EFECTO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE GIRASOL *(Helianthus annus L.)* PARA PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UN SUELO OXISOL DE LA GRANJA BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS.

ERIKA JOHANNA HUERTAS MARTINEZ

OCTUBRE 2015.

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

VILLAVICENCIO

EFECTO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE GIRASOL *(Helianthus annus L.)* PARA PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UN SUELO OXISOL DE LA GRANJA BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS.

ERIKA JOHANNA HUERTAS MARTINEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al titulo de INGENIERO AGRÓNOMO.

DIRECTOR.

DIEGO LIBARDO OSORIO MARULANDA.

M. Sc. Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

VILLAVICENCIO

2015

Los directores y jurados examinadores de este trabajo de pregrado, no serán responsables de las ideas emitidas por el autor del mismo.

Art. 24, Resolución N°4 de 1994

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

DIRECTOR _____

M. Sc. Diego Libardo Osorio Marulanda

JURADO _____

I.A. Álvaro Álvarez Socha

JURADO _____

Esp. Julio Cesar Moreno Torres

Villavicencio, 2 de Octubre de 2015.

PERSONAL DIRECTIVO.

OSCAR DOMÍNGUEZ GONZÁLES.

Rector.

WILTON ORACIO CALDERON CAMACHO

Vice-rector Académico.

DEIVER GIOVANNY QUINTERO REYES

Secretario General.

JOSE MIRAY SAAVEDRA ALVAREZ

Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

JAIRO RINCON ARIZA.

Director de la Escuela de Ciencias Agrícolas.

NIDYA CARMEN CARRILLO

Directora del programa de Ingeniería Agronómica

Dedicatoria

A Dios…

A mis padres Lucí y Jorge de quienes he recibido su apoyo incondicional y gran ejemplo, por quienes procuré este logro, pues siempre me han entregado lo mejor de cada uno.

A mis queridos hermanos, a mis amigos por su linda compañía.

A los docentes por entregarnos su conocimientos,

Y por último a todos los que me brindaron su ayuda y confianza, a quienes luchan por una Universidad mejor.

Al Doctor Uriel Mora Z.

Agradecimientos

La autora agradece de forma especial al M. Sc. Diego Osorio Marulanda por su ayuda en la dirección de este trabajo, por su disposición y apoyo.

Al Ph. D. Uriel Mora Zabala quien se fue antes de tiempo y sin él esta tesis no sería posible.

Al Dr. Marcos Esperance Matamoros que tuve la oportunidad de conocer y recibir sus valiosos consejos para este trabajo desde la EEPy F en Matanzas, Cuba.

Al laboratorio de suelos de la Universidad de los Llanos.

CONTENIDO

1.Introducción. 15
2. Objetivos. 17
1.1 Objetivo General. 17
2.2 Objetivos específicos 17
3. Revisión de Literatura. 18
3.1. Antecedentes del cultivo de Girasol (*Helianthus annuus L.*) en Colombia. 18
3.2 Clasificación taxonómica. 22
3.3 Descripción de la planta. 22
3.4. Requerimientos ecológicos del cultivo. 24
3.5 Practicas agronómicas. 25
3.6 Distancias de siembra 26
3.7 Fertilización. 29
3.8 Ciclo ontológico del cultivo. 31
3.9 Enfermedades. 34
3.10 Plagas. 37
3.11 Malezas. 39
4. Metodología. 40
4.1 Localización: 40
4.2 Diseño Experimental 41
4.3 Muestra experimental. 43
4.4 Variables 44
4.4.1 Independientes. 44
4.4.2 Dependientes. 44
4.4.3 Intervinientes: 45
4.5 Requerimientos: 45
4.6 Manejo de variables. 46
4.7 Manejo agronómico 46
4.8 Cronograma. 47

5. Análisis Estadístico. 48
6. Análisis de Resultados. 48
6.1 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 48
6.2 Evaluación de la variable peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 50
6.3 Evaluación de la variable longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 52
6.4 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 53
6.5 Evaluación de la variable peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 55
6.6 Evaluación de la variable longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 56
6.7 Evaluación de la variable peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 58
6.8 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de capitulo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*. 59
6.9 Evaluación de la variable peso seco (gr) de capitulo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*. 61
6.10 Evaluación de la variable diámetro (cm) de capitulos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*. 62
6.11 Evaluación de la variable peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 64
6.12 Evaluación de la variable producción de granos (kg/ha) para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 66
6.13 Evaluación de la variable número de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L* 67
7. Conclusiones. 70
8. Recomendaciones. 72
Lista de refrencias. 73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Clasificación taxonómica*. 22
Figura 2. Fases de desarrollo del cultivo de girasol y factores que determinan el rendimiento.. . 32
Figura 3. Planta afectada por *Alternaria helianthi*..... 35
Figura 4. Imagen de una hoja de Girasol atacada por Botryodiplodia..... 36
Figura 5. *Celosyne lacina.* vista dorsal y ventral de un especímen. 38
Figura 6. Universidad de los Llanos. Apiay, Meta, Colombia. 40
Figura 7. Diseño experimental..... 42
Figura 8. Diseño de campo 43
Figura 9. Valores medios del peso fresco de raíz expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.. 50
Figura 10. valores medios del peso seco de raíz expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.. 51
Figura 11. valores medios longitud de raíz expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 53
Figura 12. valores medios del peso fresco de tallo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 54
Figura 13. Valores medios del peso seco de tallo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 56
Figura 14. Valores medios longitud de tallo expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 57
Figura 15. Valores medios del peso seco de hojas expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 59
Figura 16. Valores medios del peso fresco de capitulo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 60
Figura 17. Valores medios del peso seco de capitulo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 62
Figura 18. Valores medios de diámetro de capitulo expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 64
Figura 19. Valores medios del peso de semillas secas expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 65
Figura 20. Valores medios de producción de granos expresado en kg/ha por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*..... 67
Figura 21. Valores medios de numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.* 69

Lista de tablas

Tabla 1. Área, Producción y Rendimiento del Cultivo de Girasol. 1986-1990 19
Tabla 2. Híbridos de Girasol aprobados por el ICA para producción comercial en Colombia. ... 20
Tabla 3. Requerimientos Nutricionales del girasol (Helianthus annuus L.) 29
Tabla 4. Características de la ubicación. 41
Tabla 5. Tratamientos 42
Tabla 6. Muestra experimental 43
Tabla 7. Cronograma de Actividades 47
Tabla 8. Análisis de la varianza de peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 49
Tabla 9. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 49
Tabla 10. Análisis de la varianza de peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 50
Tabla 11. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 51
Tabla 12. Análisis de la varianza de Longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 52
Tabla 13. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 52
Tabla 14. Análisis de la varianza de Peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 53
Tabla 15. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 54
Tabla 16. Análisis de la varianza de peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 55
Tabla 17. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 55
Tabla 18. Análisis de la varianza de Longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 56
Tabla 19. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 57
Tabla 20. Análisis de la varianza de Peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 58
Tabla 21. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 58

Tabla 22. Análisis de la varianza de Peso (gr) de capitulo en fresco para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 59
Tabla 23. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso (gr) de capitulo en fresco por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 60
Tabla 24. Análisis de la varianza de Peso seco(gr) de capitulo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 61
Tabla 25. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso seco(gr) de capitulo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 61
Tabla 26. Análisis de la varianza de los diámetros (cm) de capítulos para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 63
Tabla 27. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable diámetro (cm) de capitulo lo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 63
Tabla 28. Análisis de la varianza de Peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 64
Tabla 29. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 65
Tabla 30. Análisis de la varianza de producción de granos de girasol (kg/ha) para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 66
Tabla 31. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable producción (kg/ha) lo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 66
Tabla 32. Análisis de la varianza de la variable numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 68
Tabla 33. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L. 68

RESUMEN.

Se realizo el estudio del efecto de tres distancias de siembra (0,25 cm., 0,20 cm., 0,16 cm., con surcos separados a 0,80 cm para cada uno de los tratamientos) sobre el desarrollo vegetativo y productivo del Girasol (Helianthus annus L.) para producción de aceite, las variables que se tomaron en cuenta nos permitieron estimar la producción de material seca y de grano en el girasol, arrojando como resultado que el tratamiento dos (2) presento valores mayores para las variables de producción, tales como peso de capítulos, numero de granos por plantas, peso de granos por planta y peso de granos por hectárea; la producción en ton/ha obtenida en el ensayo fue superior a la reportada por otros estudios, y además que el tratamiento uno (1) presento los valores más bajos para las variables de producción, tales como peso de capítulos, numero de granos por plantas, peso de granos por planta y peso de granos por hectárea.

Palabras claves: Girasol, *Helianthus annus* L., distancias de siembra, producción, granos.

Abstract

The study of the effect of three spacing were performed (0.25 cm., 0.20 cm., 0.16 cm., With rows separated by 0.80 cm for each treatment) on vegetative growth and production of sunflower (Helianthus annuus L.) for oil production; the variables that were taken into account enabled us to estimate dry matter production and grain sunflower, yielding results in the treatment two (2) obtained higher values for the variables of production, such as chapters weight, number of grains per plant, grain weight per plant and weight of grains per hectare. The production in tons / ha obtained in the test was higher than that reported by other studies, addition, treatment one (1) presented the lowest values for the variables of production, such as chapters weight, number of grains per plant, grain weight per plant and weight of grain per hectare

Key words: sunflower, *Helianthus annuus* L., planting distances, production, grains**.**

EFECTO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE GIRASOL *(Helianthus annus L.)* PARA PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UN SUELO OXISOL DE LA GRANJA BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS.

1. Introducción.

El girasol (*Helianthus annus L.*) Produce aceites de alta calidad y ocupa el tercer lugar en producción después de la soya y la palma de aceite. Los contenidos de aceite de alta calidad que presenta el girasol se sitúan entre 35% y 53%, y de aceite insaturados, como oleicos y linoleicos entre 80 y 90%.(FAO.2013)

A nivel nacional los estudios realizados por el Grupo Multidisciplinario de Oleaginosas Anuales con sede en el C.I. de Palmira señalan haberse sembrado en el país un número significativo de lotes de girasol en 1985, para la época el Meta figuraba con cerca de 500 hectáreas sembradas. En algunas explotaciones del Valle del Cauca, el girasol habría excedido el promedio mundial de producción (1500 kg/ha) y en cultivos asociados con caña-soca estos variaban entre 500 y 1200 kg/ha. (Bastidas 1986.)

El número de individuos por área modifica indudablemente las características morfológicas en las plantas. Se encontró que en poblaciones de Girasol, cuando estas densidades son bajas es mayor el diámetro del tallo, diámetro del capítulo, peso del tallo, peso del capítulo y de la semilla, sin embargo, cuando estas son mayores, aumenta la altura de la planta. (Vásquez 2003, García 2004 y Canales 2004).

La densidad poblacional constituye uno de los factores más importantes para el aprovechamiento de los recursos como el clima, riego y nutrición. Si se aumenta la densidad de individuos en el campo, la biomasa y el rendimiento disminuyen. (Escalante 1999, Vega et al. 2001, Aguilar et al, 2002)

El girasol para producción de aceite no se ha cultivado masivamente en Colombia a pesar de tener buenos rendimientos y un positivo incremento en la demanda de su aceite, lo cual ha fomentado su importación. Con los altos rendimientos que han sido registrados en zonas de trópico húmedo, el cultivo de Girasol se presenta como alternativa en el mercado de la producción agrícola, teniendo en cuenta las particularidades y el costo de producción y sostenimiento de otros cultivos oleaginosos, sabiendo que las grasas comestibles más saludables se obtienen de semillas como las del girasol. (Othmer 1994)

En los llanos orientales los estudios sobre producción de girasol son escasos y no se tiene registros recientes de cultivos de girasol establecidos para la producción de aceite, tampoco existe investigaciones sobre fertilización, manejo fitosanitarios y las distancias de siembra que podrían adoptarse para el cultivo en esta región.

Mediante ensayos de cultivos de girasol a diferentes densidades de población, y bajo condiciones climáticas que permitan medir estadísticamente variables morfológicas, se puede determinar las distancias y densidades para el óptimo establecimiento del cultivo en la Orinoquia. El presente trabajo se realizó para determinar la respuesta del girasol a diferentes distancias de siembra.

1. Objetivos.

1.1 Objetivo General.

Generación y ajuste de tecnología en el manejo de densidades de población del cultivo de girasol (*Helianthus annus L*) para la producción de aceite en un suelo oxisol de la Universidad de los Llanos META 2014.

2.2 Objetivos específicos

- *Evaluar el efecto de tres distancias de siembra sobre la producción de materia seca en girasol (*Helianthus annus L.*).*
- *Evaluar el efecto de tres distancias de siembra sobre la producción de grano en girasol (*Helianthus annus L.*)*

3. Revisión de Literatura.

3.1. Antecedentes del cultivo de Girasol (*Helianthus annuus L.*) en Colombia.

En 1958 se introducen en el país 65 variedades procedentes de Rusia y Estados Unidos principalmente, con características no deseables como demasiada altura, susceptibles a enfermedades y volcamiento. (Bastidas. 1986)

El Instituto Colombiano Agropecuario en 1967 inicia investigación en los Centros Experimentales de Nataima con variedades de origen argentino con rendimientos hasta 990 kg/ha. En 1969 y 1970 en los departamentos del Cesar, Tolima y Valle del Cauca se presentaron rendimientos superiores a los registrados en Nataima, el material que mas sobresalió fue NK-H-01 con el cual se promovieron siembras que dieron como resultados rendimientos que fluctuaban entre 800 y 1200 kg/ha pero con problemas de volcamiento, desuniformes en la maduración y periodo vegetativo, entre otros. (Bastidas. 1987)

En 1975 en Palmira y Nataima se evaluó rendimientos de híbridos procedentes de Francia, los cuales fueron bajos asociados a factores de polinización y daño por insectos. La Universidad Nacional de Colombia simultáneamente realiza ensayos con la variedad Viinick a diferentes distancias de siembra con rendimientos de 2612 kg/ha en el arreglo de siembra 90cm por 25 cm. La variedad Dusol fue el material que presento las mejores características agronómicas y de

producción, reportando unas producciones de 2185 Kg/ha con un contenido de aceite del 45.3% en estudio en Palmira (1978) (Bastidas. 1994.

Todos los anteriores estudios señalaban un adecuado comportamiento del girasol bajo condiciones de precipitación entre 350 y 500 mm en todo el ciclo del cultivo, altitudes entre 0 y 2640 msnm y suelos con pH de 5.7 y 8.0. Solo hasta 1983 el cultivo de Girasol se desarrolló en el país y se realizaron nuevas investigaciones con distintos híbridos introducidos mayormente de los Estados Unidos los cuales presentaban rendimientos superiores a los 1200 kg/ha. Reportes encontrados sobre girasol asociado al cultivo de Caña, presentaron resultados muy aceptables, igualmente sucedió con híbridos establecidos en distintas altitudes. (Bastidas. 1988).

Los trabajos realizados en las vegas de los ríos del departamento del Meta (1989) con híbridos de las firmas Agrigenetics, Semillas del Pacifico, Cecosa y Koipesol los cuales registraron rendimientos mayores de 2000 Kg/ha (Batidas. 1969).

Para 1991 se tenía registro de aprobación de 17 híbridos de Girasol para producción comercial en Colombia. (Bastidas. 1994).

Tabla 1. Área, Producción y Rendimiento del Cultivo de Girasol. 1986-1990

Año	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (kg/ha)
1986	900	1260	1400
1987	3400	4650	1370
1988	1550	2280	1590
1989	2700	4104	1520

1990	2200	3454	1570

Fuente: Ministerio de Agricultura. ICA.

Tabla 2. Híbridos de Girasol aprobados por el ICA para producción comercial en Colombia.

Año	**Hibrido**	**Adaptación (m.s.n.m.)**	**Periodo vegetativo (días)**	**Altura planta (cm)**	**Rendimiento experimental (Kg(ha)**	**Responsable del registro**
1986	DO 664	0-1800	105±5	180±15	2400±900	Lloreda Grasas S.A.
1986	DO 705	0-1800	100±5	170±10	1300±700	Lloreda Grasas S.A.
1986	DO 730	0-1800	102±5	190±10	1300±600	Lloreda Grasas S.A.
1986	DO 855	0-1800	95±10	165±10	2400±500	Lloreda Grasas S.A.
1986	SF-100	700-1600	105±10	175±35	2800±500	Cargill Colombiana
1986	Sunbred NK 246	700-1600	90±10	100±20	2500±600	Colsemillas
1986	Sunbred NK 254	700-1600	100±10	140±10	2500±800	Colsemillas
1986	Sunbred NK 265	700-1600	100±15	150±20	2600±900	Colsemillas
1988	SF-102	700-1200	114±7	192±36	2300±300	Cargill Colombiana
1988	SF-207	700-1200	100±7	190±37	2700±600	Cargill Colombiana

1988	SF-401	700-1200	116±8	217±48	2400±600	Cargill Colombiana
1989	Sun Cross 40R	700-1200	90±6	170±13	1800±600	AG-Seed
1989	Sun Cross 60R	700-1200	90±9	180±16	2000±200	AG-Seed
1990	IS 3130	700-1600	105±9	203±10	2200±600	Cresemillas
1990	IS 33076	700-1600	104±11	190±10	2300±800	Cresemillas
1991	IS 3107	700-1200	107±8	191±34	2100±700	Semillas Tropicales
1991	IS 8101	700-1200	106±7	165±23	2200±700	Semillas Tropicales

Fuente: Bastidas.1994.

3.2 Clasificación taxonómica.

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsyda
Subclase: Asteridae
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: Helianthus
Especie: *Helianthus annuus L*.

Figura 1. ***Clasificación taxonómica*****.**
Fuente. INFOAGRO

3.3 Descripción de la planta.

El girasol es una planta de ciclo anual, herbácea con un tallo central donde se insertan las hojas en forme alterna y en la parte terminal del mismo se presenta su inflorescencia en capítulo, es una planta de porte vigoroso. (Cedeño.1986)

Raíz: en estado cotiledón alcanza de 4 a 8 cm de largo y una vez ya presentes las hojas verdaderas, hasta cuatro pares, alcanza una profundidad de 50 a 70 cm. La raíz es pivotante la cual forma un eje central del que se desprenden numerosas raicillas que logra profundizar hasta 1,5 metros, esto le concede a la planta una gran capacidad de exploración. (Cedeño.1986)

Tallo: único, verde, pubescente que varía según el cultivar, el cual está formado en su interior por la esclerentima, un tejido que le otorga la capacidad de almacenar altos contenidos de agua y nutrientes. El tallo puede alcanzar un diámetro de 5 cm y los 2,20 cm de altura, dependiendo de las condiciones genéticas y edafo-climáticas con las que se cuenten. La altura

ideal de la planta de girasol para facilitar las labores agronómicas es de 1,70 a 2 metros. (Trapani. 1999)

Hojas: son alternas, grandes trinervales, muy pecioladas y de formas muy variables, generalmente acorazonadas, son acuminadas, dentadas, acartonadas con vellosidades ásperas e el haz y el envés, dependiendo del cultivar. El número de hojas por planta varía de 12 a 40 según las condiciones del cultivo y la variedad. La disposición de las hojas es la siguiente: en los dos o tres primero pares son opuestas y las demás son alternas. (Trapani. 1999)

Inflorescencia: se presenta como capitulo, en la parte superior del tallo, sobre esta se forman los granos o aquenios, se componen de un receptáculo carnoso sobre el cual se insertan los dos tipos de flores. (Trapani. 1999)

Pedúnculo floral: es la parte extrema del tallo que lo uno al receptáculo tomando mayo diámetro y forma copoidal a medida que se insertan en el receptáculo. (Cedeño.1986)

Receptáculo es un disco plano, cóncavo o convexo; el cual tiene insertados las flores en la cara superior y las brácteas en el borde. En plena inflorescencia es semicarnoso y suculento. (Cedeño.1986)

Las flores: el Girasol presenta dos tipos de flores en su inflorescencia.

Flores liguladas: se disponen en forma radial de 30 a 70 flores por capitulo, son estériles. Tiene un largo de 10 cm de longitud y 2 a 3 cm de ancho. Generalmente se observan de color amarillo en distintas tonalidades.

Flores fértiles: se ubican numerosamente en el centro del capítulo, son las que darán origen al aquenio o los granos, cada una presenta un solo ovario y ovulo. (Melean.2007)

Fruto: del girasol se obtiene el fruto el cual posee una cascara seca y fibrosa de color variable, el cual protege la semilla o almendra que tiene propiedades de oleaginosas, este fruto es conocido como un aquenio y es el resultado esperado y más importante para la industria de aceites de alta calidad. (Melean.2007)

3.4. Requerimientos ecológicos del cultivo.

El girasol presenta una buena adaptación a distintos climas y suelos necesarios para desarrollarse de forma adecuada.

Suelos: para establecimiento del cultivo de girasol es preferible contar con suelos arcillosos a arenosos, con buen contenido de materia orgánica y suelos que sean de fácil penetración de raíces.

Presenta buena tolerancia a los cambios de pH en los suelos, el rango de tolerancia es amplio que va desde 5.8 hasta más de 8. No hay expresiones negativas referentes a la toma de nutrientes por la planta en suelos con pH neutro, sin embargo si puede llegar a presentarse, aunque con poca frecuencia, deficiencia de hierro en suelos demasiado alcalinos (Villaroel. 1986)

Temperatura: el girasol exige una temperatura media superior a 15ºC para una adecuada germinación y floración, sin embargo su plasticidad en este aspecto le permite desarrollarse en

temperaturas de hasta 28ºC como a temperatura menores a los 13ºC, aunque a temperaturas muy bajas se retrasa la floración y maduración.(Cedeño. 1986)

Las bajas temperaturas pueden llegar a dañar el ápice, provocando una ramificación en los tallos, los daños por altas temperaturas están sujetos al régimen de temperatura que la planta ha soportado en fases anteriores de crecimiento y desarrollo foliar. (Cedeño. 1986)

Fotoperiodo: el comportamiento frente a este es complejo. Sin embargo parece ser un factor medianamente predisponen en el cultivo, como puede llegar a ser la humedad relativa, debido a que se desarrolla similarmente en un amplio rango de longitudes del día. (Ortegon. 1993)

Humedad: un factor importante es la disponibilidad de humedad que haya en el ambiente, aunque demanda considerables cantidades de agua es resistente a las sequias debido a la profundidad que alcanza su raíz. Con la implementación de riego se pueden obtener buenos rendimientos con la aplicación de 500 y 600 mm. (Cedeño. 1986)

3.5 Practicas agronómicas.

Preparación de tierras: para proporcionarle a la planta una adecuada cama para la germinación y posterior penetración de raíces es necesario romper las capas compactadas anteriormente por el uso de implementos de labranza. La preparación se debe llevar a cabo en el momento en que el suelo presente baja humedad para impedir la formación de terrones que eviten la emergencia de la plántula, provocando daño mecánico y estrés hídrico debido a la

evaporación del agua contenida en los poros del suelo que se expongan a la intemperie. (Ortegón. 1993)

Para el establecimiento del girasol en suelos que no han sido mecanizados anteriormente, se recomienda desechar los restos vegetales, posteriormente dar un pase de arado y dos de rastra. En suelos cultivados se sugiere un pase profundo de arado, dos a tres pases de rastra. Para suelos livianos de sabana es preferible realizar dos pases de rastra incorporando las malezas.

Época de siembra: escoger la época adecuada para sembrar es determinante en el proceso de germinación de la semilla pues esta a su vez depende fundamentalmente, de la temperatura, profundidad y humedad del suelo. Para una rápida emergencia es necesaria una temperatura superior a 17ºC con buena humedad. (Ortegón. 1993)

Siembra: es importante lograr una adecuada distribución de semillas en el lote y que estas entren en contacto con la humedad del suelo, la siembra manual solo es recomendable para áreas pequeñas y se puede emplear una vara con extremo en punta, la cual deje un hueco en el suelo donde se dispondrán las semillas y posteriormente cubrirlas. (Cedeño. 1986)

3.6 Distancias de siembra

En cultivos que son utilizados para la extracción de aceite las distancias de siembra han mostrado que cumple un papel importante en cuanto al rendimiento y la producción, en Soya, por ejemplo, en trabajos realizados por Weber la distancia entre planta y las densidades de población tienen un ligero efecto en los contenidos de proteína y aceite en granos, sin embargo el tamaño de la semilla parece mantenerse constante. (Weber, 1996)

Uno de los factores a los que se le atribuye los bajos rendimientos reportados en Nicaragua del cultivo de ajonjolí, ampliamente conocido por su contenido de aceite en sus granos, es el manejo de distancias de siembra no óptimas. (P.A.A.T. 1992)

La densidad de siembra trata de disponer las semillas de un determinado marco para que el número de plantas que lleguen al final del desarrollo proporcione una cosecha optima tanto en cantidad como en calidad (Urbano, 2002).

El rendimiento de un cultivo está determinado por su genotipo y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y partición de materia seca hacia destinos reproductivos. (Gifford y otros 1984) en consecuencia, la expresión de atributos, fenotípicos de interés, como el rendimiento y características asociadas a la calidad, está determinada en diferentes proporciones, por efectos del ambiente (Cordido 2013)

El manejo adecuado de las densidades poblacionales dentro de un cultivo es un factor determinante en la productividad de un cultivo, la forma en que se aprovechan los recursos bióticos y abióticos necesarios para el desarrollo de las plantas depende en gran manera en la cantidad de individuos por unidad de área. Se ha encontrado que ciertas características de las plantas se ven influenciadas cuando se alteran la densidad de siembra y por ende, las densidades de población en un cultivo de girasol, tales como diámetro del tallo, diámetro del capítulo, peso del tallo, peso del capítulo, etc. (Aguilar, Escalante, Rodriguez, Fucikovsky . 2002)

Investigaciones acerca de las densidades de población manejadas para el cultivo de Girasol para obtención de aceite son bastante escasas. Sin embargo ensayos realizados acerca del rendimiento y producción en función de la densidad resultan ser discrepantes a nivel mundial debido a las diferentes condiciones en las que se han establecido los ensayos, y en algunos

países suelen no reportar diferencias significativas, no obstante se observa la tendencia de mayor rendimiento con una población intermedia de 33.000 plantas/ha; en experimentos realizados en Bolivia, 40.000 y 50.000 plantas/ha se han mostrado como densidades óptimas para el cultivo (Mazzani 1963). Otros estudios realizados para Argentina y México recomiendan densidades de 40.000 y 50.000 platas/ha con distancias de siembra de 0,7 a 0,9 m entre surcos y de 0,15 a 0,25 m entre plantas. *(*Samuel 1974*).*

Investigaciones reportadas por Avila (2009) llevados a cabo en Australia han señalado mejores densidades de población de 25.000 y 50.000 plantas/ha, frente a densidades de 150.000 plantas/ha. En India se encontró que los mejores rendimientos se lograron con poblaciones de 60.000 a 75.000 plantas/ha. (Ávila 2009)

Loomis y commor (2002) expresan que el tipo genérico de respuestas al incremento de la densidad de población de un monocultivo en competencia intraespecifica donde el patrón exponencial habitual corriente de acumulación de la biomasa se modifica drásticamente por cambios de a densidad. En determinado el crecimiento lento inicial antes de alcanzar la gran fase de mediados del periodo se acorta cuando la densidad aumenta. Ejemplo: diez meristemo apicales/m^2 pueden producir nuevas hojas e incrementar la intercepción de luz y la tasa de crecimiento es mucho más rápida que si solo fuesen uno meristemo apical/ m^2. Por tanto la tasa de crecimiento del cultivo aumenta cuando la densidad crece, sin embargo cuando la cobertura es completa, la densidad poblacional afecta poco o nada la tasa de crecimiento del cultivo de girasol.

Riego: la programación del riego varía considerablemente dependiendo de las condiciones climáticas y las características del suelo en donde se establezca el cultivo. Se aconseja mantener el suelo húmedo en un 50% de la capacidad de campo.

3.7 Fertilización.

Para una adecuada nutrición de la planta es recomendable un análisis previo de suelos, sin embargo a continuación se señalan las cantidades de elementos necesarias que en promedio se requieren.

Tabla 3. Requerimientos Nutricionales del girasol (Helianthus annuus L.)

		Rendimiento de 400 Kg/ha		
Nutriente	**Requerimiento Kg/Ton de grano**	**Rastrojos**	**Granos Kg/ha**	**Necesidad Total**
Nitrógeno (N)	41	103	62	165
Fosforo (P)	5	16	5	20
Potasio (K)	29	24	91	114
Calcio (Ca)	18	4	66	70
Magnesio (Mg)	11	9	35	44
Azufre (S)	5	7	12	19
Boro (B)	0.07	0.06	0.20	0.26

Cobre (Cu)	0.02	0.05	0.02	0.08
Hierro (Fe)	0.26	0.13	0.91	1.04
Manganeso (Mn)	0.06	0.06	0.16	0.22
Molibdeno (Mo)	0.03	0.02	0.09	0.12
Zinc (Zn)	0.10	0.19	0.20	0.40

Fuente: Blamey.1987

Nitrógeno: en una buena fertilización el nitrógeno cumple un papel importante, la deficiencia de este elemento se ve reflejada en los bajos niveles de producción, pues es necesario para el desarrollo, diferenciación y crecimiento. En momento en que la planta toma las mayores cantidades de nitrógeno es en sus primeras fases. (Mancilla. 1990)

Se recomienda colocar el fertilizante en bandas de 10 centímetros de profundidad a la misma distancia de la planta. Además se debe tener en cuenta que dosis mayores a 15 kg/ha de Nitrógeno causan un gran crecimiento en la planta provocándole susceptibilidad a enfermedades, ya que se retarda el secado del grano. (Avila.2009)

Fosforo: el momento de mayor demanda de fosforo es la floración, un déficit de este elemento puede provocar una deficiente producción de aquenios. Un síntoma de déficit de fosforo es la afectación de las hojas bajeras que manifiestan bajo crecimiento y necrosis. (Mancilla. 1990)

La fertilización con fosforo debe ser profunda para que pueda tener contacto con la humedad del suelo.

Potasio: después del Nitrógeno es el nutriente mas movilizado en la planta, tan solo el 20% de la cantidad absorbida va al grano. Las cantidad demandadas de Potasio son altas en el cultivo de girasol, este actúa en el equilibrio interno de la planta y colabora en la resistencia de la planta a sequias. La deficiencia de este mineral se ve reflejada en las hojas más bajas con manchas amarillas o necróticas. (Avila.2009)

Calcio: es equilibran te del Nitrógeno, hay hasta un 70% de absorción del elemento antes de la floración, el cual tiene la capacidad de acumularse en las hojas (Avila.2009)

Boro: importante en la división celular, cuando hay déficit de boro se ve afectada la raíz evidenciándose capítulos deformes y hojas deformadas quebradizas de color bronceado o pardo-rojizo en casos severos pueden caerse los capítulos. Además la deficiencia del elemento provoca susceptibilidad a Sclerotinias clerotiorum y Macrophomina phaseolina (Avila. 2009.)

Molibdeno: cuando no se fertiliza con cantidades suficientes de este elemento las hojas más antiguas tienden a curvarse. (Mazzani. 1963)

Elementos menores: los elementos como Hierro, Molibdeno, Cobre y Magnesio se comportan como aceleran tés en el aprovechamiento e macro nutrientes por la planta. (Avila. 2009)

3.8 Ciclo ontológico del cultivo.

Etapa de siembra – Emergencia (S –VE)

Se presenta emergencia de los hipocotíleos con una hoja verdadera menor a 4 cm. Los factores más determinantes en esta etapa son la temperatura y la humedad, esta ultima siendo definitiva en la emergencia, ya que un exceso de agua limita la disponibilidad de oxigeno

afectando la velocidad y cantidad de plantas emergidas. Se recomienda sembrar con buena cantidad de humedad y temperatura del suelo mayor de 10ºC, controlar las plagas en el suelo, que mediante previos ejercicios de monitoreo muestren que pueden atacar la semilla en emergencia

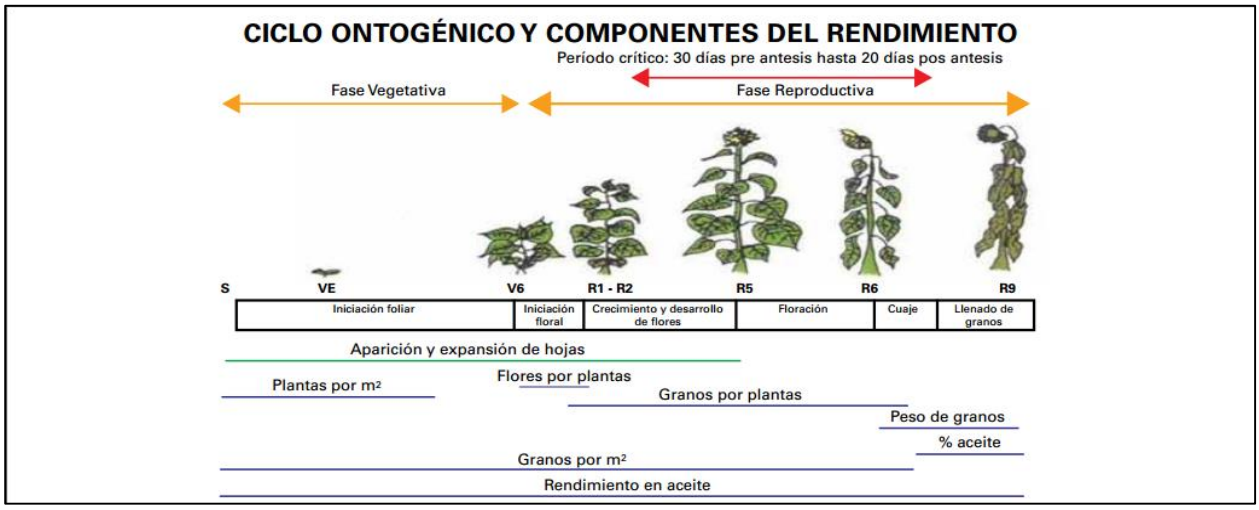

Figura 2. Fases de desarrollo del cultivo de girasol y factores que determinan el rendimiento..
Fuente: Trapani. 2003.

Etapa de Emergencia – iniciación Floral (VE – V6 o V12, dependiendo del genotipo).

El inicio de esta etapa se caracteriza por la aparición de la segunda hoja verdadera, y su terminación se da cuando se logra diferenciar la inflorescencia. Se enumeran las hojas verdaderas presentes, en esta etapa las raíces tienen un gran desarrollo y acaba cuando el extremo dominante cambia de vegetativo a reproductivo y en la planta tiene 6 hojas expuestas, en los tres primeros pares las hojas están opuestas y en os siguientes ya se disponen de forma alterna.

Este periodo determina el número de hojas que quedaran en la planta, debido a condiciones adversas este periodo tiende a acortarse y por ende a disminuir el número de hojas en la planta.

Para estos días es preferible tener el cultivo libre de malezas, evitar el daño mecánico por insectos u otros animales y asegurarse de proveer de una buena cantidad de fosforo a la planta. (Trapani. 2003)

Etapa de Iniciación floral – Floración (V6 – R5)

R1 Esta es la etapa en la que ocurre una diferenciación floral en la parte terminal de la planta. Se considera una buena cantidad de área foliar, y se inicia la aparición de la fase reproductiva de la planta, se puede observar un cumulo de brácteas rodeando una pequeña estrella de muchas puntas en la parte apical de la planta, lo que se conoce como R1. En la fase R2 y R3 se observa una pequeña pero marcada elongación del tallo principal desde la hoja más joven a lo que es una naciente inflorescencia, esta elongación va desde 0,5 a 2 cm, en la primera fase y en la segunda continua con otros 2 cm más de elongación por encima de la última hoja verdadera de la planta. En nuestra siguiente fase reproductiva R4 presenciamos la apertura de la inflorescencia y se puede observar la diferenciación de florecillas en el capítulo. R5 esta fase es conocida como antesis de las flores tubuladas, el capítulo muestra todo su esplendor y las flores liguladas están completamente desarrolladas y extendidas y las flores que componen el capítulo son altamente visibles. (Trapani. 2003)

Etapa de Floración – Madurez fisiológica. (R5 – R9)

En el periodo comprendido de R5 y R6, el cual dura aproximadamente de 7 a 10 días y es la etapa en la que se define el número de granos presentes en el capítulo y el peso de estos se define en las fases R6 y R9, en las que se acumulan grasas y carbohidratos para llenar los granos.

R6 una vez se completa el periodo de antesis y se han polinizado las flores, estas pierden turgencia, y comienzan a marchitar, se ha definido ya las semillas que continúan su desarrollo. R7 y R8 se inicia un cambio en la coloración del receptáculo floral, las semillas inician a ganar peso, con acumulación de carbohidratos, ácidos grasos y proteínas. R9 las brácteas se tornan de un color marrón, lo que se conoce como madures fisiológica de la planta. (Trapani. 2003)

3.9 Enfermedades.

Los rangos de importancia económica que han alcanzado as plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo del girasol *Helianthus annuus L*. aunque no son altos si los posicionan en potencialmente dañinos y deben ser monitoreados. La incidencia de plagas y enfermedades está ligada a las condiciones ambientales que se presenten durante el desarrollo de la planta.

Mancha angular: esta enfermedad es causada por *Alternaria helianthi*, ha sido reportada en varias regiones y se ve favorecida por climas cálidos y húmedos, su sintomatología se caracteriza por presentar putos de color marrón claro de 1 a 2 milímetros de diámetro en las hojas, estos puntos pueden estar acompañados con un halo clorótico, a medida que avanza la enfermedad esta aumentan de tamaño y se unen para provocar un necrosa miento en el tejido foliar. Estas manchas además de atacar las hojas podrían desarrollar el mismo daño en tallos e

inflorescencias, provocando que estos también se quiebren. Se recomienda utilizar cultivares resistentes, la adopción de prácticas rotativas con otros cultivos que permiten mantener el inoculo en umbrales bajos y la aplicación de fungicidas, como triazoles y estrobilurinas. Sin embargo el uso de híbridos resistentes constituye la practicamos efectiva en el manejo de la enfermedad. (Avila. 2009)

Figura 3. Planta afectada por *Alternaria helianthi.*
Fuente: Avila, 2009.

Pudrición del cuello: se reconoce por la aparición de una pudrición en el cuello de la planta que deteriora los vasos conductores provocando un posterior marchitamiento, el agente causal es el hongo Sclerotiumrolfsi.es altamente dependiente de ambientes con alta humedad relativa y temperaturas inferiores a los 17ºC, la etapa de floración en la que el cultivo es más susceptible, la primera manifestación de la enfermedad en la planta es la parición de un micelio

blanco sobre el capitulo, posteriormente estás estructuras se desarrollan dejando ver una mancha café de aproximadamente 6 cm de diámetro, que puede seguir creciendo y cubrir totalmente el capitulo provocando la caída y dejando en la parte superior del tallo una fibra única aislada, la afectación a la producción puede llegar a niveles críticos si no se realiza un manejo adecuado y a tiempo. No existen cultivares resistentes, se recomienda la rotación de cultivos con maíz y sorgo.

Pudrición seca: se presentan en el cuello, tallo, hojas y base del peciolo, esta es causada por Botryodiplodia sp., suelen aparecer puntos necróticos alrededor de la base del tallo y el peciolo., Las recomendaciones para prevenir esta enfermedad son el uso de semilla certificada y la rotación de cultivos.(Rojas. 1989)

Figura 4. Imagen de una hoja de Girasol atacada por Botryodiplodia.
Fuente: Rojas, 1989.

Roya: causada por *Puccinia helianthi*., cuando se presenta esta enfermedad se pueden distinguir pústulas de color amarillo a café sobre la superficie de la planta, en inicio se ven afectadas primordialmente las hojas, cuando el daño se intensifica se pueden ver afectados los peciolos, tallo y capitulo. Se recomienda el uso de semilla certificada, la cual es resistente a

roya, destruir la soca en el lote y no sembrar en lugares donde se han reportado ataques severos de Puccinia. (Rojas. 1989)

Mildiu polvoso: esta enfermedad se ve potencializada por el verano o épocas secas, Oídium sp. Es el agente causal y se manifiesta con un marchitamiento general en la planta.

Pudrición carbonosa: causada por *Macrophomia phaseolina*. Su desarrollo al igual que le Oídium, se ve favorecido por las estaciones secas. Las plantas presentan un necrosamiento en la parte baja del tallo, provocando que se quiebre fácilmente. No se conocen cultivares resistentes al patógeno. (Ávila. 2009)

3.10 Plagas.

En el cultivo de girasol (*Helianthis annuus L.*) los insectos fitófagos que atacan las plantaciones suelen ser:

Chupadores, los cuales no afectan considerablemente la planta y no se presenta en altas densidades poblacionales, en caso de notar incremento se puede controlar químicamente con Metasystox, en las dosis comercialmente recomendadas. Masticadores, provocan daños mecánicos y se debe considerar el con productos químicos que contengan Carbonilo o piretroides, en la dosis recomendadas. (Ávila. 2009)

Se han reportado daños importantes por perforadores de hojas (Systenasp.) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), una plaga importante en los últimos años debido al aumento de la población en los cultivos es *Bemisiaspp*. Ya que no es fácil controlarlo pues presenta más de 100 hospederos secundarios. Entre otras plagas se reportan salta hojas (O*ncometopia sp.*), gusano peludo del girasol *(Helíothís sp*.) y al falso medidor (*Trichoplusíasp*.). (Voinea. 1976)

Esqueletizador: *Chelosyne lacina*. Es la única plaga identificada como especifica pero representa una amenaza media. La larva se alimenta de las hojas consumiendo el área entre nervaduras. Se han registrado incrementos el índice del daño por este de foliador en los últimos años, se puede deber a los cambios climáticos o híbridos nuevos en el mercado susceptibles a *Chelosyne*. Para su control se recomienda el uso de Lannate en dosis de 2 lt/ha, esta estrategia de control químico también se puede implementar para combatir las diferentes especies de Prodenía o coquito rayado que se presenten en el cultivo. (Avila. 2009)

Figura 5. *Celosyne lacina.* vista dorsal y ventral de un especímen.
Fuente: Avila, 2009.

Se reconocen otros insectos identificados como plaga, pero con menor incidencia y que no representan una amenaza potencial para el cultivo, lo cuales son: *Hippopsis lemniscata, Acanthocephala luctuosa, Nezaraviridula, Attasexdens, Spodopterafrugiperda, Spodopteraeridiana, Trichoplusia ni, Heliothisvorescens, Conchylodes so., Chlosyne lacinia, Spodoptera frugiperda* y *Cyclocephalasp*. (Voinea. 1976)

Para el control de larvas de comején se recomienda buscar sus nidos y aplicar compuestos fosfatados o clorados antes del inicio de la época de lluvias.

3.11 Malezas.

Las malezas afectan al cultivo en tal grado que pueden ocasionar reducción de los rendimientos de este, debido a la competencia que presenta por agua, radiación y nutrientes. Uno de los factores que favorecen a las malezas es el lento crecimiento del girasol (*Helianthus annuus L*.). La implementación de altas densidades de siembra pueden provocar una disminución en el desarrollo de las malezas en la superficie, estas bajas distancias entre plantas de una misma hilera le asegura al girasol una buena capacidad de competencia por recursos.Para el uso de herbicida se recomienda tener en cuenta las indicaciones de uso ya sea este pre siembra, pre emergente y pos emergente. Es importante tener en cuenta la susceptibilidad del girasol a los residuos de Atrazina y para esto es necesario evitar la siembra en lotes donde anteriormente se hizo uso de herbicidas como Atrazin, Aimazin y 2-4D. (Bedmar. 1999). Las malezas más recurrentes son del genero *Centrosema* y *Arachis pintoi* las cuales pueden controlarse con la aplicación de Gramoxone, e dosis de 1.5 lt/ha. Para el control del bledo (*Amarathussp*.) se recomienda el uso del herbicida preemergente Afalon (Linuron) en dosis de 500 kg/ha. (Avila. 2009).

4. Metodología.

4.1 Localización:

Figura 6. Universidad de los Llanos. Apiay, Meta, Colombia.
Fuente: Google Maps.

Lote utilizado para la realización del ensayo.

Granja Barcelona, Universidad de los Llanos, Km 12 vía a Pto López en la ciudad de Villavicencio, Meta. Colombia.

Tabla 4. Características de la ubicación.

Ubicación	4° 4´ latitud Norte y 73° 3´ longitud Oeste
Temperatura promedio	25.4 °C
Precipitación media anual	3.479 msnm
Humedad relativa	82%
Horas brillo solar	1.623 horas sol/año
Veloc. Media vientos	1.9 m/seg
ETP	1.408 mm/año
Prom. Máximo lluvias en 24 horas	67 mm
Textura del suelo	Franco Arcilloso
pH suelo	4.6
Porcentaje de Materia Orgánica en el suelo	3.3

Fuente: El Autor

4.2 Diseño Experimental

Se utilizo el modelo experimental de bloques al azar, con tres replicas de cada tratamiento, para un total de nueve parcelas, cada una de 5 metros de ancho por 5 metros de largo, las cuales tuvieron diferentes distancias entre plantas (0.25 m, 0.20 m, 0.16 m), la distancia entre surcos será de 0.80 metros y 0,5 metros de ancho entre bloques.

Tabla 5. Tratamientos

Tratamientos	Dist. Entre surcos	Dist. Entre plantas	Densidad plantas/ha
1	0.8 mt	0.25 mt	50.000
2	0.8 mt	0.20 mt	62.500
3	0.8 mt	0.16 mt	75.000

Fuente: El Autor.

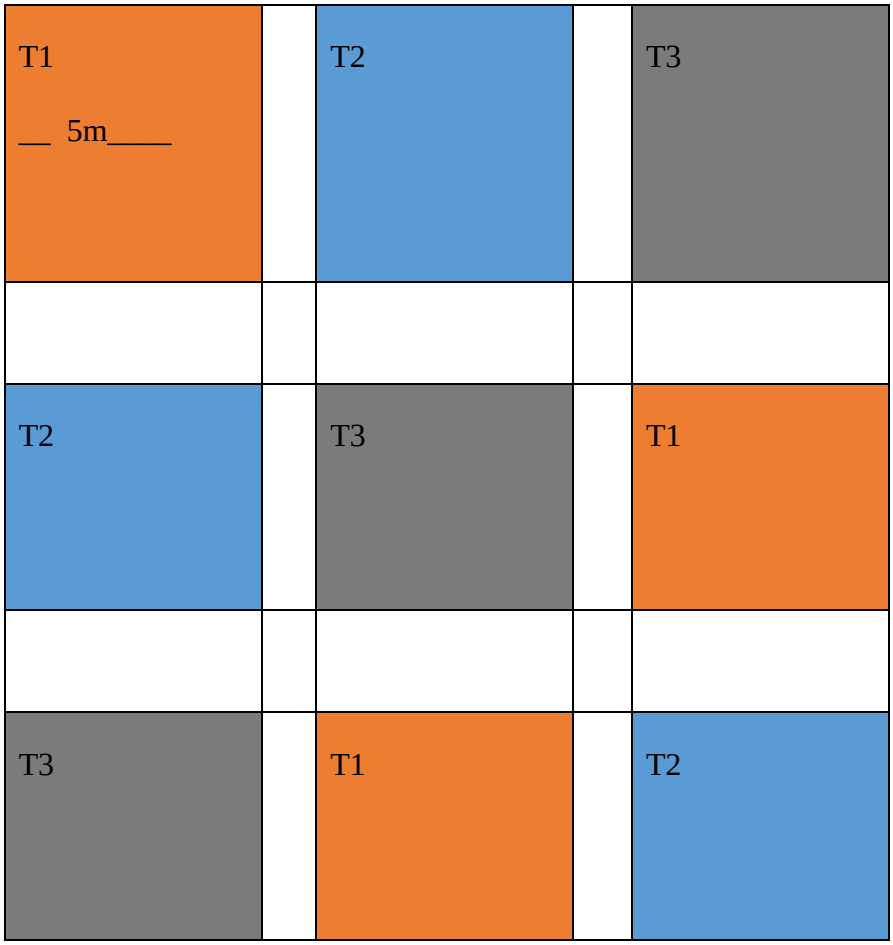

Figura 7. Diseño experimental
Fuente: los Autores.

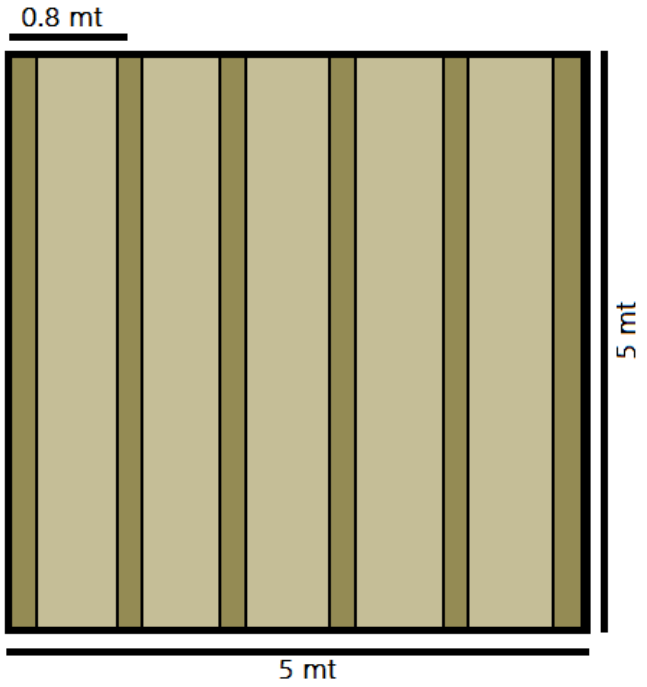

Figura 8. Diseño de campo
Fuente: El autor.

4.3 Muestra experimental.

La muestra experimental fue de 10 platas por parcela. La muestra del ensayo fue de 90 plantas.

Tabla 6. Muestra experimental

Tratamiento	Área de la planta muestreada
4 plantas/metro lineal	0.2 m^2
5 plantas/metro lineal	0.16 m^2
6 plantas/metro lineal	0.13 m^2

Fuente: Los Autores.

4.4 Variables.

4.4.1 Independientes.

- Densidades poblacionales: se manejaron tres distancias entre plantas (0.25m, 0.20m, 0.16m) con distancias de 0.8 m. entre surcos, para cálculos de plantas por hectárea.

4.4.2 Dependientes.

- Peso de hoja seca: con la ayuda de balanza analítica, se tomo el peso de las hojas húmedas inmediato a la extracción de la planta del suelo procurando la mínima perdida de humedad, posteriormente se llevaran a la estufa de secado y una vez deshidratadas las hojas se pesaron de nuevo, expresado en gramos.
- Peso de raíz seca: el desarrollo radicular es un indicador de crecimiento de la planta, se extrajo la raíz, posteriormente se removió el suelo , se limpio, rotulo, peso en fresco, se llevo a la mufla para secarla y se peso de nuevo las raíces.
- Longitud de raíz: se midió desde el inicio del tallo hasta el extremo opuesto de la raíz pivotante y raicillas.
- Longitud del tallo: se midió de la base del tallo hasta la base del pedúnculo, expresado en centímetros.
- Peso del tallo seco: se separo el tallo de hojas, flor y raíz y se tomo el peso del tallo antes y después de secar en la mufla, en centímetros.
- Diámetro total del capítulo: medición de los extremos, incluyendo las flores periféricas de la inflorescencia, expresado en centímetros

- Peso de las semillas: el peso de los aquenios expresado en gramos y posteriormente en toneladas por hectárea.

4.4.3 Intervinientes:

- Clima.
  - ✓ Temperatura.
  - ✓ Precipitación.
  - ✓ Humedad relativa.
  - ✓ Brillo solar y radiación.
- Manejo fitosanitario.
- Manejo Nutricional.
- Condiciones suelo.

4.5 Requerimientos:

- Variedad no identificado de girasol (Helianthus annuus L.)
- Fertilizantes (KCl, Urea, DAP, BoroSol, Poliquel).
- Herbicidas (Glifosato).
- Insecticida (Lorsban).
- Fungicida (Derosal).
- Balanza.
- Estacas.
- Cinta métrica.
- Bomba de espalda.
- Regla milimétrica.
- Fibra de polipropileno

4.6 Manejo de variables.

Inicialmente se tomo la muestra de suelo para realizar el análisis con el objeto de hacer un plan de nutrición teniendo en cuenta las necesidades nutricionales del cultivo.

Luego se procedió con la mecanización del suelo, 1 pase de rastra, aplicación de correctivos y posterior elaboración de surcos.

Siembra manual de las semillas tratadas previamente con Vitavax, con bomba de espalda se realizo una aplicación con herbicida para control de arvenses.

Labores de manejo y fertilización

- Aplicación de insecticida para control de insectos plaga dentro de las parcelas que interfieren con el trabajo de investigación.
- Aplicación de fungicida para control de patógenos dentro de las parcelas que interfieren con el trabajo de investigación.
- Fertilización 1.
- Fertilización 2.

4.7 Manejo agronómico

Para la realización de este ensayo se tuvo en cuenta diversos factores influyentes en el sistema agrícola, como las condiciones de suelo valoradas en un análisis del mismo, ajustando su nutrición al análisis de suelo, fraccionada en 2 aplicaciones durante el ciclo del cultivo y haciendo aplicaciones químicas para el manejo sanitario típico del cultivo. Todo esto con el fin de obtener de la forma más precisa los resultados específicos de producción de grano de girasol en condiciones de suelos de la Universidad de los Llanos.

4.8 Cronograma.

.

Tabla 7. Cronograma de Actividades

Actividad	Semana																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Toma de muestra de suelo	X																
Preparación del terreno		x															
Trazado del lote			X														
División de parcelas			X														
Elaboración de surcos				X													
Aplicación de Cal Dolomita				X													
Drenaje						X											
Aplicación de pre-emergente						X											
Siembra							X										
Fertilización #1								X									
Aplicación de insecticida									X								
Fertilización con menores										X							
Aplicación de fungicida										X							
Fertilización #2													X				
Cosecha																X	
Toma de datos																x	
Análisis de datos																	x

Fuente: El Autor.

5. Análisis Estadístico.

Los datos colectados de las variables fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANAVA) y prueba de comparación de Duncan (5%). Mediante el uso del programa estadístico Infostat.

6. Análisis de Resultados.

La recolección de los datos se llevó a cabo en el mes de junio del año 2014, una vez el cultivo de girasol se encontraba en la etapa fisiológica R9 y fueron tomados en un único momento y no corresponden a un seguimiento fenológico, sino a la medición de las variables estudiadas una vez la planta alcanzo fase de recolección los datos fueron consignados y procesados teniendo en cuenta elementos de producción tales como peso de capitulo fresco y seco, peso de semillas secas y el número de semillas.

6.1 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*.

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso de la raíz en fresco, en el cual el tratamiento dos (2) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 8. Análisis de la varianza de peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	505,56	2	252,78	4,36	0,0161	18,53%
Replica	1093,98	2	546,99	9,44	0,0002	
Sub muestra	65,63	9	7,29	0,13	0,9989	
Error	4403,48	76	57,94			
Total	6068,65	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 9. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso fresco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 57,9405 gl: 76

Tratamiento	Medias	n		
3,00	38,83	30	A	
1,00	40,04	30	A	
2,00	44,35	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso fresco de raíz expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento dos (2), que corresponde a la distancia de siembra de 0,20 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 62.500 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 44,35 gr de peso fresco de raíz, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

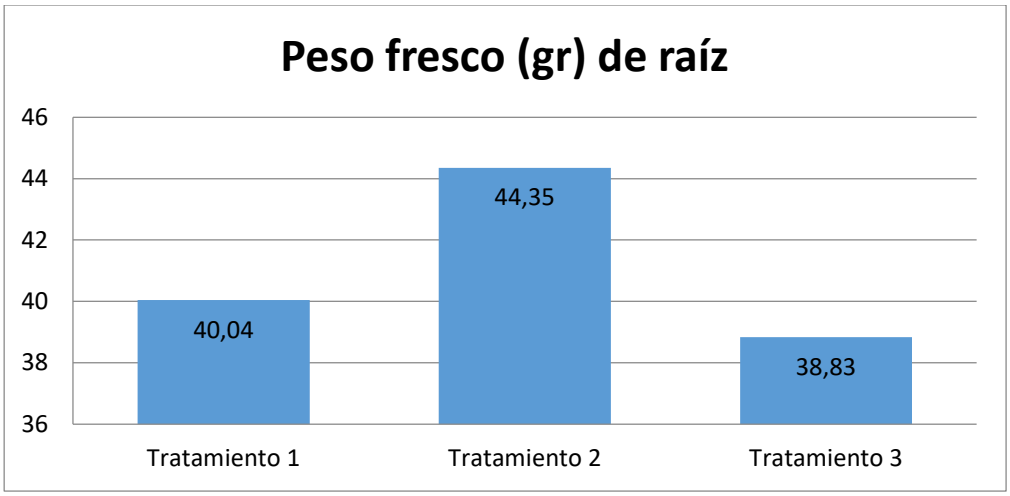

Figura 9. Valores medios del peso fresco de raíz expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.
Fuente: El autor.

6.2 Evaluación de la variable peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico, las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso seco de la raíz, en el cual el tratamiento dos (2) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) de 16,13% consignada en la tabla, indica una baja dispersión de datos.

Tabla 10. Análisis de la varianza de peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	55,41	2	27,70	8,65	0,0004	
Replica	162,28	2	81,14	25,32	<0,0001	
Sub muestra	19,64	9	2,18	0,68	0,7236	16,13%
Error	243,55	76	3,20			
Total	480,87	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 11. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso seco (gr) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error:3,2045 gl:76				
tratamiento	Medias	n		
1,00	10,40	30	A	
3,00	10,70	30	A	
2,00	12,19	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.
Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso seco de raíz expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento dos (2), que corresponde a la distancia de siembra de 0,20 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 62.500 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 12,19 gr de peso seco de raíz, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

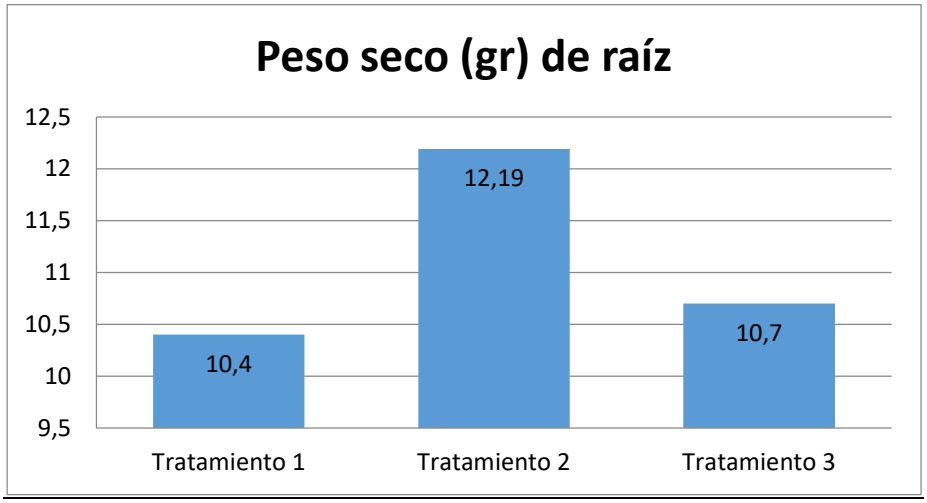

Figura 10. valores medios del peso seco de raíz expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.
Fuente: El autor.

6.3 Evaluación de la variable longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en la longitud (cm) en el cual el tratamiento uno (1) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento dos (2) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 12. Análisis de la varianza de Longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	56,62	2	28,31	6,75	0,0020	
Replica	106,96	2	53,48	12,76	<0,0001	9,74%
Sub muestra	5,73	9	0,64	0,15	0,9977	
Error	318,64	76	4,19			
Total	487,96	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 13. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Longitud (cm) de raíz por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 4,1927 gl: 76

tratamiento	Medias	n		
1,00	19,93	30	A	
2,00	21,33	30		B
3,00	21,80	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios de longitud de raíz expresado en centímetros para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento uno (1), que corresponde a la distancia de siembra de 0,25 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 50.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue inferior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 19,93 cm de longitud de raiz, los

tratamientos dos (2) y tres (3) con valores de 21,33 cm y 21, 80 cm respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

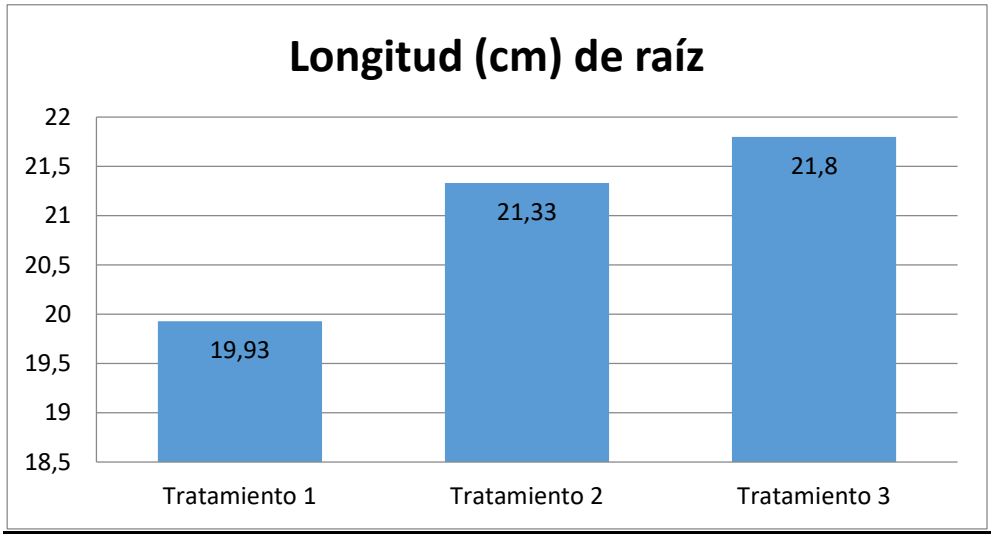

Figura 11. valores medios longitud de raíz expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*.
Fuente: El autor.

6.4 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*.

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso fresco (gr) de tallo, en el cual el tratamiento tres (3) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y dos (2), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 14. Análisis de la varianza de Peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	4049,12	2	2024,56	5,46	0,0061	
Replica	3164,91	2	1582,45	4,26	0,0176	
Sub muestra	888,71	9	98,75	0,27	0,9818	17,36%
Error	28205,40	76	371,12			
Total	36308,14	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 15. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso fresco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 371,1237 gl: 76			
Tratamiento	Medias	n	
1,00	105,96	30	A
2,00	106,51	30	A
3,00	120,46	30	B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.
Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso fresco de tallo expresado en centímetros para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento tres (3), que corresponde a la distancia de siembra de 0,16 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 75.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 120,46 centímetros longitud de raíz, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

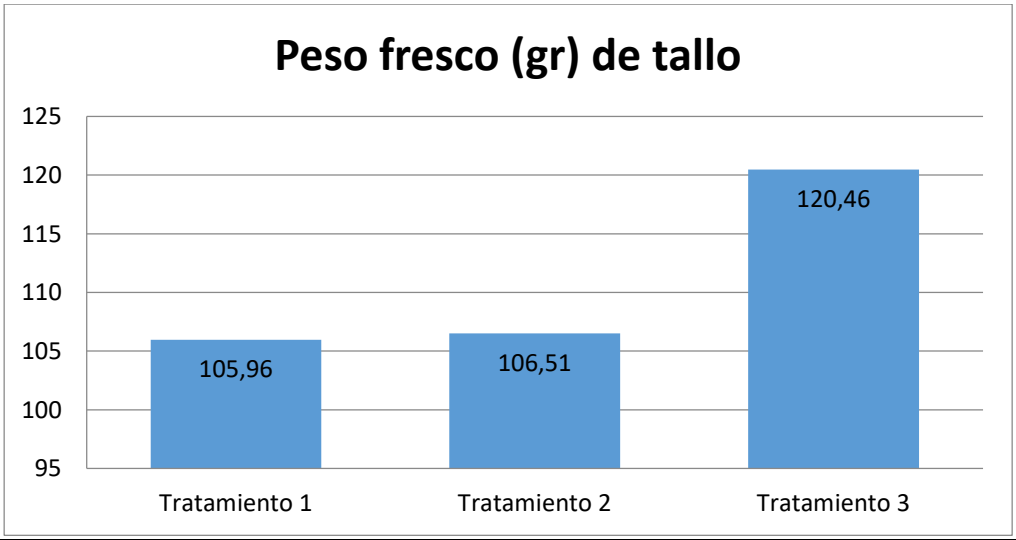

Figura 12. valores medios del peso fresco de tallo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.5 Evaluación de la variable peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico, las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso seco de la raíz, en el cual el tratamiento tres (3) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y dos (2), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 16. Análisis de la varianza de peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	1628,92	2	814,46	13,01	<0,0001	
Replica	1827,39	2	913,69	14,59	<0,0001	
Sub muestra	54,93	9	6,10	0,10	0,9996	21,52%
Error	4759,21	76	62,62			
Total	8270,45	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 17. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable peso seco (gr) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 62,6212 gl: 76			
tratamiento	Medias	n	
1,00	33,48	30	A
2,00	34,05	30	A
3,00	42,78	30	B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso seco de tallo expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento tres (3), que corresponde a la distancia de siembra de 0,16 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 75.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), mostro valores superior

estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 42,78 gr de peso seco de tallo, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

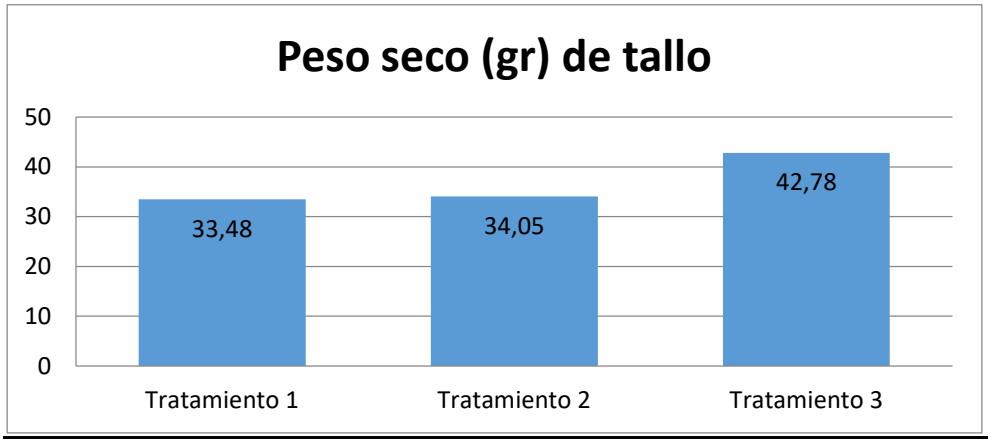

Figura 13. Valores medios del peso seco de tallo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.6 Evaluación de la variable longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en la longitud (cm) de tallo, en el cual el tratamiento tres (2) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y dos (2), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 18. Análisis de la varianza de Longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	1620,59	2	810,29	17,23	<0,0001	
Replica	372,58	2	186,29	3,96	0,0231	
Sub muestra	91,92	9	10,21	0,22	0,9912	7,40%
Error	3574,01	76	47,03			
Total	5659,10	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 19. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable longitud (cm) de tallo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 47,0264 gl: 76			
tratamiento	Medias	n	
1,00	89,61	30	A
2,00	89,69	30	A
3,00	98,65	30	B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.
Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios la longitud de tallos expresado en centímetros para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento tres (3), que corresponde a la distancia de siembra de o,16 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 75.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 98,65 cm de longitud de tallo, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

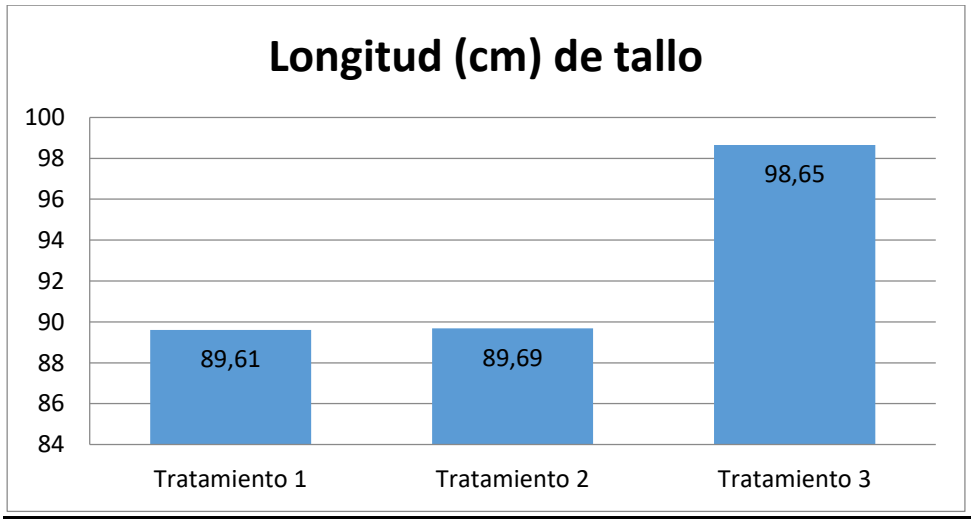

Figura 14. Valores medios longitud de tallo expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.7 Evaluación de la variable peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso seco de hojas secas, en el cual el tratamiento uno (1) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento dos (2) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 20. Análisis de la varianza de Peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	89,57	2	44,78	41,07	<0,0001	
Replica	48,64	2	24,32	22,30	<0,0001	18,39%
Sub muestra	6,26	9	0,70	0,64	0,7610	
Error	82,88	76	1,09			
Total	227,34	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 21. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso seco (gr) de hojas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 1,0905 gl: 76

tratamiento	Medias	n		
1,00	4,27	30	A	
2,00	6,33	30		B
3,00	6,43	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso seco de hojas expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento uno (1), que corresponde a la distancia de siembra de 0,25 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 50.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue inferior estadísticamente a los

demás tratamientos con un valor de 4,27 gr de peso fresco de raíz, los tratamientos dos (2) y tres (3), con valores de 6,33 gr y 6,43 gr, respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

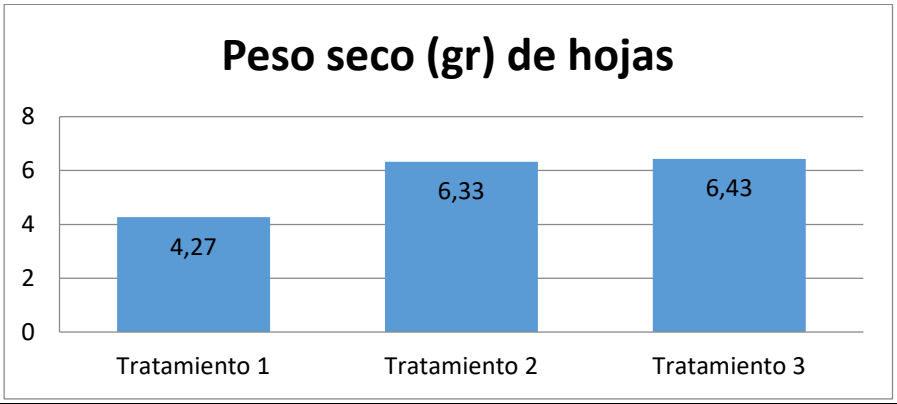

Figura 15. Valores medios del peso seco de hojas expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.8 Evaluación de la variable peso fresco (gr) de capitulo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico, las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso fresco de capitulo, en el cual el tratamiento tres (3) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y dos (2), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 22. Análisis de la varianza de Peso (gr) de capitulo en fresco para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	17762,01	2	8881,01	6,94	0,0017	
Replica	12091,41	2	6045,71	4,72	0,0117	
Sub muestra	1688,64	9	187,63	0,15	0,9980	14,55%
Error	97305,85	76	1280,34			
Total	128847,91	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 23. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso (gr) de capitulo en fresco por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 1280,3402 gl: 76			
tratamiento	Medias	n	
3,00	227,94	30	A
1,00	247,47	30	B
2,00	262,24	30	B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.
Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso fresco de raíz expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento tres (3), que corresponde a la distancia de siembra de 0,16 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 75.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue inferior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 227,94 gr de peso fresco de capitulo, los tratamientos uno (1) y dos (2) con valores superiores de 247,47 y 262,24 respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre si para esta variable.

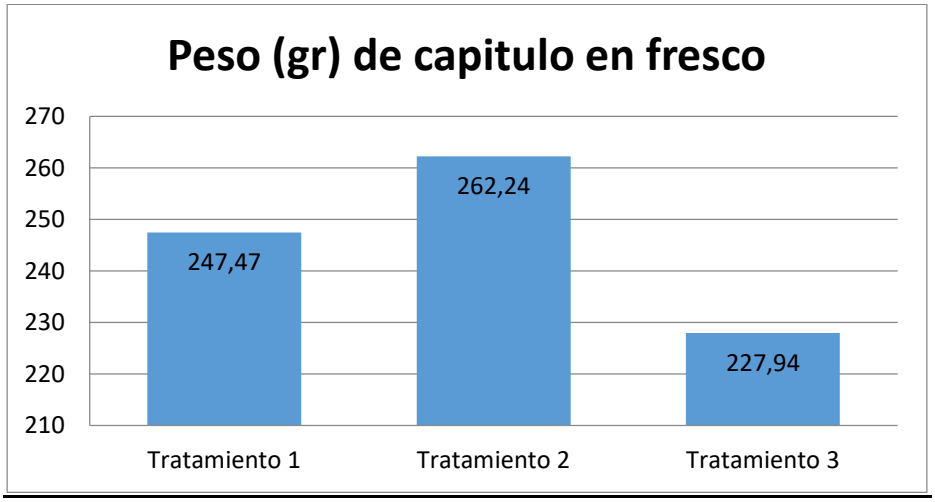

Figura 16. Valores medios del peso fresco de capitulo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.9 Evaluación de la variable peso seco (gr) de capitulo por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*.

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso seco de capitulo, en el cual el tratamiento dos (2) presento valores estadísticamente diferentes al tratamiento tres (3), compartiendo diferencias significativas con el tratamiento uno (1), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 24. Análisis de la varianza de Peso seco(gr) de capitulo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	13904,44	2	6952,22	4,06	0,02211	
Replicas	1502,94	2	751,47	0,44	0,6461	
Sub muestra	162,17	9	18,02	0,01	<0,9999	29,33%
Error	130021,53	76	1710,81			
Total	145591,09	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 25. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso seco(gr) de capitulo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 1710,8096 gl: 76

tratamiento	Medias	n		
3,00	127,38	30	A	
1,00	138,22	30	A	B
2,00	157,44	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso seco de capitulo expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento dos (2), que corresponde a la distancia de siembra de 0,20 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 62.500 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente al tratamiento tres (3), y estadísticamente similar al tratamiento uno (1), con los valores de 127,38 gr y 138,22 gr, respectivamente, los tratamientos uno (1) y dos (2) presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

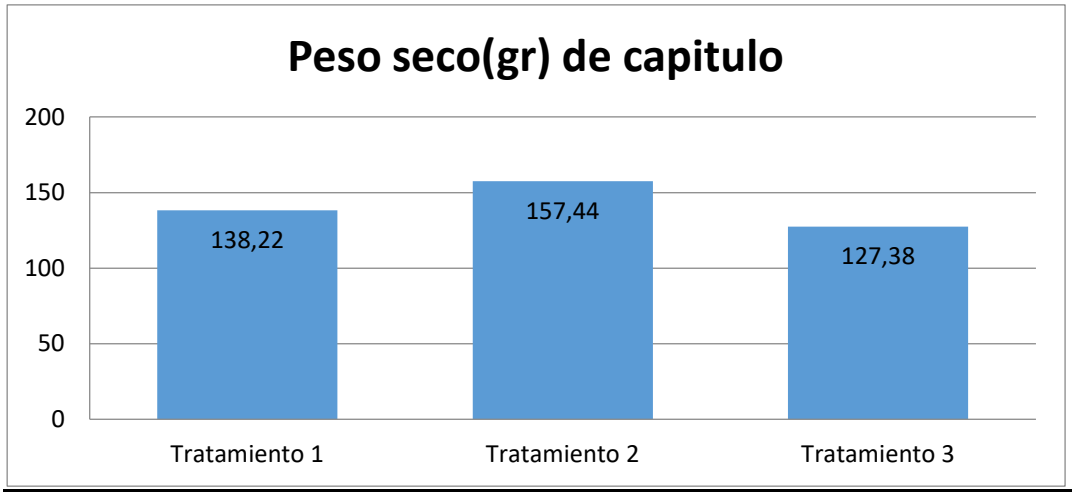

Figura 17. Valores medios del peso seco de capitulo expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.10 Evaluación de la variable diámetro (cm) de capitulos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el diámetro (cm) de capítulos, en el cual el tratamiento dos (2) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 26. Análisis de la varianza de los diámetros (cm) de capítulos para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	77,16	2	38,58	18,49	<0,0001	
Replica	46,31	2	23,16	11,10	0,0001	
Sub muestra	6,51	9	0,72	0,35	0,9559	9,36%
Error	158,60	76	2,09			
Total	288,58	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 27. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable diámetro (cm) de capitulo lo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 2,0868 gl: 76

Tratamiento	Medias	n		
2,00	14,19	30	A	
3,00	15,72	30		B
1,00	16,41	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios de los diámetros de capitulo por planta expresado en centímetros para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento dos (2), que corresponde a la distancia de siembra de 0,20 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 62.500 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue inferior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 14,1930 cm de diámetro de capitulo, los tratamientos uno (1) y dos (2) que registraron valores de 16,41 cm y 15,72 cm, respectivamente, estos últimos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

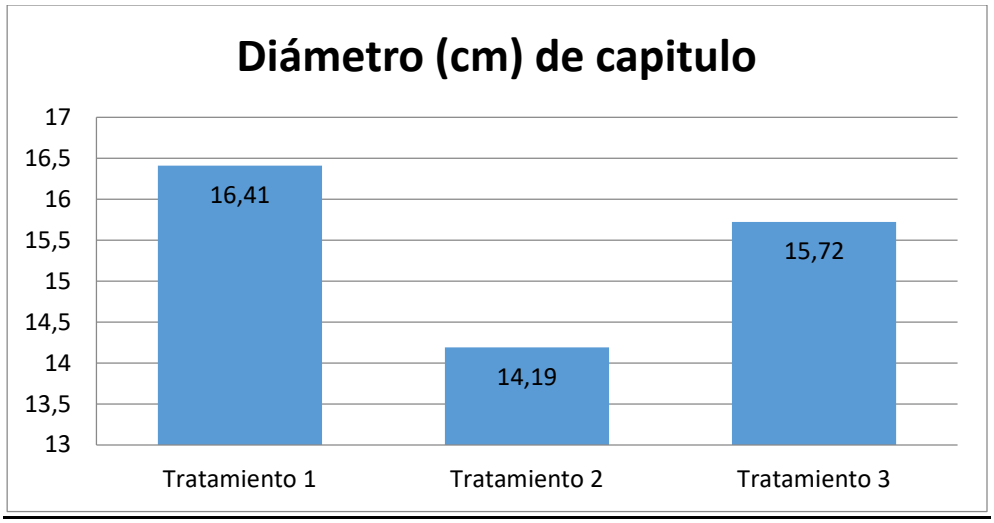

Figura 18. Valores medios de diámetro de capitulo expresado en centímetros por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*
Fuente: El autor.

6.11 Evaluación de la variable peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L*.

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el peso de semillas por planta, en el cual el tratamiento dos (2) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento uno (1) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 28. Análisis de la varianza de Peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	3871,41	2	1935,70	26,90	<0,0001	
Replica	462,17	2	231,08	3,21	0,0458	
Sub muestra	136,68	9	15,19	0,21	0,9921	16,18%
Error	5469,60	76	71,97			
Total	9939,85	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 29.

Tabla 29. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable Peso (gr) de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 71,9685 gl: 76			
Tratamiento	Medias	n	
1,00	47,24	30	A
3,00	48,35	30	A
2,00	61,67	30	B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del peso de semillas por planta expresado en gramos para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento dos (2), que corresponde a la distancia de siembra de 0,20 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 62.500 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue superior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 61,67 gr de peso semilla por planta, los tratamientos uno (1) y dos (2) no presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

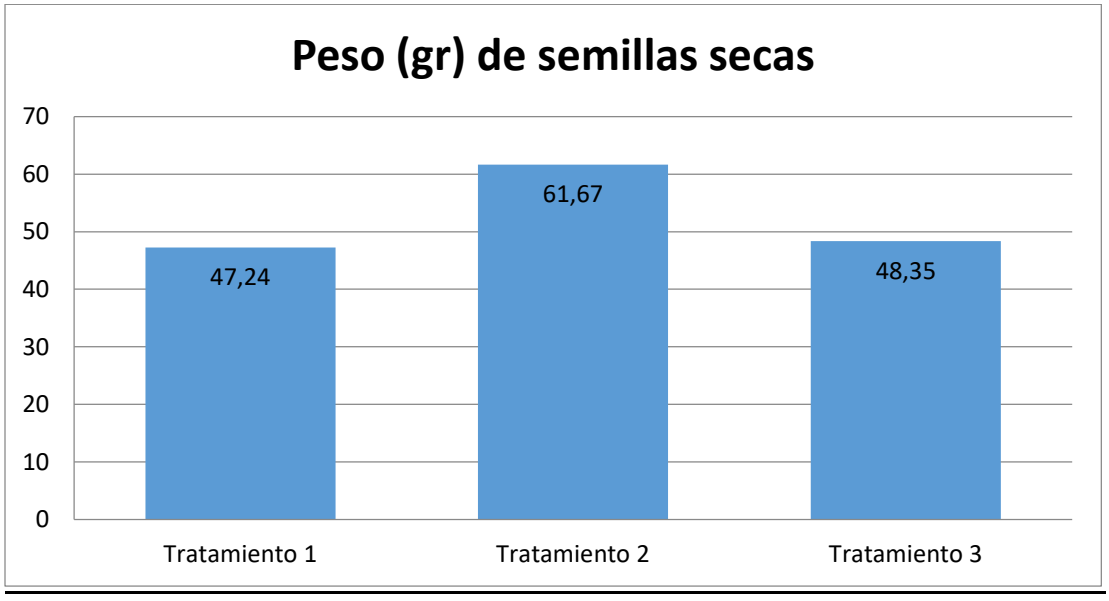

Figura 19. Valores medios del peso de semillas secas expresado en gramos por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Fuente: El autor.

6.12 Evaluación de la variable producción de granos (kg/ha) para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en la producción de granos de girasol, en el cual el tratamiento uno (1) presento valores estadísticamente diferentes a los tratamiento dos (2) y tres (3), el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 30. Análisis de la varianza de producción de granos de girasol (kg/ha) para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	38769641,25	2	19384820,63	73,86	<0,0001	
Replica	1760264,28	2	880132,14	3,35	0,0402	
Sub muestra	410706,28	9	45634,00	0,17	0,9962	15,61%
Error	19945518,51	76	262441,03			
Total	60886130,07	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 31. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable producción (kg/ha) lo para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 262441,0330 gl: 76				
tratamiento	Medias	n		
1,00	2362,17	30	A	
3,00	3625,93	30		B
2,00	3854,67	30		B

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios de producción de granos de girasol expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha) para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento uno (1), que corresponde a la distancia de siembra de 0,25 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 50.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre

surcos), fue inferior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 2362 kg/ha de peso fresco de raíz, los tratamientos dos (2) y tres (3) registraron valores superiores de 3854,67 kg/ha y 3625,93 kg/ha, respectivamente. Estos últimos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre si para esta variable.

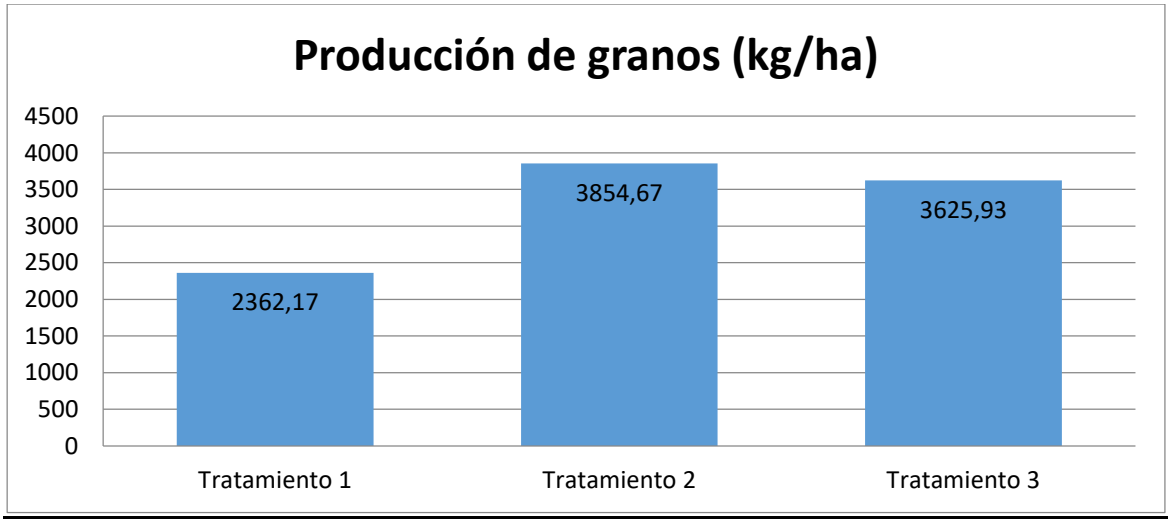

Figura 20. Valores medios de producción de granos expresado en kg/ha por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

6.13 Evaluación de la variable número de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*

Según el análisis estadístico, las distancias utilizadas en el ensayo presentaron diferencias significativas en el número de semillas por planta, en el cual todos los tratamientos presentaron diferencias significativas, el coeficiente de variación (CV) en la tabla que presenta la varianza indica una baja dispersión de datos.

Tabla 32. Análisis de la varianza de la variable numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor P	C.V
Tratamiento	113423,27	2	56711,63	28,44	<0,0001	
Replica	20532,27	2	10266,13	5,15	0,0080	
Sub muestra	5619,73	9	624,41	0,31	0,9684	7,87%
Error	151567,13	76	1994,30			
Total	291142,40	89				

Fuente: El Autor.

Tabla 33. Test de Duncan Alfa (5%), de la variable numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol Helianthus annus L.

Error: 1994,3044 gl: 76

Tratamiento	Medias	n			
3,00	525,90	30	A		
1,00	563,87	30		B	
2,00	612,63	30			C

Letras diferentes significa diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: El Autor.

En la siguiente figura se presentan los valores medios del numero de semilla por planta para los tres tratamientos utilizados, en la cual el tratamiento uno (1), que corresponde a la distancia de siembra de 0,25 mt entre plantas, equivalente a una densidad poblacional de 50.000 plantas/ha (con distancia de 0,8 mt entre surcos), fue inferior estadísticamente a los demás tratamientos con un valor de 564,87 semillas por planta, siendo el tratamiento dos (2) el que presento valores superiores 612,63 semillas por planta. Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí para esta variable.

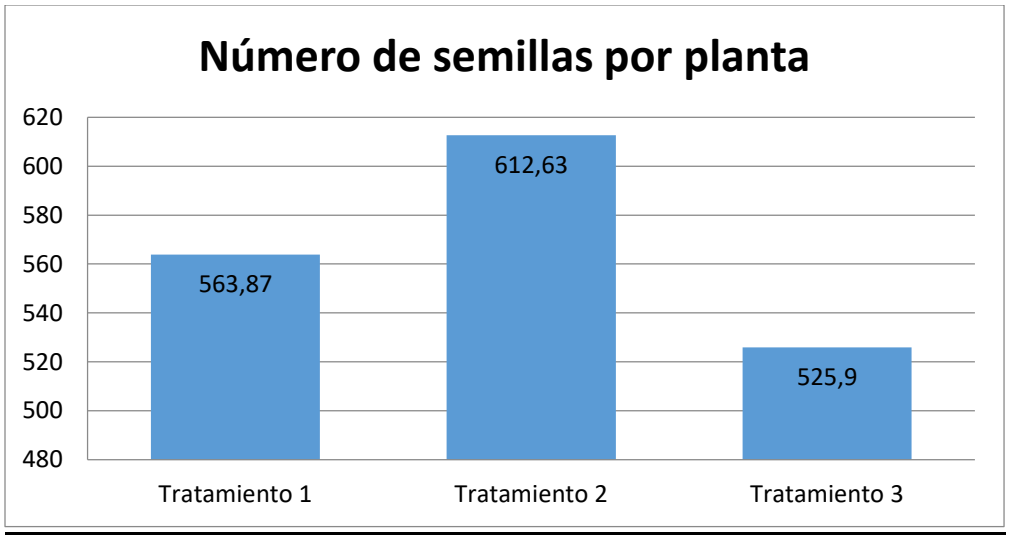

Figura 21. Valores medios de numero de semillas por planta para tres distancias de siembra en el cultivo de girasol *Helianthus annus L.*
Fuente: El autor.

7. Conclusiones.

Se compararon tres distancias de siembra para el cultivo de girasol (*Helianthus annus L.)* para la producción de aceite, dando como resultado el tratamiento dos (2) los mayores valores para las variables de producción, tales como peso de capítulos, numero de granos por plantas, peso de granos por planta y peso de granos por hectárea. La producción en ton/ha obtenida en el ensayo fue superior a la reportada por otros estudios y rendimientos que han sido registrado tales como los expuestos por Ruiz (2012) de 2,13 ton/ha y el IICA (1988) de 3 ton/ha.

El tratamiento uno (1) presento los valores más bajos para las variables de producción, tales como peso de capítulos, numero de granos por plantas, peso de granos por planta y peso de granos por hectárea.

Para las variables relacionadas con el desarrollo vegetativo todos los tratamientos presentaron diferencia significativas, sin embargo no se puede concluir con exactitud que tratamiento genero mayor o menor desarrollo.

Las plantas que presentaron mayor peso de raíz reportaron los valores más altos, estadísticamente significativos en peso de capítulos, peso de semillas, producción de granos y numero de semillas, destacándose considerablemente y por encima de los demás tratamientos el numero dos (2).

Las plantas con menor longitud de raíz presentaron menor producción de granos en kg/ha. La producción de granos por planta fue mayor en el tratamiento uno (1) y a escala de una hectárea, teniendo en cuenta los valores de densidad poblacional los cuales difieren para cada

tratamiento, sigue siendo 0,25 mt (50.000 plantas/ha) la distancia que menor producción por área presenta, y el tratamiento dos (2) con distancia entre plantas de 0,20 mt (62.500 plantas/ha) el que mayores valores presento para las variables de producción de granos por hectárea y numero de granos por planta, sin embargo, estadísticamente no tiene diferencias significativas con el tratamiento tres (3) el cual presento valores intermedios entre los otros dos tratamientos.

El numero de semillas por plantas tuvo diferencias significativas entre todos los tratamientos, siendo el tratamiento dos (2) el que mostro un mayor número de granos por planta y el tratamiento tres (3) el valor más bajo.

La producción de granos de girasol, que presento el ensayo, varía entre 2362,17 kg/ha y 3854,67 kg/ha, los cuales son valores superiores a los expresados por algunos autores sobre del comportamiento del rendimiento en lotes que han sido tratados con diferentes dosis de P y K, en trabajos que corresponden al estudio en la fertilización del cultivo (Bigler, 2012.).

El presente trabajo arroja como resultado una coincidencia de el valor más alto que se presenta para las variables de producción de grano por planta, producción de grano por hectárea y numero de granos por planta para el tratamiento dos (2), sin embargo no se puede dar por hecho que el numero de granos producidos por una planta, este directamente relacionado con la producción de granos por hectárea, expresado en peso, pues se debe tener en cuenta factores como porcentaje de humedad, contenido de ácidos grasos y solubles y tamaño de la testa en la semilla, dichos factores no se contemplan en el presente ensayo.

8. Recomendaciones.

Se recomienda la realización de ensayos que evalúen la influencia de distancias de siembra sobre porcentaje de aceite en granos para el cultivo de girasol (*Helianthus annus L.)* debido a que los resultados arrojados por esta investigación no tuvieron en cuenta el volumen de producción de aceite de acuerdo al peso obtenido de los granos.

Se recomienda la realización de nuevos estudios acerca de la influencia de las distancias de siembra en el desarrollo vegetativo, fenológico y producción de aceite en el cultivo de girasol (*Helianthus annus L.)* con distancias entre surcos diferentes a 0.8 mt ya que esta variación puede influir en características morfológicas y productivas de la planta debido al área de aprovechamiento de nutrientes disponible para esta.

Lista de referencias.

Aguilar, Escalante, Rodriguez, & Fucikovsky. (2002). Materia seca, rendimiento y corriente geofitoeléctrica en girasol. Terra Mexico, 20, pp 277-284.

Avila, J. 2009. Manual para el cultivo de girasol. Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas.

Bastidas, G. (1986). El girasol un cultivo con futuro. ASIAVA., 11, pp. 10-11.

Bastidas, G. (1986). Experiencias del girasol en Colombia. En Sección de Leguminosas de grano y Oleaginosas Anuales(pp 70-77). CNI Palmira: ICA.

Bastidas, G. (1989). Informe del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. ICA. Palmira (mimeografiado).

Bastidas. 1994. Origen, Historia e Investigación del Girasol en Colombia en el cultivo de Girasol. ICA-COMALFI – Documento de trabajo. 56 – 031 – 86, p. 1-10

Bastidas. G. 1988. Plan Nacional de Investigación en Girasol. 1989-1993. ICA. Programa Nacional de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Documento de trabajo.

Bedmar, F. 1999. Control de malezas en el cultivo de girasol. Cuaderno de Actualización Técnica. No 62. pp: 48-59.

Bigler, D.. (2012). Consideraciones Generales del Cultivo de Girasol. Febrero 15. 2015, de Dow AgroSciences Paraguay S.A. Sitio web: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0518/0901b80380518f26.pdf?filepath=py/pdfs/noreg/013-84001.pdf&fromPage=GetDoc

Blamey FPC, Edwards DG, Asher CJ. 1987. Nutritional disorders of sunflowers. St. Lucia, Australia. Departament of Agriculture. University of Queensland.

Canales, E. 2004. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de girasol (Helianthus annuus L.), sembrado en Cocula, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 45 p.

Cedeño, J. 1986. Origen, botánica, requerimientos edafo-climáticos y características agronómicas de los cultivares comerciales del girasol. I curso sobre el cultivo de girasol. Maturin. Venezuela. FONAIAP. P. 8-10

Cordido, L. 2013 Efecto de la densidad de siembra y ambiente, sobre el rendimiento de tres híbridos de maíz de siembra tardía en el oeste arenoso, provincia de buenos Aires. Pontificia Universidad Católica de Argentina.

FAO. 2013. Documento de debate sobre una propuesta para la enmienda de la norma del codex sobre aceites vegetales especificados para girasol. codex stan 210 . Argentina. 2013.

Garcia, A. 2004. Densidad de población en girasol sembrado en Ixtapan de la Sal, estado de México. Tesis de licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 47 p.

Gonzalez, A. Kafarov, V. Guzman A. 2009. Desarrollo de métodos de extracción de aceites en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. Colombia. P. 54

IICA. (1988). Desarrollo Regional Agropecuario del Noreste del Uruguay. Uruguay: Fondo Simon Bolivar.

INFOAGRO.2014 El Cultivo de Girasol (Helianthus annuus L.). Disponible en Wolrd Wide web:http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol.htm.

Kirk-Othmer, 1994. Encyclopedy of chemical technology, "Vegetable Oils".

Loomis, R y D, Connor. 2002. Ecología de Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa S.A., Madrid, España.

Mancilla, L. 1990. Estudio agronómico del cultivo del girasol. Editorial América. Caracas-Venezuela. I Edición. 61p

Mazzani, B. 1963. Plantas oleaginosas. Barcelona-Madrid. Salvat editores. 433p.

Melean, J. 2007 Manual para el Cultivo de Girasol, Instituto nacional de Investigaciones agrícolas centro de Investigaciones agrícolas del estado Portuguesa p. 11.

Ortegon, A. Técnicas de producción. El girasol. México: Trillas, 1993. P 26

P.A.A.T. 1992. Guía Técnica del Manejo Integrado de Ajonjoli, MAG – GTZ. Managua, Nicaragua. 35 p.

Rojas, I. 1989. Diagnóstico de las enfermedades que atacan al girasol (Helianthus annuus) en Macay y localidades adyacentes. Tesis de grado presentada ante la UCV, FAGRO Escuela de agronomía, para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Maracay. 116p.

Ruiz, T., Villalba, M., Vera, C., (2012). Análisis de la producción del girasol (Helianthus annus L.) y subproductos en el distrito de Yby Yaú, Departamento de Concepcion. P. 4

Samuel, M. 1974. Efectos de la densidad de siembra en girasol. Memorias Segunda Reunión Nacional de Girasol, Buenos Aires, Argentina. pp. 29-44.

Trapani, N. 1999. Desarrollo, crecimiento y generación del rendimiento del girasol. Cuaderno actualización técnica Nº 62. Consorcio regional de actualización técnica. CREA 6-13.

Trapani, N. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en girasol. En: Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomia. UBA.

Vasquez, .G. 2003. Densidad de población en girasol (Helianthus annuus L.). Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Guerrero, México. 37 p.

Villarroel, D. 1986. Requerimientos agroecológicos y manejo agronómico del cultivo de girasol. I Curso sobre el cultivo del girasol. Maturín, Venezuela. FONAIAP. p. 13-18.

Voinea, S.1976.Cuatro años de investigación en girasol (1973-1976). Publicación Miscelánea No 1 (CIARCO-FONAIAP) 43 p.

Weber , C.F., Shibles , F. M., y Byth, D.E. Efect of plant population and row spacing on soybeans development and production. Agron J. 58:99-102.1996.

.