

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL**



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

Por:

Rolando Colorado Pérez
Jonathan Stanley García Franco

Requisito para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Ciudad Universitaria, Agosto del 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



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

Por:
Rolando Colorado Pérez
Jonathan Stanley García Franco

Requisito para optar al título de:
Ingeniero Agrónomo

Ciudad Universitaria, Agosto del 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M.SC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING.AGR. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING.AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M.SC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. AGR. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING.AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

Ing. M. SC. ANDRES WILFREDO RIVAS FLORES

DOCENTE DIRECTOR

Ing. M. SC. ANDRES WILFREDO RIVAS FLORES

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION DEL
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL**

Ing. M. SC. RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA

RESUMEN

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,

El ensayo fue establecido en un área de 810 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 UES” fue en forma manual, 3 a 4 semillas 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. Par lo 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. Atraves del 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 (sin control de malezas todo el ciclo del cultivo) con un 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.

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 810 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 UES" 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 (without weed control throughout the crop cycle) 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.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por habernos brindado la sabiduría y las fuerzas necesarias para lograr un paso más y llegar hasta esta etapa de nuestra vida.

A NUESTROS PADRES, Dora Pérez de Colorado y Rolando Colorado Hueso, Carolina Beatriz Franco Hernández y Carlos Antonio García Menjívar (QEPD), por todo el apoyo incondicional que me han brindado, por ese regalo enorme que es el estudio y la confianza en creer en nosotros, que llegaríamos a este enorme logro en nuestra vida.

A NUESTROS ASESORES Ing. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores, Inga. Agr. Diana Alexandra Ramírez Segovia y al Lic. Santos Wilmar Morales Arévalo. Por su apoyo incondicional durante nuestro proyecto de investigación y su amistad.

Al Ing. Agr. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia, por su ayuda, apoyo y depositar la confianza en nuestro proyecto.

Al Dr. Miguel Ángel Hernández Martínez por la amistad y apoyo incondicional.

A NUESTROS AMIGOS: Jorge Alberto Escobar, Zuleyma Roxana Castellanos Gutiérrez, Nelson Ricardo Chile Flores, Ricardo Ernesto Rivera Cano, German Steve Acevedo, Carlos José Gámez Montes Y Todas las personas que nos ayudaron durante este proceso.

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso por brindarnos la sabiduría, la fuerza necesaria y la paciencia para culminar nuestros estudios y obtener este enorme logro en nuestra vida.

A LA FAMILIA, Carolina Franco, Carlos García (QEPD), Regina García, Olimpia de García (QEPD), Karla Alas, Theo García Alas, Teresa Hernández, Silvia Hernández, Dora Pérez de Colorado y Rolando Colorado Hueso, y a toda nuestra familia en general, por ser fundamentales en nuestra vida y apoyarnos para completar nuestros estudios universitarios

	Pagina
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
DEDICATORIA	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	2
2.2. Desarrollo rural	2
2.3. Cultivo de ajonjolí	3
2.3.1. Usos del ajonjolí.....	4
2.3.2. Botánica del cultivo	5
2.3.3. Descripción morfológica de la planta	5
2.3.4. Fenología o ciclo vegetativo	6
2.4. Requerimientos ambientales	7
2.5. Manejo agronómico	7
2.5.1. Sistema de siembra	7
2.5.2. Fertilización.....	8
2.5.3. Riego	8
2.6. Malezas	9
2.6.1. Diversidad de malezas.....	11
2.6.2. Alelopatía.....	11
2.6.3. Germinación y velocidad de crecimiento foliar.....	11
2.6.4. Adaptabilidad	12
2.6.5. Competencia.....	12
2.6.6. Competencia cultivo/maleza	13
2.6.7. Periodo Crítico De Competencia.....	13
2.6.8. Período crítico de la competencia de malezas y umbrales económicos	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Ubicación de la investigación	15
3.2. Metodología de campo	16
3.2.1. Preparación del terreno, delimitación de la parcela y siembra	16
3.2.2. Aplicación de los fertilizantes.....	17
3.2.3. Actividades culturales	17
3.2.4. Toma de datos.....	18
3.2.5. Cosecha	18
3.3. Metodología de laboratorio	20
3.4. Incidencia e identificación de malezas	20
3.5. Metodología estadística.....	21
3.5.1. Material experimental.....	21
3.5.2. Diseño estadístico.....	21

3.5.3. Tratamientos	22
3.5.4. Tamaño de muestra y distribución espacial de los tratamientos.....	23
3.5.5. Variables evaluadas.....	24
3.5.6. Análisis descriptivo e inferencial	24
3.5.7. Modelo estadístico	25
3.5.8. Análisis de varianza	26
3.5.9. Prueba estadística de Tukey (comparación múltiple de medias)	26
3.6. Metodología económica	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
4.1.1. Altura de las plantas	27
4.1.2. Diámetro del tallo basal	28
4.1.3. Presencia de maleza en el cultivo de ajonjolí.	29
4.1.4. Rendimiento de semillas en 16m ²	30
4.1.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea	32
4.2. Periodo crítico del cultivo de ajonjolí.	33
4.3. Costos beneficios de la producción del cultivo de ajonjolí.....	34
5. CONCLUSIONES.....	36
6. RECOMENDACIONES.....	38
7. BIBLIOGRAFIA.....	39
8. ANEXOS.....	46

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Contenido nutricional del cultivo de ajonjolí.....	4
cuadro 2. Taxonomía del cultivo de ajonjolí.	5
cuadro 3. Clasificación de malezas con mayor incidencia en el cultivo.....	21
cuadro 4. Descripción de cada unidad experimental.....	22
cuadro 5. Variables biológicas que se evaluaron.	24
cuadro 6. Estructura del análisis de varianza (anva).....	26
cuadro 7. Presupuesto parcial.....	27
cuadro 8. Presupuesto parcial y beneficios netos para tratamiento 11.	35
cuadro 9. Presupuesto parcial y beneficios netos para tratamiento 8.	35
.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Mapa de ubicación de la investigación.	15
FIGURA 2. Preparación del terreno y formación de camas.....	16
FIGURA 3. Siembra de la semilla de ajonjolí	16
FIGURA 4. Control de malezas por tratamiento.....	17
FIGURA 5. Toma de datos en altura y diámetro de planta.....	18
FIGURA 6. Corte de las plantas de ajonjolí.....	19
FIGURA 7. Formación de manojos por tratamiento.	19
FIGURA 8. Toma de datos del rendimiento por tratamiento.	20
FIGURA 9. Área útil de parcela.....	23
FIGURA 10. Diseño de bloques completamente al azar de la investigación.....	24
FIGURA 11. Altura de las plantas de ajonjolí.	28
FIGURA 12. Diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí.	29
FIGURA 13. Porcentaje de maleza en cultivo de ajonjolí.....	30
FIGURA 14. Rendimiento promedio en peso de semillas de ajonjolí.	32
FIGURA 15. Proyección de la producción de ajonjolí en kg/ha.....	33
FIGURA 16. Periodo crítico de malezas en ajonjolí.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
FIGURA A-1. Tratamientos influenciados por <i>Cyperus rotundus</i> L. (Coyolillo) y <i>Digitaria sanguinalis</i> (Zacate pangola).	45
FIGURA A-2 <i>Cyperus rotundus</i> L. (Coyolillo)	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA A-3. <i>Digitaria sanguinalis</i> (Zacate pangola). ...	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA A-4. <i>Paspalum distichum</i> (Gramilla blanca)	46
FIGURA A-5. <i>Salvia occidentalis</i> (Mozotillo)	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA A-6. <i>Sorghum halepense</i> (Zacate johnson)	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA A-7. <i>Eclipta prostrata</i> (Botoncillo). ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
FIGURA A-8. <i>Sorghum halepense</i> (Añil forrajero).....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CUADRO A-1. Cuadro de comparación de medias y resumen de análisis de varianza por cada variable.	48
A-3. Prueba de t student para la variable rendimiento del cultivo de ajonjolí.	48
A-4. Prueba de t student para la variable diámetro de tallo en las plantas del cultivo de ajonjolí.	48
A-5. Prueba de t student para la variable altura de planta en el cultivo de ajonjolí.	49

1. INTRODUCCIÓN

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).

Entre 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 periodo de octubre 2020 a enero 2021 en el lote la bomba, panga 1 en el periodo bajo un Diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En la Cumbre para el Desarrollo Sostenible que se llevó a cabo en septiembre de 2015, todos los Estados miembros de las Naciones Unidas (ONU) aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un grupo de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, los cuales buscan reducir la pobreza, erradicación de desigualdades e injusticias, y hacer frente al cambio climático. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible también conocidos como Objetivos Mundiales, se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ocho objetivos contra la pobreza que el mundo se comprometió a alcanzar en el 2015 (NU 2015).

Con la realización de esta investigación se espera contribuir al cumplimiento del siguiente Objetivo de Desarrollo Sostenible: Objetivo 2, Hambre cero, el cual tiene la finalidad de buscar terminar con todas las formas de hambre y desnutrición de aquí al 2030 y velar por el acceso de todas las personas, en especial los niños y niñas, y los más vulnerables, a una alimentación suficiente y nutritiva durante todo el año (FAO 2015 y NU 2015).

2.2. Desarrollo rural

El desarrollo rural busca facilitar los medios para que el ser humano sea un ente productivo que aporte a su comunidad y se haga responsable de su propio futuro, tomando en cuenta las limitaciones con que se enfrenta y la dinámica de los cambios mundiales que presentan desafíos y oportunidades. Es de esta manera que se impulsan alternativas por medio de políticas que contribuyan para un desarrollo sostenible orientado a la agricultura y al aprovechamiento de la riqueza natural de las comunidades (Quintanilla 2013).

Al seguir el concepto de desarrollo rural con un énfasis relacionado con lo productivo, aparece la "transferencia de tecnología" como un nuevo elemento en el proceso. En este contexto, se plantea como el mayor objetivo de los programas

de desarrollo rural brindar valor a los recursos de los campesinos por medio de inyecciones de capital en forma de tecnología, recurso que se considera como el de mayor escasez entre los pobres rurales, buscando aumentar la productividad de los campesinos. Así, esta forma de hacer desarrollo en el sector rural se muestra cercana a la visión economicista del desarrollo, y el concepto de transferencia de tecnología sería un componente muy importante de ambos. Pero en ellos poco se tuvo en cuenta que el éxito de la transferencia dependía más que de la tecnología, de factores sociales y culturales (Chiriboga M. 1999).

2.3. Cultivo de ajonjolí

El ajonjolí o sésamo (*Sesamum indicum* L.) tuvo su origen en Etiopía (África) y como países de diversificación secundaria fueron India, Japón y China. Después del descubrimiento de América fue llevado a México, luego a países de Centro América con climas cálidos de zonas tropicales (FAO s. f.).

Los principales países productores de ajonjolí son: India (28%), China (16%), Myanmar y Sudan (14%), México (2%), Centroamérica (4%), otros (36%). La tendencia creciente del consumo de ajonjolí está influenciada por la diversificación de sus usos, que ha despertado un interés comercial e industrial especialmente en la rama alimenticia por su alto contenido de aceite y por su larga duración (Revista de Comercio Exterior s. f.).

En El Salvador, el área de siembra de ajonjolí para el año 2016-2017 fue de 1,199 manzanas (mz), equivalente a 839.3 hectáreas, con una producción promedio de 11.3 quintales por manzana (qq/mz) (732.88 kilogramos por hectárea) (MAG 2017).

El Salvador a nivel centroamericano ocupa el segundo lugar como productor de ajonjolí, las áreas de siembra se localizan en la zona baja y media en departamentos como Ahuachapán, La Libertad, La Paz, San Vicente y Usulután.

Estas plantas no presentan problemas serios de plagas y enfermedades, ya que lo que se exporta es la semilla seca o procesada. El ajonjolí es un producto con potencial, pues Estados Unidos presenta una demanda significativa por este grano (Navarrete 2008).

El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas (Revista de Comercio Exterior s. f.).

Cuadro 1. Contenido nutricional del cultivo de ajonjolí.

Compuesto	Cantidad (en 100 g)
Calorías	570 kcal
Agua	3 g
Proteína	17.81 g
Grasa	48 g
Cenizas	8 g
Carbohidratos	26.19 g
Fibra	9.3 g
Calcio	420 mg
Hierro	2.51 mg
Fósforo	762 mg
Vitamina C	0.0 mg

Fuente: FAO (s. f.).

2.3.1. Usos del ajonjolí

La semilla es rica en grasa (52%) y proteína (22%). Produce uno de los aceites más refinados, rico en ácido graso insaturado, posee propiedad antiinflamatoria debido a la presencia del sesamol (Urtiaga 2007).

Según Ismaila y Usman, citados por Pérez y Salcedo (2018), el aceite de las semillas de ajonjolí representa entre el 50% y 60% de su peso.

El ajonjolí es una oleaginosa que provee más hierro que el huevo, es una fuente de lecitina (mayor que la soya), es de fácil digestión para el organismo humano,

sabor agradable y, rico en potasio y sodio. Después de la extracción del aceite la parte residual (pasta) se puede usar para alimentación del ganado y aves de corral. Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México (Revista de Comercio Exterior s. f.).

2.3.2. Botánica del cultivo

El ajonjolí es una planta oleaginosa, dicotiledónea, de la familia de las Pedaliáceas, que se cultiva en zonas tropicales y subtropicales de varias partes del mundo. Crece en forma recta y puede llegar a tener hasta dos metros de altura. Es un cultivo transitorio y su periodo vegetativo oscila entre tres y cuatro meses (Corporación PBA 2013).

Cuadro 2. Taxonomía del cultivo de ajonjolí.

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Pedaliaceae
Género	<i>Sesamun</i>
Especie	<i>indicum</i>
Nombre científico	<i>Sesamun indicum</i> L
Nombre común	Ajonjolí o Sésamo

Fuente: Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (2013).

2.3.3. Descripción morfológica de la planta

El sistema radicular es bien desarrollado y fibroso. Las pocas raíces principales se ramifican profundamente hasta alcanzar alrededor de 80 a 120 centímetros (cm) de profundidad. Las raicillas crecen 50 cm en radio a la planta, lo cual permite una eficiente absorción de agua (Bastilla y Lascarro, 2003).

El tallo es erecto, cilíndrico y cuadrangular, en algunos casos puede tener seis lados. El 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 a 17 cm de largo por 1 a 5 cm de ancho, pecíolo largo, de formas lobuladas en la base y lanceoladas en la parte apical (Cervantes 2012).

La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, campanulada, 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.

El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente, con 15 a 25 semillas cada una. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divide en dos. La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior, mide de 2 a 4 mm de longitud y 1 o 2 mm de ancho (Cervantes 2012).

2.3.4. Fenología o ciclo vegetativo

Una fase fenológica es el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica. Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas.

Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de este evento se

reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante 2 o 3 semanas. El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas. Se definirán cuatro etapas fenológicas principales: 1) crecimiento vegetativo; 2) floración; 3) fructificación; 4) cosecha, esto dependiendo del cultivar, el clima, las condiciones del suelo (Yzarra y López 2011).

2.4. Requerimientos ambientales

El ajonjolí se adapta de 0 a 600 metros sobre el nivel del mar. Tiene cierta resistencia a la sequía, la alta humedad relativa es desfavorable a la planta, prefiere una atmósfera seca para lograr mejor desarrollo y especialmente durante la época de maduración de las cápsulas. La temperatura mínima para cultivar Ajonjolí es de 20 °C, y la máxima es de 38 °C. El ajonjolí prefiere suelos de textura franca o franco arenoso, que tengan buen drenaje interno y externo.

Se adapta bien a suelos con pH entre 5.5 a 7.5. Es una planta fotoperiódica, alcanza su óptimo desarrollo en periodos de días largos. Los vientos fuertes la perjudican porque le ocasionan acame (Sibrian 2004).

2.5. Manejo agronómico

2.5.1. Sistema de siembra

Comúnmente, el ajonjolí se siembra mediante algunos sistemas: al voleo, mateado o chorro continuo siendo este último beneficioso, debido a que se pueden escoger las mejores plantas, así como también la siembra intercalada con maíz permite un mayor control de malezas, plagas y enfermedades facilitando el manejo del cultivo. Existen dos variedades de ajonjolí una ramificada y otra que no lo es. La primera se aconseja sembrar a una distancia de 90 cm entre surcos y de 10 a más cm entre plantas, mientras que para la variedad no ramificada se aconseja sembrar a 75 cm entre surcos y de 5 a 10 cm entre plantas (Chiriboga 2013).

Distanciamiento de siembra para variedades no ramificadas.

El distanciamiento entre surco en la actualidad se maneja de 60 a 80 cm, pero se recomienda disminuir el distanciamiento hasta de 45 cm y unas distancias entre planta de 10 a 12 cm. Semilla utilizada entre 5 a 6 libras por manzana. Densidad óptima entre 140,000 a 160,000 planta por manzana, promedio de planta por metro lineal de cama es de 10 a 12 planta (Queiroga *et al.* 2018).

Distanciamiento de siembra para variedades semi-ramificadas.

Distanciamiento entre surco de 60 cm, densidad optima entre 95,000 a 110,000 plantas por manzana (Queiroga *et al.* 2018).

Distanciamiento de siembra para variedades ramificadas.

Distancia de siembra entre 60 cm entre surco, y entre planta de 20 cm, semilla utilizar es entre 5 a 6 libras por manzana, promedio de plantas por metro lineal de 8 a 10 plantas, la densidad de siembra entre 80,000 a 90,000 plantas por manzana (Queiroga *et al.* 2018).

2.5.2. Fertilización

El factor limitante para la obtención de altos rendimientos de ajonjolí es la disponibilidad, especialmente de nitrógeno y fosforo. Por lo tanto, las deficiencias de estos elementos en el suelo se pueden compensar por el uso de fertilizantes nitrogenados y con la aplicación de roca fosfórica o harina de hueso, antes de preparar el terreno.

2.5.3. Riego

El ajonjolí es extremadamente sensible al encharcamiento. El exceso de humedad en cualquier etapa del desarrollo aumenta la incidencia de enfermedades por hongos y reducción de la productividad. Los mayores rendimientos de 2.5 kg/ha o más, son obtenidos cuando el cultivo de ajonjolí se desarrolla bajo condiciones de riego en particular en las regiones áridas, el clima cálido y seco es más favorable

al cultivo y la baja humedad reduce la incidencia de enfermedades fungosas. (Queiroga *et.al.* 2018)

2.6. Malezas

Las malezas constituyen uno de los factores limitantes más importantes para la producción de los cultivos y su manejo se debe tener en cuenta como una de las prácticas convencionales y determinantes para la obtención de buenas cosechas.

En la naturaleza no existen malezas, el concepto de maleza existe solo en la mente humana, se aplica a las plantas que crecen en asocio con un cultivo y que pueden ser perjudiciales a él. La palabra maleza tiene un significado relativo, ya que las plantas nobles pueden, bajo ciertas circunstancias, ser considerada como malezas. De acuerdo con lo anterior, y en un sentido universal, maleza es cualquier "planta fuera de lugar". (Doll y Gómez, citado por Arango y Gómez *et al*, 2000).

En la vegetación nativa o silvestre maleza es aquella planta la cual en un momento dado puede interferir alelopáticamente o competir con un cultivo por agua, nutrientes, CO₂, O₂, espacio, afectando el sistema productivo. El término maleza ha sido revaluado por el de arvense (del latín arvensis, de arvom, campo en el sentido agrícola) y se refiere a la vegetación que invade los cultivos y prados artificiales sin discriminarlas como buenas o malas. El valor de una arvense esté determinado incuestionablemente por la percepción de su observador, las cuales son de gran Influencia sobre las actividades humanas dirigidas hacia su manejo. Desde el punto de vista antropocéntrico las malezas se consideran como plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades del hombre, biológicamente estas tienen un valor incalculable por formar parte en el eslabón fundamental de todo ecosistema. (Rodasevich, citado por Arango y Gómez, *et al.* 2000).

A las malezas se las llama también plantas indeseables o malas hierbas. La razón principal por la que las malezas son consideradas como plantas indeseables es por su interferencia en el desarrollo de los cultivos, siendo capaces de reducir

sustancialmente sus rendimientos. Los efectos negativos causados por las malas hierbas pueden ser de dos tipos: competencia y alelopatía (Toro y Briones, 2005).

En el marco del desarrollo de la agricultura sostenible es necesario desarrollar métodos mejorados de control de malezas, los que deberán aportar mayores producciones a niveles económicamente factibles sin afectar el medio ambiente (FAO s.f).

Para contrarrestar los efectos de la competencia que ejercen las malezas, como la disminución en cantidad y calidad de las cosechas, aumento en los costos de producción, mayor incidencia de plagas y enfermedades, dificultad al momento de cosechar y preparación de la tierra, se deben hacer prácticas dirigidas a limitar la acción de ellas y a proporcionar condiciones favorables para el desarrollo de cultivos sanos y vigorosos. En general, las arvenses presentan, en diferentes grados, una o varias de las siguientes características: Espontaneidad, adaptación al medio, fácil propagación sexual y vegetativa, latencia, facilidad de dispersión alto poder germinativo, alta eficiencia para el uso del suelo, el agua, el CO₂ y la luz, alta eficiencia competitiva respecto a otras planta y alelopatía. En el mundo entero hay, aproximadamente, 170.000 especies de angiospermas (plantas con flores). Este grupo incluye casi todas las plantas consideradas como dañinas e invasoras (cerca de 30.000). De éstas, 1.800 se consideran nocivas por sus características y comportamiento, causando cada año grandes pérdidas a la agricultura, por esta razón, es necesario tener un conocimiento más amplio sobre las malezas para desarrollar un programa de control adecuado (Arango y Gómez *et al.*2000).

2.6.1. Diversidad de malezas

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, V 2003).

2.6.2. Alelopatía

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 2015).

2.6.3. Germinación y velocidad de crecimiento foliar

Una gran ventaja de las arvenses sobre los cultivos es que éstas germinan desuniformemente dificultando cualquier tipo de control y permitiendo la sucesión de varias generaciones de arvenses dentro de un ciclo del cultivo; además las arvenses poseen un cantidad de cotiledones que les permite fotosintetizar más rápido, mejorando en supervivencia e interceptando luz a las plantas de cultivo, por ejemplo, en especies de las familias compuestas, euforbiáceas y crucíferas. Frutos y semillas de arvenses se diseminan mediante estructuras de adaptación que permiten contaminar áreas mediante el viento, agua, animales y el hombre, La latencia es la incapacidad de una semilla para germinar debido a condiciones

internas o externas; esta particularidad les permite sobrevivir aún bajo condiciones adversas durante mucho tiempo. Por otra parte, la longevidad de las semillas o su capacidad para conservar su viabilidad por muchos años favorece el almacenamiento de semillas de malezas enterradas en los suelos. (Rojas y Riveros, citado por Arango y Gómez, 2000).

2.6.4. Adaptabilidad

Aunque la mayoría de las arvenses se adaptan bien a todos los rangos de reacción del suelo, existen algunas especies que proliferan y compiten mejor en suelos con reacción básica y ácida, es, por tanto, lógico pensar en las condiciones de inferioridad las que el cultivo es sometido cuando compiten con arvenses especializadas por reacciones específicas de los suelos (Arango y Gómez *et al*, 2000).

2.6.5. Competencia

Dentro de los efectos directos ocasionados por las malezas la competencia y la alelopatía son de vital importancia. La competencia entre plantas, se acepta que es un proceso físico, que implica la remoción o reducción de por lo menos un factor esencial de crecimiento al medio ambiente. En condiciones naturales el cultivo debe competir con las malezas por luz, agua, nutrimentos, CO₂ y espacio; la competencia empieza cuando el suministro de alguno de estos factores se reduce (cultivo o maleza). Y cada uno intenta satisfacer sus necesidades por dicho factor o recurso, y cuando la capacidad de suministro inmediato de ese factor está por debajo del nivel de la demanda combinada de las dos especies. Los efectos de la competencia se manifiestan cuando el crecimiento de dos o más organismos se reduce o modifica al compararlo con los niveles alcanzados cuando esos mismos organismos crecen en forma aislada. En cuanto a la limitación de selección de cultivos se puede decir que es importante y más severa cuando la maleza tiene un ciclo de vida parecido al de los cultivos y/o características morfológicas y fisiológicas similares (Rojas, citado por Arango y Gómez *et. al*. 2000).

El estudio de la interferencia en los cultivos desde el punto de vista de la competencia, permite medir el impacto de las malezas sobre el potencial de producción del cultivo y de este modo detectar cuáles componentes del rendimiento del cultivo están siendo afectados o pueden serlo. La competencia es medida en condiciones ideales y extremas, comparando el rendimiento entre los cultivos totalmente enmalezados con el rendimiento de los cultivos totalmente limpios, La calidad de las cosechas se afecta por la presencia de semillas, frutos, u otras partes de las malezas difíciles de separar en el momento de la recolección. (Rojas, citado por Arango y Gómez *et. al.* 2000).

2.6.6. Competencia cultivo/maleza

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. No obstante, el resultado de esta competencia es afectado por diversos factores (Doll y Fuentes, citado por Arango y Gómez *et. al.* 2000).

2.6.7. Periodo Crítico De Competencia

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).

La época crítica de competencia se entiende como el tiempo en el cual el cultivo debe estar libre de arvenses, si se quiere lograr el máximo rendimiento posible. La presencia de arvenses durante la época crítica de competencia causa reducción en los rendimientos, aun estando el cultivo limpio durante el resto de su periodo vegetativo (Doll y Fuentes, citado por Arango y Gómez *et. al.* 2000).

Para un manejo adecuado, es necesario conocer el periodo crítico de competencia de las malezas en el cultivo, con el fin de tomar las medidas apropiadas, desde el punto de vista biológico y económico. Para determinar la época crítica de competencia de las arvenses se emplea la técnica de remoción, en donde las arvenses emergen con el cultivo y son eliminadas a diferentes épocas. Se realizan dos conjuntos de tratamientos: uno incluye parcelas enmalezadas por diferentes periodos desde el inicio del cultivo, después de los cuales se inician las desyerbas; en el otro tipo de tratamiento no se permite la competencia inicial de las malezas con el cultivo y se va dejando enmalezando a través del tiempo. (Doll y Fuentes, citado por Arango y Gómez *et. al.* 2000).

La época crítica es un aspecto que se pueden estudiar desde diferentes puntos de vista el cultivo, complejo de las malezas, tipo de suelo, densidad de siembra, variedad y condiciones ambientales; no obstante, puede haber otros períodos críticos de competencia, sobre todo, cuando coinciden con los períodos de mayor requerimiento de agua y/o rápido crecimiento, como pueden ser: Al final del período de establecimiento del cultivo, durante el macollamiento, al comienzo de la formación del fruto y al principio de la maduración del cultivo (botones jóvenes en algodón y en la maduración de las espigas en cereales) (Doll, citado por Arango y Gómez *et.al.* 2000).

2.6.8. Período crítico de la competencia de malezas y umbrales económicos

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. Cuando la infestación presente sólo 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.).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

La investigación se llevó acabo 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. (Figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación.
Fuente de Origen: Programa Q - GIS

3.2. Metodología de campo

3.2.1. Preparación del terreno, delimitación de la parcela y siembra

El 29 de septiembre de 2020 se empezó a preparar del terreno 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. (figura 2).



Figura 2. Preparación del terreno y formación de camas.

El 7 de octubre de 2020 se realizó la delimitación y estaquillado del área del terreno 810 m^2 (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 UES” se realizó manualmente el día 13 de octubre de 2020 colocando de 3 a 4 semillas por postura a un distanciamiento de 1 m entre surco y 0.20 m entre planta. (Figura 3).



Figura 3. Siembra de la semilla de ajonjolí

3.2.2. 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 (7 g por planta) y el otro 50% de la dosis se aplicó a los 30 días después de la siembra. (13 g por planta).

3.2.3. 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 (Figura 4).



Figura 4. Control de malezas por tratamiento.

Para el control de insectos masticadores y chupadores se utilizó el insecticida con ingrediente activo beta-ciflutrina, 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.

3.2.4. 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 (Figura 5).



Figura 5. Toma de datos en altura y diámetro de planta.

3.2.5. 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. (Figura 6).



Figura 6. Corte de las plantas de ajonjolí.

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 manajo 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 (Figura 7).



Figura 7. Formación de manojos por tratamiento.

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, se realizó 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 (Figura 8).

Según Vaca Moran (2001), la limpieza de la semilla ayuda a seleccionar la 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.



Figura 8. Toma de datos del rendimiento por tratamiento.

3.3. Metodología de laboratorio

En laboratorio se analizaron los pesos de la semilla de ajonjolí de cada tratamiento A (enmalezado) y B (limpio).

3.4. 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 el periodo determinado (figura 9). Se evaluaron a la edad de 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 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de malezas con mayor incidencia en el cultivo.

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

3.5. Metodología estadística

3.5.1. 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.

3.5.2. Diseño estadístico

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques completamente 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 de 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 con un área de 16 m², completando un total de 810 m² de área de experimento, se cultivó la semilla de ajonjolí de la variedad “Estación-UES” de 3^a generación.

3.5.3. Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron 14 con 2 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 (Cuadro 4).

Cuadro 4. 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.

3.5.4. 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. (Figura 10)

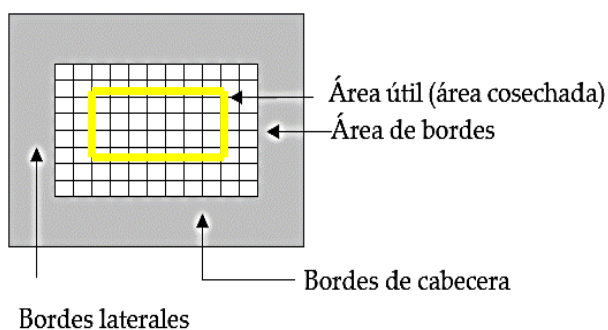


Figura 9. Área útil de parcela

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 R1BA_t1 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:

La distribución espacial de los tratamientos en estudio bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar fue la siguiente (figura 10).



T3	T6	T2	T1	T5	T4	T7	A	R1
T6	T7	T4	T5	T1	T3	T2	B	
Calle 1m								
T3	T6	T2	T1	T5	T4	T7	A	R2
T6	T7	T4	T5	T1	T3	T2	B	
Calle 1m								
T3	T6	T2	T5	T1	T4	T7	A	R3
T6	T6	T4	T5	T1	T3	T2	B	

Figura 10. Diseño de Bloques Completamente al Azar de la investigación.

3.5.5. Variables evaluadas

El registro de las variables en estudio se realizó siguiendo el procedimiento según la guía técnica del cultivo, como se muestra a continuación (Cuadro 5):

Cuadro 5. 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.

3.5.6. 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 3 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 (Morales, Ws 2021).

Para verificar el supuesto de normalidad y el 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.

3.5.7. Modelo estadístico

El diseño experimental de Bloques Completos al Azar es de gran utilidad cuando no es posible asegurar suficiente homogeneidad en las unidades experimentales. El bloqueo o bloqueamiento es un factor controlado que permite la partición de la variabilidad existente en el campo experimental, después de la asignación de los tratamientos. La estructura típica de una tabla o matriz de datos para un diseño experimental en Bloques Completos al Azar (DBCA) es la siguiente:

Tratamientos	Bloques					Y _i
	1	2	3	...	B	
1	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	...	Y _{1b}	Y _{1.}
2	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	...	Y _{2b}	Y _{2.}
3	Y ₃₁	Y ₃₂	Y ₃₃	...	Y _{3b}	Y _{3.}
.
.
T	Y _{t1}	Y _{t2}	Y _{t3}	...	Y _{tb}	Y _{t.}
Y _{.j}	Y _{.1}	Y _{.2}	Y _{.3}	...	Y _{.b}	Y _{..}

El modelo lineal aditivo que define a un Diseño en Bloques Completos al Azar es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

3.5.8. Análisis de varianza

El análisis de varianza permite separar la variación total de los datos a analizar en la variación entre bloques, variación entre tratamientos, más la variación dentro de tratamientos o error experimental. Usualmente se utiliza el estadístico F como criterio para la toma de decisiones (cuadro 5). Los componentes estructurales de una tabla de análisis de varianza (ANVA) son: fuentes de variación (FV), grados de libertad (G.L.), sumas de cuadrados (S.C.), cuadrados medios o varianzas (C.M.), el valor de Fisher (F), y el valor de probabilidad (p- valor), tal y como se muestra a continuación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estructura del Análisis de Varianza (ANVA).

FV	GL	SC	CM	Valor de F
Bloques	r- 1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		
Tratamientos	t- 1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC_{trat} / gl_{trat}	CM_{trat} / CM_{ee}
Error experimental	(t-1) (r-1)	$SC_{total} - (SC_{trat} + SC_{bloque})$	SC_{ee} / gl_{ee}	
Total	tr- 1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

3.5.9. Prueba estadística de Tukey (comparación múltiple de medias)

Sirve para comparar las medias de los tratamientos y determinar cuál produce los mejores efectos. Se ejecutó directamente con los programas estadísticos.

3.6. 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 se utilizó el siguiente formato (cuadro 7).

Cuadro 7. Presupuesto parcial

Actividad	Cantidad en 28 m ²	Cantidad en 1 manzana	Cantidad en 1 hectárea	Precio unitario (dólares)	Precio total por 28 m ² (dólares)	Precio total por manzana (dólares)	Precio total por hectárea (dólares)
Costos							
Fertilizante 15-15-15							
Mano de obra para fertilizar							
Herbicida Paraquat							
Mano de obra para aplicar herbicida							
Insecticida Connet							
Mano de obra para aplicar insecticida							
Fungicida Oxidor							
Fungicida Prevalor							
Mano de obra para aplicar fungicidas							
				Sub total			
Ingresos							
Venta de la producción/manzana							
				Ingreso neto			

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis estadístico

4.1.1. 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 1.77m 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 11)

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) (anexo 1) desde la emergencia

hasta la cosecha, provocando competencia por nutrientes y luz, lo que generó deficiencias en el desarrollo fisiológico (elongación de tallo).

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.

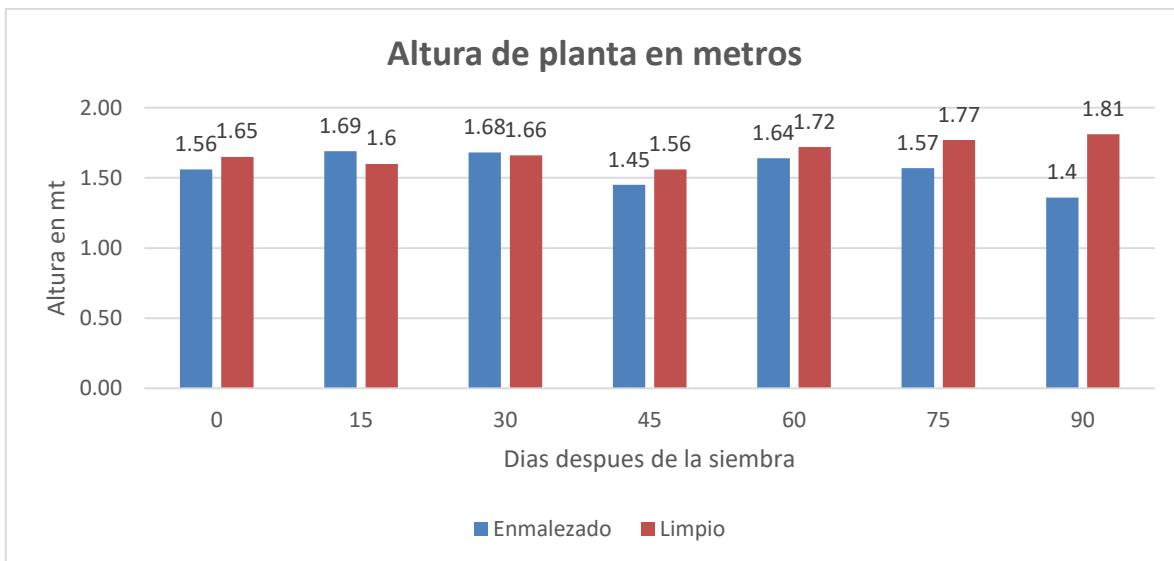


Figura 11. Altura de las plantas de ajonjolí.

4.1.2. 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 12).

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 si presento 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.

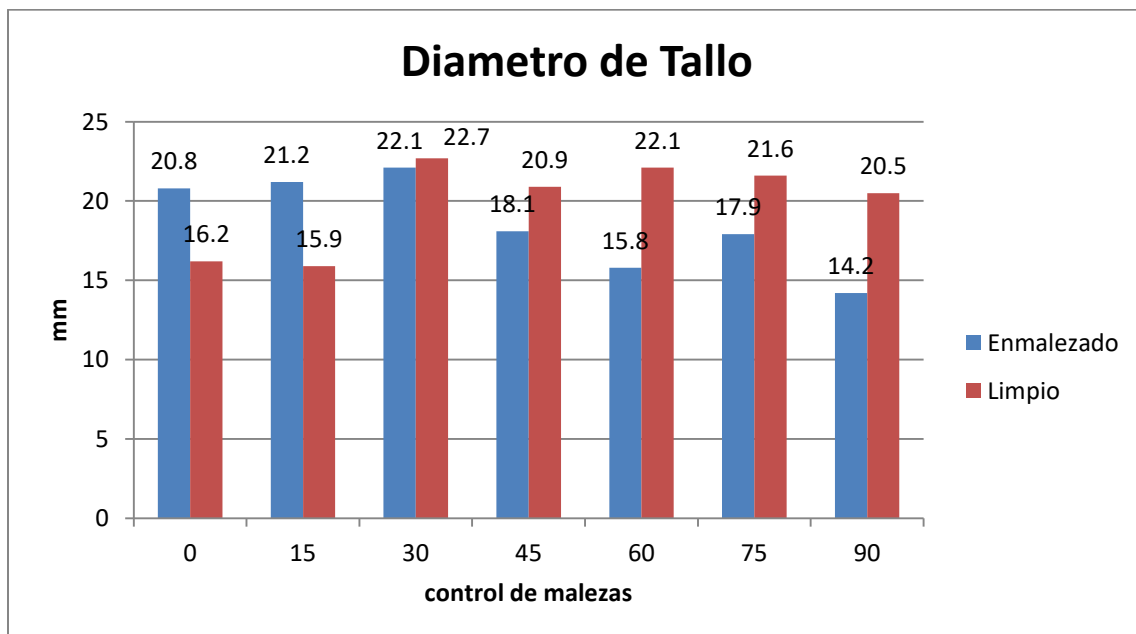


Figura 12. Diámetro del tallo basal de las plantas de ajonjolí.

4.1.3. 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 al Coyolillo (*Cyperus rotundus*) con 50%, seguido de Gramilla blanca (*Paspalum distichum*) con 20%, seguido del Zacate Johnson (*Sorghum halepense*) con 10% y en menor porcentaje Bastoncillo (*Eclipta prostrata*) con 3% (Figura 13).

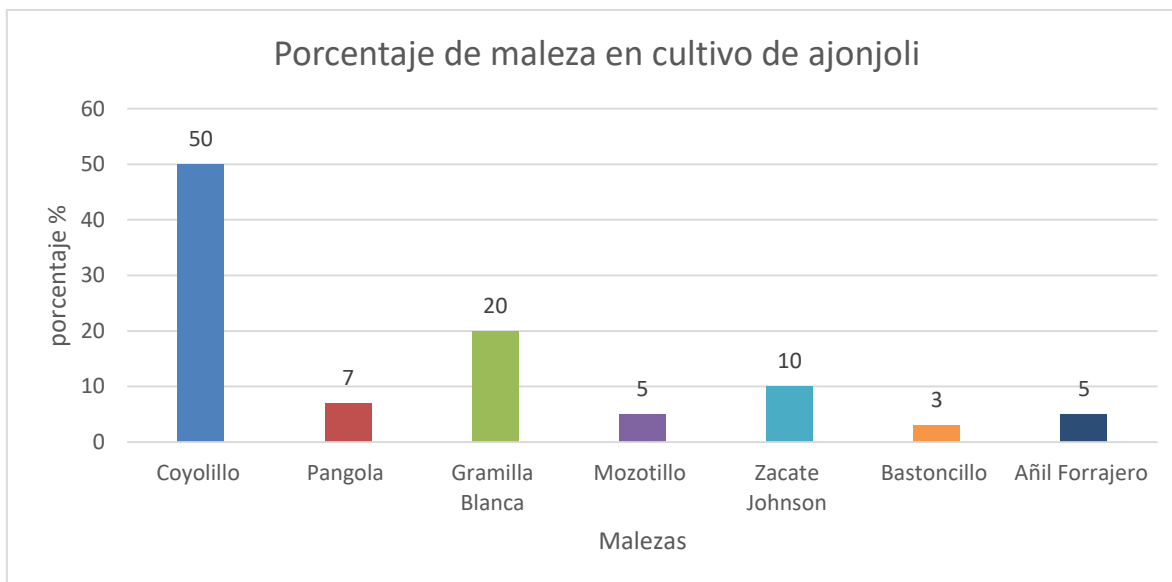


Figura 13. Porcentaje de maleza en cultivo de ajonjolí.

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 Cyperaceas, en segundo lugar se presentó una maleza perteneciente a la categoría de gramíneas como lo es Gramilla blanca (*Paspalum distichum*).

4.1.4. Rendimiento de semillas en 16m²

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.

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 $0.2118 \text{ kg}/16\text{m}^2$ seguido por el tratamiento 2 (enmalezado hasta los 15 días) con $0.205 \text{ kg}/16 \text{ m}^2$; y el tratamiento 13 (limpio hasta los 75 días) con un promedio de $0.193 \text{ kg}/16 \text{ m}^2$. Mientras que los tratamientos enmalezados obtuvieron los resultados más bajos fueron los tratamiento 8 (limpio hasta los 0 días) con $0.035 \text{ kg}/ \text{m}^2$ y el tratamiento 7 (enmalezado hasta los 90 días) $0.092 \text{ kg}/ \text{m}^2$ (figura 14).

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 por 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.

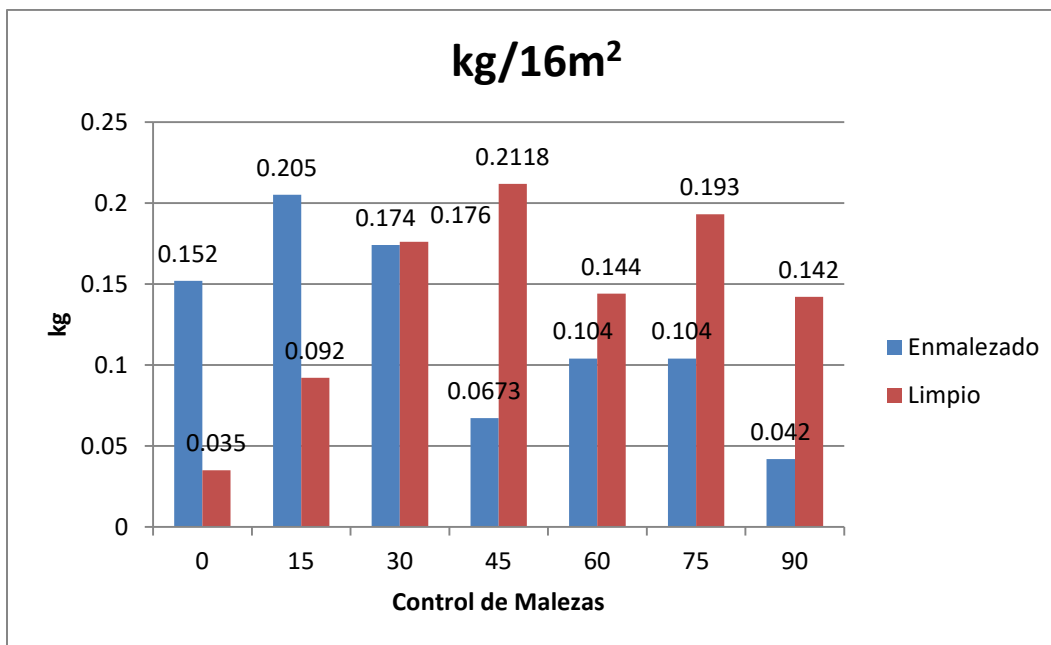


Figura 14. Rendimiento promedio en peso de semillas de ajonjolí.

4.1.5. 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 15).

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.

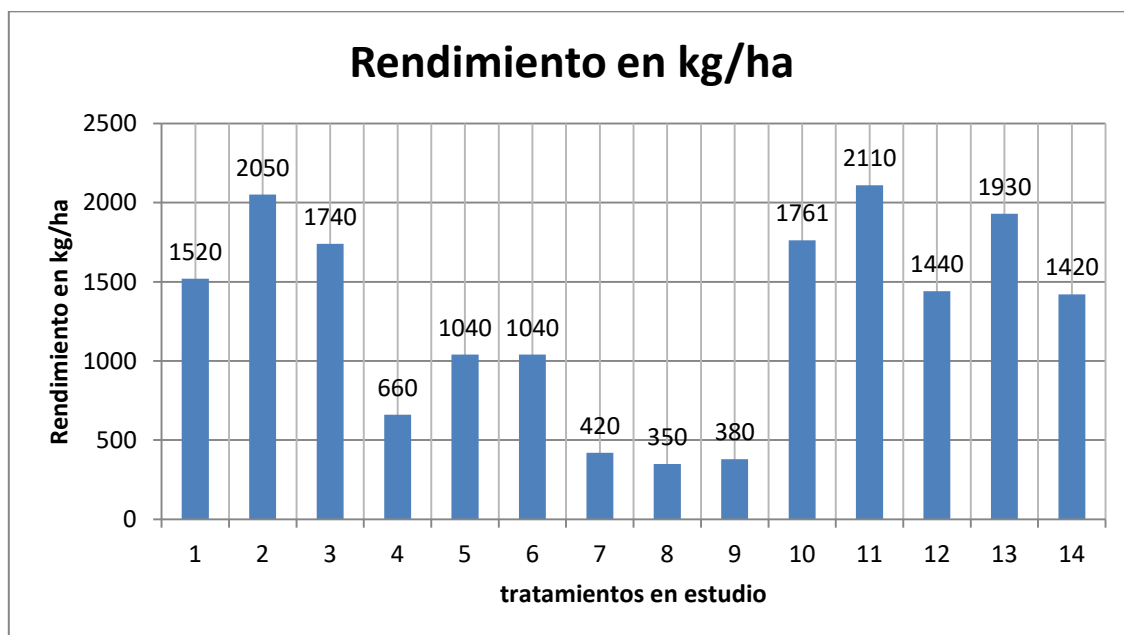


Figura 15. Proyección de la producción de ajonjolí en kg/ha,

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 de 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 el fustes 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).

4.2. 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 16).

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.

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.

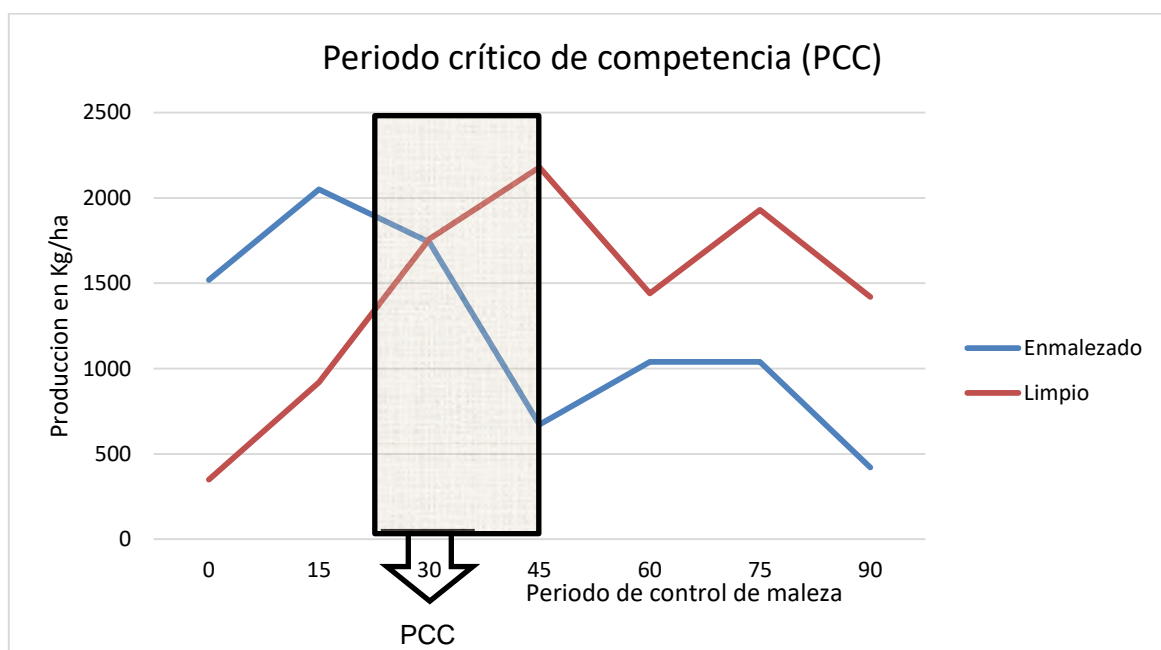


Figura 16. Periodo Crítico de malezas en ajonjolí.

4.3. 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. (Cuadro 8 y 9).

Cuadro 8. Presupuesto parcial y beneficios netos para tratamiento 11.

Actividad	Cantidad en 28 m ²	Cantidad en 1 manzana	Cantidad en 1 hectárea	Precio unitario (dólares)	Precio total por 28 m ² (dólares)	Precio total por manzana (dólares)	Precio total por hectárea (dólares)
Costos							
Herbicida Paraquat	0.0048 litro	1.21 litro	1.73 litro	\$4.50	\$0.021	\$5.44	\$7.78
Mano de obra para aplicar herbicida	2 d/p*	2d/p*	2d/p*	\$6.00	\$12.00	\$12.00	\$12.00
Insecticida Connet	0.0081 litro	0.45 litro	0.65 litro	\$41.61	\$0.33	\$18.72	\$27.04
Mano de obra para aplicar insecticida	3 d/p*	3d/p*	3d/p*	\$6.00	\$18.00	\$18.00	\$18.00
Fungicida Oxidor	0.0060 litro	1.51 litro	2.16 litro	\$40.00	\$0.24	\$60.00	\$86.4
Fungicida Prevalor	0.0060 litro	1.51 litro	2.16 litro	\$58.77	\$0.35	\$88.74	\$126.94
Mano de obra para aplicar fungicidas	5 d/p*	5d/p*	5d/p*	\$6.00	\$30.00	\$30.00	\$30.00
				Sub total	\$60.94	\$232.90	\$308.16
Ingresos							
Venta de la producción/manzana	0.05 quintales	14.35 quintales	20.5 quintales	\$60.00	\$3.00	\$861.00	\$1,230
				Ingreso neto	-\$57.94	\$628.1	\$921.84

d/p = días persona

Cuadro 9. Presupuesto parcial y beneficios netos para tratamiento 8.

Actividad	Cantidad en 28 m ²	Cantidad en 1 manzana	Cantidad en 1 hectárea	Precio unitario (dólares)	Precio total por 28 m ² (dólares)	Precio total por manzana (dólares)	Precio total por hectárea (dólares)
Costos							
Herbicida Paraquat	0.0048 litro	1.21 litro	1.73 litro	\$4.50	\$0.021	\$5.44	\$7.78
Mano de obra para aplicar herbicida	2 d/p*	2d/p*	2d/p*	\$6.00	\$12.00	\$12.00	\$12.00
Insecticida Connet	0.0081 litro	0.45 litro	0.65 litro	\$41.61	\$0.33	\$18.72	\$27.04
Mano de obra para aplicar insecticida	3 d/p*	3d/p*	3d/p*	\$6.00	\$18.00	\$18.00	\$18.00
Fungicida Oxidor	0.0060 litro	1.51 litro	2.16 litro	\$40.00	\$0.24	\$60.00	\$86.4
Fungicida Prevalor	0.0060 litro	1.51 litro	2.16 litro	\$58.77	\$0.35	\$88.74	\$126.94
Mano de obra para aplicar fungicidas	5 d/p*	5d/p*	5d/p*	\$6.00	\$30.00	\$30.00	\$30.00
				Sub total	\$60.94	\$232.90	\$308.16
Ingresos							
Venta de la producción/manzana	0.003 quintales	2.45 quintales	3.5 quintales	\$60.00	\$0.18	\$147.00	\$210.00
				Ingreso neto	-\$60.76	-\$85.90	-\$98.00

d/p = días persona

5. 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 un alternativa ecológica muy viable para el manejo de malezas y la conservación de suelos en el marco de una agricultura sostenible.

6. RECOMENDACIONES

Controlar las malezas antes del periodo crítico del cultivo permite que se obtengan resultados en el rendimiento 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 el consumo 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.

7. 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/LIBROCAPITULODEEcologiymanejodemaleza%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Rolando%20Colorado/Downloads/LIBROCAPITULODEEcologiymanejodemaleza%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](#)

Arango Cortez, LG; Gómez Pinzón, LM. 2000. Estudio de la competencia entre las arvenses y el cultivo de la mora (*Rubus glaucus benth*) en la zona de Manizales caldas (en línea). Tesis Ing. Agro. Caldas. Colombia. Universidad de Caldas. Consultado el 25 de feb. 2020. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21722/44686_59375.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Aref WM, Abd Raheem HM, Anaam H, Fakkar A. 2013. Estimación del periodo crítico para el control de malezas en ajonjolí. (En línea). Giza, Egipto. Consultado el 5 de julio del 2022. Disponible en [423_J_862 \(1\).pdf](#)

Bastilla Palomino, LC; Lascarro Laguna, G. 2003. Identificación de los usos y aplicaciones del ajonjolí como producto de potencial exportador (en línea). Colombia. Consultado: 16 de septiembre de 2018. Disponible en: <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0024597.pdf>

Cervantes Solórzano, MA. 2012. Evaluación de los niveles de proteína y aceite en la semilla de ajonjolí (*Sesamun indicum*) nacional de los cultivares criollos (r-198, estándar y trébol), en su estado natural. Mazatenango, Suchitepequez, Guatemala. Consultado 8 ene 2020. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0176.pdf

Chiriboga Espín, MG. 2013. Evaluación de la efectividad nutricional de la pasta de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (*Coturnix coturnix*) (en línea). Tesis Ing. Agroempresa. Quito, Ecuador. Universidad San Francisco Quito. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2785/1/108877.pdf>

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, Manual metodológico de evaluación económica (en línea). Distrito Federal. México. Consultado 23 de jun. 2020. Disponible <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

Corporación PBA. 2013. Guía para el manejo integrado del cultivo de ajonjolí (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible en [http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila%20Ajonjoli%20-%20diagramada%20\(2\)-min.pdf](http://www.corporacionpba.org/portal/sites/default/files/Cartila%20Ajonjoli%20-%20diagramada%20(2)-min.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>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2015. La FAO y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (en línea). Roma, Italia. Consultado 12 ene 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4997s.pdf>

IICA (Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura); MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal); JICA (La Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2004. Cadena Agroindustrial: Ajonjolí (en línea). Nicaragua. Consultado el 25 de feb. 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0010e/B0010e.pdf>

Labrada, R; Parker, C. s.f. El control de malezas en el contexto de manejo integrado de plagas (en línea). Consultado el 05 de octubre de 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/t1147s05.htm?fbclid=IwAR1t48arII2UerLu5hOd1zSZ80prjkTNJsBF73boYstvRQV2JKxFnFqXnKU#control%20qu%C3%ADmico%20de%20malezas>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos técnicos de 45 cultivos de Costa Rica: Ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) (en línea). San José, Costa Rica. Consultado el 25 de feb. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658ajonjoli.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2017. Anuario de Estadísticas Agropecuarias: El Salvador 2016 – 2017. San Salvador, El Salvador. Consultado 15 de ene. 2020. Disponible en http://www.mag.gob.sv/download/anuario-de-estadisticas-agropecuarias-2016_2017/

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>

Moreira Espinoza, GV; Romero Gaitán, GC. 2000. Determinación del periodo crítico en malezas en el cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) variedad cuyumaqui (en línea). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1757/1/tnh60m838.pdf>

Morales, WS.2021.metodologia estadística. Determinación del periodo crítico de competencia por malezas en cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. Febrero (correspondencia personal). San Salvador, El Salvador, UES.

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)

NU (Naciones Unidas, Estados Unidos de Norteamérica). 2015. Desarrollo Sostenible, Objetivos de Desarrollo del Milenio (en línea). Consultado 12 ene. 2020. Disponible en http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf

Pérez Bolaños, J; Salcedo Mendoza, JG. 2018. Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae), en el departamento de Sucre, Colombia (en línea). Sucre, Colombia. Consultado 16 de ene de 2020. Disponible <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n2/0122-8706-ccta-19-02-00263.pdf>

Queiroga, VP; Chávez León, JV; Pérez Valenzuela, FJ; Buso JM. 2018. Cultivo de ajonjolí para los campesinos en los departamentos de Choluteca y Valle (en línea). Honduras. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible en https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_20honduras

Quintanilla Trigueros, JL. 2013. Desarrollo rural en El Salvador: una deuda política y social. Revista realidad 137 (en línea). Santa Ana, El Salvador. Consultado 24 de enero. 2020. Disponible en <file:///E:/3083-Texto%20del%20artículo-10154-1-10-20170123.pdf>

Revista de Comercio Exterior, Nicaragua. s.f. Ajonjolí (en línea). Nicaragua. Consultado 16 de ene de 2020. Disponible <https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/historico/sinopsis/5.pdf>

Sibrían Gutiérrez, M. 2004. Elaboración de una mantequilla alimenticia a partir de la semilla descortezada de ajonjolí (en línea). Tesis Lic. Química Y Farmacia. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. Consultado el 26 feb. 2020. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5625/1/10128826.pdf>

Somarriba Quiroz, AC. 1992. Efecto de labranza y manejo de malezas sobre el comportamiento de la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) en la hacienda las mercedes (en línea). Trabajo de Diploma. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 26 de feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1655/1/tnh60s693e.pdf>

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. 2013 Servicio nacional de sanidad y calidad agroalimentaria. Ministerio de agricultura, ganaderia y pesca 28(5) 165/2013

Toro, J; Briones, J. 2005. Competencia de malezas con las hortalizas (en línea). Bueno Aires. Argentina. Consultado: el 6 de dic de 2020. Disponible en: www.educacion.idoneos.com/index.php/.

Urtiaga, R. 2007. Catálogo de Insectos de la región central (en línea). Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Consultado 16 de ene de 2020. Disponible <http://revistas.ucr.ac.cr/docs/AgronomiaMesoamericana/catalogo-de-los-insectos-de-la-region-central.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>.

8. ANEXOS



Figura A-2 *Cyperus rotundus* L.
(coyolillo)



Figura A-1. Tratamientos
influenciados por *Cyperus rotundus*
L. (coyolillo) Y *Digitaria sanguinalis*
(zacate pangola)



Figura A-3. *Digitaria sanguinalis*
(zacate pangola)



Figura A-4. *Paspalum distichum*
(Gramilla blanca)



Figura A-5. *Salvia occidentalis*
(Mozotillo)



Figura A-6. *Sorghum*
halepense (Zacate Johnson)



Figura A-7. *Eclipta prostrata*
(Botoncillo)



Figura A-8. *Sorghum halepense* (Añil
forrajero).

Cuadro A-1. Cuadro de comparación de medias y resumen de análisis de varianza por cada variable.

VARIABLES	\bar{x}	CV	Significancia estadística	R
Altura	204.904762	110.9096818	A	
Diámetro	19.2880952	20.1871626	A	
Rendimiento	128.0786	57.57	A	
Altura-Diámetro			B	-0.1595111

Cuadro A-2. Prueba de T student para la variable rendimiento del cultivo de ajonjolí.

	<i>Variable enmalezado</i>	<i>Variable no enmalezado</i>
Media	121.5086	134.6128571
Varianza	3435.8864	5060.35089
Observaciones	7.0000	7
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.6016	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	6.0000	
Estadístico t	-0.2983	
P(T<=t) una cola	0.3878	
Valor crítico de t (una cola)	1.9432	
P(T<=t) dos colas	0.7756	
Valor crítico de t (dos colas)	2.4469	

Cuadro A-3. Prueba de T student para la variable diámetro de tallo en las plantas del cultivo de ajonjolí.

	<i>Variable enmalezado</i>	<i>Variable no enmalezado</i>
Media	1.6700	1.681428571
Varianza	0.0494	0.035947619
Observaciones	7.0000	7
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.0934	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	

Grados de libertad	6.0000	
Estadístico t	-0.0991	
P(T<=t) una cola	0.4622	
Valor crítico de t (una cola)	1.9432	
P(T<=t) dos colas	0.924321	
Valor crítico de t (dos colas)	2.4469	

Cuadro A-4. Prueba de T student para la variable altura de planta en el cultivo de ajonjolí.

	<i>Variable enmalezado</i>	<i>Variable no enmalezado</i>
Media	121.5086	134.6128571
Varianza	3435.8864	5060.35089
Observaciones	7.0000	7
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.6016	
Diferencia hipotética de las medias	0.0000	
Grados de libertad	6.0000	
Estadístico t	-0.2983	
P(T<=t) una cola	0.3878	
Valor crítico de t (una cola)	1.9432	
P(T<=t) dos colas	0.7756	
Valor crítico de t (dos colas)	2.4469	