

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efecto de la Aspersión Foliar de Calcio y Potasio en el Crecimiento y Calidad de Flor de Girasol (*Helianthus annuus*)

Por:

THELMA MARTÍNEZ ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de la Aspersión Foliar de Calcio y Potasio en el Crecimiento y Calidad de Flor de
Girasol (*Helianthus annuus*)

Por:

THELMA MARTÍNEZ ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

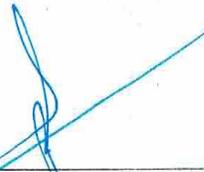
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Armando Hernández Pérez
Asesor Principal



Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio 2023

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 de textos sin citar la fuente o el 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



Thelma Martínez Álvarez

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por abrirme sus puertas en el 2018 para permitirme cumplir mis metas de formarme como una profesionista, y que a través de mi estancia dentro de mi alma mater me permitió formar y desarrollar mis valores y educación. Y por todas las personas increíbles que conocí durante mi trayectoria.

A MIS PROFESORES

Por su dedicación de brindarme sus conocimientos y experiencias durante estos años y que sin duda me llevo un lazo de amistad y confianza con varios de los que un día fueron mis profesores.

A MIS ASESORES DE TESIS

Dr. Armando Hernández Pérez, Dr. Antonio Flores Naveda, Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, por darme la oportunidad y confianza de llevar a cabo mi proyecto para recibirme como profesionista.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Manuel J. Martínez Campos y Emma R. Álvarez Martínez, por darme la oportunidad y confianza de seguir mis estudios profesionales, inculcarme sus valores y principios, sin su apoyo no hubiera logrado mis metas y sueños, que cuando entre por el Arco con mi papá me dijo “Aquí dejo mis sueños, para que tú cumplas los tuyos”

A MI HIJA

Emma Paulina, porque su presencia siempre ha sido y será siempre el motivo más grande que me ha impulsado para lograr esta meta. Este logro es de las dos.

A MI HERMANA Y CUÑADO

Miriam Martínez y Salvador Crispín por apoyarme durante todos estos años, y que sin sus consejos no sería la persona que soy ahora, por guiarme como estudiante y como mamá y por nunca dejarme sola.

A MIS SOBRINOS

Sofía Elizabeth y José Manuel Crispín por ser un brillo de alegría en mi vida y que junto con mi hija son mi impulso para ser un buen ejemplo en sus vidas.

A MI ABUELA MATERNA

Ma. Trinidad Martínez (+) por darme su amor incondicional, por darme su bendición la última vez que la vi, por qué sé que me verá recibirme como profesionista desde donde quiera que este.

A MIS AMIGOS

Edith, Ángel y Mario por seguir brindándome su amistad y confianza a la distancia, porque me siguen apoyando, me guían con sus consejos, que me han visto crecer en todos los aspectos en mi vida y siempre me han apoyado incondicionalmente.

Martín Camacho por ser un excelente amigo, por sus consejos, por no dejar que me rindiera en aquella batalla interna, siempre estuvo al pendiente de mí, me demostró que ciegamente puedo confiar, gracias por confiar en mi cuando ni yo lo hacía.

Hansel y Remedios, mis veteranos, por acompañarme en mi trayectoria en la universidad, más que amigos fueron mi familia buitre, que siempre estuvieron para apoyarme y darme buenos consejos.

Alondra Daniela, Ana Paulina, Estefanía G. y Carolina por ser mis amigas incondicionales en la UAAAN, por todos los buenos y malos momentos que nos ayudaron a crecer, porque cada una tiene un lugar en mi corazón y siempre estaré para ellas, como lo estuvieron cuando más las necesité, por aquellas inolvidables fiestas que viví con cada una de ellas.

Fernando Blanco que sin duda me llevo un lazo muy grande de hermandad, con quien viví buenos momentos, y siempre nos apoyamos con las materias, en la vida personal de cada uno, sin duda de las mejores amistades que me dio la universidad.

Juan Jerónimo, por brindarme su amistad, por su apoyo moral y más que nada por ayudarme en mi proyecto de mi tesis que siempre le agradeceré infinitamente.

Cesar y Rubén, por estar conmigo en mis últimas semanas como universitaria y por motivarme diariamente a no rendirme. Por su incondicional cariño y confianza que me demostraron. Y por su confianza.

GRACIAS POR CREER EN MI.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el campo experimental del Departamento de Horticultura y en el Laboratorio de Semillas, del Departamento de Fitomejoramiento. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la aspersion foliar de calcio y potasio en el crecimiento y calidad de flor de girasol. Se aplicaron cuatro tratamientos vía foliar; T1-Testigo, T2- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (3 g L⁻¹), T2- KNO_3 (3 g L⁻¹) y T3- $(\text{CaNO}_3)_2 + \text{KNO}_3$ (1.5 + 1.5 g L⁻¹) con 10 repeticiones de cada tratamiento. El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar. Se determinaron las variables de altura de planta, número de hojas, diámetro de flor, diámetro de tallo, peso fresco y secos de hojas, flor y tallo. Estas variables se les realizó un análisis de varianza y una comparación de medias de acuerdo con *Tukey* ($P \leq 0.05$) utilizando el software SAS® versión 9.0. En la aspersion foliar del tratamiento de Ca + K se vieron afectadas las plantas de manera positiva, pues se detectó el mayor promedio en las variables evaluadas de altura de planta con un 22.54%, diámetro de flor con un 19.17%, diámetro de tallo con un 17.02%, peso fresco de flor con un 30.87% y peso seco de flor con un 29.93% con respecto al testigo. En el tratamiento de potasio (K), las variables evaluadas que tuvieron mayor promedio son el número de hojas con un 18.91%, peso fresco de hojas 44.39%, peso fresco de tallo con un 71.48%, peso seco de tallo con un 48.91% y peso seco de hojas con un 45.55% con respecto al testigo. La aspersion de K y K + Ca promueve el crecimiento y la calidad de la flor de gerbera.

Palabras clave: Biomasa seca, altura de planta, diámetro de flor, nitrato de potasio.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
Resumen.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Nutrición mineral.....	3
2.2 Potasio.....	3
2.3 Calcio.....	4
2.4 Fuentes de K y Ca como fertilizante.....	4
2.5 Fertilización foliar.....	4
2.6 Aspectos fisicoquímicos.....	5
2.7 Respuesta de las plantas de K y Ca foliar.....	7
2.8. Anatomía de la planta.....	7
2.9 Clasificación taxonómica.....	8
2.10 Características botánicas.....	8
2.10.1 Raíz.....	8
2.10.2 Tallo.....	8
2.10.3 Hojas.....	9
2.10.4 Flores.....	9

2.10.5 Semillas.....	9
2.11 Condiciones climáticas y edáficas.....	9
2.11.1 Temperatura.....	9
2.11.2 Iluminación.....	9
2.11.3 Suelo.....	9
2.12 Ciclo de vida del Girasol.....	10
2.13 Variedades de Girasol.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Ubicación.....	11
3.2 Material experimental vegetal.....	11
3.3 Establecimiento del cultivo.....	11
3.4 Tratamientos a evaluar.....	12
3.7 Diseño estadístico.....	12
3.8 Análisis de datos.....	12
3.5 Evaluación de variables.....	13
3.6 Secado en estufa.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1 Altura de planta.....	15
4.2 Numero de hojas.....	15
4.3 Diámetro flor.....	16
4.4 Diámetro tallo.....	16
4.5 Peso fresco hojas.....	17
4.6 Peso fresco flor.....	17
4.7 Peso fresco tallo.....	18
4.8 Peso seco flor.....	18
4.9 Peso seco tallo.....	19
4.10 Peso seco hojas.....	19

V. CONCLUSIONES.....	22
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro 1. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en la altura de planta de girasol.....	15
Cuadro 2. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el número de hojas de girasol.....	16
Cuadro 3. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el diámetro de flor de girasol.....	17
Cuadro 4. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en diámetro de tallo de girasol.....	17
Cuadro 5. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso fresco de hojas de girasol.....	18
Cuadro 6. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso fresco de flor de girasol.....	18
Cuadro 7. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso fresco de tallo de girasol.....	19
Cuadro 8. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso seco de flor de girasol.....	20
Cuadro 9. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso seco de tallo de girasol.....	20
Cuadro 10. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en peso seco de hojas de girasol.....	21

I. INTRODUCCIÓN

La aplicación de fertilizantes a las hojas como estrategia para fertilizar se empleó a principios del siglo XIX, en ese momento, los esfuerzos de investigación se centraron en tratar de describir la naturaleza química y física de la cutícula, la fisiología y estructura celular de las hojas, con énfasis en el mecanismo de entrada de las fertilizaciones foliares (Fernández *et al.*, 2015). Las plantas se pueden complementar con fertilización foliar mediante la aplicación de sales solubles en agua, que es más rápida que la fertilización en suelo (Segura, 20202).

Para el cultivo de Zarzamora el tamaño del tallo es afectado de forma positiva por la aspersión de Ca, y la relación K/Ca tiende a obtener un registro mayor en la acumulación de materia vegetal (Sánchez, 2013)

El género *Helianthus* se encuentra dentro de la familia *Asteraceae*, a la cual pertenecen 49 especies, de las cuales 13 son anuales y 36 perennes (Schilling y Heiser, 1981). Su origen nace en el norte de México y del suroeste de Estados Unidos, tiene una mayor importancia por el alto contenido de aceite y contenido proteico en la semilla. Se utilizan también las semillas para la elaboración de combustible, el resto de la planta puede ser utilizado como forraje y la flor de manera ornamental (INTAGRI, 2021). Según Aragadvay *et al.*, (2015) el girasol como cultivo, tiene una gran característica que lo diferencia por presentar una muy alta tolerancia al frío y al déficit de humedad en el suelo, tiene un ciclo de cultivo corto, gracias a ello hace que se pueda sembrar en zonas con déficit de lluvias, cuenta con una adaptación a los cambios climáticos impredecibles y lluvias intermitentes.

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aspersión foliar de calcio y potasio en el crecimiento y calidad de flor de Girasol.

1.2 Objetivos específicos

- Obtener el efecto de aspersión foliar de calcio y potasio en la altura de planta, número de hojas, peso fresco de flor, hojas y tallo.
- Determinar el efecto de Ca y K en la biomasa seca de hojas, tallos y flor de girasol.
- Determinar el efecto de Ca y K en el diámetro de tallo y diámetro de flor de corte de girasol.

1.3 Hipótesis

Al menos una dosis de Ca y K ó la dosis de Ca + K promoverán un mayor crecimiento y calidad de flor de las plantas de girasol.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Nutrición mineral

Este proceso inicia con la absorción de agua y minerales a partir del sistema radicular, cuando se absorben el sistema radicular transporta el agua y los nutrientes hasta el xilema (Acosta, 2021). Por su parte, Aguirrezábal *et al.* (1996) señalan que la planta transforma compuestos simples (CO_2 , agua, nutrientes minerales) a compuestos orgánicos complejos que constituyen su materia verde, las reservas y sus tejidos estructurales. Por otra parte, el CO_2 es captado por la parte aérea a través de los estomas.

2.2 Potasio

Importancia y función

El potasio (K) es considerado uno de los tres macronutrientes primarios más importantes para realizar el funcionamiento de las plantas. Actúa como regulador del crecimiento de las plantas ya que permite una muy buena nutrición en las plantas, otra de sus funciones es que se encarga de escudar a las plantas de las enfermedades Ángulo (2023).

Sus principales funciones según Ángulo M. (2023) en la planta son:

- Regula la absorción de dióxido de carbono durante la fotosíntesis.
- Activa las enzimas de crecimiento.
- Participa en la síntesis de proteínas.
- Participa en la elongación celular para el crecimiento de las raíces.
- Previene el estrés biótico y abiótico.
- Regula la absorción de agua en las raíces, y la pérdida por medio de los estomas.

2.3 Calcio

Importancia y función

El calcio (Ca) se encuentra dentro de los tres macronutrientes secundarios más importantes para las plantas, es considerado como secundario ya que la cantidad que se requiere para la planta es mínima a comparación de los macronutrientes primarios (Bellido, A 2022).

Tiene como función construir parte de las paredes celulares y en la estructura y permeabilidad de las membranas, favorece en la absorción de los nutrientes por el sistema radicular, mantiene un equilibrio del pH en las células vegetales y ayuda a mantener una amplia resistencia a las enfermedades. La deficiencia de calcio afecta negativamente en su producción y calidad (Agroproductores, 2019).

2.4 Fuentes de K y Ca como fertilizante

La principal cualidad que debe tener una fuente de alimentación de las hojas es que se disuelve bien en agua y no tiene efecto fitotóxico en las hojas. Las fuentes de fertilizantes foliares se pueden dividir en dos categorías principales: sales minerales sustancias inorgánicas, así como quelatos naturales y sintéticos, incluidos los complejos orgánicos naturales. Estas fuentes se producen en forma de polvo o pequeños cristales, que son altamente solubles en agua y en presentaciones líquidas (Molina, 2002).

Fuentes de K: Cloruro de Potasio, Sulfato de Potasio y Nitrato de Potasio. Estos contribuyen a que mejore la absorción de iones disueltos en la aplicación foliar ya que favorecen en la permeabilidad de la hoja (Molina, 2003). Fuentes de Ca: Nitrato de Calcio, cloruro de calcio y sulfato de calcio, investigaciones han demostrado que hay mas eficiencia para adicionarse a comparación del Sulfato de calcio (Molina, 2003).

2.5 Fertilización foliar

Las plantas se pueden complementar con fertilización foliar mediante la aplicación de sales solubles en agua, que es más rápida que la fertilización en suelo. Los nutrientes ingresan a la hoja a través de estomas ubicados en la superficie superior o inferior de la hoja y también a través de espacios microscópicos llamados ectodesmos dentro de la

hoja y, a medida que la epidermis de la hoja se expande, se crean vacíos que permiten la entrada de nutrientes, generalmente se hace para corregir deficiencias de elementos menores. Para macronutrientes la dosis de aplicación foliar es muy baja en comparación con la dosis aplicada al suelo para obtener buenos rendimientos (Segura, 2002).

2.6 Aspectos fisicoquímicos

Young (1979) afirma que la absorción de nutrientes aplicadas a las hojas de la planta involucra procesos complejos. El principal proceso involucra la estructura de la solución de nutrientes; la atomización de la solución y el traslado de las gotas pulverizadas hacia la superficie de la planta; el mojado, esparcimiento y retención de la solución por la planta; la formación de un residuo de pulverización en la superficie; y la penetración y distribución de los nutrientes a los sitios de reacción. Los procesos ya mencionados están relacionados entre sí y cada proceso puede ser afectado por los factores de crecimiento de la planta, condiciones ambientales y parámetros de aplicación.

Si el proceso de absorción de las soluciones aplicadas a la placa es complejo y poco conocido en la actualidad, las propiedades de la formulación están ligadas a estrictos principios fisicoquímicos, así como a las condiciones ambientales predominantes (Para humedad relativa o temperatura ambiente en el momento de la manipulación. Las siguientes secciones informan sobre los principales factores fisicoquímicos involucrados en la aplicación foliar de soluciones nutritivas (Fernández, *et al* 2015).

Características fisicoquímicas: Concentración, solubilidad, peso molecular, carga eléctrica, pH de la solución, punto de delicuescencia (INTAGRI, 2020).

Concentración: La concentración de nutrientes en la pulverización foliar siempre será mucho mayor que la absorción en el tejido vegetal. Sin embargo, cuando se aplica una solución nutritiva a una planta, se crea un gradiente de concentración que puede conducir a la difusión sobre la superficie de la planta (Schonherr, 2001).

Solubilidad: El fertilizante foliar generalmente se disuelve o suspende en agua y tiene varios compuestos, se utilizan productos químicos como sales, quelatos o complejos nutrientes minerales. La solubilidad de un compuesto químico en un solvente (agua) a cierta temperatura, es una propiedad física que se puede cambiar con el uso de aditivos.

La solubilidad en agua de un fertilizante aplicado es un factor de gran importancia para la absorción foliar, ya que esta solo sucede cuando lo aplicado está en fase líquida sobre la planta y posteriormente pasa hacia los órganos de la planta (Vu *et al.*, 2013; Kaiser, 2014; Li *et al.* 2014).

Peso molecular: El tamaño de las moléculas de los nutrientes en la solución afectará la entrada de un fertilizante foliar que es el resultado del mecanismo de absorción de la epidermis, que se ha encontrado que es selectivo en términos de tamaño molecular. Se ha sugerido que el agua y los solutos atraviesan la epidermis a través de los poros acuosos (Schonherr, 2006).

Carga eléctrica: Las sales son electrolitos y se disocian en iones libres cuando se disuelven en agua, siendo la solución final eléctricamente neutra. Los aniones y cationes presentes en solución acuosa se hidratarán o disolverán en diferente grado, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas. Un fenómeno similar ocurre con los nutrientes suministrados como quelatos o complejos, ya que, con algunas excepciones, la mayoría de estos compuestos no son neutros y, por lo tanto, se ionizarán cuando se disuelvan en agua (Fernandez y Ebert, 2005; Fernandez *et al.*, 2005).

pH de la solución: el pH de la solución de aspersion puede ejercer un efecto sobre la tasa de entrada, este efecto no ha sido bien caracterizado y dependerá de se aplican nutrientes y se tratan las especies vegetales. En la mayoría de los informes científicos sobre fertilización foliar, normalmente no se menciona el pH de la solución nutritiva foliar (Cook *et al.*, 1952).

Punto de deliquesencia: El método de hidratación y solubilidad de la sal está determinado por su punto de fusión (POD), que es una propiedad física del compuesto asociado a otras temperaturas (Schonherr, 2001). Una sal soluble es un material higroscópico (es decir, puede absorber agua del medio ambiente) y se disuelve después de alcanzar un nivel crítico de humectación. La solubilidad se define como el valor de humedad relativa en el que la sal se convierte en soluto. Cuanto menor es la salinidad, más rápido se disuelve cuando se expone a la humedad ambiental (Fernandez y Eichert, 2009).

2.7 Respuesta de las plantas de K y Ca foliar

La respuesta de una planta en los fertilizantes foliares puede verse influenciada por las propiedades de la solución de aspersión, las cuales determinan la aceptación de la absorción y transferencia de los nutrientes aplicados a los órganos de la planta.

El calcio hace efecto en la disponibilidad del nutriente y en la absorción de la planta, sin embargo, aumenta la resistencia y el grosor de toda pared celular. De igual manera, actúa protegiendo en los estreses abióticos: estrés salino, sequía, calor, frío y metales pesados (El-Hady *et al*, 2020).

El potasio tiene un gran efecto en las plantas, sobre todo en la calidad de los cultivos, una de las principales características que se observan es que da una mayor duración en la postcosecha y ayuda a las plantas a crear resistencia a las enfermedades. Este elemento es esencial en el proceso para la absorción de otros nutrientes, acompaña al nitrato a manera de contraion, para trasladarse en la planta (Sela, 2018).

2.8 Anatomía de la hoja

De acuerdo a su forma y posición se puede observar a la hoja como un crecimiento lateral que se extiende desde el tallo, que nace desde un nudo y que posee una yema en su axila. La principal característica fisiológica es la adaptación para las funciones de fotosíntesis y transpiración. Una hoja común se reúne en dos partes principales: El Limbo, proporciona una superficie para que se absorba la energía luminosa y el bióxido de carbono, importante en la fotosíntesis. El pecíolo, es el encargado de conectar el limbo con la parte más importante de la hoja, el tallo, y este guía el material con dirección a la lámina foliar y fuera de esta (Holman *et al*. 1961).

2.9 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Heliantheae

Subtribu: Helianthinae

Género: Helianthus

Especie: Helianthus annuus L., 1753

(Lineé, 1753)

2.10 Características botánicas

El girasol es una planta anual con un desarrollo muy enérgico en todas sus partes y llega a medir tres metros de altura en promedio (Gutiérrez, 2014).

2.10.1 Raíz

La raíz es conformada por una raíz pivotante y raíces secundarias y terciarias, que se expanden de manera horizontal y vertical para analizar el suelo, la longitud de la raíz suele sobrepasar la altura del tallo (Gutiérrez, 2014).

2.10.2 Tallo

Es erecto y puede ser simple o ramificado, de forma cilíndrica y vigorosa que puede llegar a una altura de 1 a 3 metros. La altura promedio para facilitar la cosecha es de 1,5 metros (Gómez-Arnau, J., 1989).

2.10.3 Hojas

Se ubican de manera alternada, con peciolos de aproximadamente 20 cm. Son de forma ovada a triangular ovada. El número de hojas tiene una variación de 15 a 40, según la variedad y las condiciones que requiere el cultivo (Benito, A. 2017).

2.10.4 Flores

En el exterior se producen flores liguladas de color amarillo, y en el interior produce flores tubulosas de color café (semillas) (INTAGRI, 2021)

2.10.5 Semillas

Se le conoce como aquenio (fruto seco, indehiscente, con una sola semilla y pericarpio no soldado a ella) y llega a medir hasta 2.5 cm de largo y 1.3 cm de ancho (Gómez-Arnau, J., 1989)

2.11 Condiciones climáticas y edáficas

2.11.1 Temperatura

El girasol tiene una muy alta tolerancia al frío, llega a tolerar una temperatura de 2 a 4 °C en sus primeras etapas. La temperatura es de gran importancia para este cultivo la temperatura óptima es entre los 25-30 a 13-17 °C (Gutiérrez, 2017).

2.11.2 Iluminación

La iluminación es indispensable en el cultivo, ya que contribuye en las etapas del crecimiento, desarrollo y en la formación del cultivo. Durante la formación de las hojas el fotoperiodo puede acelerar o retrasar el desarrollo del girasol, en los días cortos crecen los tallos largos y baja la superficie foliar (Melgares, 2018).

2.11.3 Suelo

Extrae los nutrientes disponibles en el suelo, como el nitrógeno, fosforo y potasio. Para obtener altos rendimientos se recomienda un suelo bien drenado, con una profundidad de 40 cm y un pH mayor a de 4.5, ya que no tolera los suelos muy ácidos (Melgares, 2018).

2.12 Ciclo de vida del girasol

Se puede clasificar en 4 etapas:

Germinación: nacencia de la planta a partir de los 4°C de temperatura.

Vegetativa: desarrollo de raíces, tallos y hojas se adapta a la temperatura, desde 25-30 a 13-17°C

Reproductiva: floración

Maduración: llenado del grano

(Hernández, L.F. *et al*, 1994).

2.13 Variedades de girasol

Las variedades cultivadas son anuales y perennes, con casi 70 especies todas originarias de América, estas variedades se clasifican de acuerdo a su calidad para forraje o aceite. Así mismo, se dice que las variedades destinadas a forraje cuentan con más hojas y de tallos delgados y las plantas destinadas a la extracción de aceite cuentan con menos ramificaciones (Masats, J. 2022).

Variedades para aceite: “Progress”, “Rostov”, “Peredovik”, entre otros.

Variedades para flor de corte: “Autum Beauty”, “Velvet Queen”, “Teddy Bear”, entre otros.

Variedades para comercialización de semillas: “Russian Giant” (Masats, J. 2022).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El experimento se estableció en el campo experimental del Departamento de Horticultura, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, con coordenadas 25°21'22.2" Latitud Norte y 101°02'07.4" longitud oeste, con una altitud de 1761 msnm.

3.2 Material vegetativo

Semillas de la marca: Seed American *Helianthus annuus*

Treatment: Mefenoxam, Thiram, blue, Porcentaje de germinación: 99.90%

Características: es una planta que llega a tener más de un metro altura, con flores de cabezuela grande, por el exterior es de color amarillo y en su interior café. Las semillas tienen la forma típica del girasol ornamental y el tallo es muy áspero al tacto.

3.3 Establecimiento del cultivo

Para el experimento se utilizaron 10 surcos los cuales se realizaron mediante labranza de tierra a una altura de 20 cm y una separación de 35 cm, cada surco con 60 plantas. Se instaló la cintilla de 1.2 L/h marca Toro Australia Pty con distancia de 30 cm entre goteros.

3.4 Siembra

Siembra: 19 de marzo del 2022

Se sembró semilla de girasol (*Helianthus annuus*) lote 551127-02-02 marca Seed America a una distancia de 15 cm y posteriormente se le aplicó un riego.

3.5 Manejo del cultivo

Deshierbe de maleza: se realizó cuando el 75% de las semillas estaban germinadas.

Plagas: se presentaron dos tipos de plagas, el pulgón (*Aphididae*) y mosca blanca (*Aleyodidae*), para el control se aplicó malathion a una dosis de 1.5 g L de agua.

La aplicación de micronutrientes se realizó de manera foliar cada 15 días.

3.6 Tratamientos

Se dividieron en tres aplicaciones, la primera en fase vegetativa, la segunda en la aparición del botón floral y la tercera en la apertura floral.

Los tratamientos a evaluar se distribuyeron de la siguiente manera;

T1- Testigo

No se realiza aplicación.

T2- CaNO_3

3 g de CaNO_3

T3- KNO_3

3 g de KNO_3

T4- $\text{CaNO}_3 + \text{KNO}_3$

CaNO_3 (1.5 g) y KNO_3 (1.5 g). Estas dosis fueron asperjados via foliar.

2.7 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con 10 repeticiones por tratamiento y un testigo, obteniendo un total de 40 flores a evaluar.

2.9 Variables evaluadas

- Altura de la planta.

Se determino la altura, cortando el girasol al ras del surco, se tomó como primer punto donde se cortó el tallo hacia donde inicia el “botón” o flor del girasol, con una cinta métrica.

- Número de hojas.

Se eliminan las hojas secas manualmente, para obtener el total de hojas sanas y realizar el conteo de una por una.

- Diámetro de la flor

Se mide la flor tomando los puntos en forma de cruz, de arriba hacia abajo y de lado a lado, tomando como referencia el pétalo más largo, con una regla de 30cm.

- Diámetro del tallo

Se mide el tallo tomando la referencia a 20 cm de abajo hacia arriba, para medir el diámetro con un Vernier.

- Peso fresco de las hojas

Se pesan colocando las hojas juntas en un recipiente, y se mide el peso en gramos con una báscula digital.

- Peso fresco de la flor

Se corta la flor al ras del tallo y enseguida se coloca la flor en un recipiente en la báscula digital, y se mide en gramos.

- Peso fresco del tallo

Después de quitar las hojas y cortar la flor, se corta en pedazos el tallo, se coloca en un recipiente y se pesa en gramos en la báscula.

- Peso seco de las hojas

Se saca cada bolsa de la estufa, se colocan las hojas secas en un recipiente y se pesa en gramos en la báscula digital.

- Peso seco del tallo

Se saca cada bolsa de la estufa, se colocan los pedazos del tallo seco en un recipiente y se pesa en gramos en la báscula digital.

- Peso seco de la flor

Se saca cada bolsa de la estufa, se coloca la flor seca en un recipiente y se pesa en gramos en la báscula digital.

2.10 Secado en estufa

Cada órgano de la planta se guardó en bolsas de papel identificadas con los tratamientos, y después se introdujeron en la estufa por 72 h a una temperatura de 65 °C.

2.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos en este experimento se analizaron mediante un análisis de varianza y una prueba de rango con Tukey ($\alpha \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS ® versión 9.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de estas en la altura de planta (AP). La mayor AP se registró en aquellas plantas que recibieron Ca + K en un 22.54 % en comparación a las plantas testigo (Cuadro 1). El aumento de la altura de las plantas puede ser debido a un incremento de la concentración de Ca en el tejido vegetal. Pues Chondraki *et al.* (2012) señalan que aplicación foliar de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ incrementó la altura de la planta y el contenido de Ca en la hoja de perejil. Así mismo, las aplicaciones foliares de Ca en plantas jóvenes y en plantas fructíferas de papayo tuvieron un impacto positivo en el crecimiento, el desarrollo de raíces, la concentración de minerales en las hojas y la calidad de la fruta (Madani *et al.*, 2015). Por otra parte, la aplicación foliar de Ca aumenta el nivel de magnesio y silicio en las hojas; promoviendo, la altura, el área foliar y el nivel de clorofila en las plantas de remolacha (Hosseini *et al.*, 2019).

Tukey	Media	N	Trat
A	143.50 cm	10	Ca + K
A	141.90 cm	10	K
AB	131.40 cm	10	Ca
B	117.10 cm	10	Testigo

Cuadro 1. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en la altura de planta de girasol.

4.2 Número de hojas

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en el número de hojas por planta. Se observó que las plantas que recibieron potasio (K) obtuvieron mayor número promedio de hojas, con un 18.91% en comparación a las plantas que recibieron Calcio (Cuadro 2). Investigaciones en el cultivo de arándano demuestran que el estrés hídrico baja la biomasa de las hojas y área foliar (Erb et al., 1993). Al ser un cultivo que requiere una alta cantidad de agua, el potasio (K) regula la absorción de agua en las raíces y esto ayuda a que retención del agua.

Tukey	Media	N	Trat
A	21.90	10	K
AB	20.20	10	Ca + K
AB	19.40	10	Testigo
B	18.50	10	Ca

Cuadro 2. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el número de hojas de girasol.

4.3 Diámetro de flor

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en el diámetro de flor (DF). El mayor DF, se reflejó en las plantas que tuvieron la aplicación de Ca + K en un 19.17% en comparación de las plantas que no recibieron aspersión foliar (Cuadro 3). Este incremento del diámetro de la flor puede ser debido a la expansión celular causada por el K. Algunos reportes señalan que el nitrato de potasio promueve y expande el tamaño de la fruta pues provoca la expansión celular y el aumento del peso de la fruta al ajustar los fenómenos de ósmosis (Ruiz, 2005).

Tukey	Media	N	Trat
A	17.40 cm	10	Ca+K
A	17.00 cm	10	K
A	16.60 cm	10	Ca
B	14.60 cm	10	Testigo

Cuadro 3. Efecto de la aspersion de calcio y potasio en el diámetro de flor de girasol.

4.4 Diámetro de tallo

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en el diámetro de tallo (DT). Siendo el tratamiento Ca + K quien reflejo el mayor DT con un 17.02% en comparación al tratamiento testigo (Cuadro 4). Afectando a las plantas de este tratamiento (Ca + K), estudios demuestran que el Ca tiene como función construir parte de las paredes celulares (Agroproductores, 2019) de esta manera con ayuda del K se reforzaron las paredes del tallo, aumentando su diámetro positivamente.

Tukey	Media	N	Trat
A	16.50	10	Ca + K
A	16.10	10	K
AB	14.60	10	Ca
B	14.10	10	Testigo

Cuadro 4. Efecto de la aspersion de calcio y potasio en el diámetro de tallo de girasol.

4.5 Peso fresco hojas

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en peso fresco de hojas (PFh). El tratamiento K fue quien registro el mayor PFh con un 44.39% en comparación al tratamiento testigo (Cuadro 5). Ramírez-soler *et al*, mencionan que cuando no se demuestra deficiencia de N, P o K no se reduce el peso de la hoja, de esta manera tiene un efecto alto en las plantas.

Tukey	Media	N	Trat
A	107.00 g	10	K
A	101.90 g	10	Ca + K
B	78.60 g	10	Ca
B	74.10 g	10	Testigo

Cuadro 5. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso fresco de hojas de girasol.

4.6 Peso fresco flor

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en peso fresco de flor (PFf). El tratamiento Ca + K fue el que registro el mayor PSf con un 30.87% en comparación al tratamiento testigo (Cuadro 6). Al combinar estos elementos se ayudan mutuamente a que tenga una buena calidad en la flor, el calcio tiene efecto en las paredes celulares de la planta y el potasio ayuda a la absorción de agua obteniendo elevados resultados en el peso de flor.

Tukey	Media	N	Trat
A	76.30 g	10	Ca + K
AB	70.40 g	10	K
AB	68.40 g	10	Ca
B	58.30 g	10	Testigo

Cuadro 6. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso fresco de flor de girasol.

4.7 Peso fresco tallo

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en peso fresco de tallo (PFt). El mayor PFt lo registro el tratamiento de potasio (K) con un 71.48% en comparación del tratamiento testigo (Cuadro 7). Lazcano (2006) menciona que, en el cultivo de caña, el potasio (k) es el nutriente mas requerido para formar la estructura celular. Esto quiere decir que la aplicación de 1.5 g L^{-1} de K obtuvo buenos resultados en el crecimiento de plantas para el tratamiento K.

Tukey	Media	N	Trat
A	217.10 g	10	K
A	212.70 g	10	Ca + K
B	146.40 g	10	Ca
B	126.60 g	10	Testigo

Cuadro 7. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso fresco de tallo de girasol.

4.8 Peso seco flor

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en peso seco de flor (PSf). El mayor PSf se registró en las plantas que recibieron Ca + K con un 29.93% en comparación al tratamiento testigo. Después del corte empieza el proceso de senescencia, los primeros síntomas de marchitez se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide con el descenso de peso fresco (de la Riva-Morales, 2011). El estrés salino de la aspersión tiene efectos de disminución en materia fresca y seca de raíz, tallo y hoja (Balaguera, *et al*, 2008) conforme se fue limitando el agua que quedo en la planta en la cosechada, al momento de secar la flor.

Tukey	Media	N	Trat
A	11.72 g	10	Ca + K
AB	10.96 g	10	Ca
AB	10.77 g	10	K
B	9.02 g	10	Testigo

Cuadro 8. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso seco de flor de girasol.

4.9 Peso seco tallo

Las aspersiones foliares de potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en peso seco de tallo (PSt). Las plantas que recibieron 1.5 g L^{-1} de K fueron las que registraron el mayor PSt con un 48.91% en comparación al tratamiento testigo (Cuadro 9). Estudios en zarzamora (*Rubus sp.*) muestran que el estrés hídrico disminuye el peso seco de tallo, en la relación raíz/tallo no hay cambio, esto indica que el estrés hídrico disminuye en la biomasa del tallo y raíz (Salgado, 2018).

Tukey	Media	N	Trat
A	30.08 g	10	K
A	28.03 g	10	Ca + K
AB	23.50 g	10	Ca
B	20.20 g	10	Testigo

Cuadro 9. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso seco de tallo de girasol.

4.10 Peso seco hojas

Las aspersiones foliares de calcio (Ca) y potasio (K) en el cultivo de girasol para corte se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes dosis de Ca y K en el peso seco de hojas (PSh). En plantas que recibieron la aspersión de K obtuvo el mayor PSh con un 45.55% en comparación con las plantas testigo. La aplicación foliar de Ca aumenta la materia seca de la planta y los niveles de clorofila en plantas de remolacha (Hosseini et al., 2019). Así mismo en plantas trigo se vio aun aumento en la biomasa con la aspersión de K, Ca y B (Akhtar et al., 2022). La aplicación de 1.5 g L⁻¹ de Ca muestran un aumento en la altura de la planta, la biomasa y la cantidad de clorofila. El aumento en el rendimiento también fue significativo (Khani *et al.*, 2020).

Tukey	Media	N	Trat
A	17.70 g	10	K
AB	16.16 g	10	Ca + K
AB	13.08 g	10	Ca
B	12.16 g	10	Testigo

Cuadro 10. Efecto de la aspersión de calcio y potasio en el peso seco de hojas de girasol.

V. CONCLUSIONES

En la aspersión foliar de Ca + K se vieron afectadas las plantas de manera positiva, pues se detectó la mayor altura de planta, diámetro de flor y tallo, estos últimos son parámetros de la calidad de la flor.

Las plantas que fueron tratadas con potasio (K) tuvieron mayor número de hojas, peso fresco y seco de hojas y tallo. En general, la aplicación de calcio y potasio vía foliar promueve mayor crecimiento y calidad de la flor de girasol para corte.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, B. 2021. Nutrición de plantas: Proceso, Ecología verde.

Aguirrezábal, L.A.N. Orioli, G.A. Hernández, L.F. Pereyra V.R. Miravé, J.P. (1996), *Girasol: Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento*, Buenos Aires, Argentina, Offset vega, p. 111

Akhtar, N.; Ilyas, N.; Arshad, M.; Meraj, T.A.; Hefft, D.I.; Jan, B.L.; Ahmad, P. The Impact of Calcium, Potassium, and Boron Application on the Growth and Yield Characteristics of Durum Wheat under Drought Conditions. *Agronomy* 2022, 12, 1917. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081917>.

Ángulo, M. (2023) Importancia del Potasio en las plantas: ¿Déficit o exceso? Recuperado de: [Importancia del POTASIO en las plantas: ¿Déficit o exceso? \(graciasnaturaleza.com\)](https://graciasnaturaleza.com)

Aragadvay Y. R. G., A. A. Rayas A., D. Heredia N., J. G. Estrada F., F. E. Martínez C. & C. M. Arriaga J. (2015). Evaluación *in vitro* del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 6: 315-327.

Balaguera, H. E., J. G. Álvarez-Herrera, y J. D. Rodríguez. 2008. Efecto del déficit de agua en el trasplante de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agron. Colomb.* 26: 246-255.

Bellido, A. (2022) Calcio en las Plantas: (Uso, ventajas y detectar carencias) Recuperado de: [Calcio En Las Plantas: \[Uso, Ventajas Y Detectar Carencias\] \(sembrar100.com\)](https://sembrar100.com)

Benito, A. 2017. Evaluacion de Híbridos de Girasol. México. Recuperado de: [Http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/GirasolHelianthus.pdf](http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/GirasolHelianthus.pdf)

Blanco, C. A. (Ed.). 2004). *La hoja: morfología externa y anatomía*. Universidad Nac. del Litoral.

Cook, J.A., y D. Boynton. 1952. Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 59:82-90.

De la Riva-Morales, Fernando. 2011. Poscosecha de flores de corte y medio ambiente. *Revista IDESIA* 29 (3):125-130.

El-Hady, E.S., Merwad, M.A., Shahin, M.F.M. *et al.* 2020, Influence of foliar spray with some calcium sources on flowering, fruit set, yield and fruit quality of olive Kalmata and Manzanillo cultivars under salt stress. *Bull Natl Res Cent* **44**, 197.

Erb, W. A., A. D. Draper, and H. J. Swartz 1993. Relation between moisture stress and mineral soil tolerance in blueberries. *J. Am. Soc. HortScience* 118: 130-134.

Fernandez, V., y G. Ebert. 2005. Foliar iron fertilization: A critical review. *J. Plant Nutr.* 28:2113-2124.

Fernandez V., Ebert G. y G. Winkelmann 2005. The use of microbial siderophores for foliar iron application studies. *Plant and Soil* 72:245-252.

Fernandez, V., y T. Eichert. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 28:36-68.

Fernández, F. Sotiropoulos, T. Brown, P., (2015) *Fertilización foliar: principios científicos y práctica de campo*. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA).

Función fisiológica del calcio en las plantas, Agroproductores, (2019). Recuperado de: [Funciones del calcio en las plantas - \(agroproductores.com\)](http://www.agroproductores.com)

Gómez-Arnau, J., 1989, EL cultivo del girasol, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, núm. 20/88.

Gutiérrez, N., 2014, Manejo técnico para el cultivo de girasol. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: [Manejo técnico para el cultivo de girasol | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural \(jalisco.gob.mx\)](http://jalisco.gob.mx)

Hernández, L.F. y Orioli, G.A. 1994, *The ideotype in sunflower (Helianthus annuus L.)*. Agriscientia XI: 87-98.

Holman, R.M., Robbins, W.W. 1961, *Botánica General* p. 172-174.

Hosseini SA, Réthoré E, Pluchon S, Ali N, Billiot B, Yvin JC. Calcium Application Enhances Drought Stress Tolerance in Sugar Beet and Promotes Plant Biomass and Beetroot Sucrose Concentration. *Int J Mol Sci.* 2019 Aug 2;20(15):3777. doi: 10.3390/ijms20153777. PMID: 31382384; PMCID: PMC6696248

INTAGRI, 2021. *Cultivo de Girasol en México*. Serie Cereales, Núm. 49. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 4p

INTAGRI. 2020. Propiedades Físico-Químicas que afectan la absorción de los Fertilizantes Foliare, Serie nutrición vegetal, Núm. 151. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Khani A., Barzegar T., Nikbakht J., Ghahremani Z., 2020 Effect of foliar spray of calcium lactate on the growth, yield and biochemical attribute of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under water deficit stress *Adv. Hort. Sci.*, 34(1): 1124.

Lazcano-Ferrat. I. 2006, El Potasio, esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar. Instituto de la Potasa y el Fósforo, A. C.

Linné, Carl von, Species Plantarum, vol. 2, p. 904, 1753.

Luévanos E. M. P., M. H. Reyes V., J. A. Villarreal Q. & R. Rodríguez Herrera. 2010. Obtención de híbridos intergenéricos *Helianthus annuus* x *Tithonia rotundifolia* y su análisis morfológico y molecular. Acta botánica mexicana. 90 (1). 105 – 118.

Madani, B., Wall, M., Mirshekari, A., Bah, A., & Mohamed, M. T. M. 2015. Influence of Calcium Foliar Fertilization on Plant Growth, Nutrient Concentrations, and Fruit Quality of Papaya, HortTechnology hortte, 25(4), 496-504.

Masats, J. Características del Girasol. 2022 Características del girasol – Botanical-online Consultado el 01 de junio del 2023.

Melgares, J. 2018. *Manual básico del cultivo del girasol para flor cortada*. Consejería de agricultura, agua y medio ambiente. Portal frutícola. Manual básico del cultivo del girasol para flor cortada - PortalFruticola.com Consultado el 13 de Agosto 2022.

Molina, E. 2002. Fuentes de fertilizantes foliares. G. Meléndez, & E. Molina (Edits.), *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*.

Molina, E. 2003. Fertilizantes Foliares. En: Fertilizantes: Características y Manejo. Centro de Investigaciones agronómicas. Universidad de Costa Rica. 89 – 99 pp.

Ramírez-soler, C. H. Magnitskiy, S. Esperanza, S. Melgarejo, L. 2018, Efecto de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el crecimiento del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en etapa vegetativa, REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 12 - No. 1 - pp. 31-40.

Ruiz, R., 2005. Effects of different potassium fertilizers on yield, fruit quality and nutritional status of Fairlane nectarine trees and on soil fertility, in: V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants 721. pp. 185–190

Salgado, C. Sánchez-García, P. Volke-Haller, V. Colinas, M. 2018. Respuesta Agronómica de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al Estrés Osmótico, Agrociencia, Vol 52, Núm 2.

Sánchez, D. 2020. Evaluación de Relaciones K/Ca en el Crecimiento de Zorzamora (*Rubus* sp.) CV TUPY.

Schilling, E. E. y C. B. Heiser. 1981. Infrageneric classification of *Helianthus* (Compositae). *Taxon* 30: 393-403.

Schonherr, J. 2001. Cuticular penetration of calcium salts: Effects of humidity, anions, and adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde*. 164:225-231.

Schonherr, J. 2006. Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *Journal of Experimental Botany*. 57:2471-2491.

Segura, Á. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones.

Sela, G, 2018, Potasio en las plantas. Cropala. [Guy Sela | Cropaia - Part 8](#) Consultado el 10 de junio de 2023.

Servicio de Información, Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. 2017. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp. Consultado el 25 de mayo del 2023.

Vu, D.T., Huang, L., Nguyen A.H., Du, Y., Xu, Z., Hampton, A. M., Peng, L., y V. Rudolph. 2013. Quantitative methods for estimating foliar uptake of zinc from suspension-based Zn chemicals. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176(5):764-775.

Young, K. 1979. Binding-energy in model classical field-theories. *Nuclear Physics B*. 158:77-101.