta</i>	<i>Fabaceae</i>		*

Según los resultados obtenidos en el porcentaje de maleza presentada en campo la influencia de la maleza tiene influencia directa en la competencia de nutrientes del suelo con el cultivo en estudio.

De acuerdo a Duary y Hazra (2013) en la investigación sobre “la determinación del periodo crítico de competencia cultivo-maleza en ajonjolí” publicado en la revista india de ciencias de la maleza obtuvieron como resultado que la especie que más tuvo influencia en el cultivo a los 60 días fue la especie bajo la categoría de gramíneas, mientras que dentro de nuestra investigación la que obtuvo mayor incidencia en el cultivo fue (*Cyperus rotundus*) perteneciente a la familia de las Ciperáceas, en segundo lugar se presentó una maleza perteneciente a la categoría de gramíneas como lo es Gramilla blanca (*Paspalum distichum*). (cuadro 2).

3.1.4. Rendimiento de semillas en 16m²

Al realizar el análisis de varianza de la variable rendimiento en peso de semillas de ajonjolí por cada tratamiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Mientras que el mayor rendimiento en peso, se obtuvo con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 días) con un promedio de 0.2118 kg/16m² seguido por el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con 0.205 kg/16 m²; y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 días) con un promedio de 0.193 kg/16m². Mientras que los tratamientos enmalezados obtuvieron los resultados más bajos fueron los tratamientos 8 (limpio hasta los 0 días) con 0.035 kg/16m² y el tratamiento 7 (enmalezado hasta los 90 días) 0.092 kg/16m². (figura 5).

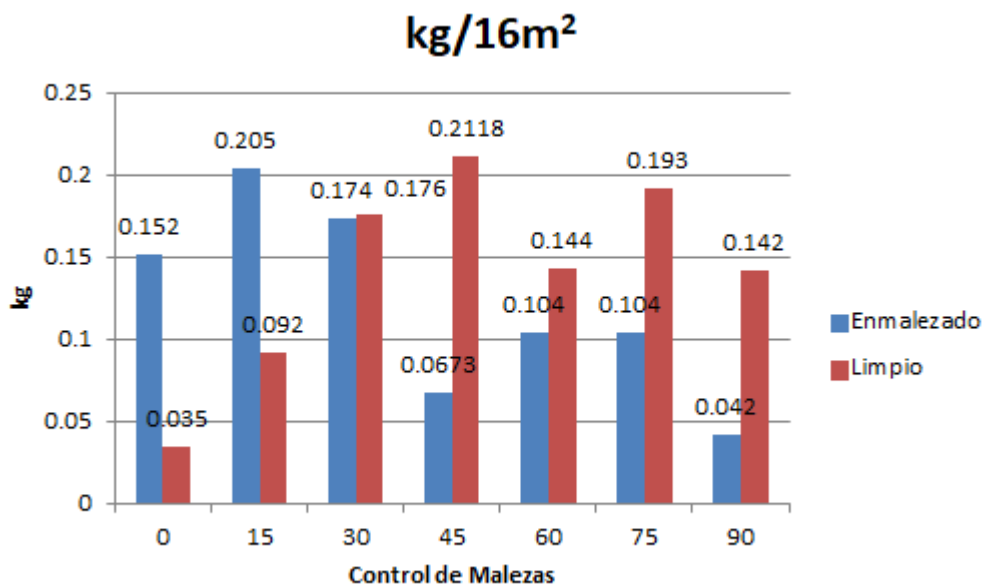


Figura 5. Rendimiento promedio en peso de semillas de ajonjolí.

Duary y Hazra (2013) obtuvieron los siguientes resultados en mayor rendimiento de semilla en base a porcentaje de control libre de malezas se registró en la parcela libre de malezas hasta los 60 DDS y luego con malezas, seguida por la de los tratamientos sin malezas hasta los 45 DDS y luego con malezas. El valor más bajo se registró en control de maleza, seguido de que en maleza hasta 60 DDS y luego libre de maleza, maleza hasta 45 DDS y luego libre de maleza, libre de maleza hasta 15 DDS y luego maleza, y maleza hasta 15 DDS. 30 DDS y luego tratamientos libres de malezas.

3.1.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea

El mayor rendimiento del ajonjolí se obtuvo con el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 dds), con un promedio de 2110 kg/ha, Seguido por el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 dds) con un valor de 2050 kg/ha. Y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 dds) con un promedio de 1930 kg/ha y el tratamiento con menor rendimiento fue tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) con un promedio de 350kg/ha. (Figura 6).

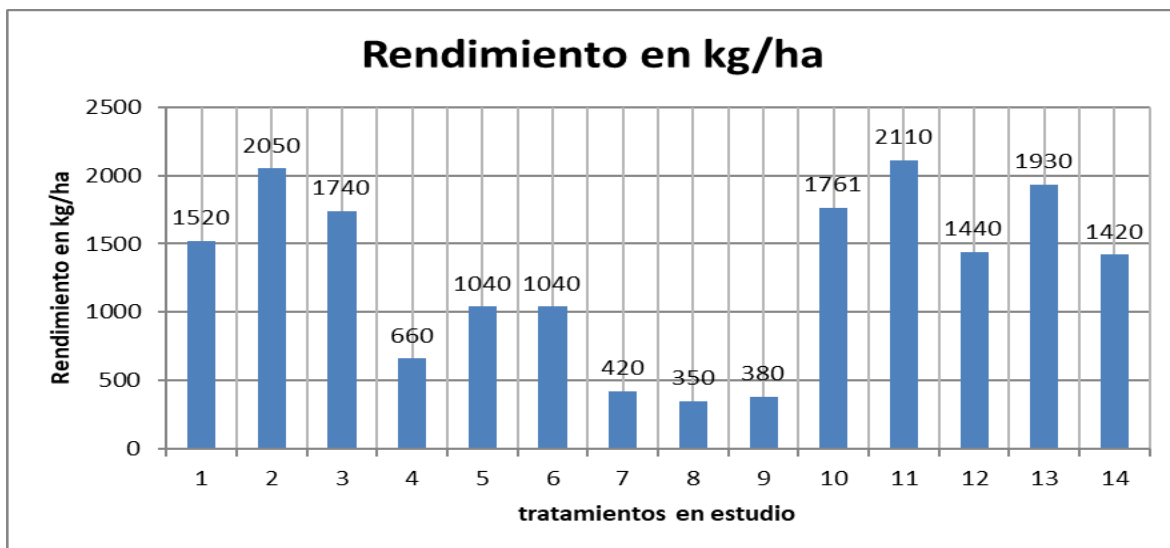


Figura 6. Proyección de la producción de ajonjolí en kg/ha,

De acuerdo a los resultados obtenidos por a Duary y Hazra (2013) en la investigación sobre “la determinación del periodo crítico de competencia cultivo-maleza en ajonjolí” afirman que los tratamientos que obtuvieron mayor producción de capsulas por planta y mayor producción de semillas por planta fueron los tratamientos que estuvieron sin maleza los primeros 30 dds del cultivo, y los tratamientos que obtuvieron los resultados más bajos en la producción de capsulas por planta fueron los tratamientos enmalezados, lo que demuestra que el control de malezas en el cultivo afecta directamente a la producción de y rendimiento del cultivo.

Estos resultados demuestran que los tratamientos que se mantuvieron limpios desde el día de la siembra hasta pasados los días del periodo crítico 30 a 45 dds, presentan los mejores resultados en la variable rendimiento en kilogramos por hectárea. Los valores del diámetro del tallo y la altura están relacionados directamente proporcionalmente al rendimiento del cultivo. Esto debido a que una planta con un buen diámetro de tallo basal tiene la rustes adecuada para sostener una planta más alta y con un mayor número de ramas que podrán soportar un mayor número de capsulas en la planta. (Ahmed. M. *et al.* 2014).

3.1.6. Periodo crítico del cultivo de ajonjolí.

En esta investigación, se consideró el periodo crítico como el periodo de tiempo que un cultivo debe permanecer libre de competencia de malezas para alcanzar rendimientos que no difieren significativamente de aquellos obtenidos cuando el cultivo recibe control de malezas por largos periodos de tiempo; por lo tanto, el periodo crítico se encuentra entre los 20 y 45 dds, tiempo durante el cultivo debe de mantenerse con la maleza controlada. (Figura 7).

Se determinó que el rendimiento más bajo se debe al efecto de interferencia que se dio entre las malezas y el cultivo. Las malezas y el cultivo requieren básicamente de los mismos elementos de la naturaleza para su crecimiento: luz, agua y nutrientes del suelo.

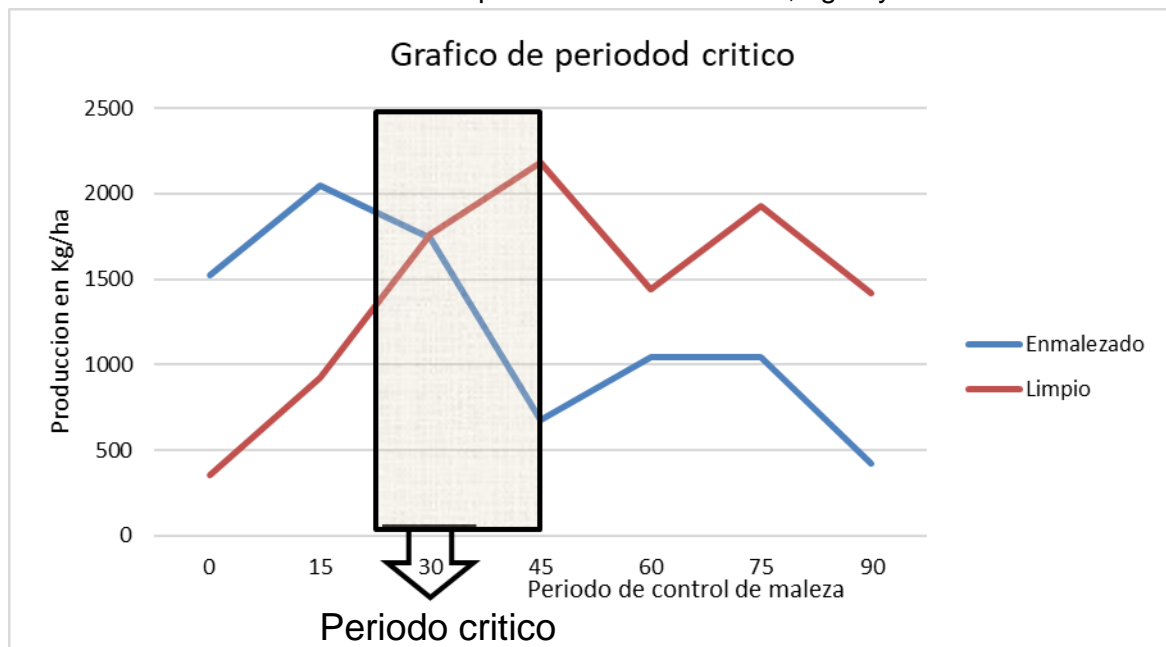


Figura 7. Periodo Crítico de malezas en ajonjolí.

De acuerdo a la investigación de Duary y Hazra (2013) Se obtuvo una condición libre de maleza entre 15 y 45 dds en un aumento significativo en el rendimiento de sésamo, mientras que el rendimiento mínimo se registró cuando se permitió que las malezas crecieran durante este período. Así, se observó que el período crítico de competencia de malezas en ajonjolí fue entre 15-45.

3.1.7. Costos beneficios de la producción del cultivo de ajonjolí

Al realizar la evaluación de la producción y transpolar a los valores de las diferentes áreas de establecimiento en el país se obtuvo que el tratamiento que obtuvo los mejores resultados en la variable rendimiento en kg/ha fue el tratamiento 11 (limpio hasta los 60 dds) con ingresos netos de 921\$ en un área de una hectárea, mientras que el tratamiento que obtuvo los resultados más bajos fue el tratamiento 8 (limpio hasta los 0 dds) que fue el tratamiento que paso enmalezado todo el ciclo del cultivo con ingreso neto negativo debido al bajo rendimiento.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento que obtuvo los mejores resultados en altura de planta fue el tratamiento 14 (limpio hasta los 90 días) siendo superior al resto de tratamientos.

Para la variable diámetro basal de tallo, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el tratamiento 10 (limpio hasta los 30 días). Este tratamiento presentó los mejores resultados debido a que se hizo manejo contra maleza durante la etapa de periodo crítico; de acuerdo a lo estudiado, esto se debe a la intervención oportuna al momento del control de maleza.

Para las variables altura de planta y diámetro basal de tallo no se determinó diferencia estadística significativa al momento del análisis de varianza y de separación de medias. Mientras que para los tratamientos que se limpiaron después de los 45 días después de la siembra, si presentan significancia debido a que sobrepasan los días de periodo crítico del cultivo, lo que afecta directamente el desarrollo del cultivo específicamente en el diámetro del tallo basal.

La presencia de malezas en el cultivo de ajonjolí estuvo dominada por la especie conocida como Coyolillo (*Cyperus rotundus*), de la familia de las Ciperáceas, así como de la Gramilla blanca (*Paspalum distichum*), especies predominantes en toda la zona de la Estación Experimental y de Práctica de la Universidad de El Salvador.

De acuerdo al rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de ajonjolí el tratamiento que obtuvo los mejores resultados en el rendimiento fue el tratamiento 11 (limpio hasta los 45 dds). Siendo superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento que obtuvo los resultados más bajos en rendimiento fue el tratamientos 8 (limpio hasta los 0 dds). Se observa que los tratamientos que estuvieron limpios desde el inicio del establecimiento del cultivo obtuvieron los mejores resultados, mientras que los que se dejaron enmalezados desde el inicio presentaron resultados deficientes en la variable rendimiento debido a que sobre pasó el periodo crítico del cultivo.

El periodo crítico del cultivo de ajonjolí está contemplado entre los 20 y 45 días después de la siembra, dentro de este periodo es fundamental darle mantenimiento al cultivo para mantenerlo libre de malezas, para evitar la competencia de nutrientes y elementos naturales entre el cultivo de interés y la maleza.

Con el tratamiento 11 (limpio hasta los 60 dds) se obtuvo el mayor rendimiento de semilla de ajonjolí se obtuvo un rendimiento promedio de 2,110 kg/ha, obteniendo un ingreso económico de \$921.00, dólares por hectárea.

Los mejores beneficios económicos y de rendimiento del cultivo de ajonjolí se obtienen dando mantenimiento de malezas en los primeros 45 días después de la siembra del cultivo.

El uso de la metodología del período crítico de competencia (PCC) es una alternativa ecológica muy viable para el manejo de malezas y la conservación de suelos en el marco de una agricultura sostenible.

5. RECOMENDACIONES

Darle control de malezas antes del periodo crítico del cultivo permite que se obtengan resultados en el rendimiento de hasta 2,110 kg/ha, ya que produce los mejores resultados en la variable rendimiento.

Mantener el cultivo libre de maleza entre los 20 y los 45 días después de la siembra para obtener los mejores resultados en el rendimiento y desarrollo del cultivo de ajonjolí.

Se recomienda la siembra de ajonjolí por el alto contenido de nutrientes que aporta al ser humano en todas sus etapas, utilizado como una alternativa para aporte de minerales fundamentales en el organismo, asegurando así la seguridad alimentaria de hogares con bajos recursos.

Continuar realizando investigaciones con otros periodos de limpiezas en el cultivo de ajonjolí, tomando como referencia los ya utilizados en esta investigación.

6. BIBLIOGRAFIA

Alstrom, R. 2006. Ecología y manejo de malezas: Manejo ecológico de insectos plaga, enfermedades y malezas (en línea). San José, Costa Rica. P 279-280, consultado 12 oct. 2020 disponible en: [file:///C:/Users/Rolando%20Colorado/Downloads/LIBROCAPITULODEEcologiaymanejodemaleza%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Rolando%20Colorado/Downloads/LIBROCAPITULODEEcologiaymanejodemaleza%20(2).pdf)

Ahmed M, Khaled A, Abou-zied, Mansour K. 2014. Productividad del sésamo influenciada por la competencia de malezas y determinación del periodo crítico de control de maleza. (En línea). Facultad de agricultura ambiental y del desierto. Fuka,

Rama Matrouh. Consultado el 5 de junio del 2022. Disponible 2013_45_Issue-4_253-256 (1).pdf

Cruz Vela, N. 2003. Estudio de periodos sin control y con control de malezas y determinación del periodo crítico de competencia de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) (En línea). Tesis Ing. Agr. Managua Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible <https://repositorio.una.edu.ni/773/>

Duary B, Hazra D. 2013. Revista india de ciencia de la maleza, Determinación del periodo crítico de competencia cultivo-maleza en ajonjolí. (En línea). India. Consultado el 5 de julio del 2022. Disponible en 2013_45_Issue-4_253-256 (1).pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s.f Recomendaciones para el manejo de malezas (en línea). Consultado el 8 de sep 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>

Moreira Espinoza, GV; Romero Gaitán, GC. 2000. Determinación del periodo crítico de malezas en el cultivo de ajonjolí Variedad Cuyumaqui (en línea). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UCE. Consultado 6 mar. 2020. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/1757/1/tnh60m838.pdf>

Mortimer, AM. s.f. La clasificación y ecología de las malezas (en línea). Consulta el 02 de octubre de 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/t1147s06.htm>

Navarrete, FM. 2008. Ensayo: El aprovechamiento de la Agroindustria con el tratado de libre comercio con los Estados Unidos de América (en línea). Boletín Económico BCR. SV. Consultado 23 de ene. 2020. Disponible en: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1404929269.pdf>

Norman Cruz, V. 2003. Estudios de periodos sin control y con control de malezas y determinación del periodo crítico de competencia de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí (en línea). Tesis ing. Agr. Managua Nicaragua, CA. Consultado 03 de oct. 2020. Disponible en: [file:///C:/Users/Rolando%20Colorado/Downloads/tesis-malezas.%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rolando%20Colorado/Downloads/tesis-malezas.%20(1).pdf)

Vaca Moran, F; Vázquez Galán, J; Vázquez Granada, V; Vázquez Guillen, J. 2001. Manual de Manejo el cultivo del Ajonjolí (en línea). Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". Honduras. Consultado el 25 de feb. 2021. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf

Yzarra Tito, WJ; López Ríos, FR. 2011. Manual de observaciones fenológicas (en línea). Ministerio de Agricultura. PE. Consultado: 26 de ene de 2020. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>.