

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción de Girasol Ornamental, Considerando Presiembra, Capacidad de Extracción de Fertilizantes y Uso de Humatos

Por:

YOAV Yael HERNÁNDEZ PEÑA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Agosto, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de Girasol Ornamental, Considerando Presiembra, Capacidad de Extracción de Fertilizantes y Uso de Humatos

Por:

YOAV Yael HERNÁNDEZ PEÑA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal

M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez
Coasesor

Dr. Erika Nohemi Rivas Martínez
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Agosto, 2022



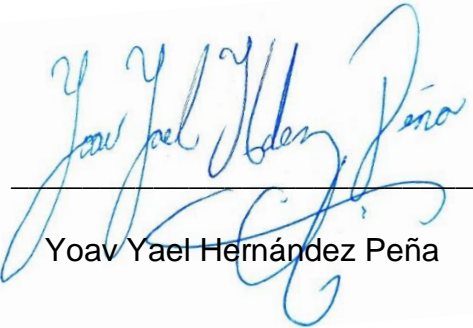
DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Yoav Yael Hernández Peña

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater gracias por darme un lugar en tus aulas y ofrecerme las herramientas necesarias para poder culminar mi carrera profesional.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. **Leobardo Bañuelos Herrera** por todo el apoyo que me ha brindado durante mi formación académica, por todos consejos y experiencias compartidas que me ayudaron a ser mejor como persona, además de verlo como un mentor también es un amigo.

A la Dra. Blanca Elizabeth Zamora Martínez gracias por el apoyo con sus asesorías y conocimientos para poder concluir con este trabajo de tesis, así mismo reconocerle la dedicación y disciplina con la que ejerce su trabajo como maestra, que forjan alumnos para un buen futuro.

A mi tía María Elena García Cano gracias por todo tu apoyo y esfuerzo que me brindaste cuando recién empezaba con mi educación académica.

A mi tía Catalina Hernandez Peña gracias por el cariño que me ofreciste, por el apoyo que me brindaste y por creer en mi en todo momento, siempre te llevare en mi corazón.

A mis Amigos Hazael Cortez, Saulo Cortez, Alberto CM, Josmar Trejo, Balam Hernandez, Javier Santiago y José María Zamora, agradecerles por todo su apoyo que me ofrecieron durante mi etapa universitaria, gracias por todas las experiencias vivida que fueron de buen agrado, pero, sobre todo por contar con ustedes cuando me encontraba en situaciones difíciles.

DEDICATORIA

A mi madre Florencia Hernández Peña.

Gracias por todo tu amor incondicional que me has dado en todo momento, por siempre creer en mí aun cuando pasaba por malos momentos, sabes que para mí eres mi mayor ejemplo a seguir, porque nadie más que tú me has enseñado que todo es posible cuando uno se lo propone. TE AMO MAMA.

A mi abuelo Adrián Hernández Hernández y a mi tío Patricio Hernández Hernández

Mencionarles que me siento afortunado de tenerlos en mi vida, agradecerles por todo su apoyo y consejos dados que me forjaron a ser mejor persona, son un ejemplo a seguir.

Mayeli Tapia Zavala

Gracias por estar conmigo en esta etapa importante de mi vida, alentándome en todo momento y contar contigo cuando más lo necesito.

RESUMEN

Actualmente en México producir especies ornamentales, es una actividad de sector agrícola que genera mejor ingreso económico al productor. El interés por cultivar el girasol para flor de corte, se debe, a que recientemente ha tenido una importante relevancia en el mercado, gracias a su belleza física y su vibrante color amarillo que presenta su inflorescencia es fácil comercializarla. Uno de los principales problemas que presentan los floricultores, es la falta de asesoramiento sobre el manejo de fertilizantes, debido a que, durante el desarrollo y crecimiento de los cultivos, el productor suministra altas cantidades de fertilizantes, esto ocasionando que con el tiempo se presente pérdida de fertilidad del suelo, contaminación de mantos acuíferos, así como la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. El objetivo de trabajar con este experimento, fue evaluar la calidad del girasol para uso ornamental (flor de cortada) con la aplicación de fertilización de presembrado, diferentes capacidades de extracción de fertilizantes y el uso de humatos. Este trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, atrás del edificio ‘La Gloria’; la siembra se realizó el día 6 de abril del año 2020, con arreglo topológico de la siembra de 15 cm entre planta y planta a hilera simple con distancia entre surcos de 90 cm. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial AXBXC (2x5x3), se obtuvo un total de 30 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, dando un total de 90 unidades experimentales, se evaluaron 3 factores: A (fertilización de presembrado), factor B (capacidad de extracción de fertilizantes) y factor C (dosis de humatos). Las variables a evaluar fueron diámetro de tallo (DT), altura de la planta (AP), diámetro de inflorescencia (DI), longitud de pétalo (LP), número de pétalos (NP) y días a cosecha (DaC). Los resultados obtenidos indican que diámetro de tallo aumentó hasta un 3.6 % cuando se aplica fertilización de presembrado, para las diferentes capacidades de extracción, se registró que, en función del aumento, el diámetro del tallo fue mayor hasta 2.57% para dosis altas. La altura de las plantas de girasol fue superior cuando no se empleó una fertilización de presembrado, para las diferentes capacidades de extracción se registró que dosis por encima de 250 kg de fertilizante/Ha/año disminuye hasta 9.6%, esto ocurre cuando se maneja una capacidad de extracción de 1000 kg de fertilizante/Ha/año. El diámetro de la inflorescencia al manejar capacidades de extracción de 0 y 250 kg de fertilizante/Ha/año lograron mayor diámetro del capítulo con una diferencia porcentual de 4.09% y 3.80% al compararlo cuando se manejó unas dosis altas de fertilizantes, de la misma manera el uso de humatos favoreció al tamaño del capítulo, debido a que cuando se dosificó a 0.1 de cc de humatos/L se logró aumentar porcentualmente 1.84% el diámetro de la inflorescencia. La longitud de los pétalos fue menor cuando se aplicó fertilización de presembrado, además que conforme se aumentó la capacidad de extracción de fertilizantes, la longitud del pétalo disminuyó hasta 6.07%, esto ocurre con unas dosis altas de fertilizantes. Para la variable días a cosecha, se obtuvo que al manejar una fertilización de presembrado logró adelantar marginalmente el punto de cosecha, con una diferencia de 0.9 días de cuando esta no se usó.

Palabras clave: Girasol, Fertilización de presembrado, Extracción de fertilizante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	3
Objetivo específico.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes del cultivo.....	4
2.2. Descripción botánica.....	4
2.2.1. Raíz	4
2.2.2. Tallo.....	5
2.2.3. Hoja.....	5
2.2.4. Inflorescencia.....	5
2.2.5. Fruto	6
2.2.6. Fecundación.....	7
2.2.7. Polinización.....	7
2.2.8. Heliotropismo.....	7
2.3. Clasificación taxonómica.....	7
2.4. Condiciones climáticas y edáficas.....	8
2.4.1. Suelo	8
2.4.2. Luz	8
2.4.3. Temperatura	9
2.4.4. Humedad Relativa	9
2.4.5. CO ₂	9
2.4.6. Altitud.....	10
2.4.7. Potencial de Hidrogeno (Ph).....	10
2.4.8. Conductividad Eléctrica	10
2.5. Manejo del cultivo.....	10
2.5.1. Siembra.....	11
2.5.2. Densidad de siembra.....	11
2.5.3. Riego	12
2.5.4. Labores culturales.....	12
2.5.5. Fertilización	14
2.6. ¿Qué es la nutrición vegetal?.....	15
2.7. Adsorción y absorción de nutrientes del suelo a la planta.....	15
2.8. Los nutrientes intercambiables	15

2.9. Función de los nutrientes en el desarrollo de la planta.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Ubicación del sitio experimental	27
3.2. Características del sitio experimental	27
3.3. Material genético	28
3.4. Establecimiento del cultivo.....	28
3.4.1. Siembra	29
3.4.2. Fertilización de presiembra.....	29
3.4.3. Fertilización en riego.....	30
3.5. Diseño experimental	30
3.6. Modelo estadístico.....	31
3.7. Descripción de factores.....	31
3.7.1. Factor A (presiembra)	31
3.7.2. Factor B (Capacidad de Extracción)	31
3.7.3. Factor C (Humatos)	31
3.8. Descripción de tratamientos.....	32
3.9. Método de aplicación de los tratamientos.....	34
3.10. Control de plagas y enfermedades.....	35
3.11. Variables evaluadas y su medición.....	35
3.11.1. Diámetro de tallo (DT).	36
3.11.2. Altura de la planta (AP)... ..	36
3.11.3. Diámetro de la inflorescencia (DI).....	36
3.11.4. Número de pétalo (NP).....	36
3.11.5. Longitud del pétalo (LP).....	36
3.11.6. Días a cosecha (DaC)	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Diámetro de tallo (DT).....	37
4.2. Altura de la planta (AP).....	41
4.3. Diámetro de la inflorescencia (DI).....	45
4.4. Número de pétalos (NP).....	50
4.5. Longitud del pétalo (LP).....	52
4.6. Días a cosecha (AP)	56
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES.....	64
LITERATURA CITADA.....	65
CITAS DE WEB.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Plagas que se presenta en el cultivo del girasol.....	13
2.2	Enfermedades que presenta el cultivo del girasol.....	14
2.3	Arnon y Stout (1939) expresan los siguientes elementos. como esenciales para el desarrollo de las plantas.....	15
3.1	Análisis de fertilidad del área del experimento.....	28
3.2	Fertilizantes aplicados en fertilización de presembr.....	29
3.3	Cantidad de fertilizantes utilizados por cada litro de solución madre (tomando de base que 1 cc corresponde a una capacidad de extracción de 250 Kg/Fert/Año)	30
3.4	Descripción de tratamientos.....	32
4.1	Cuadro del registro de cuadrados medios del análisis de varianza para las variables diámetro de tallo (DT), (altura de la planta AP), diámetro de la inflorescencia (DI), días a cosecha (F), numero de pétalos (NP),longitud del pétalo (LP).....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Ubicación del experimento (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila)	27
3.2	Manejo “descalzonado”, consiste en eliminar las primeras hojas basales de la planta.	35
4.1	Influencia en la fertilización de presembrado en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del Girasol ornamental.....	38
4.2	Influencia de las diferentes extracciones de fertilizante en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del Girasol.....	39
4.3	Influencia de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del Girasol ornamental.....	40
4.4	Influencia de la fertilización de presembrado en la variable altura de planta (AP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	42
4.5	Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable altura de la planta (AP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	43
4.6	Influencia de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable Altura de Planta (AP) en el cultivo del girasol ornamental.	44
4.7	Influencia del manejo de fertilización de presembrado con las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable altura de planta (AP) en el cultivo del girasol	45
4.8	Influencia de aplicación de presembrado y sien presembrado en la variable diámetro de inflorescencia (DI) en el cultivo del girasol ornamental.....	46
4.9	Influencia de las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes en la variable diámetro de las inflorescencias (D) en el cultivo del girasol ornamental.	47
4.10	Influencia de la aplicación de diferentes dosificaciones de humatos en la variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del Girasol.....	48
4.11	Influencia del manejo de fertilización de presembrado con las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes en la	

	variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del girasol ornamental.....	49
4.12	Influencia de la fertilización de presembrado en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	50
4.13	Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	51
4.14	Influencia de la aplicación de dosis de humatos en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	52
4.15	Influencia de la fertilización de presembrado en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del Girasol.....	54
4.16	Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del Girasol ornamental.....	55
4.17	Influencia en la aplicación de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del girasol ornamental.....	55
4.18	Influencia de la fertilización de presembrado en la variable días a cosecha (DaC) en el cultivo del girasol ornamental.....	57
4.19	Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable Días a Cosecha (DaC) en el cultivo del Girasol.....	58
4.20.	Influencia de las diferentes capacidades de extracción en relación con el nivel de salinidad en el suelo.....	59
4.21.	Influencia de la aplicación de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable días a cosecha (DaC) en el cultivo del girasol ornamental.....	59
4.22	Influencia del manejo de fertilización de presembrado con las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable días a cosecha (DaC) en el cultivo del girasol ornamental.....	60
4.23	Influencia de fertilización de presembrado y uso de humatos en relación al nivel de salinidad del suelo.....	61
4.24	Influencia del manejo de capacidades de extracción con la aplicación de humatos con relación al nivel de salinidad del suelo.....	61

I.INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus*) es una especie de gran valor comercial en el mundo, por sus características físicas y fisiológicas es utilizada como una especie ornamental y en la industria como materia prima para la fabricación de aceite. Los principales países productores de semilla de Girasol en el 2019 fueron Rusia (27.43%), Ucrania (27.20%), Argentina (6.82%), Rumania (6.37%) y China (4.32%). (INTAGRI, 2020). En el 2019 de acuerdo con los datos de la FAO, México represento el 0.009% de la producción mundial de semilla de girasol con 4,913 ton y colocándolo en 53°, sus principales estados productores fueron Guanajuato (33.24%), Jalisco (28.24%), Sonora (15.60%), Tamaulipas (8.67%) y Edo. México (7.53 %); en la república mexicana son 12 estados productores de este cultivo que representan un valor total de \$34,905,890.00 pesos, (INTAGRI, 2020).

La producción de ornamentales para flor de corte, es una fuente de ingresos muy bien recompensado en México, debido que producir un metro cuadrado de ornamentales, genera mayor valor económico en comparación con producciones como hortalizas o frutales, donde la ganancia que obtiene el productor es menor. Actualmente en México de acuerdo con Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2020, la floricultura es una actividad del sector agrícola que genera más de 250 mil empleos y casi 1 millón de indirectos. El Estado de México concentra el 90% de la floricultura total y es el único estado con el potencial para exportar, el 20% de la producción nacional es destinada a exportación y está valorada en 44 mil millones de dólares americanos anuales. Las principales flores producidas son los crisantemos (11 millones de gruesas), rosas (8 millones de gruesas) y gladiola (5 millones de gruesas), (SAGARPA, 2020).

La producción de Girasol para su uso ornamental en México en el 2019, se registró que se sembraron 650 Ha donde se produjeron 263,721 gruesas con un valor total

\$ 79,505,610.00 pesos; sus principales estados productores destacan solo tres: Baja California (38.17%), Edo de México (60.60%) y Morelos (1.23%), (SIAP, 2019).

En una encuesta realiza a los floristas en el 2020 en la ciudad de Saltillo, Estado de Coahuila, mencionaron que el precio por cada decena de girasol (Sunbright Golden Yellow) rondaba durante el año entre 60 a 80 pesos, en fechas importantes su valor aumentaba significativamente, las fechas cuando se registra su máximo valor es 14 de febrero y 12 de diciembre, con un precio entre 180 a 200 pesos por decena.

El uso de fertilizantes en la agricultura es sustancial para obtener buenos rendimientos, lamentablemente su uso irracional ha ocasionado el aumento del costo de producción, pérdida de fertilidad del suelo, contaminación de mantos acuíferos y expulsión de gases de efecto invernadero; esto se debe principalmente a la falta de capacitación a los productores sobre el usos de fertilizantes, que al no conocer el manejo adecuado, aplican un exceso de fertilizantes al suelo, ocasionando con el tiempo un cumulo de problemas.

La importancia que tiene un análisis de suelo es conocer que por medio de su diagnóstico físico-químico, se pueden tomar decisiones más certeras y sensatas en las aplicaciones fertilizantes, esto realizando una fertilización balanceada (tomando en cuenta una formula completa), en donde se puede proponer una fertilización de fertilidad de suelo y una fertilización vía riego para nuestros cultivos (Aquiles, 2006), tener un sistema de producción de estas características ayuda lograr un buen desarrollo de la planta, debido a que estará bien nutrida, así mismo se optimiza el uso del fertilizante, se logran rendimientos deseados y se cuida al medio ambiente.

El interés por trabajar con ácidos húmicos, es que esta sustancia que forma agregados para mejorar la estructura del suelo y facilitar la absorción de nutrientes a la panta, además que diversos estudios demuestran que en la aplicación de este bioestimulante con el uso de fertilizantes se produce una quelatación, en este experimento se espera potencializar el uso del fertilizante aplicando humatos.

Objetivo general

Estudiar la influencia que tiene la aplicación de diferentes capacidades de extracción de fertilizantes junto el manejo de ácidos húmicos en la producción de *Helianthus annuus* de uso ornamental.

Objetivo específico

Determinar qué capacidad de extracción de fertilizantes es la óptima y permita la producción de flores de girasol de calidad.

Hipótesis

Al menos un tratamiento tendrá una respuesta positiva en la calidad del girasol para flor de corte.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del cultivo.

Las primeras evidencias arqueológicas y etnobotánicas señalan que México es el centro de origen del girasol, se estima que fueron cultivados en la época prehispánica y del virreinato en el centro de México. Durante este tiempo esta planta se aprovechaba de diferentes formas, la semilla como alimento para animales y humanos, como planta medicinal y como ornamental donde se utilizaba generalmente en ceremonias y ofrendas, (Linares & David, 2009).

A finales del siglo VXI en España, el girasol se aprovechaba generalmente como flor ornamental, fue hasta el año 1835 en Rusia cuando un campesino llamado D.I. Bokariov extrajo el aceite vegetal que contenía las semillas, esto por medio de una prensa manual que el mismo fabrico. Este hecho fue de gran importancia dado que la producción en Rusia aumento a mayor escala, que poco más tarde países como Ucrania, Siberia, Povoldje iniciaron a producirlo para darle el mismo uso, (Badias, 1971).

2.2 Descripción Botánica.

2.2.1. Raíz.

El sistema radical es el encargado de ofrecerle a la planta anclaje en el suelo en donde este absorbe agua acompañado de nutrientes esenciales para su desarrollo. El sistema radicular del girasol ha estado presente en diferentes estudios y se ha demostrado que tiene una alta capacidad de adaptarse a los distintos niveles hídricos que el suelo ofrece. Está conformado por una raíz principal pivotante que en sus primeras etapas la raíz se desarrolla más rápidamente, lo que resulta que la longitud de la raíz será mayor que el crecimiento de la parte aérea. Cuando se encuentra en el estado cotiledóneal la raíz tiene un crecimiento de 8-4 cm con 6-10

raicillas, mientras que cuando está en la fase de desarrollo llega a una profundidad de 50-70 cm, que es cuando la planta desarrolla 4-5 pares de hojas verdaderas, el máximo crecimiento acontece en la etapa de floración, donde llega a medir 1.5 m, esto dependiendo de las condiciones del suelo de humedad y nutrientes, (Meleán, 2009).

Cercas del cuello de la raíz principal se forman gran cantidad de raíces laterales, estas raíces laterales al principio se desarrollan paralelamente a la superficie del suelo y miden de 10- 40 cm partiendo de la raíz principal, después empiezan a desarrollar raicillas finas que se desarrollan y se hunden verticalmente, (Tenesaca Quito, 2015).

2.2.2. Tallo.

El girasol está conformado por tallos cilíndricos, dependiendo de la variedad la longitud del tallo llega a medir entre de 50 cm a 4 cm, es semileñoso, en la superficie rugoso y veloso. Cuando la planta se encuentra en la etapa de madurez se empieza a producir en la superficie la inflorescencia por lo que el tallo se arquea mirando al suelo, esto sucede por el peso de capítulo (Guerra, 2017).

2.2.3. Hoja.

Las hojas tienen una forma acorazonada, con textura rugosa y con pubescencia o sin ella, esto depende de las condiciones que se desarrolle el cultivo. Las primeras hojas en aparecer son hojas cotiledóneas que tiene una forma ovalada con textura carnosa; más sin embargo las primeras dos a tres hojas verdaderas son pares opuestos a la base del tallo y las demás una hoja por nudo de forma alterna (Meleán, 2009). Las hojas tienen un ápice acuminado con bordes aserrados con una longitud de 7 a 20 cm y una anchura de 4 a 20 cm, se desarrolla aproximadamente de 12 a 40 hojas durante su ciclo, el número de hojas depende de las condiciones que se encuentre el cultivo o variedad de la planta (Tenesaca Quito, 2015).

2.2.4. Inflorescencia.

El girasol tiene una inflorescencia de tipo capítulo, se desarrolla en la etapa de madures localizada en la superficie del tallo. Está conformado por un receptáculo

discoidal donde se desarrollan sus dos tipos de flores: liguladas y tubulosa (Meleán, 2009). El diámetro de la inflorescencia mide de 10 a 40 cm, el tamaño está en función de la variedad de semilla y las condiciones ambientales en la que se desarrolla el girasol, (Viorel, 1977).

Descripción de las flores que presenta el girasol:

- ✓ **Liguladas:** Esta flor es estéril por lo cual no producen semilla, se encuentran en el borde del capítulo que conforman de 2 a 3 filas radialmente y el número va de los 30 a 70 flores (Meleán, 2009). Tiene una corola de tipo gamopétala llamada ligua de color amarillo con una longitud de 3 a 6 cm. (Lara, 2002).

Existen varios colores de la ligua como son amarillo claro, amarillo dorado y amarillo anaranjado, tienen una forma lanceolada que exhibe su color y de esta manera atrae a insectos polinizadores, (Tenesaca Quito, 2015).

- ✓ **Tubulosas o tubulares:** Estas flores son bisexuales y se encuentran en el centro del capítulo, ordenadas de forma espiral redonda. Cada flor contiene un ovario con un ovulo, que en el proceso de fecundación originan un fruto llamado aquenio de 4 a 6 mm de largo. La corola tiene con una longitud de 8 mm de color amarillo, con un cáliz modificado de estructura bracteoide, el androceo está compuesto por 4 estambres unidos y gineceo contiene un ovario de desarrollo ínfero, que está compuesto por un carpelo y un lóculo, (Lara, 2002).

2.2.5. Fruto.

Una vez realizada la fecundación los estambres con los estigmas se empiezan a marchitar, el ovario formará el fruto y el ovulo la semilla. El fruto o también llamado aquenio tiene la característica de ser estrecho con un tamaño que empieza de 7.5 a 17 mm de largo, 3.5 a 9 mm de ancho y 2.5 a 2 mm de espesor. Tiende a ser aterciopelado o veloso, con el pericarpio consistente y fibroso. Lo preciado de la semilla se encuentra en la almendra o grano, debido a que contiene importante cantidad de aceite que se utiliza como materia prima.

Ávila Meleán (2009), cita que durante el desarrollo del fruto las temperaturas altas son contraproducentes en el desarrollo, por lo que es necesario tener temperaturas que oscilan entre 18° y 22°C. Las altas temperaturas mayores a 25°C acompañado de una humedad relativa baja, reducen el porcentaje de contenido de aceite que se encuentra en el aquenio, esto ocasiona que el productor tenga pérdidas económicas cuando se produce el girasol para esta finalidad. Con temperaturas aproximadas a 10°C durante la etapa de floración el contenido de ácido linoleico aumenta considerablemente hasta un 78%.

2.2.6. Fecundación.

La polinización ocurre de forma alógama, lo que implica con la ayuda de insectos polinizadores como abejas y abejorros, se genere la polinización y posterior la fecundación, (Tenesaca Quito, 2015).

2.2.7. Polinización.

El polen que produce el girasol mide de 35-45 μ , de característica esférica semi aplastado; el ovario es ínfero, unilocular y presenta un solo ovulo anátropo. La polinización se produce de acuerdo al desarrollo y apertura de la flor. La primera etapa surge en las primeras horas del día, que es cuando empiezan a emerger los estambres y en la tarde los estilos; al día siguiente el desarrollo de estas dos se finaliza, se comienzan a desplegar los estigmas en forma de dos lengüetas con el fin de poder tomar los granos de polen. La apertura de las flores se produce del exterior al centro del capítulo; durante el día se abren de uno a cuatro anillos en un periodo de 5 a 10 días, (Guerra, 2017).

2.2.8. Heliotropismo.

Cuando el capítulo se encuentra en una etapa joven ocurre un evento llamado heliotropismo, que consiste un movimiento diario y recto mirando hacia la luz del sol. Al empezar la etapa de maduración de las flores, el heliotropismo concluye y todos los capítulos miran hacia el este que es donde sale el sol, (Lara, 2002).

2.3. Clasificación taxonómica.

El girasol o también llamado mirasol tiene como nombre científico *Helianthus annuus* es una dicotiledónea que tiene un ciclo de vida anual, esta planta tiene como clasificación taxonómica el siguiente orden, (Osman, 2016):

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: Helianthus
Especie: annuus

2.4. Condiciones climáticas y edáficas.

El girasol es una planta que está catalogada como rustica, lo que nos indica que tiene capacidad de sobrevivir a condiciones adversas del medio ambiente (Olivera, 2011). Se puede adaptar a regiones de clima templados, tropicales y subtropicales; en climas cálidos y muy cálidas, el desarrollo del girasol se ve afectado, ya que se acorta el ciclo vegetativo y el tamaño del achenio es más pequeño, (Ruiz, 1987).

2.4.1. Suelo.

El girasol es una especie que necesita absorber una importante cantidad de nutrientes para su óptimo desarrollo. Los elementos más demandados por la planta son el Nitrógeno, Fosforo y Potasio, cabe mencionar que, comparado con otros cultivos, esta especie no necesita de altos niveles de fertilidad de suelo para poder desarrollarse. Los suelos con propiedades franco-arenoso se considera los ideales para producir girasol, dado que cuenta con características de un buen drenaje y buena retención de humedad, (Tenesaca Quito, 2015). Badias (1971), menciona que el girasol no exige un tipo de suelo en específico para su crecimiento, más sin embargo las tierras frescas de aluvión son las más idóneas para su óptimo desarrollo. Tiene la capacidad de acoplarse a suelos ligeros como fuertes obteniendo su mejor desarrollo en suelos de características franco arcilloso y suelos profundos. a 25°C), (Yañez, 2015). Aragón en 1995, señala que la profundidad mínima ronda de los 25- 35 cm, con la condición de que el agua pueda estar fácilmente.

2.4.2. Luz.

Rico (2017), menciona que la influencia de calidad y intensidad de luz es de gran importancia a partir de que empieza la etapa reproductiva, esto se debe que durante la etapa de desarrollo foliar y crecimiento son cualidades al fotoperiodo, esto significa que si durante esta etapa de desarrollo se le obstruye la luz se suscita al alargamiento de tallos y se reduce la superficie foliar. El girasol está clasificado como una especie con una fotosíntesis de metabolismo C₃. Garza (1998), dice que las mejores condiciones se encuentran cuando el girasol se desarrolla con días que tienen de 12 a 14 horas luz, sin embargo, se menciona que el girasol en función del fotoperiodo, desarrolla típicamente indiferente a las horas luz.

2.4.3. Temperatura.

La temperatura ideal para el óptimo desarrollo del girasol oscila entre los 21°C y 24°C, más sin embargo puede adaptarse a temperaturas que van de los 25°C a 30°C como máxima y mínima entre 13 y 17°C. Para que el proceso de germinación pueda ocurrir es importante tener una temperatura de 5°C durante todo el día (24 horas), si la temperatura aumenta la germinación ocurrirá de forma más rápida y si disminuye este proceso no se iniciara, (Tenesaca Quito, 2015) .Las temperaturas altas en la etapa de formación de flores son contraproducentes, esto se debe a las temperaturas que estuvo expuesta durante la etapa de crecimiento y desarrollo foliar; si lo ya antes mencionado se desarrolló con temperaturas altas en la etapa de formación de flores será más resistente a las elevadas temperatura , si se desarrolló en temperaturas bajas en la etapa de floración será susceptible a condiciones de estrés por las altas temperaturas, (Yañez, 2015).

2.4.4. Humedad Relativa.

Esta especie necesita de una atmosfera moderadamente seca, especialmente cuando se encuentra en una etapa fenológica de maduración de semilla, de lo contrario se puede ver afectado por enfermedades que de manera negativa disminuyen la calidad y rendimiento de la semilla, (SAGARPA, 2013).

2.5.5. CO₂.

Es una planta C₃, tiene una baja tasa de fotorrespiración y compensación de CO₂. Los valores de CO₂ para las plantas C₃ son entre 40 a 80 ppm y el girasol tiende a necesitar valores altos del rango ya mencionado. El incremento de CO₂ a 700 ppm provoca un aumento del volumen de las raíces hasta un 146%, en materia seca en la etapa de floración aumenta un 12% y en la madurez fisiológica 43%. Al tener un CO₂ elevado en condiciones de sequía ayuda a que la planta tenga una mayor tasa de fotosíntesis neta que una planta en condiciones de CO₂ ambiente, (SAGARPA, 2013).

2.4.6. Altitud.

Helianthus annuus es una especie que se adapta a una altitud a nivel del mar a 2800 msnm, (Carchi, 2017).

2.4.7. pH.

El girasol es una especie que tiene un rango de pH muy amplio que empieza de 5.8 a 8.0. Cuando se produce en suelos neutros o muy alcalinos, difícilmente se presentan problemas de deficiencias de hierro, (Yañez, 2015). Porta en 1999, cita que para lograr rendimiento satisfactorio es necesario tener un pH que entre 6.0 a 7.5.

2.4.8. Conductividad Eléctrica (CE).

La Conductividad Eléctrica del suelo es un problema, dado que el girasol no tolera una salinidad alta su rango se encuentra entre 2 a 4 mmhos/cm (CE del extracto saturado del suelo).

2.5. Manejo del cultivo.

La preparación del suelo conlleva un conjunto de actividades el cual busca acondicionar la tierra con el fin de que cuando se realice la siembra esta pueda germinar eficazmente y posteriormente que las raíces se desarrollen sin ningún obstáculo. El girasol es una especie tolerante a las sequias, esto gracias a la formación sus raíces que se profundizan para explorar un gran volumen suelo,

debido a esto es importante romper las capas compactadas que se forman por el tránsito de los implementos de labranza utilizados antes de la siembra, es importante hacer las siguientes consideraciones:

- a) **Suelos cultivados por primera vez:** es importante que se eliminen todos los desechos deforestados para poder iniciar con el proceso labranza. Posteriormente es recomendable proporcionar dos pases de rastra y concluir con una tercera que corresponden a la de presiembra o siembra.
- b) **Suelos que se han cultivado con anterioridad:** se recomienda un pase de arado a una profundidad de 25 - 30 cm (esto dependiendo de la textura del suelo). Al concluir lo ya antes mencionado es necesario llevar a cabo de dos a tres pases de rastra con el propósito de romper terrones, una vez realizado lo anterior se puede proseguir con la siembra.
- c) **Suelos pesados:** es necesario suministrar un pase de rastra pesado cuando el suelo no esté completamente seco, esto para favorecer la penetración del implemento. El exceso de humedad ocasiona más compactación al proveer los implementos, lo que es un impedimento para el desarrollo de raíces. La eliminación de terrones debe realizarse cuando esta tenga humedad, de lo contrario serán más difíciles de roturar.
- d) **Suelos livianos:** Dos pasos de rastra para incorporar maleza y una tercera para la siembra, (Meleán, 2009).

2.5.1. Siembra.

Esta actividad consiste en colocar la semilla en suelo húmedo para así permitirle comenzar con la etapa de germinación. La época del establecimiento del cultivo se realiza a campo abierto durante todo el año o sembrar para coincidir en épocas de lluvias. La profundidad de siembra recomendable para el girasol ornamental es de 2 a 3 cm, (Tenesaca Quito, 2015).

2.5.2. Densidad de siembra.

Las densidades recomendadas son de 60,000 y 80,000 plantas por hectárea, dado que una mayor densidad aumenta la competencia de nutrientes y facilitan para

provocar el acame. Una menor densidad aumenta el diámetro del capítulo y un aumento en el peso de los aquenios. La siembra se realiza en surco a una hilera a una separación entre ellas que oscilan entre los 0.75 y 1.0 m, en un metro lineal de surco hay de 3 a 5 plantas, (Meleán, 2009). La densidad de plantación se define según la precipitación, fertilidad y de los híbridos cultivados. Actualmente los híbridos son de porte más bajo lo que provoca a un aumento de densidad para poder aprovechar más el suelo. Las densidades van relacionadas al utilizar el espacio del terreno. El tamaño del capítulo y el desarrollo de ramas laterales están sujeto a la densidad de siembra, una mayor densidad se obtienen capítulos más pequeños y se reduce la longitud de ramas laterales, una menor densidad aumenta el tamaño del diámetro de la inflorescencia y un aumento de longitud de ramas laterales, (Tenesaca Quito, 2015).

2.5.3. Riego.

Arnau en 1989, dice que por cada metro cubico que absorbe de agua el girasol, produce de 2 a 3 kilogramos de materia seca, esto se debe que la planta tiene una taza alta de transpiración y la despilfarra cuando lo tiene de exceso. La lamina de riego para su optimo desarrollo es alta con 500 a 650 mm (5,000-6000 m³/ha). Entre el proceso de germinación hasta la formación del capítulo se adsorbe una quinta parte del agua total. Durante la etapa de formación del capítulo se exige una mayor demanda hídrica, dado que el consumo es la mitad de la cantidad total de agua con aprovechamiento a una profundidad de 60 cm a 120 cm. El girasol consume importantes cantidades de agua para su desarrollo, generando un coeficiente de transpiración severamente alta que empieza de los 270 mm a 765 mm, (Tenesaca Quito, 2015).

2.5.4. Labores culturales.

El primer deshierbe se lleva acabó cuando las plantas alcanzan una altura entre 20 a 25 cm. Posteriormente se realiza el aclareo que consiste en eliminar aquellas plantas pequeñas y dejar las más vigorosas. Finalmente se realiza un último deshierbe sin dejar demasiada tierra en el tallo de lo contrario se puede provocar una pudrición, (Tenesaca Quito, 2015).

2.5.5. Plagas y enfermedades.

Viorel en 1997, mencionan las siguientes plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo del girasol, ver Cuadro 2.1 y Cuadro 2.2.

Cuadro 2.1. Plagas que se presenta en el cultivo del girasol.

Nombre	Síntomas y daños
Polilla del girasol (<i>Homoeosoma nebulella</i>)	Daña principalmente el capítulo floral, debido a que se alimenta del polen, semillas y flores del girasol.
Araña roja (<i>Tetranychus talarius</i>)	Por la capacidad de reproducirse rápidamente daña significativamente al tejido vegetal, debido a que se alimenta del contenido celular provocando manchas amarillas en el haz de la hoja.
Grillo del campo (<i>Acheta assimilis</i>)	Se alimentan del follaje tierno provocando agujeros hasta eliminar hojas completas.
Picudo del tallo (<i>Rhynchites mexicanus</i>)	Ocasiona agujeros pequeños en las hojas, tiene la habilidad de incorporarse al suelo y dañar al parte radical de la planta, disminuyendo la absorción de nutrientes y agua por parte de la planta.
Gusano alambre (<i>Agriotes lineatus</i>)	Larva presente en los suelos que se alimenta del embrión de la semilla de girasol y de la parte radical, provocando la muerte de la planta.
Gusano gris (<i>Agriotes sp</i>)	Se alimentan de las principalmente de las raíces, y partes cercanas al suelo incitando a que la planta pierda la facilidad de absorber agua.
Mosca blanca (<i>Trialeurodes sp</i>)	Este insecto tienes la ventaja de reproducirse fácilmente, se alimentan de la savia de la planta ocasionando un crecimiento lento, que las hojas se empiecen a marchitar y los frutos se pudrir.
Gorgojo de las hojas (<i>Tanvmecus polliatus</i>)	Coleóptero que se alimenta del follaje, raíz o tallo del girasol. En la primera etapa de desarrollo, cuando las hojas verdaderas empiezan a formarse, el insecto causa daños a las dicotiledóneas y hojas en forma de cortaduras
Gusanos blancos (<i>Melolontha melolonta</i>)	Es un gusano de color blanco ataca sustancialmente a la raíz, causando cortes en las ramificaciones.

Cuadro 2.2. Enfermedades que se presenta en el cultivo del girasol

Nombre	Síntomas y daños
Roya (<i>Puccinia helianthi</i>)	Es una enfermedad donde los primeros síntomas son manchas necróticas de color negro o rojizo las hojas ubicadas en sus hojas. La roya comienza el daño de las hojas inferiores a superiores.
Mildiú (<i>Plasmopora helianthi</i>)	El mildiú es provoca un crecimiento lento hasta ocasionar enanismo de las plantas. Nervaduras de las hojas son cloróticas. Se desarrolla en condiciones de alta HR.
Alternaria (<i>Alternaria helianthi</i>)	Se desarrolla en condiciones de alta HR, afecta el sistema fotosintético hasta ocasionar una caída prematura de las hojas.
Botrytis (<i>Botrytis cinérea</i>)	Es un hongo que propaga por una humedad duradera, picaduras de insectos, daños amientales o mecánicos. Ataca al tejido vegetal tornándolo a un color gris hasta desintegrarlo.
Manchado de las Hojas (<i>Septoria helianthi</i>)	La infección se comienza a esparcirse de las hojas inferiores hasta llegar a las superiores, se trata de un hongo que forma manchas oscuras con lesiones cloróticas en su entorno.
Podredumbre Blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Esta enfermedad consiste en la pérdida del capítulo del girasol por pudrición, impulsando pérdidas de hasta el 100%.

2.5.6. Fertilización.

Las cantidades de fertilización aplicadas de NPK están sujeto a la etapa fenológica del girasol, debido a que una planta joven en comparación a una adulta no consume la misma cantidad de fertilizante, estas necesidades surgen conforme la edad o etapa fenológica de la planta, de esta manera se logra una mejor producción y rendimiento, (Nata, 2017). La Asociación Internacional de la industria de Fertilizantes (IFA,1992), mencionan que la remoción nutrimental para en cultivo de

girasol por cada 3.5 toneladas por Hectárea es de: 131 Kg de $N \cdot Ha^{-1}$, 85 Kg de $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$, 385 Kg de $K_2O \cdot Ha^{-1}$, 70 Kg de $MgO \cdot Ha^{-1}$ y 210 Kg de $CaO \cdot Ha^{-1}$.

2.6. ¿Qué es la nutrición vegetal?

Un dato importante para definir la vida de las células, es la capacidad que estas tienen para tomar sustancias del ambiente y utilizarlas para la síntesis de compuestos o adquirirlos para una fuente de energía. En pocas palabras la nutrición vegetal se puede explicar que es el suministro y la absorción de compuestos químicos que utiliza la planta para su desarrollo (ver cuadro 2.3). Para que el crecimiento de la planta ocurra existe una actividad en las células llamada procesos metabólicos, el cual consiste en convertir los nutrientes en materia celular o en un suministro de energía. De esta manera se entiende que la nutrición y el metabolismo celular están relacionados entre sí, (Kirkby, 2000).

Cuadro 2.3. Arnon y Stout (1939) expresan los siguientes elementos como esenciales para el desarrollo de las plantas.

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Carbono	C	Potasio	K	Zinc	Zn
Hidrogeno	H	Calcio	Ca	Molibdeno	Mo
Oxígeno	O	Magnesio	Mg	Boro	B
Nitrógeno	N	Hierro	Fe	Cloro	Cl
Fosforo	P	Manganeso	Mn	Sodio	Na
Azufre	S	Cobre	Cu	Silicio	Si
				Cobalto	Co

2.7. Adsorción y absorción de nutrientes del suelo a la planta.

En el suelo se pueden encontrar los nutrientes en diferentes formas, se conoce como nutrientes disponibles aquellos elementos que la planta puede absorber y que se encuentran disueltos en el agua del suelo.

2.8. Los nutrientes intercambiables.

En el suelo existen un complejo número de partículas, entre estas se encuentran las de carga negativa, que suelen ser las más pequeñas, con la capacidad de retener cationes; también se pueden encontrar partículas de carga positiva capaz de retener aniones. Los iones que se encuentran retenidos son intercambiados por las raíces que expulsan protones.

Los cationes que predominan el suelo son H^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y Al^{3+} , estos pueden ser remplazados por otros cationes que se encuentran en la solución del suelo. Otros nutrientes con carga positiva que están presentes en el suelo, pero en pequeñas cantidades son el NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} y Cu^{2+} . La mayor cantidad de cationes que están en el suelo son adheridas a las partículas de suelo como lo son las arcillas, las cuales realizan un equilibrio con la solución del suelo actuando como una reserva nutricional para reponer elementos absorbidos por la planta o lavados por la zona radical.

Para que los nutrientes disponibles en el suelo sean absorbidos por la planta es necesario que pase por tejidos como la endodermis, conformada por el córtex y la lisodermis. Existen dos vías para poder llegar a la xilema, (INTAGRI 2015):

- 1) Vía apoplástica: Comprende de los espacios intercelulares y las paredes celulares. Los nutrientes al ser iones pequeños son capaces de ingresar a las paredes celulares y recorrer la raíz pasando el córtex por simple difusión por medio de la gradiente. Al encontrarse la banda de Caspary, esta genera una resistencia al paso de elementos polares hacia la estela, para así poder atravesar a la xilema, por lo que los iones atraviesan el plasmalema que es por la vía simplasto.
- 2) Simplasto: La vía es intracelular, implica pasar por la membrana plasmática.

2.9. Función de los nutrientes en el desarrollo de la planta.

Nitrógeno. (N)

El nitrógeno es de gran importancia para los seres vivos debido a que son parte de aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, paredes celulares y clorofila en vegetales.

Este elemento es uno de los principales que conforman al planeta, más sin embargo es el elemento que más limita la producción de los cultivos, esto debido a que la molécula N_2 es inactiva incapaz de ser asimilado por la planta. El N que se encuentra en la atmósfera, las bacterias son las encargadas de fijar este nutriente

a la planta por la vía simbiótica o asimbiótica, otra manera de hacerlo disponible es disuelto en agua de lluvia.

Cuando el nitrógeno se presenta orgánicamente esta no se encuentra disponible para la planta, es esencial pasar a formas inorgánicas para poder ser absorbido. El 2% de nitrógeno total del suelo es inorgánico y se encuentran como nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-), este porcentaje de nitrógeno es instantáneo, pues las cantidades se pueden encontrar bajas, en pocos gramos hasta más de 100 Kg Ha^{-1} de Nitrógeno. El N inorgánico es de gran importancia en la nutrición vegetal, (Perdomo & Barbazán, 2001).

Efecto de la planta por deficiencia de Nitrógeno (N).

Cuando existe una deficiencia de Nitrógeno la planta sintetiza baja cantidad de clorofila, por respuesta se logra tener plantas con hojas de un color verde-amarillento, en hojas maduras se presentan de color amarillas, rojas o purpuras causada por la incidencia de antocianina; el desarrollo de la planta es limitada esto genera obtener hojas chicas con ramificaciones dispersas.

El N es un elemento movable entre los órganos de la planta, cuando existe una deficiencia de este nutriente se desarrolla una competencia interna, esto genera que nitrógeno se mueva a órganos en pleno crecimiento, como son las hojas jóvenes o en la etapa reproductiva translocándose a los frutos. Es por esto que cuando existe una deficiencia las hojas basales o más viejas de la planta se tornan de color amarillo.

Fosforo (P).

El fosforo se considera como el segundo nutriente más importante en la agricultura, por sus características químicas en contacto con el suelo este elemento puede cambiar fácilmente formas de difícil absorción para las plantas. La reacción del fosforo se debe que al tener contacto con el suelo potentemente se enlaza a partículas o se fija a partículas de la materia orgánica, lo que ocasiona su baja disponibilidad para los cultivos.

La planta absorbe el fósforo en forma de H_2PO_4^- o HPO_4^{2-} , este elemento es esencial para el desarrollo de la planta debido a que es parte de fosfoproteínas, fosfolípidos (membranas), fitinas, ácidos nucleicos, estimula el desarrollo radicular, promueve la floración y formación de semilla, por último, es demandado por las plantas para la fijación del N, (INTAGRI (2017)).

Efecto de la planta por deficiencia de Fósforo.

Algunas consecuencias que presenta la planta por deficiencia de fósforo es limitar el desarrollo vegetativo, daños en los órganos reproductores, disminuir el número de flores, se obtienen tallos cortos y delgados, afecta de forma negativa la formación y germinación de la semilla. Cuando la planta presenta un color rojizo o púrpura en el borde de las hojas sus maduras es indicador que existe una deficiencia de fósforo, esto se debe a que este elemento es móvil entre los órganos de la planta, (INTAGRI (2017)).

Potasio (K).

El Potasio es un elemento esencial para el desarrollo eficaz de los vegetales, esto se debe a que está presente en las sucesiones bioquímicas y fisiológicas que realizan las plantas. Algunas de las funciones que hace posible el potasio es la activación enzimática, síntesis de proteína, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomacal, transferencia de energía, transporte por vía floema, equilibrio anión-cation y resistencia a causa de estrés biótico y abiótico. Este elemento toma un papel muy importante en relación agua – planta, facilitando a mantener grandes niveles de turgencia, en otras palabras, estabiliza los niveles adecuados de agua en las plantas (INTAGRI, 2017).

Efecto de la planta por deficiencia de Potasio.

Cuando una planta presenta síntomas de deficiencia de potasio es común que presente clorosis, seguida de una necrosis ubicada en las puntas de las hojas y lo largo de los bordes. Al ser un elemento móvil dentro de la planta, las deficiencias se localizan en hojas más viejas, otra característica ejemplar es un desarrollo lento con tallos débiles.

El potasio es un elemento que se mueve en el suelo a favor de la gradiente de concentración, por lo que es necesario tener un suelo con niveles óptimos de nutrientes para que la planta pueda aprovechar eficazmente estos y así obtener un buen desarrollo de la planta.

Calcio (Ca).

El calcio es un nutriente de gran importancia en la nutrición vegetal debido a que aporta fracciones solubles en agua e intercambiable. Los suelos con alto porcentaje de fertilidad, el calcio que es intercambiable concede de 70% a 80% de las bases cambiables totales. Este elemento conforma el 3.63% de las rocas ígneas y el 3.22% de la corteza terrestre. Se puede encontrar como calcita (CaCO_3), piedra caliza, tiza, conchas y corales.

Alguna de las funciones más importantes que cumple el calcio son la intervención en el crecimiento celular, activan y promueven la absorción de otros nutrientes minerales y metabolitos orgánicos esto gracias a su sustancial actividad con bombas de transporte activo de Ca^{++} (se localizan en las membranas biológicas de la planta), cofactor de la actividad enzimática y coenzima tica, cofactor en la actividad del transporte de carbohidratos y proteínas, actúa como un agente modulador de las fitohormonas, fijeza de la membrana y pared celular vegetal, (Santana & De Jesus, 2016).

INTAGRI (2018), menciona que al tener este elemento en deficiencia en la planta afecta directamente en su desarrollo radical y en la calidad del fruto después del amarre. También se señaló que al tener el calcio en niveles óptimos en el suelo ayuda a que la planta sea más resistente a enfermedades, esto se debe a que este elemento influye en la rigidez de la pared celular (la aplicación de sales de calcio perjudica a los hongos disminuyendo la germinación de esporas).

Efecto de la planta por deficiencia de calcio.

Cuando existe una deficiencia de Ca en la planta, se tiene un desarrollo más lento, presentando síntomas con clorosis causada por la inhibición y bloqueo de la síntesis

de la clorofila. Este elemento es considerado inmóvil dentro de los órganos de planta, para que este elemento pueda moverse entre los órganos depende directamente de la transpiración de la planta.

Cuando se tiene un exceso de este elemento en el suelo se anula la absorción de algunos nutrientes, (Santana & De Jesus, 2016)

Magnesio (Mg).

El magnesio es absorbido por la planta como ion Mg^{2+} , la gran importancia de este nutriente con el desarrollo de la planta se debe a que interviene en mecanismos importantes como son la formación de raíces, clorofila y fotosíntesis. Este elemento cumple diversas funciones fundamentales en las plantas, entre ellos:

- ✓ Fotofosforilación (Formación de ATP en cloroplastos, adenosín Trifosfato, reserva principal de energía).
- ✓ Fijación de bióxido de carbono CO_2 durante la fotosíntesis.
- ✓ Síntesis de proteína.
- ✓ Formación de clorofila.
- ✓ Transporte de la savia elaborada.
- ✓ Particionamiento y utilización de foto-oxidación en las hojas (INTAGRI 2014).

Efecto de la planta por deficiencia de Magnesio.

La característica más común que se presenta la planta a causa de una deficiencia de este nutriente es el amarillamiento intervenal de las hojas viejas y se afirma que el 35% de magnesio que absorbe la planta se localiza principalmente en los cloroplastos.

Azufre (S).

Esta nutriente es absorbida por las plantas en forma de sulfato (SO_4^{-2}), la gran importancia de tener este elemento en niveles óptimos en el suelo se debe a que puede definir las altas o bajas producciones de los cultivos. El azufre hace posible que se realicen procesos bioquímicos y fisiológicos de la planta, ejercen en la síntesis de proteínas (componentes de aminoácidos como la cisteína y metionina)

y lípidos, presente en coenzimas, en la actividad fotosintética (heteropolisacáridos), fijación y asimilación del nitrógeno.

Efecto de la planta por deficiencia de Azufre.

En un principio la deficiencia del azufre se presenta por una clorosis uniforme de color amarillo verdoso por supuesto tanto en hojas jóvenes y maduras, pero anormalmente en las hojas basales de más edad. Es claramente obtener una disminución en el desarrollo de la planta, se hacen rígidas y quebradizas. Los órganos más afectados por esta deficiencia se presentan en los cloroplastos que es donde se realiza el trabajo de fotosíntesis, (Vistoso & Martínez , 2020)

Boro (B).

El boro es un micronutriente que influye de forma importante en el desarrollo de la planta, se ha observado que influye en órganos importantes de la planta, el crecimiento de la raíz se detiene al no tener este elemento la solución del suelo (la respuesta existe 100 horas después), está presente en el proceso de germinación del polen, la elongación del tubo polínico y la mitosis generativa de las células. Así mismo el boro actúa en el metabolismo eficiente del calcio para después ser aprovechado por la planta. En soluciones nutritivas de fertirriego el boro está como ácido bórico ($B(OH)_3$), o como anión ($B(OH)_4^-$), (Kafkafi & Tarchitzky, 2012).

Efecto de la planta por deficiencia de Boro.

Se afecta el crecimiento de la planta, superficie foliar, baja la concentración de clorofila y la cantidad de enzimas antioxidantes (catalasa, peroxidasa y polifenol oxidasa). Cuando la planta se encuentra en estado benigno, la única característica que se obtiene es una demora en el crecimiento.

Algunas de las características que se observan en la planta cuando se presenta un exceso de boro es un amarillamiento en la punta de las hojas, por lo particular esta se extiende por los bordes y entre nervios, de un color amarillo naranja, (Navarro B. & Navarro G., 2003)

Hierro (Fe).

El hierro es un nutriente fundamental para poder llevar a cabo la actividad fotosintética de las plantas, donde se sintetiza la clorofila y la estructura de los cloroplastos, desempeña un papel importante en el sistema de redox donde se producen en enzimas húmicos (citocromos, nitrato reductasa, catalasas, peroxidasas) y no Húmicos (ferredoxina, aconitasa, riboflavinas, ribonucleótido, superóxido dismutasa, NADH deshidrogenasa) y Fito ferritina que es el hierro de reserva en las plantas, (INTAGRI 2019).

Efecto de la planta por deficiencia de Hierro.

Cuanto una planta presenta una deficiencia de este elemento se observa una clorosis en las hojas jóvenes. En un principio se obtiene una clorosis intervenal amarilla, cuando el problema crece el color amarillo se torna de color blanco y las venas pierden su color, las láminas foliares muy afectadas se tornan necróticas que empieza de la punta hacia los márgenes hacia las zonas intervenales, (INTAGRI 2019).

Manganeso (Mn).

El manganeso es un nutriente que realiza una función importante en el sistema de redox, se ocupa del transporte de electrones en proceso fotosintético y en la liberación de radicales de oxígenos libres. Este elemento forma metaloproteínas y activa diversas enzimas. Cuando la molécula de agua se quiebra y libera electrones (reacción de Hill) se realiza gracias a enzimas compuestas por Mn, (Ernest Kirkby y Volker Römheld, 2008).

Efecto de la planta por deficiencia de Manganeso.

El manganeso es considerado una nutriente esencia para el óptimo desarrollo de las plantas, cuando este elemento no se encuentra disponible eficientemente en el suelo, se presentan los siguientes síntomas:

- A. Cuando se presenta una deficiencia por parte este elemento se ve afectado el sistema fotosintético por lo cual disminuye los niveles de carbohidratos solubles en la planta.

- B. La estructura del cloroplasto se ve perjudicado llegando a un punto en donde no se pueda revertir el daño.
- C. La reacción de luz de no se puede realizar con eficacia debido al transporte de electrones que se lleva a cabo por este elemento.
- D. Se ve afectado la producción de fotofosforilación, reducción de CO₂, nitrito y sulfito (Ernest Kirkby y Volker Römheld, 2008).

Zinc (Zn).

Este nutriente es vital para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas, más sin embargo cuando se encuentra en grandes cantidades llega a ser tóxico. El zinc toma un papel muy importante debido a que está presente en el metabolismo de células desempeñando funciones que ningún otro elemento cumple. Algunas de las funciones del zinc en la planta son:

- ✓ Realiza el metabolismo de ácidos nucleicos debido a que forma parte de enzimas y proteínas.
- ✓ Es un elemento fundamental para que se realice la fotosíntesis y ocurra el metabolismo de carbohidratos, esto se debe a que el zinc estabiliza o activa las proteínas presentes en dicho sistema.
- ✓ Es parte de la proteína llamada chaperonas que tiene como objetivo mantener la estructura tridimensional de la enzima ribulosa bifosfato carboxilasa/oxigenasa (Rubisco)
- ✓ El zinc está presente en las enzimas que reciben las señales de factores de estrés biótico y abiótico.

Efecto de la planta por deficiencia de Zinc.

Cuando la cantidad de zinc en el suelo son bajas la planta se ve afectado principalmente en el crecimiento y desarrollo de la planta. Algunos de los síntomas que se detectan visualmente son, (J. Amezcua & M. Lara , 2017):

- ✓ Se tiene hojas pequeñas llegando tener daños en su propio ápice, así como en ramas.
- ✓ La hoja empieza a tornarse de color amarillo debido a la baja síntesis de clorofila y café cuando el déficit de zinc es mayor causando muerte celular.

- ✓ Los órganos sexuales se ven afectados por la deficiencia de este elemento determinando un deficiente desarrollo de flores en las plantas.
- ✓ Una acumulación excesiva de zinc en el suelo provoca que la planta pueda intoxicarse llegando a provocar una muerte celular.

Cobre (Cu).

El cobre es un elemento que está coligado a diversas enzimas que produce las plantas, trabajando como un activador enzimático y formando parte del grupo prostético. Así mismo que el hierro es capaz de realizar la reducción reversible ($\text{Cu}^+ : \text{Cu}^{+2} + e^-$) e interviene en varias actividades del sistema de redox. Algunas de las enzimas compuestas por cobre se encuentran: lactasa y ácido aspártico oxidasa, (Navarro B. & Navarro G., 2003).

Funciones del Cobre, (INTAGRI 2020):

1. Se estima que hasta 70% del Cu total en la planta se encuentra en los cloroplastos, participando en su estructura, síntesis de clorofila, proteínas y polifenol oxidasas.
2. Colabora como coenzima en diferentes sistemas enzimáticos que son fundamentales en la creación y conversión de aminoácidos.
3. Influye de manera importante en el color y sabor de los frutos.
4. Formación de lignina que se encuentra en las paredes celulares.
5. Formación de polen viable, semillas y resistencias a estrés.
6. Ayuda a mitigar el estrés por zinc.

Efecto de la planta por deficiencia de Cobre.

El cobre al no ser un elemento móvil dentro de la planta las deficiencias se presentan principalmente en las hojas jóvenes, provocando un menor crecimiento y muerte en los meristemos apicales (se puede llegar a confundir con deficiencia de potasio). La floración, fructificación, los órganos reproductores no se desarrollan y producen correctamente debido a la falta de Cu.

2.10. Ácidos húmicos.

El ácido húmico es un bioestimulante actualmente utilizado en todo el mundo y manejado para optimizar rendimientos para diferentes tipos de cultivos. Este material que está presente en los suelos, conforma la parte más activa de la materia orgánica, se forma por la descomposición y oxidación de la materia orgánica, por resultante la humificación es un proceso que lleva a la obtención de ácidos húmicos. La procedencia de los ácidos húmicos tiene múltiples orígenes como lo es de la turba y restos vegetales; en la agricultura se extrae de la leonardita, que se considera de mejor calidad y mayores propiedades agroquímicas.

La leonardita es un componente vegetal humificador, con propiedades altas de materia orgánica, su origen procede en el enterramiento de materiales vegetales hace miles de años y se localiza en minas a cielo abierto de lignito ubicada en sus capas superiores. <https://aefa-agronutrientes.org/los-acidos-humicos-en-la-agricultura>

Pérez en el 2015, menciona que la aplicación biostimulantes a los cultivos activan las funciones fisiológicas de la planta, permitiendo un mejor aprovechamiento de nutrientes y ayuda a enfrentar problemas de fertilidad de suelo.

En un artículo de INTAGRI echo por Neave en el 2021, menciona que las sustancias húmicas tienen un cometido muy importante en el suelo, esto se debe a que mejoran la actividad microbiana del suelo (bacterias, hongos y actinomicetos), esto permite generar una mejor condición para desarrollo de las raíces y que por resultante una buena planta. También favorece el aumento de retención de humedad, acrecentar la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), elevar la disponibilidad de micronutrientes debido a su quelatación, apoyan a crear la estructura granular, degradan e impiden la activación de sustancias toxicas como los metales pesados y pesticidas, contribuyen en la capacidad de amortiguación del pH en el suelo, pueden disminuir el nivel de salinidad o cantidad de sales disueltas, entre algunos factores más. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal>

Antecedentes.

Anton (2014), expresa que en la aplicación en diferentes porcentajes de ácidos húmicos en el cultivo de melón tipo Cantaloupe no existió una diferencia significativa estadísticamente en el rendimiento, más sin embargo fueron diferentes y superiores al testigo. La aplicación de ácidos húmicos al 25% presento una mejor rentabilidad con un 61% con respecto a los demás tratamientos.

Requelme en el 2017, menciona en su trabajo que la aplicación de ácidos húmicos influyen de forma positiva en la formación de brotes de *Smallanthus jelski* para su propagación por estaca, los mejores resultados se mostraron al aplicar 200 y 300 ppm, logrando una media de 2.31 brotes por estaca, de igual manera se obtuvo una respuesta positiva en la formación de hojas y ayudo a su misma supervivencia, alcanzando un 100% para los tratamientos que se administraron ácidos húmicos y un 81.47% de supervivencia para el testigo.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio experimental.

Este trabajo experimental se realizó del día 6 de abril al 11 julio de 2020, en el campo ubicada dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, parte trasera del edificio La Gloria, en la Col. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Geográficamente se encuentra localizada en las siguientes coordenadas: 25° 35'26" latitud Norte 101°03'19" latitud Oeste, con una altura de 1,783 msnm.



Figura 3.1. Sitio del experimento (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila).

3.2 Características del sitio experimental

Las condiciones del suelo donde se realizó la investigación poseen una textura migajón arcillosa, con un alto contenido de carbonato de calcio y presenta niveles altos de materia orgánica. Se ha realizado un análisis de fertilidad físico-químico (cuadro 3.1), donde la muestra del suelo se ha tomado a una profundidad de 30 cm.

Cuadro 3.1. Análisis de fertilidad del área del experimento.

Determinación	Resultado
Textura	Franco-Arcilloso
Densidad	1.09 g/cm ³
pH	8.52
CE	1 dS/m
Carbonatos Totales	0.59%
C.C.	0.255%
P.M.P.	0.152%
M.O	0.0403%

Determinación	Resultado
N	29.9 ppm
P	99.8 ppm
K	599 ppm
Ca	3718 ppm
Mg	309 ppm
S	1.54 ppm
B	0.97 ppm
Fe	1.98 ppm
Mn	1.14 ppm
Zn	6.37 ppm
Cu	1.26 ppm

3.3. Material Genético.

Se utilizó semillas de girasol de la variedad (*Helianthus annuus*) var. Sunbright F1, de la empresa Gloeckner marca SAKATA SEED AMERICA, ING, paquete de 360.18 gramos que contiene 10,000 semillas, presenta un porcentaje de pureza del 99.90%.

3.4. Establecimiento del cultivo.

La preparación de suelo se realizó de forma mecánica, el primer trabajo consistió de un barbecho a una profundidad de 30 cm sobre la superficie, posteriormente se empleó la rastra con el objetivo de eliminar terrones que quedaron por la primera

actividad echa, esto permite acondicionar y facilitar el manejo del suelo, para finalizar se surco a 90 cm de ancho y que se necesitaron 80 m lineales de esté para la siembra del cultivo, posteriormente se eliminó el lomo del surco con un azadón con el propósito de dejar una pequeña superficie plana donde consecutivamente se realizara la siembra. El sistema de riego se hizo con cintilla para regar por goteo de la marca Toro ® con 16 mm de grosor calibre 5000, los emisores se encontraban cada 15 cm a lo largo del surco. El agua se suministró de una de una tubería principal de PVC de 1 ¼” que era abastecida por una toma de agua de ½”.

3.4.1. Siembra.

La siembra se realizó del día 6 de abril de 2020 de forma directa en el suelo, consistió en realizar en la superficie del surco una pequeña zanja a una profundidad de ½ pulgada donde por consiguiente se colocaría la semilla de girasol a una distancia entre ellas de 15 cm, para así poder sacar una media de 6.666 semillas por metro lineal de surco.

3.4.2. Fertilización de presiembra.

Con el objetivo de saturar la capacidad de intercambio catiónico, la fertilización de presiembra se llevó a cabo el día 8 de junio, de acuerdo con los objetivos del experimento fue necesario realizarlo a 40 m lineales de surco, este trabajo consistió en abrir el surco y enterrar el fertilizante calculado a una profundidad de 30 cm (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Fertilizantes aplicados en fertilización de presiembra.

Fertilizantes	Cantidad de fertilizante/ 40 m
Urea	640.2 g
Sulfato de Amonio	585.00 g
Ácido Bórico	20.71 g
Sulfato Ferroso	815.55 g
Sulfato de Mn	259.01 g
Sulfato de Cu	42.48 g

3.4.3. Fertilización vía riego.

La fertilización se realizó una vez a la semana (cada 8 días), la primera aplicación se llevó a cabo 11 días después de la siembra, fue cuando se observó la presencia de las hojas verdaderas. La aplicación consistió en extraer con ayuda de una jeringa

el fertilizante calculado de las soluciones madre, después se disolvió en un litro de agua para así poder suministrarlo a cada unidad experimental, asegurando que el producto llegara a las raíces del girasol.

Se realizaron 5 soluciones madre de cada fertilizante, que se calcularon de acuerdo a las necesidades del cultivo, para poder emplear las diferentes capacidades de extracción se tomó de base la capacidad de extracción de 250 Kg Fertilizante/Ha/año que se expresó en g/L, que al extraer 1 cc, 2 cc, 4 cc, 8 cc de la solución madre de cada uno de los fertilizantes y aplicarlo en un metro lineal o unidad experimental, se obtienen una capacidad de extracción de 250 Kg fertilizante/Ha/año, 500 Kg de fertilizante/Ha/año, 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, 2000 Kg de fertilizante/Ha/año respectivamente.

Cuadro 3.3. Cantidad de fertilizantes utilizados por cada litro de solución madre (tomando de base que 1 cc corresponde a una capacidad de extracción de 250 Kg/Fert/Año).

Fertilizantes	(g)/L de agua
Urea	117.35
Sulfato de Amonio	107.23
Ácido Bórico	3.8
Sulfato de Fierro	149.49
Sulfato de Manganeso	47.48
Sulfato de Cobre	7.79

3.5. Diseño del experimental.

Este experimento fue establecido a campo abierto, con medios heterogéneas, dadas estas circunstancias fue bueno utilizar un diseño de bloques al azar con arreglo factorial AXBXC (2x5x3), factor A (presiembrera), factor B fertilización (Kg*Ha⁻¹*año⁻¹) con 5 niveles y factor C (concentración de humatos), obteniendo un total de 30 tratamientos, con tres repeticiones cada uno, en total el experimento tendrá un total de 90 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo en un área de un metro lineal.

3.6. Modelo estadístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor correspondiente a la i-esima fertilización con presiembra y sin presiembra, j-esima capacidad de extracción de fertilizantes, k-esima dosis de humatos, l-esima repetición, μ = Media general común de todos los tratamientos, α_i = Respuesta de la i-esima media del factor A, β_j = Respuesta de la j-esima media del factor B, γ_k = Respuesta de la k-esima media del factor C, $\alpha\beta_{ij}$ = Respuesta de la interacción de la i-esima del factor A en combinación con la j-esima del factor B, $\alpha\gamma_{ik}$ = Respuesta de la interacción de la i-esima del factor A en combinación con la k-esima del factor C, $\beta\gamma_{jk}$ = Respuesta de la interacción de la j-esima del factor B en combinación con la k-esima del factor C, $\alpha\beta\gamma_{ijk}$ = Respuesta de la interacción de la i-esima del factor A, j-esima del factor B y la k-esima del factor C, E_{ijkl} = Error experimental de la i-esima con presiembra y sin presiembra, j-esima capacidad de extracción de fertilizantes, k-esima dosis de humatos y l-esima repetición.

3.7. Descripción de factores.

En esta investigación se trabajaron con tres factores que son A, B, C que corresponden respectivamente a presiembra, capacidad de extracción de fertilizante y humatos.

3.7.1. Factor A (presiembra)

A₁= sin presiembra, A₂= con presiembra

3.7.2. Factor B (capacidad de extracción de fertilizante Kg*Ha⁻¹*año⁻¹)

B₀= 0 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹, B₁= 250 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹, B₂= 500 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹, B₃= 1000 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹, B₄= 2000 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹.

3.7.3. Factor C (Humato)

C₀= 0 cc*L⁻¹, C₁= 0.100 cc*L⁻¹, C₂= 0.250 cc*L⁻¹.

3.8. Descripción de tratamientos.

La interacción de los factores se obtuvieron los siguientes tratamientos descritos en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Factores	Descripción
0	A0*B0*C0	Sin fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, sin humatos.
1	A0*B0*C1	Sin fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, con 0.1 cc de humatos/L de agua.
2	A0*B0*C2	Sin fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, con 0.25 cc de humatos/L de agua.
3	A0*B1*C0	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , humatos.
4	A0*B1*C1	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.1 cc de humatos/L de agua.
5	A0*B1*C2	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
6	A0*B2*C0	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
7	A0*B2*C1	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.1 cc de humatos/L de agua.
8	A0*B2*C2	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
9	A0*B3*C0	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
10	A0*B3*C1	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.1 cc de humatos/L de agua.
11	A0*B3*C2	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
12	A0*B4*C0	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
13	A0*B4*C1	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , 0.1 cc de humatos/L de agua.

14	A0*B4*C2	Sin fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
15	A1*B0*C0	Con fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, sin humatos.
16	A1*B0*C1	Con fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, 0.1 cc de humatos/L de agua.
17	A1*B0*C2	Con fertilización de presembrado, sin dosis de fertilizante, con 0.25 cc de humatos/L de agua.
18	A1*B1*C0	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
19	A1*B1*C1	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , 0.1 cc de humatos/L de agua.
20	A1*B1*C2	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 250 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
21	A1*B2*C0	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
22	A1*B2*C1	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.1 cc de humatos/L de agua.
23	A1*B2*C2	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 500 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
24	A1*B3*C0	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizantes*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
25	A1*B3*C1	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizante*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , 0.1 cc de humatos/L de agua.
26	A1*B3*C2	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 1000 Kg de fertilizantes*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.
27	A1*B4*C0	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizantes*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , sin humatos.
28	A1*B4*C1	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizantes*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.1 cc de humatos/L de agua.
29	A1*B4*C2	Con fertilización de presembrado, con una dosis de fertilización de 2000 Kg de fertilizantes*Ha ⁻¹ *año ⁻¹ , con 0.25 cc de humatos/L de agua.

3.9. Aplicación de los tratamientos.

Con ayuda de un análisis de suelo y conforme a las necesidades del cultivo, previamente se realizaron los cálculos para obtener la cantidad total de fertilizante para poder emplearla como fertilización de presembrado, fue así que con una báscula Truper modelo 15161 se pesaron y manejaron los diferentes fertilizantes, que posteriormente se mezclaron hasta obtener una fórmula homogénea. La actividad consistió en abrir el surco a 30 cm de profundidad, después aplicar el fertilizante en forma de chorrillo, pretendiendo siempre que se empleara de forma uniforme en medio del surco.

Para obtener la solución de las diferentes capacidades de extracción de fertilizantes se realizó con el material de apoyo de una probeta graduada (50 ml), báscula digital, jeringa (5 ml) y 5 botellas de 1 L. Al tener las cantidades de fertilizantes ya calculados, posteriormente se pesó cada una de ellas en una báscula para después ser aforados en un litro de agua por separado y así tener la solución madre de cada uno de los fertilizantes. Los cálculos se realizaron para aplicaciones de fertilizante por semana, se obtuvieron 5 soluciones madres, que al extraer 1 cc de cada una de ellas y dosificarlas en 1 litro de agua para después aplicarlo en un metro lineal de surco, corresponde a una capacidad de extracción de 250 kg/Ha/año, por lo que al extraer 2 cc, 4 cc y 8 cc, corresponden a dosificaciones de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, 1000 Kg de fertilizante/Ha/año, 2000 Kg de fertilizante/Ha/año respectivamente.

Para realizar la dosificación de humatos se utilizó una probeta graduada de 50 ml y un envase de 1L. La extracción de Humatos se realizó conforme a cada unidad experimental lo requería, se dosificaron 100 cc y 250 cc de humatos en un litro cada una, por lo que al extraer un 1cc de ambas y aplicarlo en un metro lineal de surco, corresponden a 0.1 cc de humatos/L de agua y 0.25 cc de humatos/L de agua. Los humatos se aplicaron acorde a cada unidad experimental.

3.10. Control de plagas y enfermedades.

Se realizó una aplicación por semana de Cipermetrina (Elaborada por FMC para el control de insectos chupadores y raspadores) esto con el fin de eliminar el Pulgón Negro (*Aphis fabae*) que se presentó a partir de la segunda semana, fue posible controlarlo y gracias a esto el desarrollo del girasol no se vio afectado por este insecto.

Aplicación de Promyl 50 PH en presentación de polvo humectable de un 1 Kg, se utilizó de forma preventiva para hongos, la forma de adicionarlo era disolver la concentración adecuada en agua y aplicarlo a las raíces del girasol. Es importante mencionar que se presentó una baja incidencia del hongo *Verticillium dahliae* en la sexta semana, que se controló con una técnica llamada “descalzonado” que consistía en eliminar las 3 primeras hojas basales de la planta, esto se realizó dos veces en el desarrollo del girasol la primera vez en la octava semana y la segunda a la onceava semana, esto permitió mejor circulación del aire entre las plantas, así mismo eliminar y prevenir algún tipo de hongo.



Figura 3.2. Manejo “descalzonado”, consiste en eliminar las primeras hojas basales de la planta.

3.11. Variables evaluadas y su medición.

Para este trabajo de investigación se decidió evaluar seis variables (diámetro de tallo, altura de la planta, diámetro de la inflorescencia, días a cosecha, número de pétalo y longitud del pétalo), debido a que son características de gran importancia cuando esta especie se comercializa como un ornamental de corte.

3.11.1. Diámetro de Tallo (DT).

Se analizaron 4 plantas por cada unidad experimental, con apoyo de un vernier marca Foy, se midió la parte inferior del tallo a 5 cm sobre el suelo, los datos obtenidos se reportaron en cm.

3.11.2. Altura de la Planta (AP).

Por cada unidad experimental se evaluaron 4 tallos, esta actividad consistió en medir con el apoyo de un flexómetro, a partir de la base del tallo hasta el capítulo.

3.11.3. Diámetro de la Inflorescencia (DI).

Con el apoyo de un flexómetro se midió el diámetro de 4 inflorescencias, esta actividad se realizó una vez que el capítulo se encontró completamente abierta.

3.11.4. Numero de Pétalos (NP).

Se realizó el conteo de pétalos de 4 inflorescencias por unidad experimental, el conteo fue de manera manual y se fueron anotando en una libreta de forma ordenada.

3.11.5. Longitud del Pétalo (LP).

Se tomaron 4 inflorescencias por cada unidad experimental, por cada capítulo se midió la longitud de 4 liguas de flores liguladas (pétalos), los datos obtenidos se registraron en cm.

3.11.6. Días a cosecha (DaC)

Para esta variable se tomaron 4 plantas por unidad experimental, este trabajo consistió en anotar en número de días que tomo cada planta a partir de cuándo se realizó la siembra hasta que la planta creciera y se desarrollara para formar una inflorescencia completamente abierta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que se obtuvieron fueron analizados estadísticamente en el programa SAS (Versión 9.1), se registran y discuten los resultados obtenidos, para su mejor entendimiento para cada variable por separado. En el Cuadro 4.1, el ANOVA (análisis de varianza) reporta los niveles de significancia para cada una de las variables evaluadas, donde se muestra la concentración de los cuadros medios de las variables evaluadas, (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Cuadro del registro de cuadrados medios del análisis de varianza para las variables diámetro de tallo (DT), (altura de la planta AP), diámetro de la inflorescencia (DI), días a cosecha (DaC), número de pétalos (NP), longitud del pétalo (LP).

FV	GL	DT	AP	DI	DaC	NP	LP
A	1	0.157**	0.059 ^{NS}	1.244 ^{NS}	18.261**	6.829 ^{NS}	1.620**
B	4	0.024 ^{NS}	0.057*	2.706 ^{NS}	8.734**	4.131 ^{NS}	0.229**
C	2	0.017 ^{NS}	0.002 ^{NS}	1.287 ^{NS}	5.212 ^{NS}	1.198 ^{NS}	0.008 ^{NS}
A*B	4	0.016 ^{NS}	0.004 ^{NS}	1.949 ^{NS}	2.159 ^{NS}	2.364 ^{NS}	0.078 ^{NS}
A*C	2	0.050 ^{NS}	0.002 ^{NS}	1.224 ^{NS}	3.691 ^{NS}	5.574 ^{NS}	0.0174 ^{NS}
B*C	8	0.017 ^{NS}	0.009 ^{NS}	1.237 ^{NS}	1.262 ^{NS}	4.050 ^{NS}	0.020 ^{NS}
A*B*C	8	0.014 ^{NS}	0.003 ^{NS}	1.766 ^{NS}	1.860 ^{NS}	0.987 ^{NS}	0.080 ^{NS}
Error	60	0.023	0.022	1.105	1.960	2.329	0.056
Total	89						
CV		6.286	8.981	5.386	1.553	2.740	5.288

FV=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medidos, C.V.= Coeficiente de Variación, DT= diámetro de Tallo, AP= Altura de la Planta, DI= Diámetro de la Inflorescencia, F= Días para la Cosecha, NP= Número de Pétalos, LP= Longitud del Pétalo, NS= No significativo, *= significativo, **= Altamente Significativo

4.1. Diámetro de Tallo (DT).

Esta variable es importante en virtud de que es el principal almacén del producto generado en la fotosíntesis, por lo que un tallo con un diámetro mayor contendrá una mayor cantidad de reservas comparándolo con un tallo delgado, sin embargo es importante mencionar 3 aspectos importantes; un tallo grueso da origen de manera natural a una inflorescencia con mayor diámetro, mientras un tallo delgado

dará origen a inflorescencias de menor tamaño y con una pigmentación más débil en los gamopétalos (pétalos), mientras que la pigmentación de los pétalos será más fuerte cuando es producida en tallos con un diámetro mayor, es importante también mencionar que los tallos con mayor diámetro son más difíciles de manejar por el florista que aquellos girasoles con tallos de menor diámetro, sin embargo los floristas consideran que estas características (tallos gruesos) influyen en el tiempo que conservan su valor decorativo de las inflorescencias, por esto lo siguen prefiriendo.

Al analizar los resultados para el factor A (fertilización de presiembra), se encontró una respuesta entre tratamientos altamente significativa, lo que indica que el uso de la fertilización de presiembra favorece la formación de tallos más vigorosos, obteniendo un porcentaje de respuesta favorable de 3.6% más gruesas que cuando no se aplicó la fertilización de presiembra.

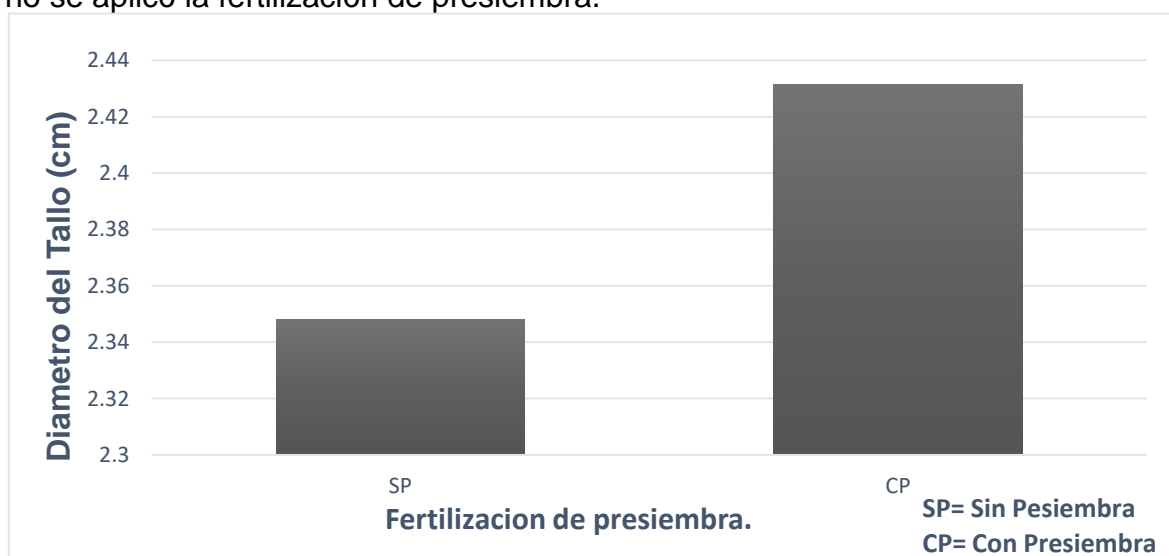


Figura 4.1. Influencia en la fertilización de presiembra en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del girasol ornamental.

Es probable que esta respuesta favorable se deba a que la aplicación de estos fertilizantes se logró saturar la capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que favoreció la disponibilidad de nutrientes para las plantas y el porcentaje de respuesta bajo, entre el uso y no uso de la presiembra es probable se deba a que el nivel de fertilidad de suelo es alto, brindando de fósforo 99.8 ppm, potasio 599 ppm, Calcio 3718 ppm, Magnesio 309 ppm y Zinc 6.37 ppm, que son valores por

arriba de los demandados por el cultivo, considerando además que el contenido de materia orgánica también era alta con un porcentaje del 4.06 %, que está por encima de lo requerido por la especie.

Para el factor B (Capacidad de extracción de fertilizante), se obtuvo un respuesta estadística no significativa lo que indica que los tratamientos estadísticamente son iguales, sin embargo al hacer una comparativa porcentual entre los niveles de capacidad de extracción de fertilizantes, comparándolo con el testigo se encontró lo siguiente; un incremento del diámetro del tallo del 1.01 % para la capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año y también del 2.57 % cuando se manejó una capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año. Estos incrementos marginales para esta variable impiden manejar en la práctica una capacidad de extracción de 1000 y 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, pero con la finalidad de no perder el nivel de fertilidad en el suelo para cultivos posteriores sería conveniente como máximo utilizar una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año. Los resultados favorables a la poca capacidad de extracción de fertilizante/Ha/año en parte son debidos a la rusticidad en el cultivo que presenta esta especie, lo que coincide con Del Ángel en el 2022.

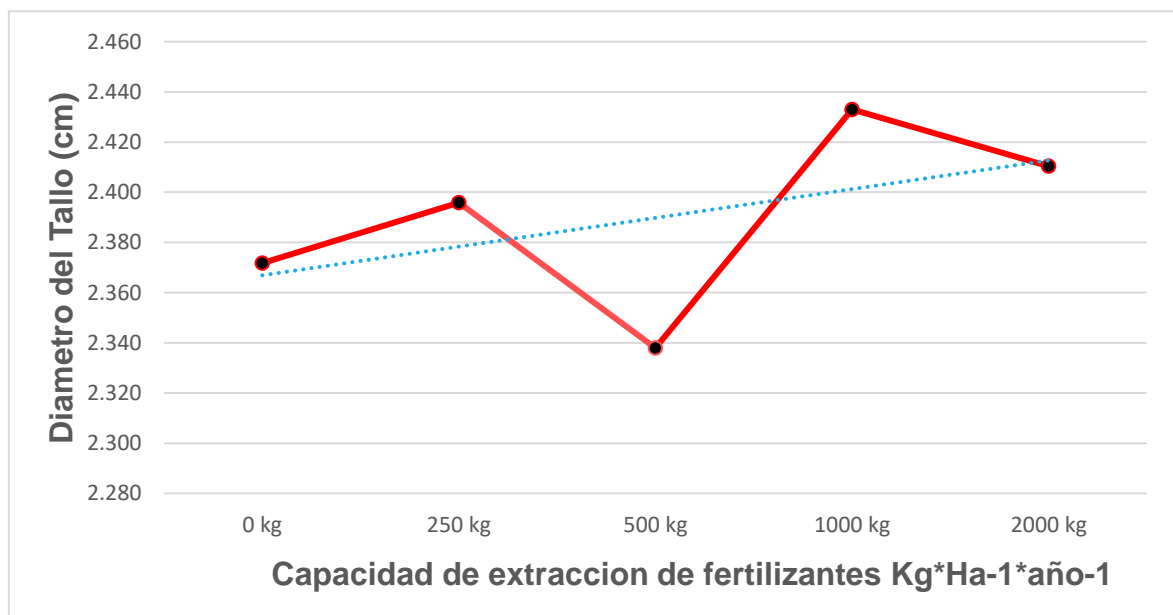


Figura 4.2. Influencia de las diferentes extracciones de fertilizante en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del girasol ornamental.

Para el factor C (Humatos) se encontró una diferencia estadística no significativa lo que indica que la nula respuesta del girasol a la aplicación de humatos como estrategia de potencialización en el uso de fertilizantes, es debido a que los incrementos del uso en esta especie son mínimas, de 2.42 cm de diámetro cuando no se aplicó y de 2.38 cm cuando fueron aplicados los humatos, la única dosis de Humatos que reportó resultados favorables aunque mínimos es cuando se manejó la dosis de 0.1 cc de humatos/L de agua sin el uso de la fertilización de presembrado. Esta poca o nula respuesta está relacionada en parte con la rusticidad de la especie y de la alta capacidad de esta especie para extraer los nutrientes del suelo (ver figura 4.3), por otra parte, Rosario (2009) en su trabajo de investigación, encontró una respuesta favorable en el cultivo de *Lilium var. Brunello* esto al manejar organominerales compuesto de ácidos húmicos y fúlvicos que ayudaron al incremento de la longitud de hoja, diámetro de hoja, peso de raíz y peso fresco de la planta cuando aplico a dosis bajas de humatos.

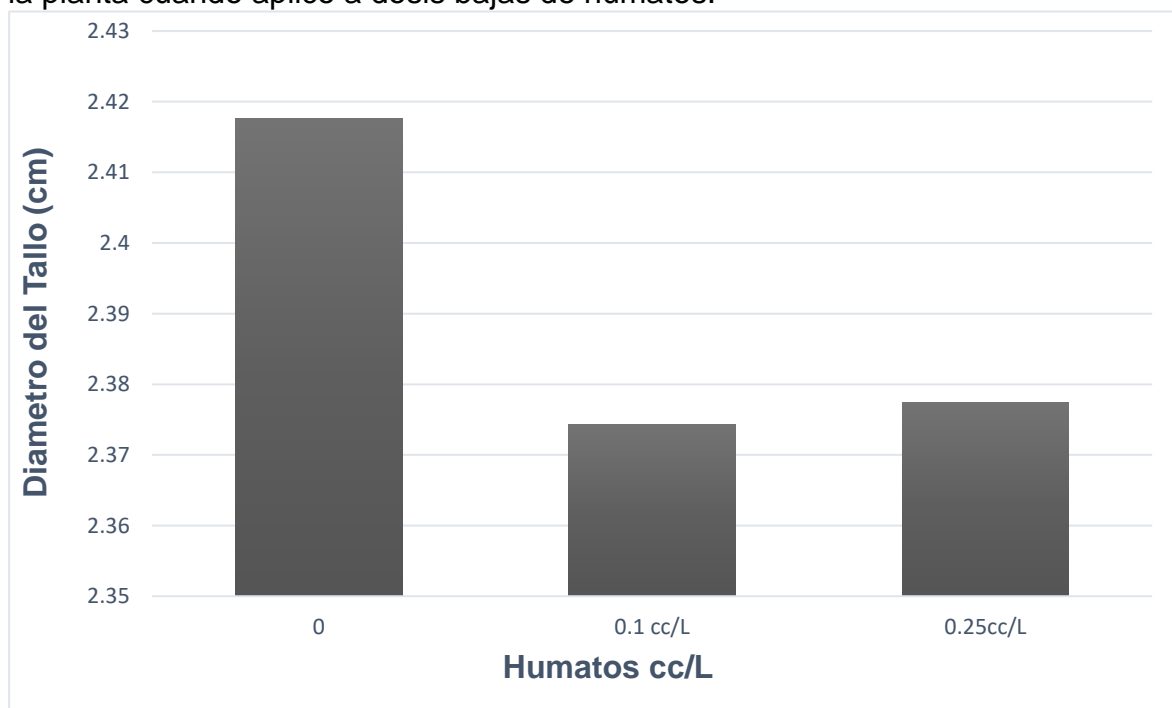


Figura 4.3. Influencia de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable diámetro de tallo (DT) en el cultivo del girasol ornamental.

Para las interacciones A*B, A*C, B*C y la triple interacción reportan una diferencia estadística no significativa por lo que se entiende que los factores muestran un comportamiento independiente entre factores.

4.2. Altura de la planta (AP).

La altura de la planta es una característica importante por la relación que tiene con el tamaño de capítulo, debido que mientras la altura de la planta sea mayor esta dará origen a capítulos de mejor tamaño, sin embargo, un dato a tener presente, es la respuesta que tiene esta especie con la calidad e intensidad de luz que recibe, debido a que cuando se encuentra en condiciones de baja intensidad lumínica su desarrollo se ve afectado, ya que esta tiende a crecer significativamente, formando a su vez un desarrollo foliar deficiente que dará origen a un tallo delgado, que bajo estas características esta planta desarrollara una vara de girasol de mala calidad con un capítulo pequeño y de bajo valor decorativo. Hoy en día, un florista prefiere trabajar con varas de girasol que tengan mayor altura y un buen tallo, esto se debe a que es más sencillo elaborar los arreglos florales con distintos tipos de portes, por lo que una vara de girasol de poca longitud no será aprovechada cuando se requieran de arreglos florales de un porte alto.

Al revisar el factor A que corresponde a la fertilización de presiembra, no se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica en principio que la altura de las plantas serán semejantes al aplicar o no aplicar fertilización de presiembra, sin embargo se registró que al no aplicar fertilización de presiembra se obtuvo un mejor valor, con una altura de planta de 1.70 m y al aplicar fertilización de presiembra se obtuvo un menor valor, registrando una media de 1.64 m, esto representa porcentualmente una diferencia entre tratamientos del 3.01% (ver figura 4.5), es probable que la baja respuesta en altura de la planta del girasol al manejar la fertilización de presiembra se deba que la planta consiguió absorber suficientes nutrientes del suelo, por consecuencia el sistema fotosintético logró sintetizar una mayor cantidad de carbohidratos, que ayudaron a dar mayor diámetro de tallo y llegar antes a la etapa productiva, donde su crecimiento se detuvo y se limitó para posteriormente dar origen al capítulo, sin embargo, en el trabajo realizado por Del Ángel (2022) con el cultivo de Campanita de Irlanda, expuso resultados diferentes a los obtenidos en este trabajo, debido a que esta especie logro una influencia

positiva con la fertilización de presembrado produciendo un 10.54 % más en la longitud de los tallos.

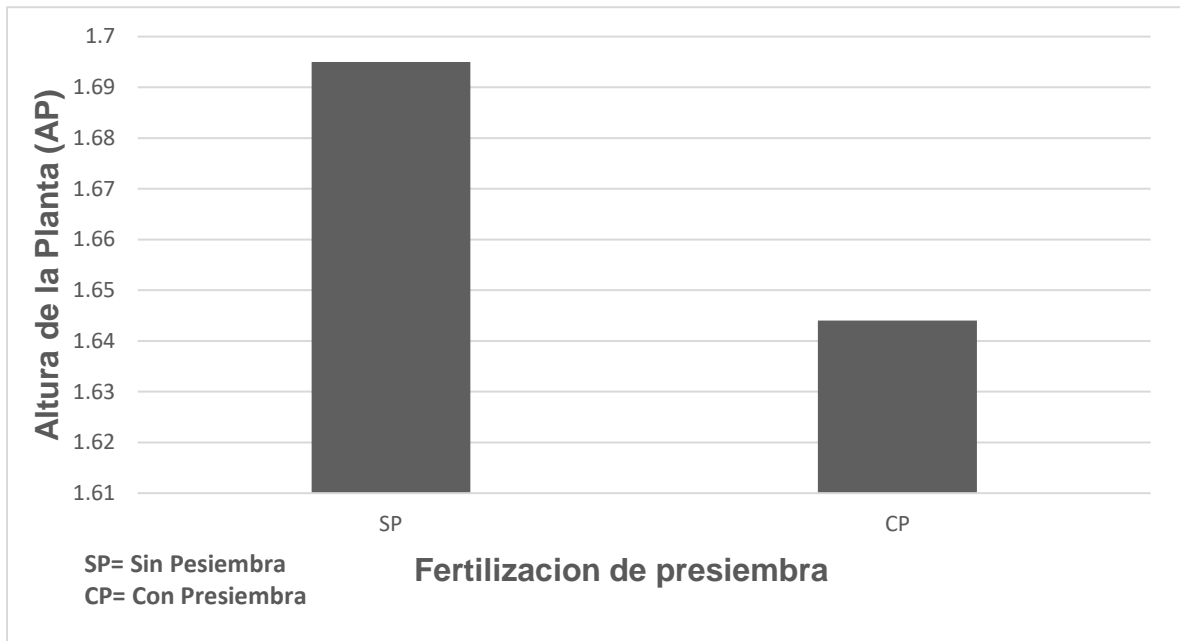


Figura 4.4. Influencia de la fertilización de presembrado en la variable altura de planta (AP) en el cultivo del girasol ornamental ornamental.

Para el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), se encontró una diferencia estadística significativa, al analizar los datos se encontró que la altura de la planta del girasol muestra una respuesta favorable con la aplicación de bajas capacidades de extracción de 0 y 250 Kg de fertilizante/Ha/año que registraron las medias de longitud de tallo más altas con 1.75 y 1.70 m, con una mínima diferencia entre ambas del 3.3%. Al emplear capacidades extracción de 500, 1000, 2000 kg de fertilizantes/Ha/año, la altura que alcanzó esta especie fue inferior, con una diferencia porcentual con la media más alta lograda (0 Kg de fertilizante/Ha/año) del 8.2%,9.6% y 5.9% consecutivamente, es probable que esta respuesta se deba a que el girasol es una especie rustica con poca demanda nutritiva, por lo que la aplicación altas capacidades de extracción de fertilizante provoquen un efecto negativo en su desarrollo y crecimiento, debido a que los nutrientes al no ser absorbidos por la planta se origina una acumulación de sales en el suelo que en consecuencia inciten en la planta a estresarse y la poca energía producida por la planta en la respiración solo es utilizada para protegerse, este argumento, se puede demostrar con los datos obtenidos de C.E obtenidos (ver figura 4.17), donde se

muestra que los niveles más altos se alcanzan al aplicar capacidades de extracción a partir de 500 Kg de fertilizante /Ha/año, sin embargo, el comportamiento enfrentado son similares a las que obtuvo Del Ángel (2022) con Campanita de Irlanda, quien cita que al no proporcionar fertilizantes en el proceso del cultivo obtuvo las mejores longitudes de tallos, mientras que cuando aplico una capacidad de extracción de 2,000 Kg de fertilizante* Ha⁻¹*año⁻¹ tuvo una pequeña disminución en la longitud del tallo del 2.06%, es probable que la respuesta negativa del girasol y campanita de Irlanda al manejar altas capacidades de extracción se deba a que son especies rústicas que tienen la facilidad de extraer los nutrientes del suelo, por lo que manejar capacidades de extracción altas perjudiquen el desarrollo de estas especies.

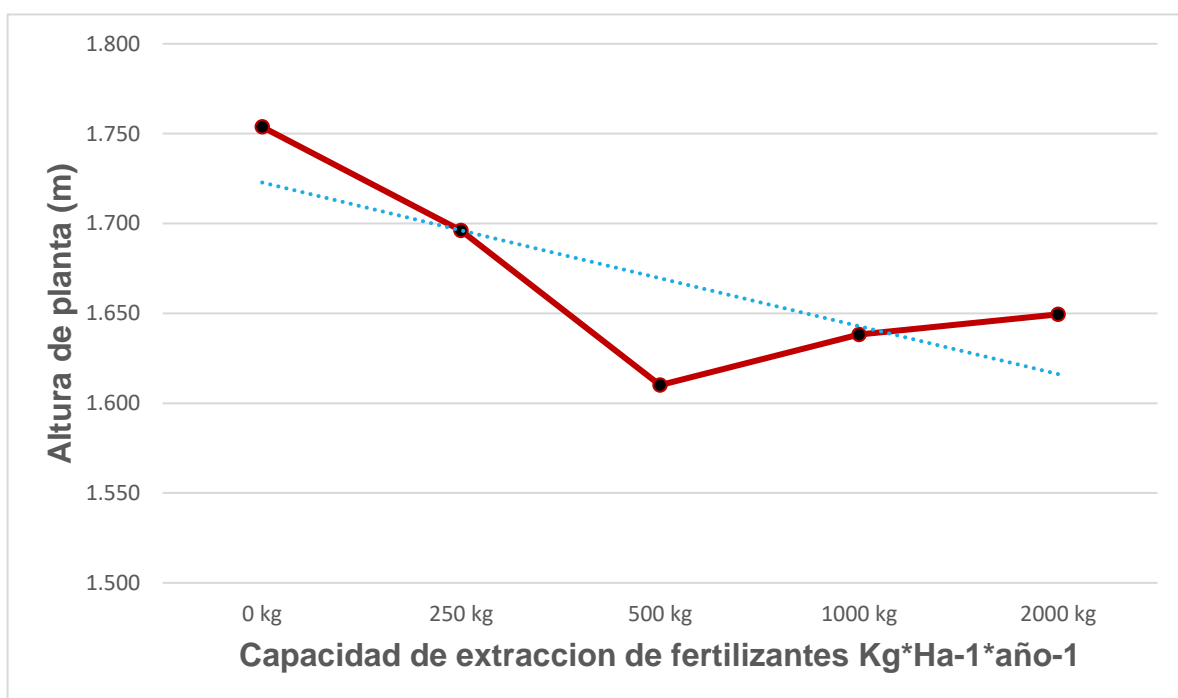


Figura 4.5. Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable altura de la planta (AP) en el cultivo del Girasol ornamental.

En lo que respecta al facto C (humatos), no se encontró una diferencia estadística significativa. Los resultados presentes en la figura 4.6, muestran que los resultados en la altura de la planta serán semejantes al aplicar 0 cc/L, 0.1 cc/L y 0.25 cc/L de humatos, debido a que la media más alta (0.25 cc/L) con el valor más bajo (0.1 cc/L) registrado, existe poca diferencia de tan solo 1.02 %.

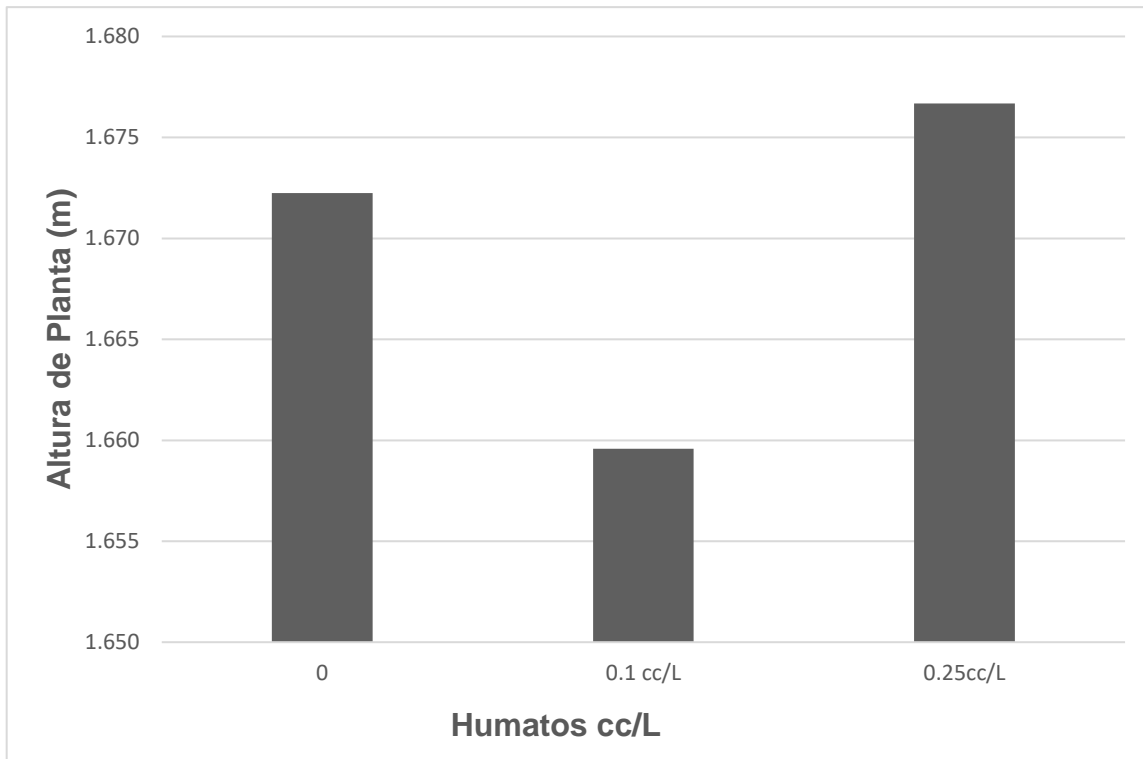


Figura 4.6. Influencia de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable altura de planta (AP) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para la interacción A*B (fertilización de presembrado y capacidades de extracción de fertilizantes), no se encontró una diferencia estadística significativa, sin embargo al hacer una comparación se obtuvo que al no emplear fertilización de presembrado más capacidades de extracción de 0, 250, 500, 1000 y 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, siempre registro mejor media que cuando se aplicaba fertilización de presembrado más capacidades de extracción de 0, 250, 500, 1000 y 2000 Kg de fertilizante/Ha/año, los datos en la figura 4.7 muestran que la altura de la planta disminuye mientras se aumenta la capacidad de extracción con y sin presembrado, es probable que esta respuesta este racionada con los datos de la figura 4.17, que nos indica que el nivel de salinidad se elevó conforme se aumentaba la capacidad de extracción de fertilizante, es factible citar que esta respuesta se deba a que el girasol es una especie rustica que demanda pocas cantidades de nutrientes por lo que aplicar cantidades excesivas de fertilizante provoquen que los fertilizantes se queden en el suelo, influyendo de manera negativamente que la planta entre a una condición de estrés, donde la mayor parte de la energía producida por la planta sea utilizada para sobrevivir, esto coincide con Alcalá (2018), quien menciona que las

plantas se ven afectadas en su crecimiento por estrés biótico como abiótico, pero en esencial el estrés por salinidad disminuye la productividad de los cultivos agrícolas, sin embargo hay especies que demandan de capacidades de extracción altas, un ejemplo Estrada (2021) quién encontró que manejar una capacidad de extracción de 1000 Kg de fertilizante/Ha/año el cultivo de pepino obtuvo una respuesta positiva en el peso por fruto.

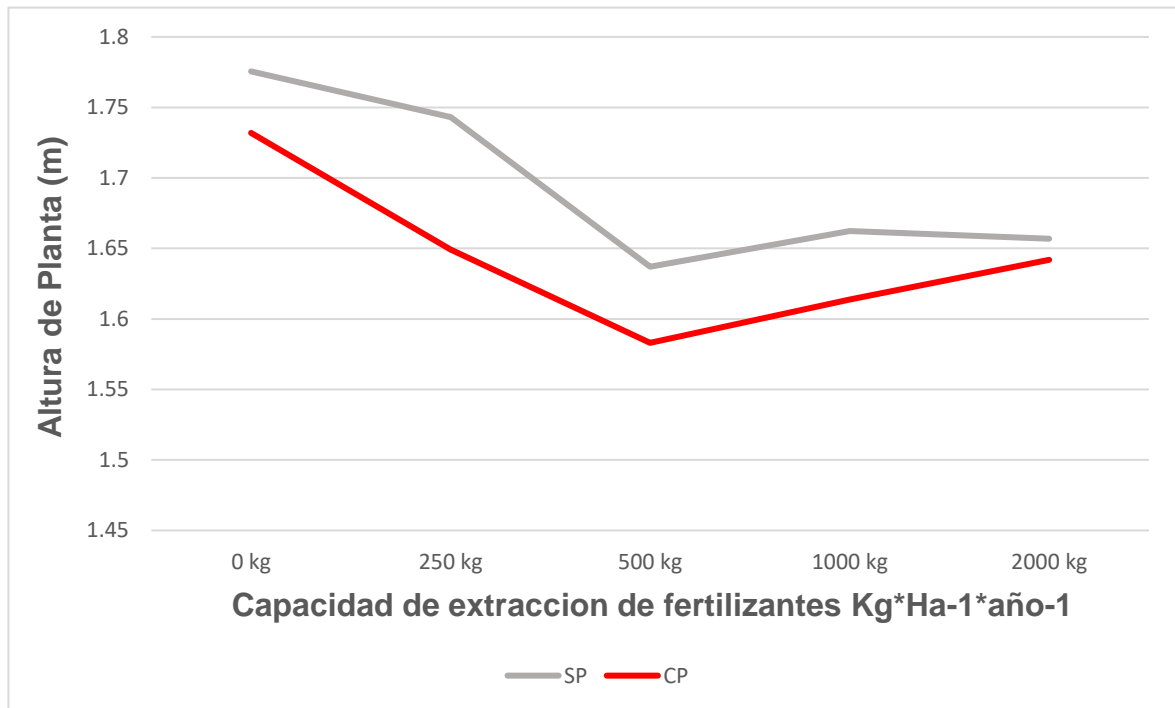


Figura 4.7. Influencia del manejo de fertilización de presiembra con las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable altura de la planta (AP) en el cultivo del Girasol.

4.3. Diámetro de la Inflorescencia

Una de las características más importantes al realizar la comercialización del girasol para flor de corte, es el diámetro del capítulo, debido a que es más fácil vender y obtener mejor compensación cuando se tiene inflorescencias de un diámetro mayor, ya que resulta ser más atractivo para una persona al elegir un arreglo floral. Algunos aspectos importantes en la formación del capítulo será que el tamaño está relacionado con el vigor que logro la planta antes de llegar a la etapa de producción, cuando una planta de girasol logra una buena altura, con un diámetro de tallo considerable y con una buena formación de follaje, se obtiene un capítulo de calidad, mientras que cuando se logra una planta de girasol con características

opuestas a las ya mencionadas se desarrollará un capítulo de menor tamaño. Un rasgo importante del capítulo es la intensidad del color que se produce en los gamopétalos de las flores liguladas, debido a que esta se manifiesta según el diámetro del tallo, un tallo de diámetro mayor dará origen a un color más intenso en los gamopétalos que cuando se logra un tallo delgado que dará origen a un color más claro, pero sin duda alguna los floristas se inclinarán por trabajar con flores que tengan mayor presencia del color en los gamopétalos.

Al estudiar el análisis de varianza para el diámetro de la inflorescencia se encontró una respuesta estadística no significativa con el factor A (presiembrado). Los datos más altos que se registraron para esta variable, es cuando no se aplicó fertilización de presiembrado, obteniendo una media del 19.63 cm, mientras que cuando se aplicó la fertilización de presiembrado se logró una media de 19.39 cm, esto representa una diferencia marginal entre tratamientos del 1.19%.

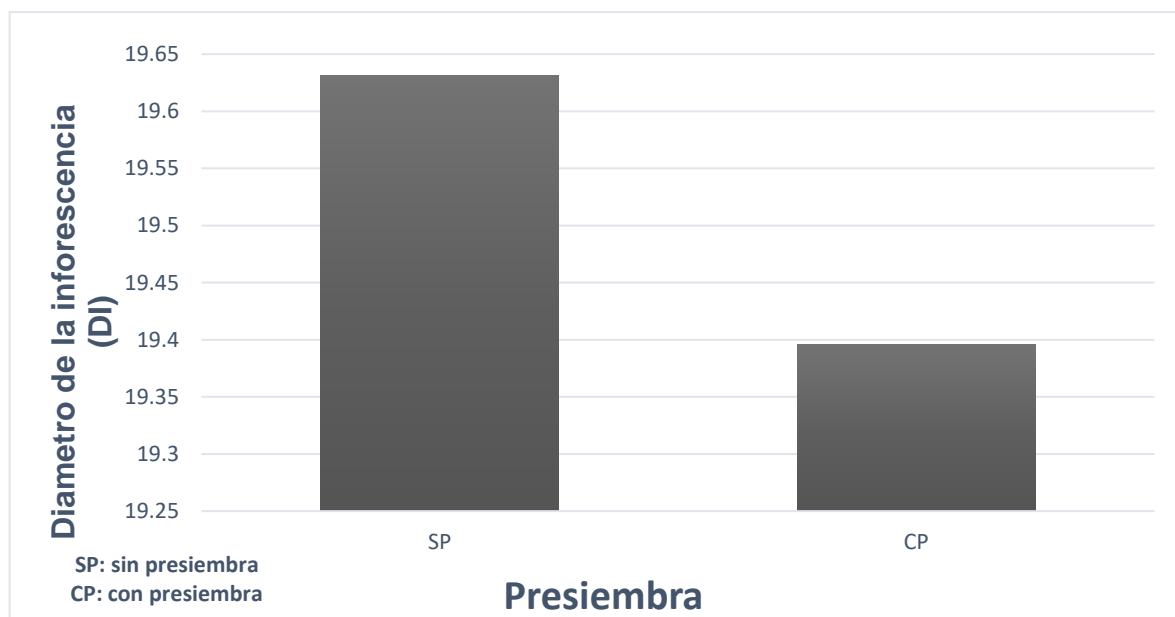


Figura 4.8. Influencia de la aplicación de presiembrado y sin presiembrado en la variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para el factor B, capacidad de extracción de fertilizante no se encontró respuesta significativa, al examinar los datos se obtuvo que al no usar una capacidad de extracción se logró la media con mayor diámetro de inflorescencia con 19.96 cm, al compararlo con el dato más bajo registrado que pertenece a la capacidad de

extracción de 500 Kg de fertilizante*Ha⁻¹*año⁻¹ se obtuvo una diferencia porcentual del 4.10%. Al observar las gráficas de las variables altura de planta (ver figura 4.5) y diámetro de la inflorescencia (ver figura 4.7), se observa que el diámetro de la inflorescencia tiene una relación con la altura de la planta, debido que al lograr una planta de girasol de mayor altura esta presentara mayor diámetro en su inflorescencia, en comparación con una planta de menor altura, esta dará origen a un capítulo con menor diámetro, es probable que la formación de inflorescencias de menor tamaño con la aplicación de capacidades de extracción a partir de 500 Kg de fertilizantes/Ha/Año se deba a que la planta no absorbe suficientes cantidades de minerales causando que estos se queden en el suelo y en consecuencia, afectan negativamente el desarrollo y crecimiento de los girasoles.

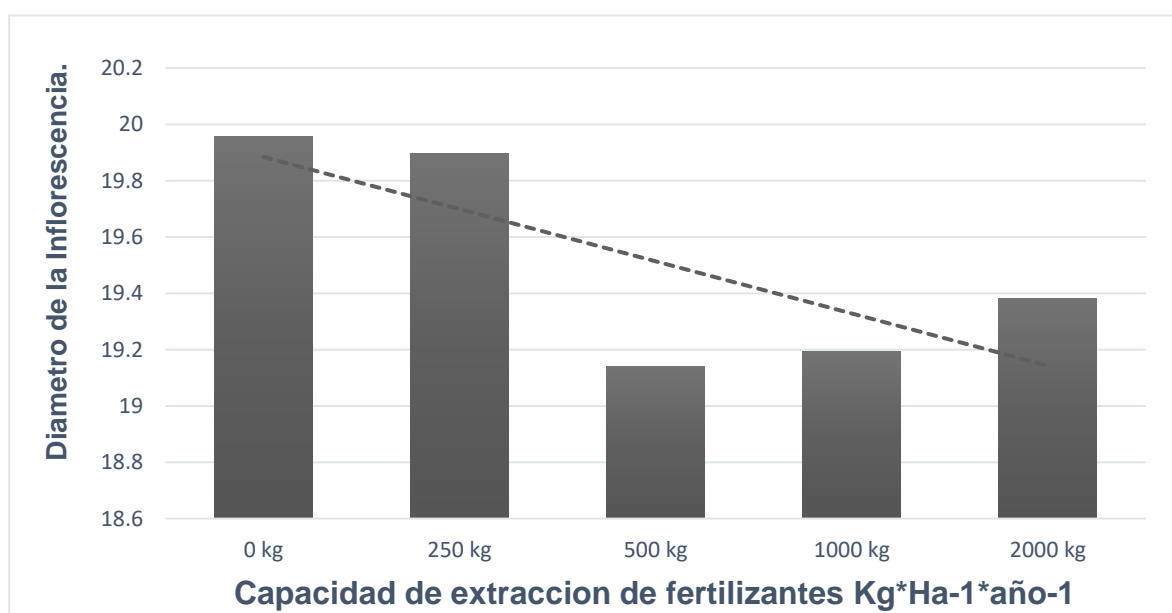


Figura 4.9. Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del Girasol ornamental.

Al revisar los datos se concluye que manejar una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizantes/Ha/año es lo ideal, debido que además de registrar datos positivos en el desarrollo del girasol, se puede utilizar como un recurso para no perder la fertilidad del suelo para cultivos posteriores, ya que con la sola aplicación de fertilización de presembrado para esta especie, el desarrollo es más que favorable, por otro lado en la investigación realizada por Zamarripa en el 2008, registro datos diferentes a los logrados en este trabajo, el realizo una la fertilización

orgánica a *Gerbera jamesonii* y menciona que al usar dosis altas de fertidrip obtuvo diámetros de inflorescencia de *Gerbera* más grandes, aunque no obtuvo una diferencia estadística significativa.

Al analizar el factor C (humatos) no se encontró una respuesta estadística significativa, lo que indica que proveer de humatos en el desarrollo del girasol no influirá de forma importante, debido a que se obtienen resultados similares cuando se aplique diferentes dosis de humatos. El resultado que favorece a la aplicación de humatos es la dosificación de 0.1 cc/L, obteniendo la media más alta de 19.75 cm, de acuerdo con la comparación con la media más baja que se registró al no aplicar ninguna dosificación de humatos se logró un incremento marginal del 1.84 % (ver figura 4.8). Es probable que esta respuesta deba a que el girasol es una especie rustica con la habilidad de tomar los nutrientes del suelo, por lo que el uso de humatos como estrategia para potencializar la disponibilidad de nutrientes no tenga un efecto importante, sin embargo Neave (2021), menciona que el uso de humatos favorece al suelo como acondicionador, apoyan desarrollo de las raíces, contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo suelo (bacterias, hongos y actinomicetos), mejora la capacidad para retener más humedad y eleva la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

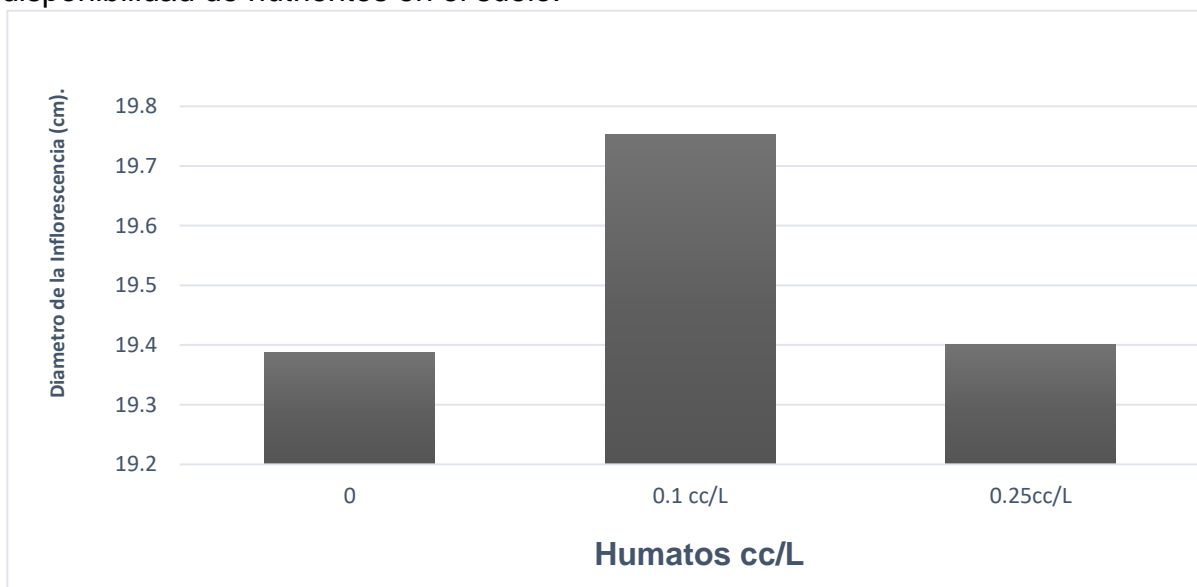


Figura 4.10. Influencia en la aplicación de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para la interacción A*B (presiembr a y capacidades de extracción de fertilizantes), no se encontró una diferencia estadística significativa. Al revisar la información se encontró que la aplicación de presiembr a más una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/Año, logro la mejor media en cuanto a diámetro de inflorescencia, con una diferencia porcentual con la media más baja que lo asume la aplicación de presiembr a más capacidad de extracción de 2000 Kg de fertilizante/Ha/Año (ver figura 4.11) del 7.0%, es probable que esta respuesta positiva en el aumento del diámetro del capítulo se deba que la aplicación de fertilización de presiembr a como estrategia para saturar la capacidad de fertilidad del suelo más la aplicación de una capacidad de extracción 250 Kg de fertilizante/Ha/Año facilitaron la disponibilidad y la cantidad necesaria de nutrientes en la solución de suelo para el desarrollo de la planta de girasol, y que manejar una capacidad de 500, 1000 y 2000 Kg de fertilizante/Ha/Año disminuyen el rendimiento de esta especie, debido a que se obtiene plantas de baja estatura con capítulos de menor tamaño.

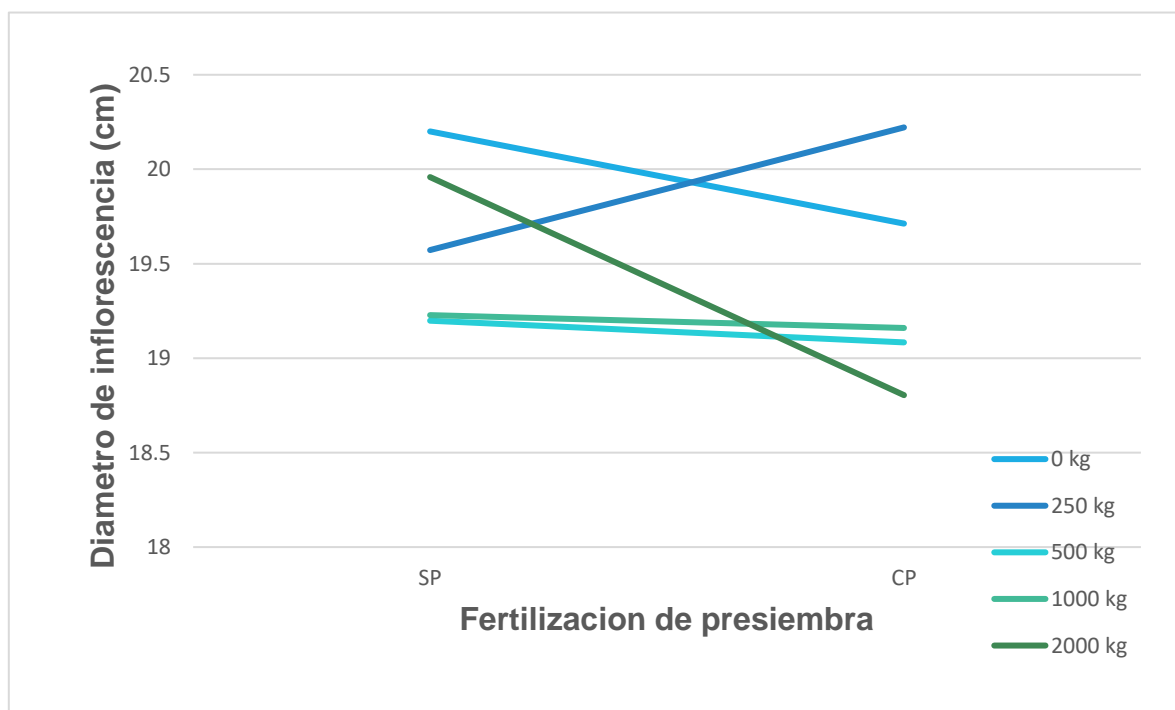


Figura 4.11. Influencia del manejo de fertilización de presiembr a con las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable diámetro de la inflorescencia (DI) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para las variables A*C, B*C y la triple interacción reportan una diferencia estadística no significativa por lo que estas muestran un comportamiento independiente entre factores.

4.4. Número de pétalos (NP)

Esta variable es de gran importancia en el aspecto final que presentará la inflorescencia del girasol, una inflorescencia con un mayor número de pétalos estéticamente, se considera de mejor aspecto y para un florista es de mayor interés, debido, que al tener una capitulo con una buena cantidad de pétalos, resulta ser más llamativo para el comprador, ya que una persona al adquirir un arreglo floral, prefiere girasoles con capítulos que tengan un mayor número de pétalos.

Para el factor A (presiembra), no se obtuvo una respuesta estadística significativa, ya que las diferencias fueron mínimas, cuando se aplicó la aplicación de fertilización de presiembra, se registró una media de 55.96 pétalos y de 55.41 pétalos cuando no se aplicó la fertilización de presiembra, lo que representa una diferencia marginal de tan solo un 0.98%, esto indica, que tendrán un número similar de pétalos cuando se aplica la fertilización de presiembra, que cuando no se aplica.

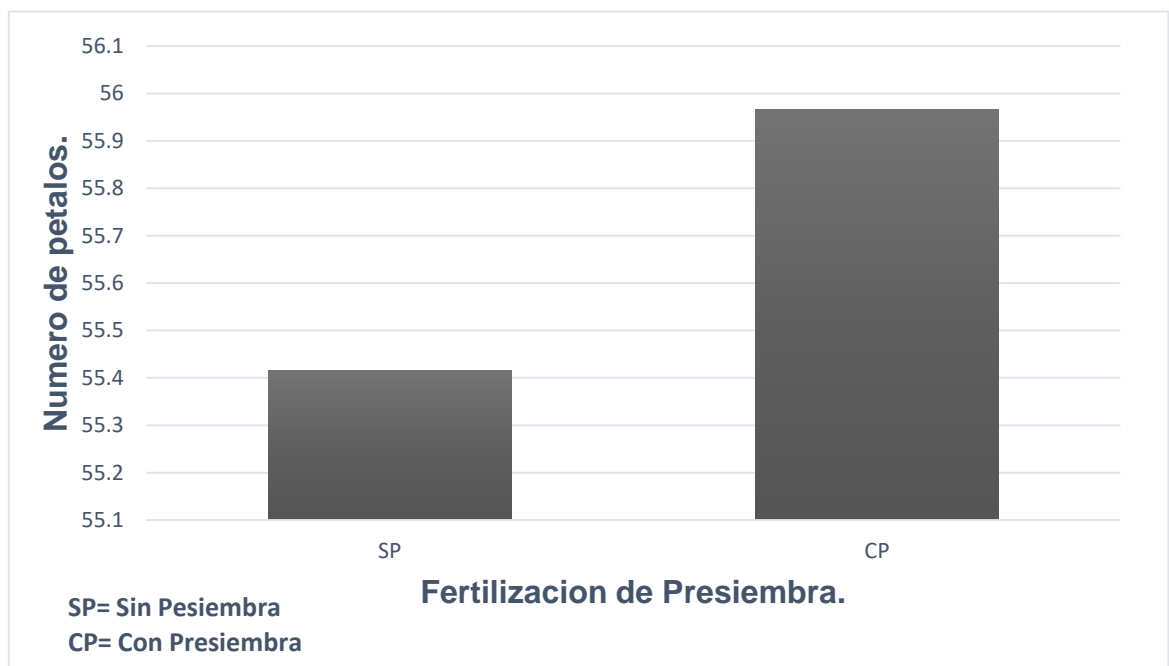


Figura 4.12. Influencia de la fertilización de presiembra en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para el factor B (capacidad de extracción), no se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica, que se obtendrán un numero de pétalos semejantes, cuando se realice la fertilización con una capacidad de extracción de 2000 kg de fertilizante/Ha/año, que cuando no se aplican fertilizantes durante el proceso de cultivo, debido a que los resultados en el número de pétalos fueron similares, sin embargo, la media más alta para esta variable, se obtuvo cuando se manejó una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante/Ha/año, que registró una media de 56.05 pétalos, contra la media más baja registrada (capacidad de extracción de 0 kg/Ha/ año) representa un incremento mínimo en porcentaje de 2.03%.

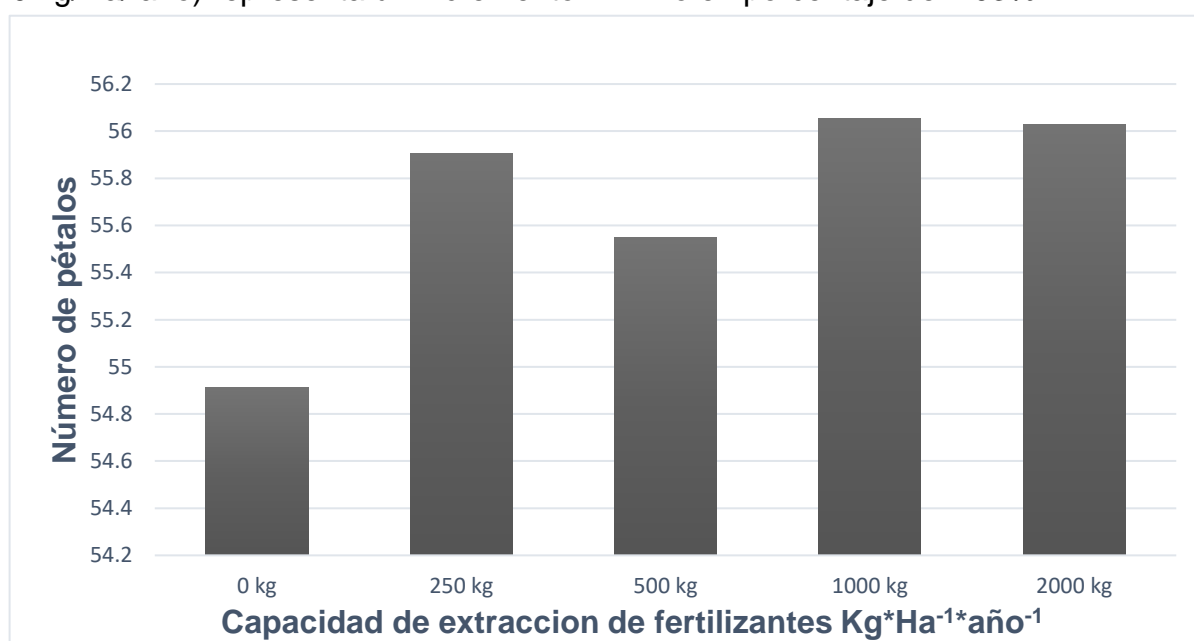


Figura 4.13. Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para el factor C, correspondiente al uso de humatos, no se encontró una diferencia estadística significativa, por lo que serán semejantes los resultados para la variable número de pétalos, al aplicar 0 cc de humatos/L, 0.1 cc de humatos/L y 0.25 cc de humatos/L de agua, esto se expresa, debido a que la media más alta obtenida fue de 55.85 pétalos, que se registró cuando se dosificaron los humatos a una dosis de 0.25 cc/L, contra la media más baja registrada, que fue de 55.46 pétalos, que se registró cuando no se aplicaron los humatos (0 cc/L), lo que representa una diferencia porcentual mínima de tan solo 0.69%, sin embargo Huerta (2021) en un

trabajo experimental realizado con pepino, menciona en sus conclusiones, que el uso de humatos, favorece el desarrollo y crecimiento del cultivo, así como a mejorar las características físicas del suelo, esto ocurre siempre y cuando se utilicen dosis bajas de humatos.

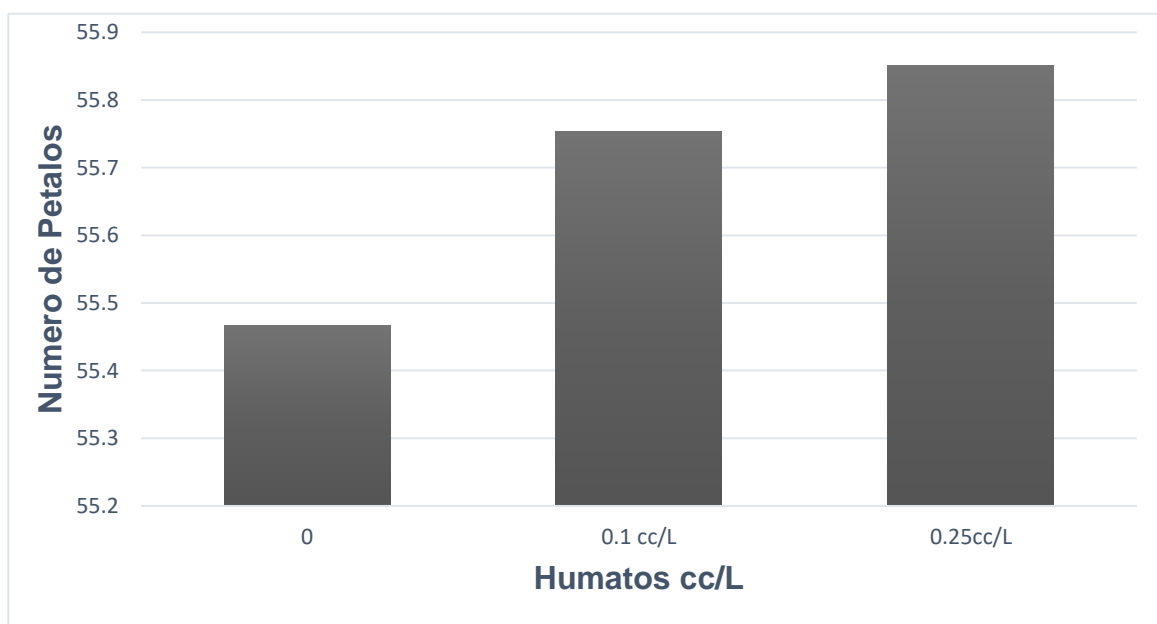


Figura 4.14. Influencia en la aplicación de dosis de humatos, en la variable número de pétalos (NP) en el cultivo del Girasol ornamental.

4.5. Longitud de Pétalos (LP)

La longitud de los pétalos (gamopétalo de una flor ligulada), es de gran importancia en el aspecto final del capítulo, debido a que una inflorescencia que presenta pétalos con mayor longitud, son más preferidas por el consumidor y para un florista, presentan una mejor calidad, ya que, al comercializarlo como arreglo floral, el comprador las prefiere. Es importante comentar, que el consumidor prefiere un color de pétalos más intenso sobre aquellos que son más pálidos.

Para el factor A (fertilización de presembrado), se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica, que el manejo de la fertilización de presembrado influye en el desarrollo y crecimiento de los pétalos; esta se vio favorecida cuando no se manejó una fertilización de presembrado, debido a que se obtuvo una media en la longitud de pétalos de 4.60 cm, al compararlo cuando se usó la fertilización de presembrado, que registro una media de 4.33 cm, que representa un incremento

porcentual del 5.83 %, sin embargo, se observó que cuando se manejó la fertilización de presembrado y aunque no fue medida, el color que mostraban los gamopétalos era más intenso y daba un mejor aspecto al capítulo, en comparación cuando no se administró fertilización de presembrado, estas daban origen a pétalos con un color más pálido, es probable que esto se deba a que cuando se realizó el cálculo para la fertilización de presembrado se consideró realizarlo con una fórmula completa, gracias a esto fue que al suministrar el fertilizante al suelo, fue posible saturar la capacidad de intercambio catiónico del mismo y adicionando los nutrientes esenciales, de esta manera la planta de girasol consiguió con mayor facilidad absorber los minerales necesarios, lo que favoreció al sistema fotosintético para que se sintetizaran una mayor cantidad de carbohidratos y carotenoides que ayudaron a darle a los gamopétalos una mejor apariencia en el color de los gamopétalos. Es claro que el manejo de fertilización de presembrado influyó de forma negativa para el crecimiento de los pétalos, sin embargo, favoreció a que la planta consiguiera mayor diámetro de tallo, donde se observó que en virtud del grosor del tallo, esto influyó de alguna manera en el color de los gamopétalos, debido a que cuando se obtuvieron tallos de mayor diámetro, el color que presentaban los pétalos era más intenso y daban un mayor valor decorativo a la inflorescencia, en comparación de cuando se obtuvieron tallos delgados, estos daban origen a capítulos con gamopétalos de tonalidad más pálida que generaba un aspecto de menor calidad. Estos resultados obtenidos en la longitud de los pétalos, al emplear fertilización de presembrado son similares a los reportados por Del Ángel (2021), donde la aplicación de fertilización de presembrado en el cultivo de campanita de Irlanda (*Moluccella laevis* L.) limitó el crecimiento y desarrollo los cálices hasta un 4.35%.

Para el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), se encontró una diferencia estadística altamente significativa. Para esta variable los valores medios obtenidos, registraron longitudes de 4.57 y 4.55 cm, que se obtuvieron cuando no se proporcionó ningún fertilizante de auxilio después de la siembra (0 Kg de fertilizante/Ha/año) y la capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año respectivamente, con una diferencia porcentual muy reducida entre ambos tratamientos del 0.35%. Las capacidades de extracción de 500, 1,000 y 2,000 kg de

fertilizante/Ha/año alcanzaron los valores más bajos, con una diferencia porcentual con la media más alta (0 Kg fertilizante/Ha/Año) del 3.12%, 6.07% y 1.6% respectivamente (ver figura 4.16), es probable que el rendimiento de la planta de girasol se haya visto afectada al manejar capacidades de extracción de fertilizante superiores a 250 Kg de fertilizante/Ha/año, debido que es una especie rustica que requiere de poca cantidad de nutrientes del suelo para poder crecer y desarrollarse satisfactoriamente, por lo que al aplicar capacidades de extracción altas, induce a que las plantas de girasol obtengan una menor longitud de pétalo, capítulos de menor tamaño y plantas de baja estatura, como consecuencia de una influencia negativa del incremento de la salinidad, que se obtuvo con la adición de los fertilizantes, la mejor respuesta que se obtuvo para esta especie fue únicamente manejar la fertilización de presiembra, sin embargo, como estrategia para mantener y/o conservar una adecuada fertilidad del suelo para futuros cultivos, es conveniente manejar una capacidad de extracción de 250 Kg fertilizante/Ha/año, donde cabe mencionar que esta capacidad de extracción mostró una apariencia favorable en la planta de girasol, tanto en diámetro de inflorescencia, diámetro del tallo y altura de planta.

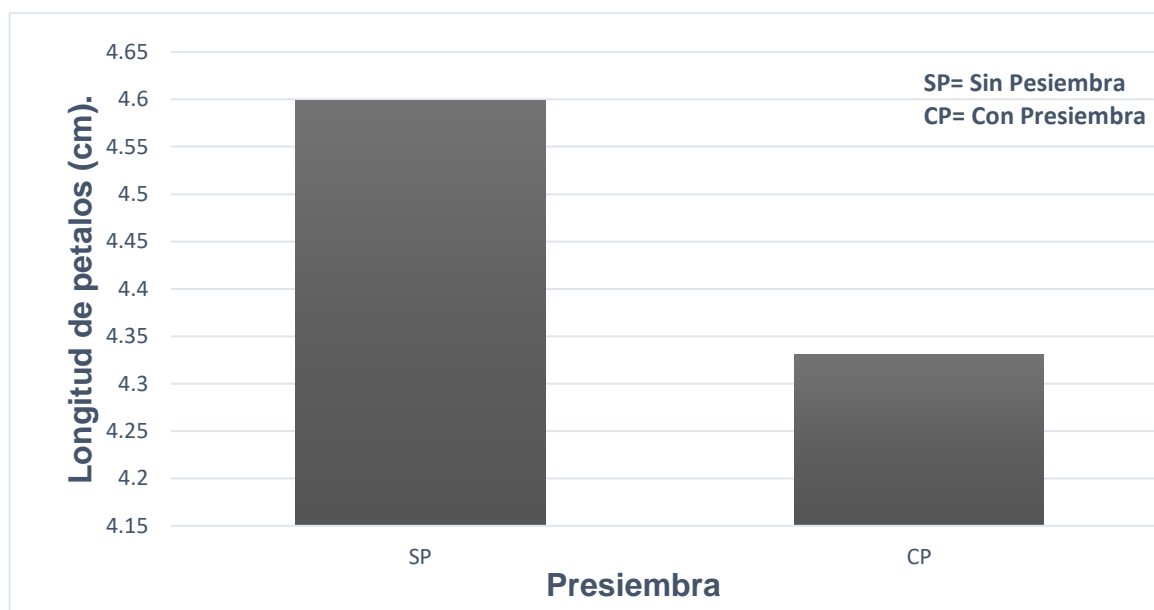


Figura 4.15. Influencia de la fertilización de presiembra en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del Girasol ornamental.

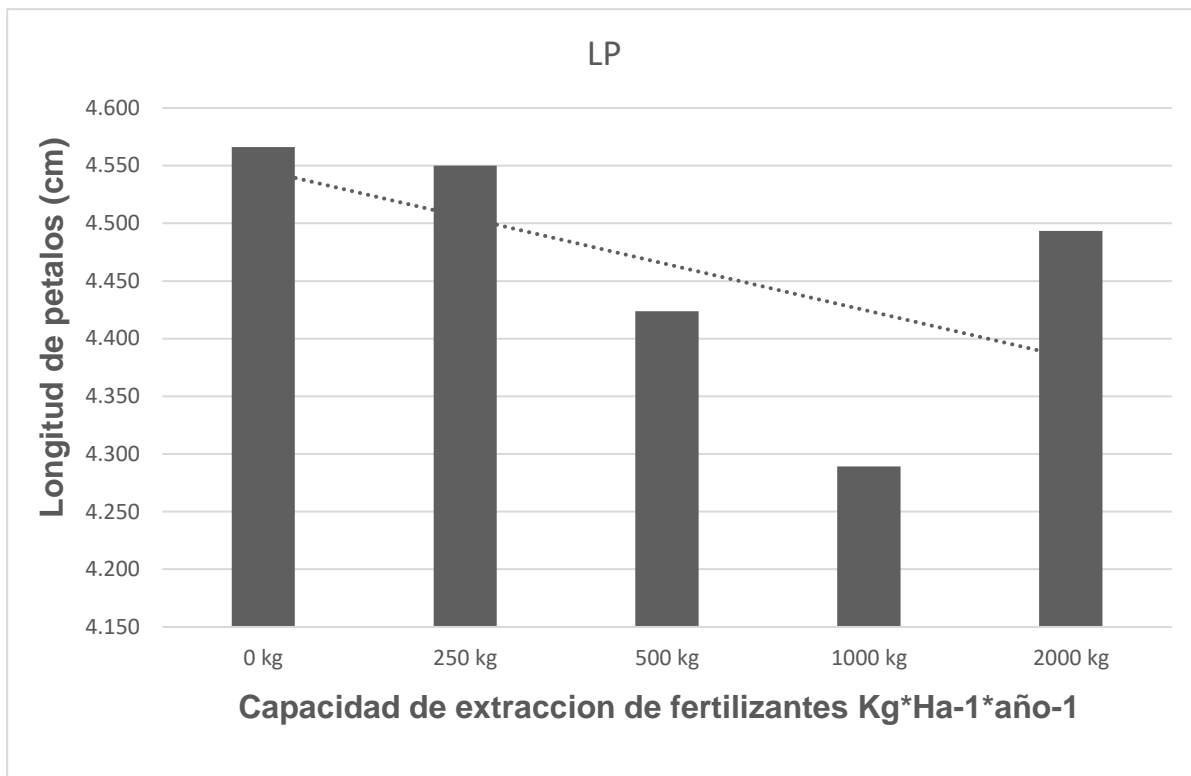


Figura 4.16. Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del Girasol ornamental.

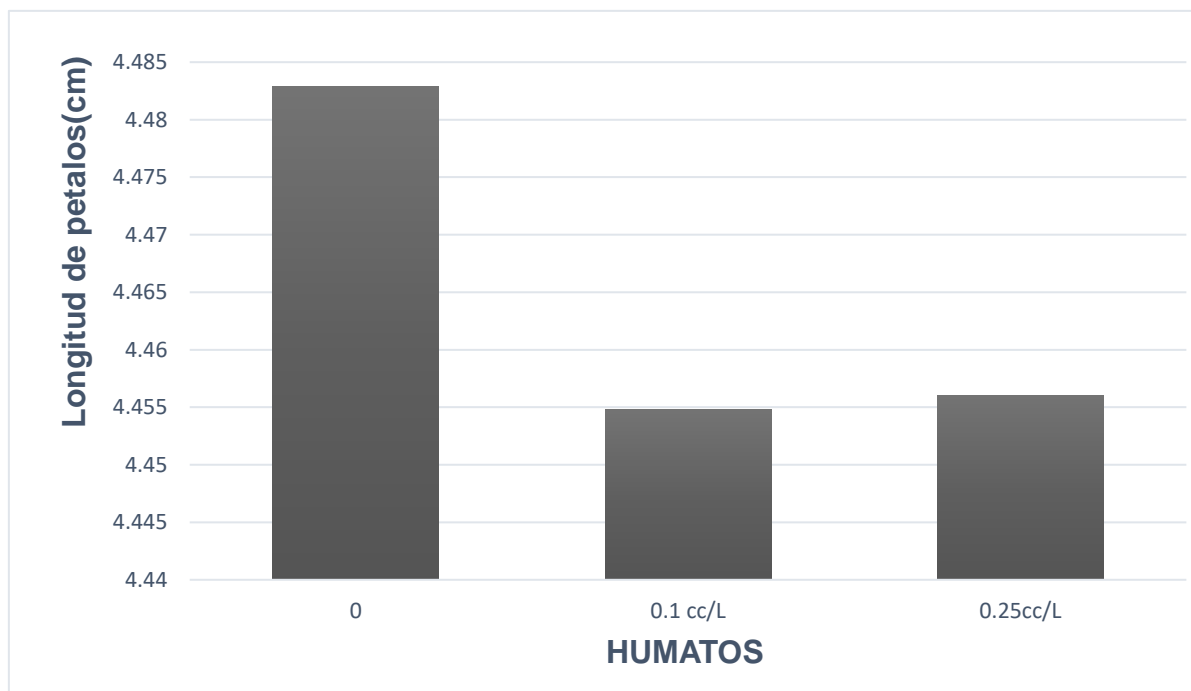


Figura 4.17. Influencia en la aplicación de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable longitud del pétalo (LP) en el cultivo del Girasol ornamental.

4.6. Días a cosecha (DaC).

Esta variable es de gran importancia para todo productor que establece un cultivo de girasol para flor ornamental, debido a que se conoce el tiempo que se toma la planta en desarrollarse, a partir de cuándo se realiza la siembra hasta la formación y cosecha del capítulo, permite conocer qué día deberá sembrar, para poder realizar la cosecha en fechas que beneficien al productor, eligiendo este, la fecha adecuada, que le permita obtener los mejores precios y en consecuencia beneficios económicos, que es cuando se tiene una mayor demanda o permita programar el establecimiento de un nuevo cultivo. El tiempo que tarda esta especie a partir de que se siembra, hasta llegar a la fecha de cosecha de la vara floral, está influenciada por tres aspectos importantes: las altas temperaturas ocasionan que el ciclo del girasol para uso ornamental se acorte considerablemente, mientras que cuando se presentan temperaturas bajas, los días que tomara la planta de girasol para formar su capítulo serán más, cabe mencionar que es recomendable producir esta especie con temperaturas frescas, debido a que es cuando alcanza su mejor crecimiento y desarrollo, sin embargo, otro factor que influye con los días a cosechas es cuando esta especie se encuentra en la etapa vegetativa, esta tiende a comportarse como una especie fotoperiódica de días largos, por lo que producirlo en fechas días cortos con noches largas, el tiempo que tomara la planta para formar su inflorescencia será menor, y por último, cuando la planta presenta algún tipo de un estrés, por ejemplo: estrés hídrico, estrés salino, estrés por temperatura, estrés por ausencia de nutrientes o un estrés mecánico, la planta por protegerse e intentar sobrevivir, adelantara la formación del capítulo.

Para el factor A (fertilización de presiembra), se obtuvo una diferencia estadística altamente significativo. Al analizar los datos se registró que el manejo de fertilización de presiembra ayudo a que la plantas de girasol llegaran antes al punto de cosecha, logrando una media de 89.69 días, al realizar una comparativa de cuando no se realizó la fertilización de presiembra que registro una media de 90.59 días, existe una diferencia porcentual entre ambos tratamientos del 1.00 %(ver figura 4.18), es probable que el desarrollo del capítulo de girasol se adelantó al manejar la fertilización de presiembra debido que se logró saturar la capacidad de intercambio

catiónico de suelo, de esta manera la planta consiguió tomara los nutrientes de suelo con mayor facilidad, esto favoreció a que la tasa de carbohidratos sintetizados por la fotosíntesis aumentara, provocando que el desarrollo de girasol completara antes, sin embargo, Medina (2000), en su experimento trabajo con 6 variedades de girasol ornamental para flor de corte, donde evaluó la misma variedad de girasol, el cual registro que para su variable vaciado de cama la variedad Sunbright Golden Yellow, se consiguió en 20 días, esto nos indica que esta especie tiene un rango alto de días a partir de cuándo se inicia la cosecha hasta finalizar con esta.

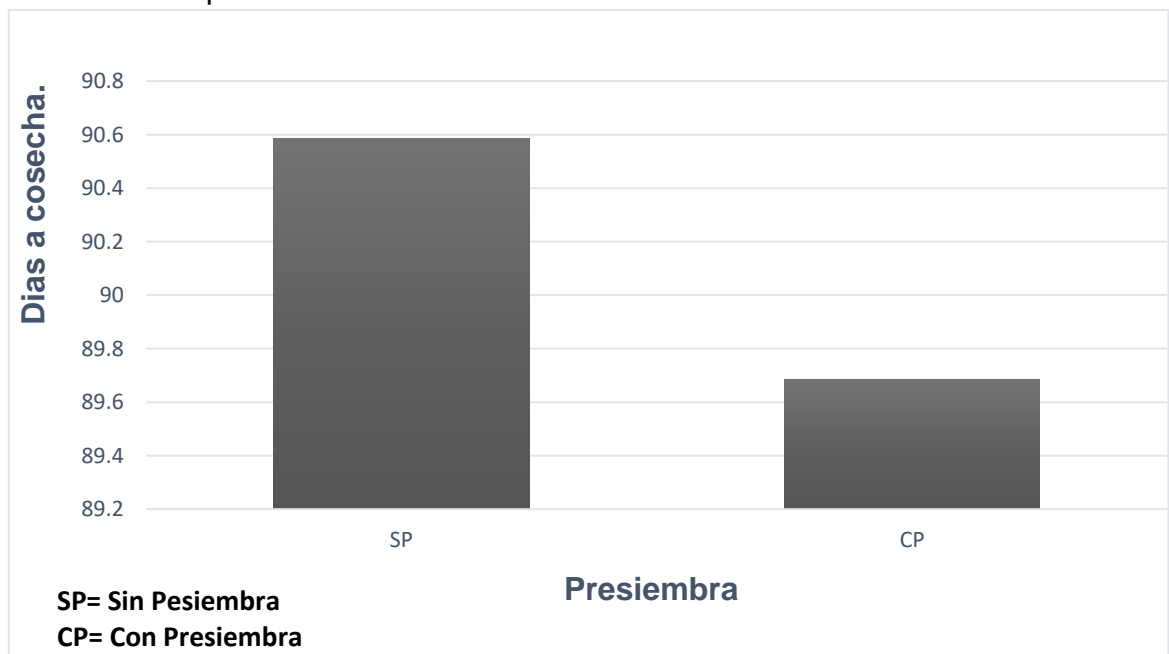


Figura 4.18. Influencia de la fertilización de pesiembra en la variable Diaz a Cosecha (DaC) en el cultivo del Girasol ornamental.

Para el factor B (capacidad de extracción), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, en principio esto revela que las diferentes capacidades de extracción suministrados influyeron en el desarrollo de esta especie, los datos indican que manejar una capacidad de extracción de fertilizante de 1000 Kg de fertilizante*Ha⁻¹*año⁻¹ y 2000 Kg de fertilizante *Ha⁻¹*año⁻¹ obtuvieron los medios con menor número de días para que la planta de girasol formara la inflorescencia, obteniendo una media de 89.28 y 89.78 días respectivamente, al comparar estos dos medios con la capacidad de extracción 500 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹ que registro la media con el mayor número de días con 90.87, porcentualmente representan una diferencia del 1.75 % y 1.21 % respectivamente(ver figural 4.19), es probable que el

acortamiento de días para llegar al día de cosecha al manejar dosis altas de fertilizante, se deba a que el girasol es una especie rustica que demanda de baja cantidad de nutrientes, por lo que manejar cantidades altas de fertilizante durante el ciclo de esta especie influyan de manera negativa, ya que al no ser aprovechados por la planta estos queden en el suelo, lo que ocasiona que la planta entre a estrés por el aumento de salinidad de suelo, donde la energía que produce planta solo la ocupa para protegerse y sobrevivir. Espinoza (2014) menciona en su trabajo experimental con el cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculenum Mill.*) que la salinidad afecto el rendimiento de las plantas, reduciendo el número de flores, incrementando la esterilidad, alterar la duración de la floración y la maduración.

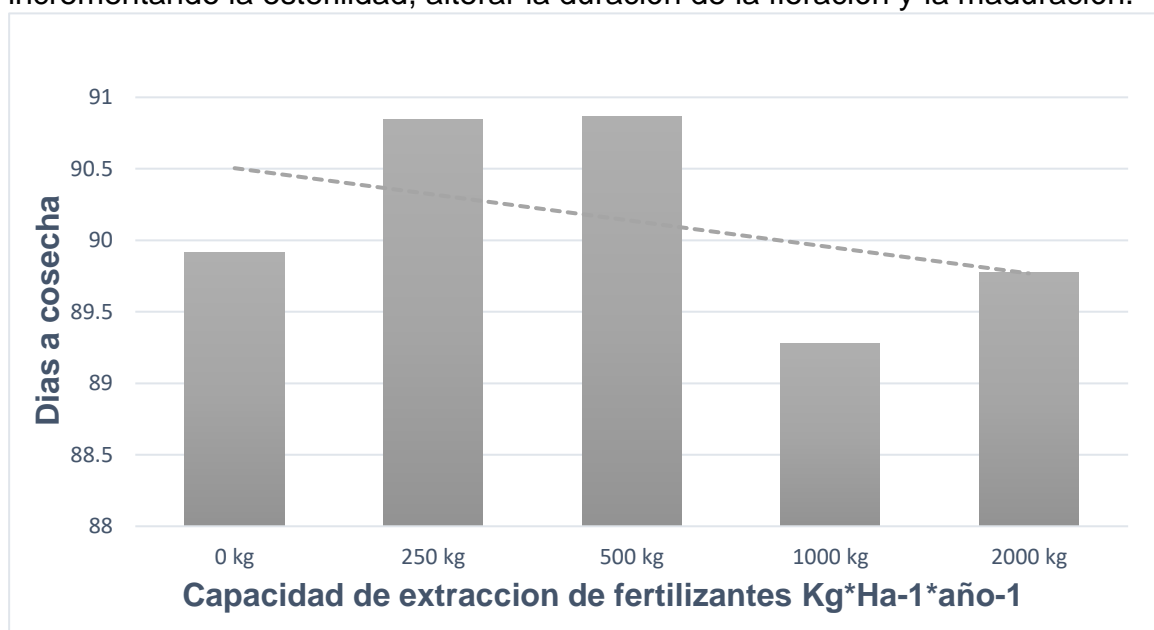


Figura 4.19. Influencia de las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable Diaz a Cosecha (DaC) en el cultivo del Girasol ornamental.

En lo que respecta al factor C (humatos), no se encontró una diferencia estadística significativa, lo que indica que los resultados al aplicar 0.0, 0.1 y 0.25 cc/L de humatos serán semejantes al día que se forme la inflorescencia y realizar la cosecha, debido a que entre la media registrada de días a cosecha más bajo que se logró con 0.25cc humatos /L con la media de días a cosecha más alto que se obtuvo al manejar 0.1 cc humatos /L porcentualmente hay una diferencia marginal entre ellas del 0.9% (ver figura 4.21). En el trabajo experimental de Santiago (2001) cita que el cultivo de crisantemo al manejar dosis moderadas de ácidos húmicos y

fúlvicos, consiguió un vaciado de cama en 18 días que en comparación con el testigo que lo logra a los 20 días, es probable que la nula respuesta de la aplicación de las diferentes dosificaciones humatos se deba a que el girasol es experta en extraer los nutrientes del suelo, por lo que el uso de humatos como estrategia para potencializar el uso de fertilizantes no tenga una respuesta importante en esta especie.

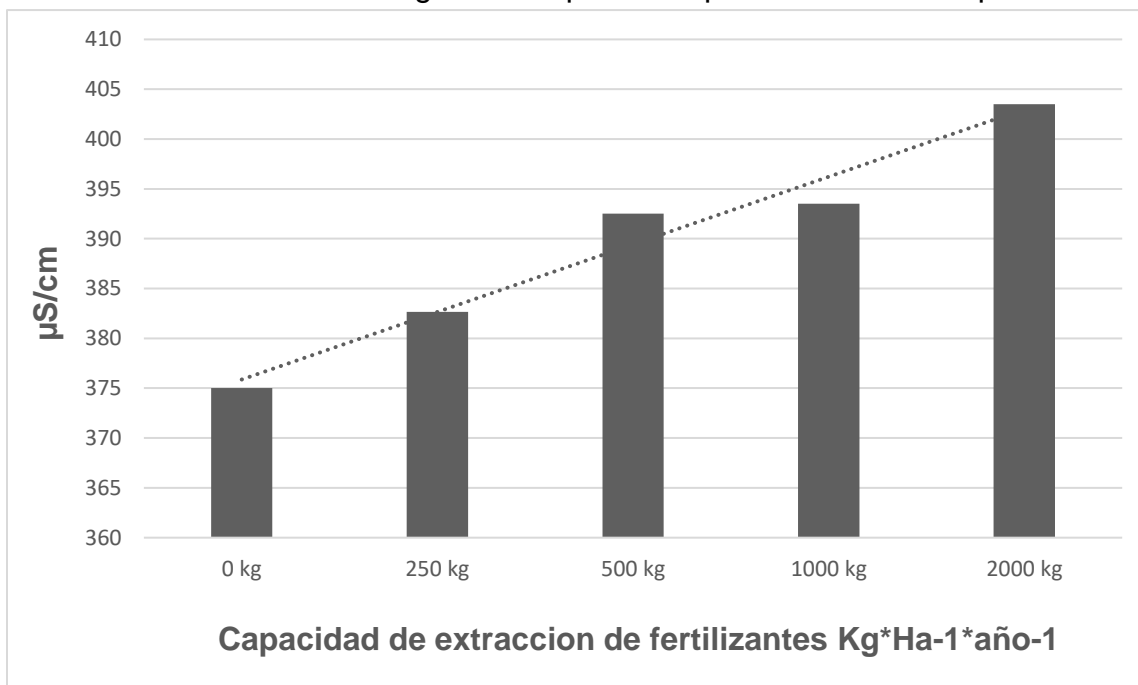


Figura 4.20. Influencia de las diferentes capacidades de extracción al girasol en relación con el nivel de salinidad en el suelo.

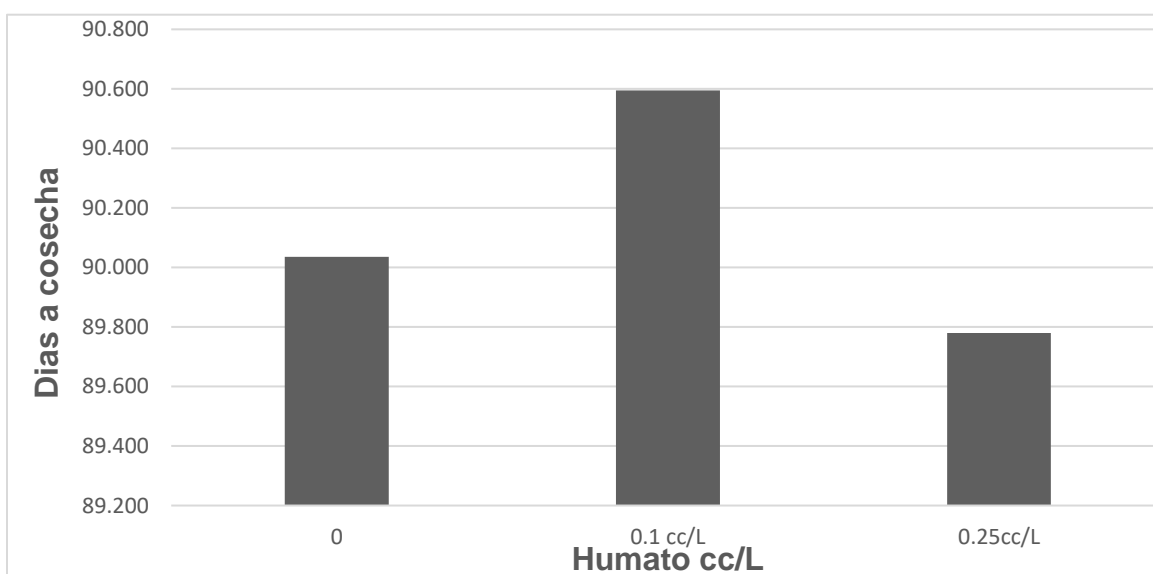


Figura 4.21. Influencia en la aplicación de las diferentes dosificaciones de humatos en la variable Días a cosecha (DaC) en el cultivo del Girasol ornamental.

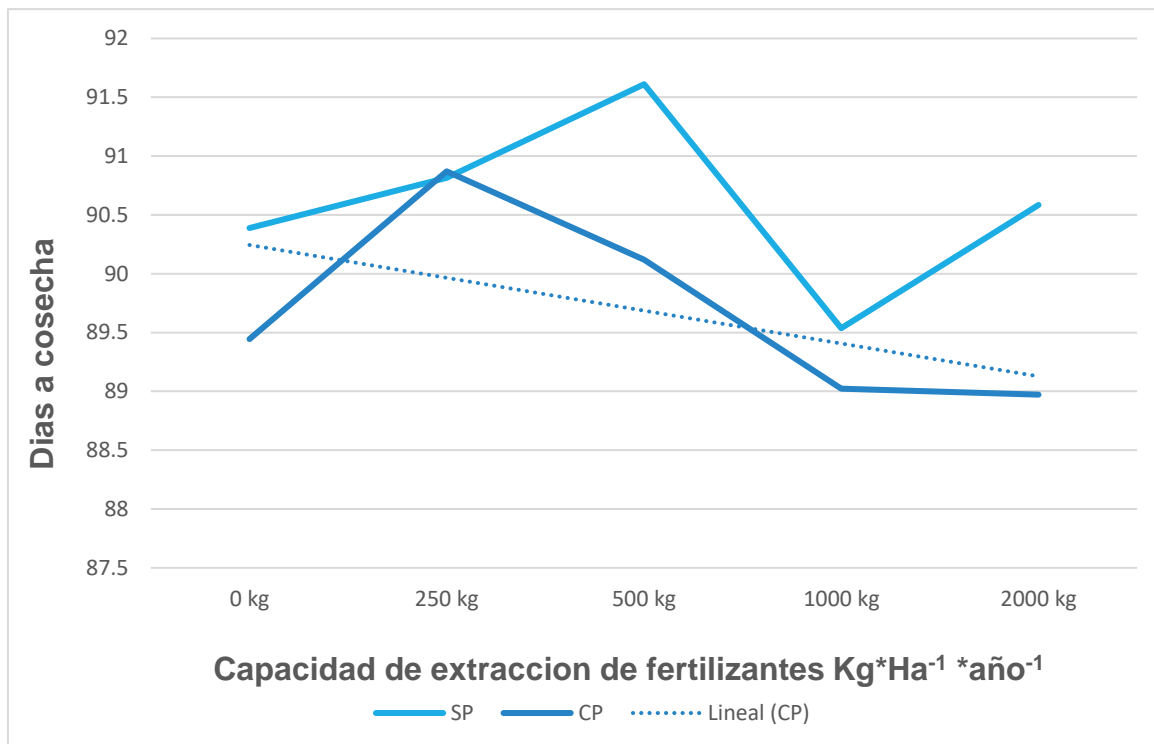


Figura 4.22. Influencia del manejo de fertilización de presembrado con las diferentes capacidades de extracciones de fertilizante en la variable Días a Cosecha (DaC) en el cultivo del Girasol ornamental.

La aplicación de los humatos no reportan una respuesta significativa en el desarrollo del girasol para uso ornamental, sin embargo, se realizó un análisis en la relación de las diferentes dosificaciones de humatos con el nivel de salinidad y se encontró que al emplear una dosificación de 0.1 cc/L, con o sin presembrado se registró para ambas el nivel de CE más bajo (ver figura 4.22) al realizar una comparación de la media registrada más baja (0.1 cc/L más sin presembrado) con la media más alta (0.25 cc/L humatos, sin fertilización de presembrado) existe una disminución en el contenido de sales en el suelo de 15.77%. Por otro lado, se realizó de la misma manera otro análisis el que se reporta en la figura 4.23, se obtuvo que al manejar las diferentes capacidades de extracción más una dosificación de 0.1 cc/L de humatos, está siempre reportó un bajo nivel de salinidad, es probable que esto se deba que al manejar 0.1cc de humatos/L de agua, esta logró quelatar una mayor cantidad de nutrientes, los que fueron absorbidos con mayor facilidad por la planta, cabe mencionar que algunas de las variables que se vieron favorecida al manejar está dosificación de humatos fue diámetro de inflorescencia y días a cosecha.

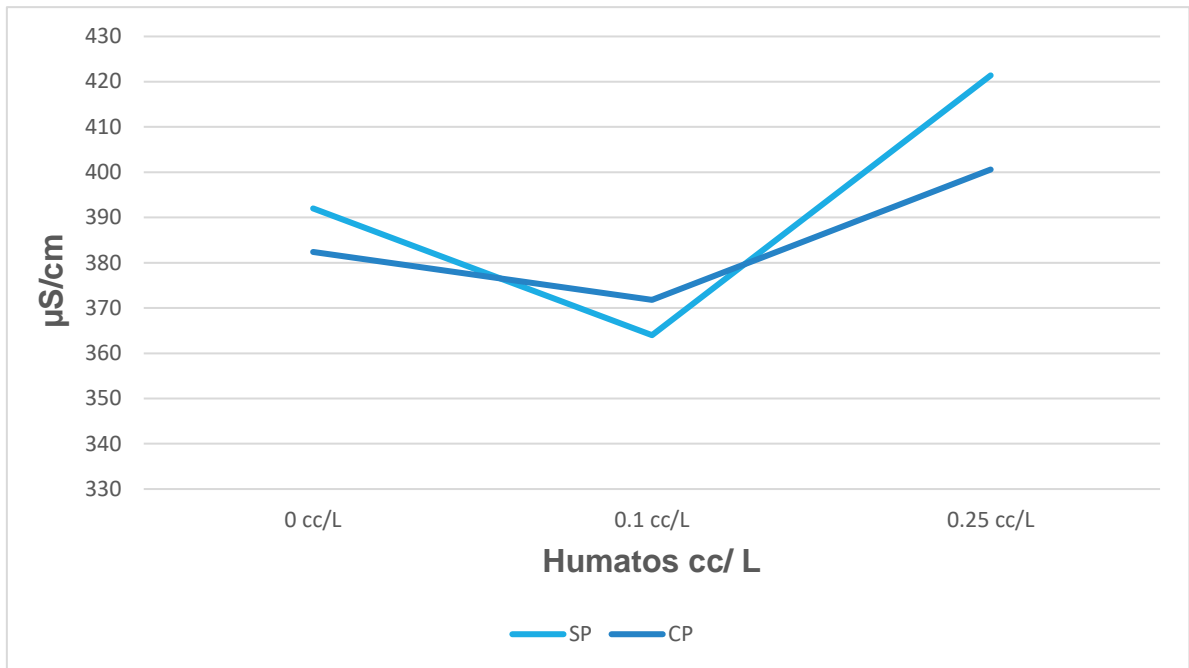


Figura 4.23. Influencia de la fertilización de presiembra y uso de humatos en relación al nivel de salinidad del suelo.

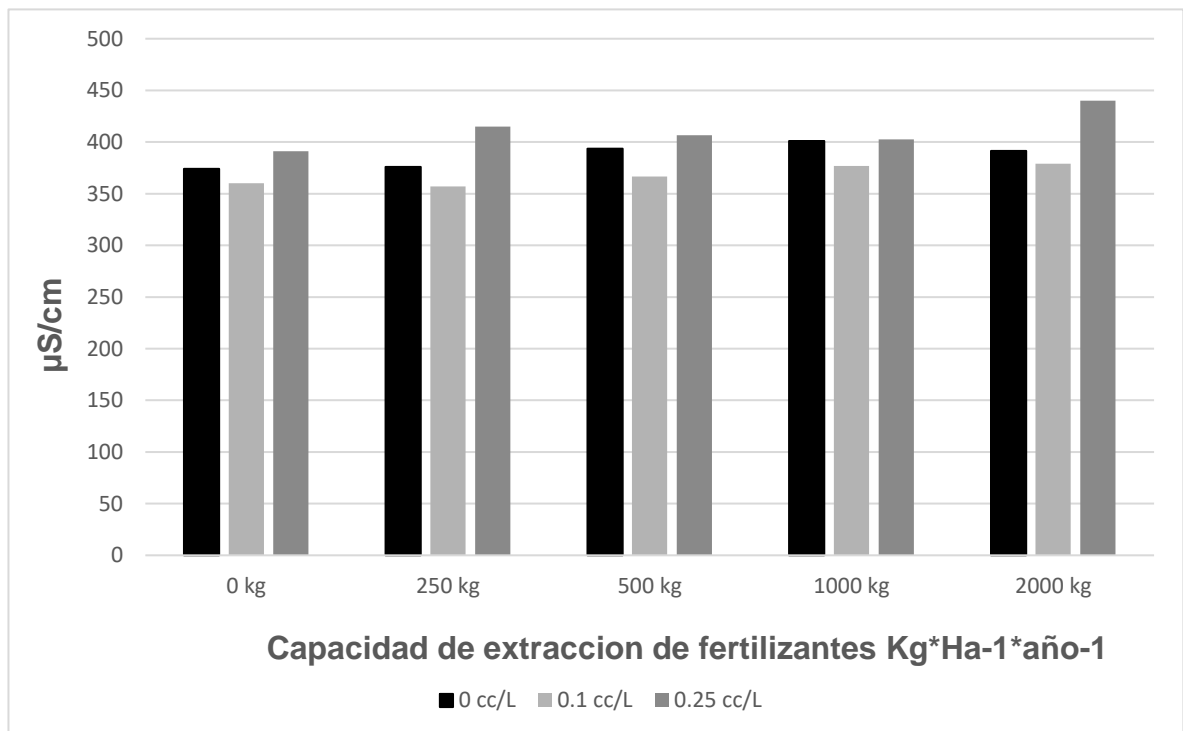


Figura 4.24. Influencia del manejo de capacidades de extracción con la aplicación de humatos en relación con el nivel de salinidad del suelo.

V. CONCLUSIONES

Al analizar los datos obtenidos y de acuerdo a las condiciones en que se estableció el cultivo, se puede concluir lo siguiente:

1. La producción de girasol ornamental para flor de corte, se vio influido de forma positiva con el manejo de la fertilización de presembrado
2. Manejar una capacidad de extracción baja como estrategia para mantener la fertilidad del suelo, es la adecuada.
3. La aplicación de Humatos no influye de manera importante en ninguna variable evaluada, sin embargo, el uso de bajas dosis registra datos positivos en la potencialización del uso de fertilizantes.
4. El manejo de alta capacidad de extracción de fertilizantes, no beneficia la obtención de resultados satisfactorios y solo afecta de manera importante el bolsillo del productor.
5. La aplicación de altas cantidades de fertilizantes, incrementa de manera importante los niveles de salinidad del suelo, afectando en consecuencia el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Con los datos satisfactorios obtenidos en este experimento, se recomienda a los productores de este ornamental realizar, fertilización de presembrado, y suplementar con la aplicación de fertilizantes a una capacidad de extracción de 250 Kg*Ha⁻¹*año⁻¹ y 0.1 cc/L de humatos.

VI. RECOMENDACIONES

Al reunir todos los componentes que fueron necesarios para obtener la mejor respuesta para el desarrollo del girasol para flor corte, se recomienda realizar las siguientes actividades:

- 1) Realizar un análisis de suelo físico-químico, para conocer el nivel de fertilidad que tiene el suelo.
- 2) La fertilización de presembrado es de gran importancia en el desarrollo del girasol, debido a que se expresan los mejores resultados, por lo que se recomienda realizarla en el tiempo debido.
- 3) Bajo el sistema de producción trabajado en este experimento se recomienda aplicar una capacidad de extracción baja, no mayor a una capacidad de extracción de 250 Kg fertilizante*Ha⁻¹ *año⁻¹, tomar en cuenta las condiciones del suelo bajo su análisis físico-químico y de esta manera tomar una decisión más certera para la fertilización por Hectárea por Año de esta especie.
- 4) Con la finalidad de acondicionar el suelo y potencializar el uso del fertilizante, es recomendable manejar durante el desarrollo y crecimiento del cultivo, la aplicación de humatos a una dosis de 0.1 cc/L.

LITERATURA CITADA

- Alcalá O. (2018). Tolerancia a salinidad en plantas cultivadas: una visión agronómica. Num.7.
- Antón, A. A. (2014). El cultivo Del Melón Tipo Cantaloupe, En Entanzuela, Zacapa Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar.
- Aquiles, S. (2006). Utilidad e importancia del análisis de suelos. Suelos ganaderos, Producción animal, 1-3.
- Aragón P. de L., L.H. 1995. Factibilidades agrícolas y forestales en la República Mexicana. Ed. México. 177 p
- Armstrong, D.I. 1999. Phosphorus Deficiency Symtoms in Some Crops. Better Crops 83(1): 20-23.
- Arnau G.J. 1988. El cultivo del Girasol. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Núm. 20/88. Sevilla.
- ARNON, D.I. and STOUT, P.R.: The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to cooper. Plant Physiol. 14, 371-375 (1939)
- Auristela Del Carmen Malavé Acuña, Pablo Eligio Carrero Molina. (2007). Desempeño Funcional del boro en las plantas. Universidad de los Andes Mérida, 1-14.
- Ávila Meleán, J. (2009). Manual para el cultivo del girasol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), 1ra edición, 1-48. Obtenido de <https://issuu.com/sergiomontanez/docs/cultivogirasol.inia>
- Badias, J. G. (1971). El Girasol oleaginoso. Ministerio de Agricultura, 2-3.
- Barbazán, M. 1998. Análisis de Plantas y Síntomas Visuales de Deficiencia de Nutrientes. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 27 p.
- Borges, A., R. Correa, e A. Almeida. 2006. Dosis de fuentes de nitrógeno em fertiirrigación en el cultivo de maracujá-amarelo. Rev. Bras. Frutic. 28:301-314. doi:10.1590/S0100-29452006000200033
- Bye, R., E. L., & D. L. (2009). México: Centro de Origen de la Domesticación del Girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 1-9.
- Carchi, R. E. (2017). Duración de las Etapas Fenológicas y Caracterización Morfológica de tres Accesiones de girasol (*Helianthus annuus L.*) en el Sector de Querochada, Cantón de Cevallos, Provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias., 1-84.

- Carlos Perdomo, Mónica Barbazán. (2001). Nitrógeno (Área de Suelos Y Aguas Catedra De Fertilidad.). Facultad De Agronomía Universidad De La República.
- Erika Vistoso Gacitúa, Josué Martínez Lagos. (2020). Fertilización azufrada en suelos agrícolas de la Región de Los Ríos. Instituto De Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Ernest Kirkby y Volker Römheld. (2008). Macronutrientes en la Fisiología de las plantas: Funciones, Absorción y Movilidad. Informaciones Agronómicas.
- Espinoza, F. H. (2014). Respuesta diferencial a la salinidad de genotipos de tomate (*lycopersicon esculentum mill.*) en las primeras etapas fenológicas. Tierra latinoamericana.
- Estrada J.D. (2021). Manejo de la nutrición completa suplementada con humatos, considerando densidad de población en Pepino. Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.
- Guerra, C. A. (2017). Evaluación agronómica de cinco distanciamientos de siembra en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus L.*)” en la zona de Pangua. Universidad técnica estatal de Quevedo facultad de ciencias agrarias carrera de Ingeniería Agronómica.
- Huerta, D. D. (2021). Manejo de la Nutrición Completa Suplementada con Humatos, Considerando Densidad de Población Del Pepino. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.
- INTAGRI. (2020). Cultivo de Girasol en México. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, 1- 4.
- INTAGRI. 2014. El Magnesio, un Nutriente Olvidado que puede Salvar tu Cultivo. Intagri, Gto. México. 4 p. Saludos.
- INTAGRI. 2015. La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo. Serie Suelos. Núm. 09. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.
- INTAGRI. 2017. Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p
- INTAGRI. 2017. Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en los Cultivos. Serie Nutrición Vegetal Núm. 103. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- INTAGRI. 2017. Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura. Serie Nutrición Vegetal Núm. 105. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- INTAGRI. 2018. Funciones del Calcio (Ca) en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal, Núm. 122. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

- INTAGRI. 2019. El Hierro (Fe) en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal, Núm. 130. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- INTAGRI. 2020. El Cobre en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 135. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- International Fertilizer Industry Association (IFA). 1992. World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. pp. 37-550.
- Julio Cesar Amezcua Romero, Miguel Lara Flores. (2017). El zinc en las plantas. Ciencia, 68(3), 1-35.
- Lara, V. H. (2002). Evaluación Agronómica de Especies Nativas con el Potencial forrajero en el Departamento del Guaviare. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.
- Moyeja Santana, Juan De Jesús. (2016). Nutrición Vegetal. Instituto De Investigaciones Agropecuarias (IIAP); Universidad De Los Andes.
- Nata, L. D. (2017). Índices de extracción de NPK con dos frecuencias de fertilización edáfica en el cultivo del girasol - *Helianthus annuus* en la Parroquia de Cunchibamba. Universidad Técnica de Ambato.
- Neave, F. R. (2021). Sustancias Húmicas: Origen, Caracterización Y Uso En La Agricultura. INTAGRI.
- Osman, A. I. (2016). Respuesta morfofisiología y agronómica del girasol (*Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE- 94) ante la Fito estimulación con FitoMas-E. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Agronomía, 1-56.
- Pérez, J. J. (2015). Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud (Universidad de Sonora), 9-12.
- Pérez, J. J. (2015). Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate. Revista de Ciencias Biológicas Y de la Salud., 1- 4.
- Porta, J., M. López A. y C. Roquero. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ª. Ed. Mundi-Prensa. Bilbao, España. 849 p.
- Requelme, S. E. (2017). Efecto del ácido húmico en la propagación de *Smallanthus jelskii* (Hieron.) H. Rob. "Shita Blanca" Por Estaca, En El Caserío El Usni, La Encañada - Cajamarca. Universidad Nacional De Cajamarca.
- Rico, M. E. (2017). Diagnóstico del Sistema de Producción en Cultivo de Girasol Ornamental (*Helianthus annuus* L.) En San Bartolo, Amalanco de Becerra. Universidad Autónoma del Estado de México, 1-60.

- SAGARPA. (2013). Requerimientos Agroecológicos de Cultivos, Inifap. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, noviembre. Numero 3, ISBN978-607-37-0188-4.
- SAGARPA. (2020). Las flores están en el campo, en las miradas, en las palabras... Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Sánchez, A. 1 988. Cultivos oleaginosos: Girasol. S/E. México. Editorial Trillas.
- Sandoval, J. T. (2019). Capacidad de Extracción de Fertilizante, en la Producción de Cebollines con Fines de Propagación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.
- Santiago, F. J. (2022). Capacidad de Extracción de Fertilizantes y Uso de Humatos en la Producción de Campanita de Irlanda. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.
- SIAP. (2019).
- Simón N. B., Gines N. G. (2003). Química Agrícola. Química Agrícola El Suelo y Elementos Químicos Esenciales Para La Vida Vegetal.
- Tenesaca Quito, C. M. (2015). Fenología y profundidad radical del cultivo del girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright. en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1-109.
- U.Kafkafi y J.Tarchitzky. (2012). Fertiirrigación, Una Herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua. (IFA) Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes, 1-151.
- Vioel A. 1 977. El girasol. 2 ed. España, España. Editorial Mundi Prensa.
- Yañez, J. N. (2015). Aplicación de Diferentes Dosis de Fertilización y Agua Residual Tratada en la Producción de Girasol Ornamental (*Helianthus annuus*.) Sunny Smile en maceta. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.
- Yzquierdo, G. A. (2019). Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá, Agronomía Mesoamericana, Universidad de Costa Ricavol. 31, numero 1, pp. 117-128,2020.
- Zamarripa, B. P. (2008). Caracterización morfo-fisiológica de gerbera (*Gerbera jamesonii*), con diferentes dosis de fertilización orgánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.