

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de la Roca Fosfórica en la Producción de Gerbera (*Gerbera jamesonii*) en Cultivo Sin Suelo

Por:

VIANNEY DE JESÚS ZAYAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de la Roca Fosfórica en la Producción de Gerbera (*Gerbera jamesonii*) en Cultivo Sin Suelo

Por:

VIANNEY DE JESÚS ZAYAS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría

Dr. Armando Hernández Pérez

Asesor Principal

Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor

Ing. Lizbeth Yuritzzi López Ramírez

Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta academia 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 a documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestado 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



Vianney De Jesús Zayas

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Gracias por tu amor y tu bondad, hoy me permites sonreír ante este logro que es el resultado de tu ayuda, solo en tus manos podemos lograr nuestras metas. Gracias por darme el valor y la fuerza para poder hacer de este sueño realidad. Por estar a mi lado en cada momento de mi vida, por guiar mis pasos y la inteligencia que me hacía falta para lograrlo.

A mi universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Agradezco a mi Alma Mater por haberme abierto sus puertas y permitirme ser un Buitre de esta noble y extraordinaria Universidad Agraria. Gracias por la oportunidad de recorrer este camino y haber sido mi hogar durante estos cuatro años y medio, por permitir mi desarrollo profesional.

Al Dr. Armando Pérez Hernández

Gracias a mi asesor de tesis, por las enseñanzas brindadas su constante apoyo, sus indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Lizbeth Yuritzzi López Ramírez

Quiero agradecer de una manera especial por confiar en mí, para realizar este proyecto, por haber sido muy paciente. Tu sabiduría y conocimiento me motivaron a completar mi tesis. Estoy realmente orgulloso de ello.

A mis amigos

Quienes han sido una fuente interminable de apoyo, sabiduría y ánimo en mi vida. Lupita, Areli, Yoselyn, David, Cristóbal, Mari Mar, Alejandra, Dulce, Juan, Llith, José Miguel, Kenia, Anell, Sina, Azrael, a lo largo de este proceso, ustedes han estado a mi lado, brindándome consejos valiosos y compartiendo momentos de alegría y tristeza. Gracias por ser un faro de esperanza y amistad en mi vida universitaria y personal.

DEDICATORIA

A mi mama

Margarita Zayas Aniceto

Te dedico esta tesis con todo mi corazón, gracias por ser esa luz que me ha guiado en los momentos más oscuros, por enseñarme que, con trabajo duro y determinación, cualquier cosa es posible este logro es un testimonio de tu amor, paciencia y sacrificio.

A mis hermanas

Irma De Jesús, Erika De Jesús, Anahí De Jesús, Gabriela De Jesús y Nohemí De Jesús

Por siempre motivarme a seguir adelante quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles de mi carrera profesional, Pero en especial a Irma, Anahí y Nohemí Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, por el apoyo que me han brindado.

A mi Ángel del cielo

Papa sé que no estás físicamente presente, pero sé que siempre me cuidas y guías día a día, este logro es en tu honor porque sé que estás orgulloso de mi desde donde estas.

A mis padrinos

Saúl Díaz y Socorro De Jesús

Por su amor incondicional y apoyo constante, por cada momento compartido, por cada consejo sabio y por creer en mí.

A mis abuelitos

Abuelita Rosita sé que desde el cielo me estás viendo por eso te dedico este logro siempre estás en mi corazón.

Abuelitos paternos, por el inmenso amor y apoyo que me han brindado.

A mis sobrinos

Giovanni, Yahir, Jairo, Ashley, Zoe, Alexia, Yamileth, Francisco, Gael, Zait.

Su alegría, su entusiasmo y su amor incondicional me han llenado de felicidad, siempre me inspiran a ser una mejor tía.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
I. INTRODUCCIÒN.....	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivo específico.....	3
1.3. Hipòtesis.....	3
II. REVISIÒN DE LITERATURA	4
2.1. Origen e historia del cultivo.....	4
2.2. Morfología.....	4
2.3. Importancia econòmica, nacional y mundial	5
2.4. Requerimientos edafoclimàtics	6
2.5. Producciòn en ambiente protegido	7
2.6. Cultivo sin suelo.....	8
2.7. Soluciòn nutritiva	9
2.8. Fosforo.....	10
2.9. Funciòn del fosforo	11
2.10. Problemàtica actual del fosforo.....	12
2.11. Roca fosfòrica.....	12
2.12. Efecto de la roca fosfòrica	13

III.	MATERIALES Y METODOS	14
3.1.	Localización	14
3.2.	Material vegetal	14
3.3.	Establecimiento del cultivo.....	14
3.4.	Tratamientos.....	15
3.5.	Manejo del cultivo	15
3.6.	Variables evaluadas	17
3.6.1.	Numero de flores (NF)	17
3.6.2.	Diámetro de flor (DF)	17
3.6.3.	Longitud de tallo (LT).....	17
3.6.4.	Diámetro de tallo (DT)	17
3.6.5.	Numero de hoja (NH).....	18
3.6.6.	Longitud de hoja (LH)	18
3.6.7.	Ancho de hoja (AH)	18
3.6.8.	Peso seco (PST).....	18
3.7.	Diseño estadístico	18
3.8.	Análisis de la información	18
IV.	Resultados y discusión.....	19
	Numero de flores (NF), peso seco de hoja (PSH)	20
	Numero de hojas NH	21
V.	Conclusión.....	22
VI.	Bibliografías.....	23

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de la gerbera cv. Forza _____ 15

Cuadro 2. Efecto del P en forma de roca fosfórica en la determinación de calidad y crecimiento de la flor en gerbera cv. Forza. _____ 19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la concentración de P en forma de roca fosfórica A) número de flor, B) peso seco de hoja en planta de garbera cv. Forza. ANVA $P \leq 0.001$. ANVA=Análisis de variancia. Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con TUKEY al 0.05. _____ 20

Figura 2. Efecto de la concentración de P en forma de roca fosfórica de número de hojas (NH) en planta de garbera cv. Forza. ANVA $P = 0.0003$. ANVA=Análisis de variancia. Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con TUKEY al 0.05. _____ 21

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de fósforo (P) en forma de roca fosfórica en el crecimiento y calidad de flor de gerbera cv. Forza en un cultivo sin suelo. Los tratamientos consistieron en seis diferentes concentraciones de P en forma de roca fosfórica (0, 30, 60, 90, 120 y 150 ppm, respectivamente). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 6 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron; número de flores, diámetro de flor, longitud de tallo, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja y peso seco de hoja. Los resultados mostraron que el número de hojas, peso seco de hoja aumento cuando se adiciono fósforo soluble, sin embargo, el fósforo en forma de roca fosfórica no se tuvo algún incremento. El número de hojas se observó mayor al suministrar fósforo soluble al igual con la adición 30 y 150 ppm de fósforo en forma de roca fosfórica, el tamaño de la flor fue similar con las formas de fosforo aplicado. Esto sugiere que, el fósforo en forma de roca fosfórica puede ser una alternativa para sustituir el fósforo soluble.

Palabras clave: pH, fósforo, cultivo sin suelo, crecimiento, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de gerbera (*Gerbera jamesonii*) es una de las flores de corte más importantes; este género comprende de 40 a 50 especies (Lisiecka, 1990). Es una de las varias especies cultivadas de importancia económica para la agricultura. Se trata de una planta con buena durabilidad, resistencia al transporte y gran aprecio por parte de los consumidores (Guerrero et al., 2012).

Es una de las flores cortadas comerciales más populares y valoradas, ocupando el quinto lugar en el mundo (después de rosas, claveles, crisantemos y tulipanes). En los años 2010-2019, Canadá, México, Indonesia y Japón produjeron conjuntamente 76 millones de tallos de Gerberas cortados y cuatro millones de Gerbera en macetas de interior (Reiten et al., 2011)

El cultivo de plantas ornamentales en un ambiente protegido se puede realizar en diferentes épocas del año, permitiendo a los productores hacer un mejor uso del suelo, optimizar el manejo y, sobre todo, ofrecer un mejor precio en el mercado (Boueri y Lunardi, 2006). Un cultivo sin suelo permite potenciar la productividad de la agricultura y obtener cultivos de excelente calidad, al igual que el asegurar un uso más eficiente del agua y los fertilizantes (López, 2018).

El fósforo (P) es elemento esencial que no puede sustituirse ni remplazarse por ningún otro nutrimento, por lo tanto, es vital para la producción de alimentos. Por ello, se dice que no es un recurso no renovable, como el petróleo (Steen, 1998). El P desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. En todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta (Vélez, 2014).

Los problemas de seguridad alimentaria proveniente de los escasos del P se expone como uno de los mayores retos del siglo (Melia et al., 2017). Se prevé que la demanda de fósforo aumentará entre un 50% y un 100% para 2050 con una mayor demanda mundial de alimentos y cambios en las dietas. EFMA (2000)

y Steen (1998). Las reservas de roca fosfórica que quedan en el mundo están bajo el control de un puñado de países, entre ellos Marruecos, China y Estados Unidos. Siendo Marruecos el país con las mayores reservas reportadas (Jasinski, 2006).

La roca fosfórica es un nombre colectivo utilizado para describir todos los minerales presentes en la naturaleza que contienen una alta concentración de fósforo. El término se refiere tanto a los minerales fosfatados no beneficiados como a los productos concentrados (Connell, 1938). Se analiza que la aplicación directa de las rocas fosfóricas naturales molidas como fuente de fósforo para los cultivos es una práctica que ha gozado de diversos grados de aceptación a través del tiempo.

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de fósforo en forma de roca fosfórica en el crecimiento y calidad de flor de gerbera en un cultivo sin suelo.

1.2. Objetivo específico

- Obtener la mejor concentración de fósforo en forma de roca fosfórica que permita incrementar el crecimiento de las plantas de gerbera.
- Comparar el efecto de las diferentes concentraciones de fósforo en forma de roca fosfórica en la calidad de la flor.

1.3. Hipótesis

Al menos una de las concentraciones de fósforo en forma de roca fosfórica mejora la calidad de la flor de gerbera cv. Forza en un cultivo sin suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e historia del cultivo

El cultivo de Gerbera es una de las flores de corte más importantes; este género comprende de 40 a 50 especies (Lisiecka, 1990). Pertenece a la familia de las compuestas (Asteraceae). Se trata de una planta herbácea, vivaz, de crecimiento en roseta (Pedraza-Santos *et al.*, 2001). También es conocida como margarita del Transvaal es originaria de Transvaal; África del Sur en los Drakenberg, a unos 700 metros de altura sobre el nivel del mar y lleva el nombre de Trangott Gerber, un botánico alemán (McDonald *et al.*, 1997). Según Herreros (1976) la gerbera que actualmente se producen son nativos de Gerbera jamesonii. Se importó a Inglaterra en 1887, donde se efectuó el primer cruzamiento con otra especie, la Gerbera viridifolia, que tiene las hojas con el pedúnculo corto y sin dentar. De aquí pasó a Francia y luego a Alemania con el nombre de Jamesonii híbrida.

2.2. Morfología

Planta: se distingue por un eje del vástago bastante acortado y algo grueso. Los entrenudos son cortos y los nudos están uno sobre otro. A causa de esto, las hojas se concentran y agrupan en forma arrosada. En los ángulos de las distintas hojas se encuentran las yemas axilares, de las cuales salen vástagos laterales que forman sus propias rosetas de hojas y raíces. De este modo, las gerberas forman al crecer plantas compactas (Roskam, 2005).

Raíz: el sistema radicular es pivotante en origen, pero a medida que se desarrolla, se convierte en fasciculado y está compuesto por gruesas raíces de las que parten numerosas raicillas (Pedraza-Santos *et al.*, 2001).

Tallo: es un rizoma de tamaño pequeño, algo grueso con entrenudos muy cortos y por lo tanto los nudos se encuentran uno sobre del otro, la longitud del tallo vararía de 30 a 50 cm. Se encuentra tanto en forma simple como

doble. Esto crea que las hojas se encuentren concentradas y agrupadas en forma arrosetada (Larson, 1988; Ozskinis y Lisienska, 1991).

Hojas: las hojas colocadas sobre los largos peciolo crecen de manera vertical hacia arriba, son elípticas, alargadas o lanceoladas, de borde liso o hendido. Pueden estar arrugadas por la superficie del envés (Sane *et al.*, 2001).

Flor: las flores son heteromórficas por lo que flores del mismo genotipo pueden diferir en varios parámetros, incluida la expresión sexual, la simetría y la pigmentación (Deyue *et al.*, 1999). Sus inflorescencias son llamadas capítulos y están colocadas individualmente sobre largos pedúnculos; en su base son parcialmente leñosas, a veces aterciopeladas y en la parte superior vacías por dentro (Soroa, 2005).

2.3. Importancia económica, nacional y mundial

La Gerbera es una de las varias especies cultivadas de importancia económica para la agricultura. Se trata de una planta con buena durabilidad, resistencia al transporte y gran aprecio por parte de los consumidores (Guerrero *et al.*, 2012).

El SIAP (2015) indicó que, en México, la producción de flores requiere de mucha mano de obra, en este rubro la actividad genera 188 mil empleos directos y 50 mil eventuales dependiendo de la temporada, así como más un millón de trabajos indirectos anualmente

El SIAP (2021) Señala que el cultivo de gerbera a nivel nacional se produce en el Estado de México donde se destina una superficie sembrada de 114 hectáreas, la cual produjo un millón 279 mil gruesas y generó un monto de 242 millones de pesos.

Troisi *et al.* (2010) Mencionan que es uno de los 10 cultivos de flores de mayor importancia económica en Europa y Estados Unidos. La superficie dedicada a este cultivo sigue aumentando, especialmente para su uso en tipologías paisajísticas.

El consumo en los últimos 20 años ha sido muy dinámico y cambiante en cuanto a las tendencias. La gerbera es una de las principales especies que participan en el comercio mundial (Morisigue *et al.*, 2012).

Reiten *et al.* (2011) señalan que es una de las flores cortadas comerciales más populares y valoradas, ocupando el quinto lugar en el mundo (después de rosas, claveles, crisantemos y tulipanes). En los años 2010-2019, Canadá, México, Indonesia y Japón produjeron conjuntamente 76 millones de tallos de gerberas cortados y cuatro millones de gerberas en macetas de interior. En relación a nivel mundial, los colores de las flores de gerbera más demandados son: rosa (incluye tonos fucsias, 40%), rojo (20%), amarillo (10%), blanco (10%), naranja (10) y otros. (GOMEZ-GOMEZ, 2010)

2.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.4.1. Luz

En cuanto a la cantidad de luz y longitud del periodo de iluminación, depende las condiciones externas predominantes del lugar de origen cambian durante su desarrollo (Infoagro, 2005).

Es una planta fotoperiódicamente, en cambio la cantidad de luz tiene gran importancia en el cultivo para producir un gran volumen de flores (Lisiecka, 1990).

2.4.2. Temperatura

La temperatura requerida es de 20 a 25 °C durante el día y de 16 a 18 °C durante la noche, el tener altas temperaturas dan a un lugar a una relevante disminución de inflorescencias formadas de igual forma, temperaturas bajas congelan las plantas y conducen la muerte (Hughes, 2005).

2.4.3. Aire

Este cultivo necesita grandes cantidades de aire fresco para tener un crecimiento y desarrollo correcto, a partir del inicio de la aparición de brotes, el periodo de crecimiento, de intervalos de algunos días después de la plantación y cada trasplante, este cultivo debe ventilarse (Marfá, 1997).

2.4.4. Humedad relativa

Para obtener una producción de alta calidad, la humedad relativa adecuada es de 70%. Sin embargo, si la humedad relativa es muy alta y la temperatura elevada, ayudan a una proliferación excesiva de enfermedades (Valenzuela, 2019).

2.4.5. Riego

Stanghellini (1993) destaca que un cultivo protegido puede suponer un ahorro en el consumo de agua de riego de hasta el 50%. Gestión del agua en cultivos de regadío, el punto clave es decidir cuánto y cuándo regar, y el sistema de riego define cómo irrigar.

Para Bellé (1998) el riego por goteo es adecuado para la producción de gerbera en maceta, estudiando diferentes niveles de tensión en la cultura de gerbera en maceta, concluyó que la planta debe mantenerse con el potencial hídrico en el Sustrato de 0,021 MPa.

2.5. Producción en ambiente protegido

El cultivo de flores puede realizarse en un ambiente protegido en condiciones de invernadero, bajo cubiertas plásticas, malla sombra u otro tipo de material, generalmente hay un aumento significativo en la producción y la calidad del producto, brindando más garantías de buenos rendimientos al agricultor (Gomes et al., 2006; Fernández et al., 2006; Backes *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista de Boueri y Lunardi (2006). El cultivo de plantas ornamentales en un ambiente protegido se puede realizar en diferentes épocas del año, permitiendo a los productores hacer un mejor uso del suelo, optimizar el manejo y, sobre todo, ofrecer un mejor precio en el mercado.

Citando a Santos *et al.* (2010) sostienen que en un ambiente protegido es donde se obtienen producciones con alto valor agregado como son hortalizas, frutas, ornamentales y plantas de viveros. Además de reducir los daños ocasionados por plagas, enfermedades, nematodos, malezas, reducir las necesidades hídricas. Extender las áreas de producción y los ciclos de cultivo.

La floricultura es la actividad que más inversión ha recibido en tecnología de producción de ambiente protegido, debido principalmente al alto nivel de demanda del mercado consumidor y alto valor económico agregado a productos en este segmento. Para garantizar una mayor calidad de la producción y satisfacer la estacionalidad de la demanda del mercado interno. A veces es necesario, en floricultura, utilizar ambientes protegido (Pereira *et al.*, 2005).

2.6. Cultivo sin suelo

Los cultivos sin suelo han logrado una gran importancia y aumentado en forma sostenida, especialmente en los últimos años estos sistemas requieren el uso de sustratos. Entre las ventajas que existen, se destacan la eliminación de patógenos, el ajustado control de la disponibilidad de nutrientes y la uniformidad en la producción (Velázquez, 2016).

Desde el punto de vista de López (2018) un cultivo sin suelo Permite potenciar la productividad de la agricultura y obtener cultivos de excelente calidad, al igual que el asegurar un uso más eficiente del agua y los fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son mayores con respecto a la agricultura tradicional, dada la mayor densidad de plantación y

la elevada producción por unidad de superficie, obteniéndose mayor número de cosechas al año.

2.6.1. PH

Es muy importante mantener la planta con el pH del sustrato adecuado para su nutrición, de acuerdo Cavins *et al.* (2000), esto afecta principalmente a la absorción de micronutrientes. Los valores de pH inferiores a 5,8 pueden aumentar la disponibilidad de micronutrientes, y el pH por encima de 6,8 puede causar deficiencia de micronutrientes. Para el cultivo de gerberas, el pH lo ideal sería que estuviera entre 5,5 y 6,0.

2.6.2. CE

La conductividad eléctrica en la solución nutritiva representa la cantidad de iones disueltos en la misma, entre mayor sea la concentración de sales minerales, mayor será su conductividad eléctrica (presión osmótica) y menor su potencial osmótico (Taiz y Zeiger, 2006).

De acuerdo Evans (2005), la salinidad se refiere a la cantidad de sales disueltas en el agua que son medidos por la CE. El problema de la salinidad afecta la absorción de agua, porque cuando el agua está cargada de sales, las plantas trabajan más para absorberla. Eso Significa que la energía normalmente utilizada para el crecimiento de las plantas se utiliza para extraer agua del sustrato.

2.7. Solución nutritiva

La solución nutritiva es parte fundamental para un cultivo sin suelo, de la solución depende el tamaño y calidad de la producción. Unos aspectos que destacan son: la relación entre aniones y los cationes, la concentración de nutrimentos expresados, con la conductividad eléctrica, el PH, la relación nitrato: amonio y temperatura (Lara-Herrera, 1999).

Cruz-Crespo *et al.* (2014) Describen que el manejo de una solución nutritiva delimitada, afecta a la cantidad total de fertilizantes empleados, así como en el cuidado de los recursos naturales. Existen diferentes tipos de soluciones nutritivas, como la universal de Steiner y la de Hoagland.

La solución Steiner, se aplica de forma continua puesto que las plantas pueden absorber iones a muy baja concentración, sin embargo, conocer el PH es muy importante para determinar la posibilidad de algunos iones, cuando existe un PH alto no es posible tener un contenido alto de iones (Juárez-Hernández *et al.*,2006)

Steiner (1961) probó diferentes proporciones de nutrientes para los tres cationes (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) y tres aniones (NO_3^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-}) que componen la solución nutritiva en gran cantidad de cultivos, siendo el primero en recibir mayor atención por su desarrollo de una solución ideal.

Hanan (1998), emplea el concepto de “relación iónica mutua” para referirse al balance entre los cationes y los aniones en dicha solución. En su metodología para formular soluciones Steiner contempla tres aspectos fundamentales: la conductividad eléctrica, la relación iónica mutua y el pH, sugiriendo que la “Solución Nutritiva Universal” debía contener las proporciones de aniones 60% NO_3^- , 5% $H_2PO_4^-$ y 35% SO_4^{2-} , y de cationes 35% K^+ , 45% Ca^{2+} , 20% Mg^{2+} .

2.8. Fosforo

El fósforo es elemento esencial que no puede sustituirse ni remplazarse por ningún otro, por lo tanto, es vital para la producción de alimentos. Por ello se dice que no es un recurso no renovable, como el petróleo (Steen, 1998)

En el sistema suelo-planta, el 90 % del fósforo está en el suelo y menos del 10 % se encuentra repartido fuera del suelo, es un elemento constituye un componente primario de los sistemas responsables de la capacitación, almacenamiento y transferencia de energía (Fernández, 2007).

Cordell *et al.* (2009), expone que el fósforo es el decimotercer elemento más abundante en el universo, aunque su concentración en la corteza terrestre es relativamente baja, ya que sus fracciones generalmente se encuentran inmovilizadas en las rocas.

2.9. Función del fosforo (P)

El ciclo del P en el suelo involucra plantas, animales y microorganismos. Este sistema incluye procesos de absorción por plantas, reciclaje por residuos vegetales y animales, reciclaje biológico por procesos de mineralización-inmovilización, reacciones de sorción por arcillas y óxidos e hidróxidos del suelo y solubilización de fosfatos por la actividad de microorganismos y plantas (Stevenson, 1994).

Roberts (1997) sostiene que, las plantas absorben P en forma de iones fosfato ($H_2PO_4^-$ o HPO_4^{2-}). Una vez dentro de la planta, el P inorgánico es almacenado en las raíces se mueve rápidamente hacia otras partes de la planta donde se incorpora en los compuestos orgánicos como enzimas, ácidos nucleicos y proteínas. Ayuda a que las raíces y la plántula se desarrollen más rápidamente, mejora la eficiencia del uso del agua, mejora la resistencia a enfermedades en algunos cultivos, acelera la maduración y es vital en la formación de la semilla.

Desde el punto de vista Múnera-Vélez (2014) menciona que, el P desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. En todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta.

2.10. Problemática actual del fosforo

Los problemas de seguridad alimentaria proveniente de los escasos del P se exponen como uno de los mayores retos del siglo, la dependencia de fertilizantes fosfatados inorgánicos derivados de fuentes geológicas limitadas de P crea una necesidad urgente de recuperar P de los desechos y las aguas tratadas, en formas seguras que también sea positivo desde el punto agrícola (Melia *et al.*, 2017).

Se prevé que la demanda de fósforo aumentará entre un 50% y un 100% para 2050 con una mayor demanda mundial de alimentos y cambios en las dietas. (EFMA, 2000; Steen, 1998).

De acuerdo Runge-Metzger, (1995), Los estudios afirman que, con los índices actuales de extracción, las reservas comerciales mundiales de fosfato se agotarán en 50 a 100 años. Las reservas potenciales restantes son de menor calidad o más costosas de extraer. Las reservas de roca fosfórica que quedan en el mundo están bajo el control de un puñado de países, entre ellos Marruecos, China y Estados Unidos. Siendo Marruecos el país con las mayores reservas reportadas (Jasinski, 2006).

2.11. Roca fosfórica

Roca fosfórica es un nombre colectivo utilizado para describir todos los minerales presentes en la naturaleza que contienen una alta concentración de fosfatos. El término se refiere tanto a los minerales fosfatados no beneficiados como a los productos concentrados (Connell, 1938).

Stewar *et al.* (2005) mencionan que, la roca fosfatada contiene naturalmente radionucleidos de uranio y torio, la mayoría de los cuales terminan en el subproducto fosfoyeso y, en menor medida, en los fertilizantes fosfatados procesados.

La roca fosfórica es uno de los productos básicos más comercializados en el mercado internacional. Cada año se transportan alrededor de 30 millones de toneladas de roca fosfórica y fertilizantes por todo el mundo (IFA, 2006).

2.12. Efecto de la roca fosfórica

Se analiza que la aplicación directa de las rocas fosfóricas naturales molidas como fuente de fósforo para los cultivos es una práctica que ha gozado de diversos grados de aceptación a través del tiempo.

Morillo *et al.* (2007), expresa que el uso directo al suelo de roca fosfórica, representa una alternativa que ha tomado importancia por su costo más bajo y se ha empleado como fertilizante fosfatado por varias décadas, no solo por su importancia agronómica como fuente de P sino también como fuente de Ca para el cultivo.

Hisnain *et al.* (2014) menciona que la roca de fosfato reactiva mejoró la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos de maíz. Las rocas de fosfato marroquíes contenían el mayor P₂O₅ extraíble con ácido cítrico en comparación con la roca de fosfato probada y fueron las más efectivas para aumentar la producción de maíz.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente experimento, fue desarrollado a lo largo de los meses de marzo a julio del 2023, se realizó en el Departamento de Horticultura, que se encuentra situado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se ubica al sur de la ciudad de Saltillo Coahuila, en la parte alta del valle, con coordenadas 25°23'N y 101°01'W.

3.2. Material vegetal

Se utilizaron plántulas de gerbera, variedad "Forza". Esta variedad se caracteriza por ser una flor de tamaño grande, entre 9 a 11 cm de diámetro con un color rojo y su centro negro.

3.3. Establecimiento del cultivo

El cultivo se estableció el 11 de marzo del 2023, se preparó una mezcla de sustrato a una relación 65:35 (65% peat moss 35% perlita), al mismo tiempo determinamos las propiedades físicas del sustrato, con la finalidad de obtener un PH de 5.8 y una conductividad eléctrica de 1.5, posteriormente se llenaron las bolsas de sustrato y se trasplanto la plántula obteniendo 36 macetas de 8 litros por planta.

3.4. Tratamientos

Se evaluaron 6 diferentes dosis de roca fosfórica (0 ppm a 150 ppm), con 6 repeticiones, obteniendo un total de 36 unidades experimentales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el cultivo de la gerbera cv. Forza

Tratamiento	Fósforo (ppm)	Roca fosfórica (g L ⁻¹)	Roca fosfórica por maceta (g)
1	0	0.0	0.0
2	30	0.279	2.232
3	60	0.558	4.464
4	90	0.837	6.696
5	120	1.116	8.928
6	150	1.345	11.16

3.5. Manejo del cultivo

3.5.1. Riego

Los riegos se realizaron manualmente, después del trasplante se suministró un riego de 1 litro por planta cada tercer día, conforme fue el desarrollo de la planta fue aumentando la cantidad de agua de 1 a 3 litros dependiendo de sus necesidades y las temperaturas. El riego se llevó a cabo con una solución Steiner calculada, del mismo modo tomando en cuenta un PH de (5.5 a 6.5) y una CE.

3.5.2. Fertilización

Durante la primera semana se estuvo aplicando riego sin solución nutritiva, posteriormente después de una semana del trasplante se utilizó una solución nutritiva a base de Steiner, se inició aplicando en diferentes dosis, en el testigo se utilizó una solución Steiner al 80% con el 100% de fósforo y en los tratamientos se hizo al 80% con el 0% de fósforo. Los fertilizantes que se emplearon fue, nitrato de calcio Ca (NO₃)₂, nitrato de potasio (KNO₃), sulfato de potasio K₂SO₄ y micros.

3.5.3. Podas

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos podas.

Deshojado

El deshojado influye en el comportamiento del cultivo y junto a las labores de recolección y preparación de la flor, constituye hasta el 80 % de gasto del cultivo. Se realiza con el objetivo de eliminar todas aquellas hojas adultas para obtener una correcta iluminación. Ventilación, prevenir enfermedades y obtener un buen desarrollo de la planta.

Desbotone

Las plantas jóvenes al inicio de producción generalmente producen flores pequeñas, frenando además el desarrollo de la planta, por lo que se recomienda, desbotonar una a tres veces los primeros botones después de plantar la gerbera y al iniciar el periodo de reposo, cuando tengan el tamaño de un chícharo, con el propósito de obtener flores de calidad.

3.5.4. Control de plagas y enfermedades

Plagas

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Sus principales daños están provocados en los botones florales, perdiendo la estética de la flor, su control se realizará obteniendo una buena penetración del producto en las zonas donde habita el parásito, con un tamaño de gota grande y a presión baja, mediante nebulización térmica o en espolvoreo. Los productos más empleados son acefato, endosulfán, metomilo, malatión, lindano o isofenfos (Castresana, 2008).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Colonizan el envés de las hojas. Los adultos y huevos son comúnmente encontrados en el envés de hojas más jóvenes y los estadios ninfales en las hojas un poco más viejas. Se alimentan de las hojas y segregan una

melaza sobre la que se desarrolla un hongo de micelio negro que provoca manchas sobre éstas, disminuyendo la fotosíntesis, y afectando a los pedúnculos y a las flores, limitando su comercialización. Se recomiendan tratamientos preventivos con deltametrín, permetrín, metomilo, dimetoato, metamidofos, triclorfón (Polack et al., 2005).

Enfermedades

Cenicilla o mildiú polvoriento

Es una enfermedad fúngica cuyo agente causal son distintas especies de hongos, tales como: Erysiphe, Podosphaera, Oïdium y Leveillula. Se puede identificar fácilmente por el crecimiento de hongos blanquecinos en forma de polvo en la superficie de las hojas y, si no se controla, aparece en los tallos y las flores (González, 2020).

3.6. Variables evaluadas

3.6.1. Numero de flores (NF)

La cosecha se realizó manualmente, cada vez que se realizaba un corte se registraba el número de flores.

3.6.2. Diámetro de flor (DF)

La variable se determinó con la ayuda de una regla, se midió horizontalmente y verticalmente la flor, durante la etapa de cosecha.

3.6.3. Longitud de tallo (LT)

Este parámetro se midió después de la cosecha con ayuda de un flexómetro.

3.6.4. Diámetro de tallo (DT)

Se determinó con la ayuda de un vernier, las medidas se tomaron antes de que se realizara el corte, utilizando las unidades de milímetros (mm).

3.6.5. Numero de hoja (NH)

El conteo se realizó a partir del 30 de marzo, se evaluaron las hojas más alargadas y vigorosas.

3.6.6. Longitud de hoja (LH)

Con ayuda de una cinta métrica, se midió la longitud de manera vertical, tomando como referencia el pedúnculo de la hoja.

3.6.7. Ancho de hoja (AH)

Con ayuda de una cinta métrica, se midió de manera horizontal la hoja.

3.6.8. Peso seco (PST)

Para la delimitación de este factor, fue la obtención del promedio de dos pesos diferentes, de las hojas secas. Con la ayuda de una balanza analítica.

3.7. Diseño experimental

El experimento se estableció, empleando un diseño completamente al azar con un tratamiento de testigo y cinco más cada uno con seis repeticiones, con un total de 36 plantas.

3.8. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza ANVA y pruebas múltiples de separación de medias de Tukey con nivel de significancia $P \leq 0.05$, mediante el software estadístico SAS v. 9.0.

IV. Resultados y discusión

Las variables evaluadas para la determinación de calidad y crecimiento de flor en Gerbera cv. Forza fueron; ancho de hoja (AH), longitud de hoja (LH), longitud de tallo (LT), diámetro del tallo (DT), diámetro de flor (DF), numero de hojas (NH), peso seco de hoja (PSH) y numero de flor (NF).

El AH, LH, LT, DT y DF no fueron afectados significativamente con la adición de P en forma de roca fosfórica (Cuadro 2). Lo anterior sugiere que, el uso de la roca fosfórica tiene el mismo efecto que fosforo soluble en los parámetros de crecimiento y calidad de flor de gerbera. Mismo que, la disponibilidad de fosforo en los cultivos sin suelo es igual o similar que el fosforo soluble, probablemente por el pH del medio de crecimiento que osciló entre 5.5 a 5.8. Por su parte, Chien *et al.*, (2009) señalan que, la eficiencia agronómica de la roca fosfórico se reduce apreciablemente a pH superiores a 5.5. Fardeau *et al.* (1988) mencionan que, en tres especies del género *Brachiaria* fue poco evidente el efecto de los niveles de fósforo por la baja eficacia de la roca fosfórica. Así mismo la adsorción de fósforo se ve afectada por el pH y el contenido de calcio en el suelo. Asimismo, Zapata (2003) y Khoshru *et al.* (2023) reportan que, la acidificación parcial o total de la roca fosfórica incrementa su disponibilidad y su uso en la agricultura.

Cuadro 2. Efecto del P en forma de roca fosfórica en la determinación de calidad y crecimiento de la flor en gerbera cv. Forza.

Roca Fosfórica (ppm)	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Diámetro de flor (cm)
0	31.848 a	14.7417 a	51.642 a	6.0633 a	9.62 a
30	30.793 a	13.9933 a	52.218 a	5.9583 a	8.7633 a
60	31.000 a	14.1800 a	50.398 a	5.6433 a	9.2017 a
90	29.328 a	12.4867 a	50.312 a	5.445 a	9.07 a
120	27.925 a	12.4867 a	51.76 a	5.6800 a	9.3483 a
150	29.270 a	12.7233 a	52.63 a	5.7767 a	9.2517 a
ANVA	0.2217	0.1151	0.8983	0.1502	0.1849
CV (%)	9.534914	12.501	8.027337	7.106383	5.92492

ANVA=Análisis de varianza: CV=coeficiente de variación.

Numero de flores (NF) y peso seco de hoja (PSH)

El NF y PSH fue afectada significativamente pues, al no aplicar P en forma de roca fosfórica estos fueron mayores, pero al adicionarle diferentes concentraciones P en forma de roca fosfórica no se obtuvo algún incremento. Este incremento de numero de flor y peso seco por planta en aquellas que recibieron P solubles puede ser debido a que este nutriente esta fácilmente disponible para su absorción. Chien *et al.* (1996) señalan que, los mayores rendimientos de materia seca y mayor eficiencia agronómica relativa del maíz fueron obtenidos con la fuente de P soluble en relación a las plantas que se les aplicó roca fosfórica. Sin embargo, Velázquez *et al.* (2017) mencionan que, el contenido de P en el tejido vegetal de lechuga fue significativamente mayor en las plantas que crecieron en el sustrato con RP en comparación con las que crecieron sin adición de roca fosfórica.

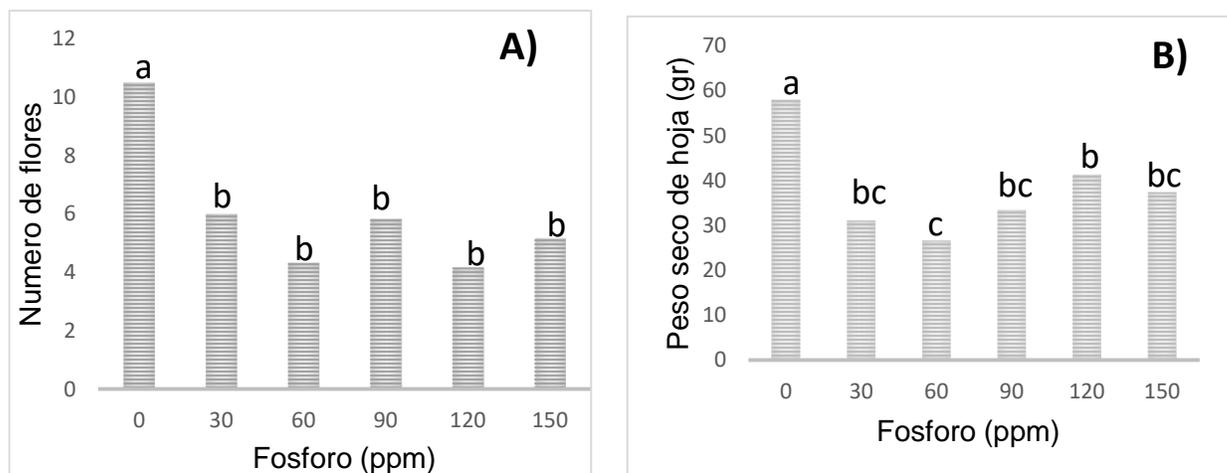


Figura 1. Efecto de la concentración de P en forma de roca fosfórica A) número de flor, B) peso seco de hoja en planta de garbera cv. Forza. ANVA $P \leq 0.001$. ANVA=Análisis de variancia. Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con TUKEY al 0.05.

Numero de hojas NH

En el NH se observó que con el P soluble y P en forma de roca fosfórica presentaron estadísticamente diferencias significativas ($P \leq 0.0003$). De acuerdo a los resultados el mayor NH se observa en aquellas plantas que no se adiciono P en forma de roca fosfórica. Así mismo las plantas que se le adiciono 30 y 150 ppm de P en forma de roca fosfórica en estos valores igualaron a las plantas testigo. Esto se debe al efecto acentuado de la presencia de P en el crecimiento de hojas, así como el número de hojas. Bernal *et al.*, (2003) indican que, la adición de roca fosfórica proporciona a la planta un aporte considerable de fósforo el cual tiene una participación en la respiración y fotosíntesis también es el elemento clave en el movimiento de nutrientes en la planta. Por otra parte, Tang *et al.* (2018) mencionan que, la concentración de P y sus equilibrios estequiométricos en las hojas determinan la fotosíntesis, el crecimiento y la reproducción y otros rangos funcionales de las plantas e influye aún más en el ciclo de nutrientes del suelo y planta.

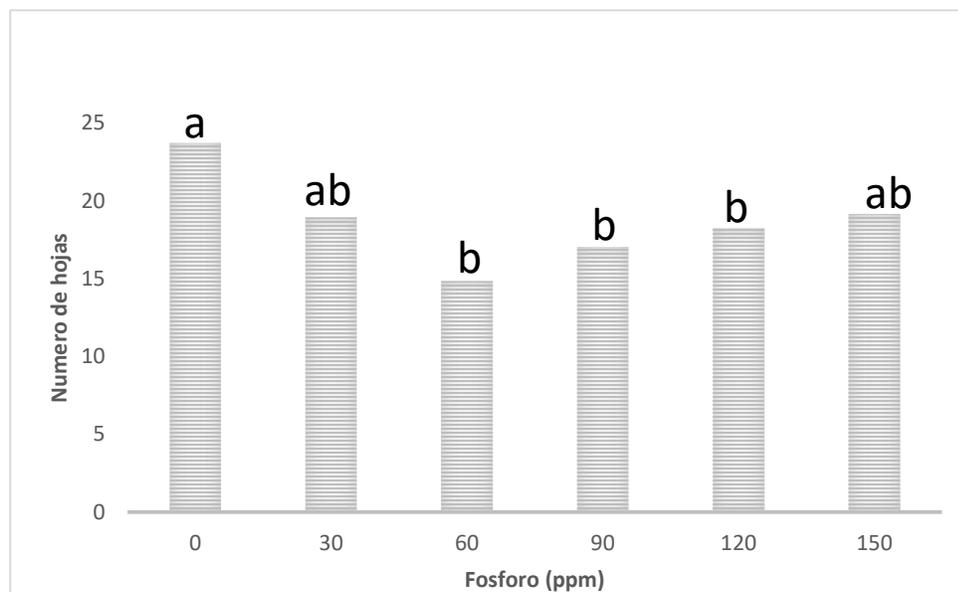


Figura 2. Efecto de la concentración de P en forma de roca fosfórica de número de hojas (NH) en planta de garbera cv. Forza. ANVA $P=0.0003$. ANVA=Análisis de variancia. Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con TUKEY al 0.05.

V. Conclusión

El efecto de la calidad y el crecimiento en gerbera cv. Forza, al aplicar adición de fósforo (P) en forma de roca fosfórica en ancho hoja, longitud de hoja, longitud de tallo floral, diámetro de tallo floral y diámetro de flor tiene el mismo efecto que el P soluble. En cuanto a número flor y peso seco de hoja aumenta cuando se adiciona fósforo soluble. Pero el número de hojas fue mayor al adicionar P soluble y P en forma de roca fosfórica igualaron igual a 30 y 150 ppm.

Lo anterior sugiere que la roca fosfórica puede ser una alternativa para sustituir el P solubles en el cultivo de gerbera cv. Forza.

VI. Bibliografías

- Bellè, S. 1998.** Sistemas de riego y concentraciones de fertilizantes complementarios en la producción de gerbera jamesonii cv. 1187 en jarrón. 1998. 122 y sigs. Tesis (Doctorado en Agronomía/Fitotecnia)–Facultad de Agronomía, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BOUERI, MA; LUNARDI, DMC.2006.** Evaluación de elementos agrometeorológicos en el cultivo de caléndula (*Tagetes* sp.) en ambiente protegido y en campo. *Revista Energía na Agricultura, Botucatu*, v.21, n.3, p.45-54.
- Caro Valenzuela, S. E. (2019).** Efecto de las relaciones aire y agua en el desarrollo de Gerbera en cultivo sin suelo (*Gerbera jamesonii* L. Bolus). [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso]. <http://repositorio.ucv.cl/handle/10.4151/78825>
- Castresana, J.,** Gagliano, E., Puhl, L., Bado, S., Vianna, L., & Castresana, M. (2008). Atracción del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con trampas de luz en un cultivo de *Gerbera jamesonii* (G.). *Idesia (Arica)*, 26(3), 51-56.
- Cavins, T y cols.2000.** Monitoreo y gestión del pH y la CE mediante el método de extracción PourThru. Raleigh: Información sobre horticultura, 17 p.
- Chien, S.H., R.G. Menon y K.S. Billingham. 1996.** Phosphorus availability from phosphate rock as enhanced by water-soluble phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1173-1177.
- Cordell, D.; Drangert, Jo; White, S.2009.** La historia del fósforo: seguridad alimentaria mundial y motivos de reflexión. *cambio ambiental global*, v. 19, pág. 292-305, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>.
- Cruz-Crespo E, Can-Chulím Á, Bugarín-Montoya R, et al.2014.** concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato leaf nutrient concentration and plant growth of chili serrano in relation to

nutrient solution and substrate. Rev Fitotec Mex Vol 37 (3): 289 - 295, 2014.
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61031767015.pdf>.

Deyue Y., M. Kotilainen, M. Mehto, P. Elomaa, V. A. Albert & T.H. Teeri. 1999. Organ identity genes and modified patterns of flower development in *Gerbera hybrida* (Asteraceae). The Plant Journal 17(1):51-62.

EFMA, 2000. Fósforo: elemento esencial para la producción de alimentos. Asociación Europea de Fabricantes de Fertilizantes (EFMA), Bruselas.

EVANS, R. 2005. Manejo de la salinidad durante la producción de flores cortadas de gerbera. Davis, norte. 6, Consultado el: 22 de noviembre. 2023.

Fardeau, J C., C. Morel y M. Jariel. 1988. Does long contact with the soil improve the efficiency of rock phosphate? Results of isotopic studies. Fertilizer Research, 17: 3-19.

Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 41(2), 51-57.

Gómez, Brazo; D Àvila, Jnt; Gordim, Rs; Bezerra, Fc; Bezerra, fml.2006. Estimación de la evapotranspiración y coeficiente de cultivo de *Heliconia psittacorum* L x H. *spathocircinata* (Arist) cultivada en ambiente protegido. Revista Ciencias Agrícolas, Fortaleza, v.37, n.1, p.13-18.

Gòmez-Gòmez, A. (2010). la situación de las flores de corte mexicanas dentro de la política comercial de México. TECSISTECATL, 20-30. Recuperado el 18 de noviembre de 2023, de <https://www.eumed.net/rev/tecsistecat/n9/aagg.pdf>.

González, A. G. (2020). Nanopartículas de óxido de calcio en la vida poscosecha de gerbera (*Gerbera jamesonii* L.).

Guerrero AC, Fernandes DM, Ludwig F.2012. Acúmulo de nutrientes em gérbera de vaso em função de fontes e doses de potássio. Horticultura Brasileira 30: 201-2082012;30(2):201-208. doi:10.1590/s0102-05362012000200004

- Hanan, J. 1998.** Greenhouses: advanced technology for protected horticulture. Editorial CRC Press. Boca Raton, Florida. 684 p.
- Hughes D. (2005).** Gerbera jamesonii. [Consultado: 24-11- 2023]. Disponible en: <http://www.plantfacts.com/Family/Asteraceae/Gerbera.jamesonii.html>>.
- Husnain SR, Sutriadi T, Nassir A, Sarwani M. 2014.** Mejora de la fertilidad del suelo y la producción de cultivos mediante la aplicación directa de roca fosfórica en maíz en Indonesia. Ingeniería de procedimientos 83:336–343
- IFA, 2006.** Estadísticas de producción y comercio internacional, Asociación Internacional de la Industriade Fertilizantes de París, disponible: http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/pit_public/pit_public_statistics.asp (consultado el 24 de noviembre de 2023).
- Infoagro. (2005)** El cultivo de la gerbera. Morfología y taxonomía. [Consultado: 24-11-2023]. Disponible en: Lisiecka, A. Gerbera. México: Ed. EDAMEX, 1990, 135 p.
- Jasinski, SM, 2006.** Roca fosfórica, estadísticas e información. Geológico de EE. UU.
- Juárez Hernández, Ma. De Jesús, Baca Castillo, Gustavo A, Lorenzo, A, Navarro, Aceves, Sánchez García, Prometeo, Tirado Torres, Juan Luis, Sahagún Castellanos, Jaime, & Colinas De León, María Teresa. (2006).** Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. Interciencia, 31(4), 246-253. Recuperado en 20 de noviembre de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000400003&lng=es&tlng=es.
- Khoshru, B.; Nosratabad, A.F.; Mitra, D.; Chaithra, M.; Danesh, Y.R.; Boyno, G.; Chattaraj, S.; Priyadarshini, A.; Anđelković, S.; Pellegrini, M.; et al.** Rock Phosphate Solubilizing Potential of Soil Microorganisms: Advances in Sustainable CropProduction. *Bacteria* **2023**, 2,98-115. <https://doi.org/10.3390/bacteria2020008>.
- Lara Herrera, A., (1999).** Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra Latinoamericana, 17(3),221-229. [fecha de Consulta 19 de

noviembre de 2023]. ISSN: Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317306>

- Larson, R.A.1988.** Introducción a la floricultura. AGT editor, S.A. México. 551 pp.
- Lisiecka, A.1990.** Productividad de algunos cultivares y clones de gerbera (*Gerbera jamesonii*). Comité de Ciencias Agrícolas y Forestales, Polonia.
- López Elías, Jesús. (2018).** La producción hidropónica de cultivos. Idesia (Arica), 36(2), 139-141. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000801>.
- Marfá. O. /et al./.** 1997.La fertilización carbónica en cultivos protegidos en clima mediterráneo. Una tecnología eficaz para la gerbera. Horticultura, vol. 118, p. 68-69.
- McConnell, D. 1938.** A structural investigation of the isomorphism of the apatite group. Am. Min., 54: 1379–1391.
- Melia PM, Cundy AB, Sohi SP, Hooda PS, Busquets R.2017.** Trends in the recovery of phosphorus in bioavailable forms from wastewater. Chemosphere. 2023 Nov; 186:381-395. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.07.089. Epub 2017 Jul 25. PMID: 28802130.
- Morillo, Armando, Sequera, Omaira, & Ramírez, Ricardo. (2007).** Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado. Bioagro, 19(3), 161-168. Recuperado en 19 de noviembre de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612007000300006&lng=es&tlng=es.
- Morisigue, D. E., Mata, D. A., Facciuto, G., & Bullrich, L. (2012).** Pasado y presente de la Floricultura Argentina. Floricultura, 16-40.
- Múnera Vélez, G. A. (2014).** El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal. (P.: Pereira, Ed.) Fosforo como fertilizante. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/items/308a10bb-b4cb-43cf-94de-de6650f348b0>

- Pedraza-Santos M., D. Jaen-Contreras, A. Gutiérrez-Espinosa, T. Colinas-León y C. López-Peralta. 2001.** Crecimiento y nutrición de microplantas de gerbera inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares. *Agrociencia* 35(2):149-158.
- Pedraza-Santos, M. /et al./.** 2001. Crecimiento y nutrición de microplantas de gerbera inoculadas con HMA. *Agrociencia*, vol. 35, no. 4, p. 149-158.
- Pereira, G. L., Guiselini, C., Bull, R. D. C., & Sentelhas, P. C. 2005.** Producción e cualidades de *Gerbera jamesonii* en ambientes protegidos con diferentes coberturas, en dos períodos. *Agropecuaria*; resúmenes.
- Polack, L. A. (2005).** Manejo integrado de moscas blancas. *Boletín hortícola*, 10(31), 23-30.
- Reinten, E.; Coetzee, J.; Van Wyk, B.-E. 2011.** El potencial de las plantas autóctonas sudafricanas para el comercio internacional de flores cortadas. *S. Afr. J. Bot.* 77, 934–946
- Roberts, T. (1997).** Papel del fósforo y potasio en el establecimiento de los cultivos. *INPOFOS-Informaciones agronómicas*, (26), 1-4.
- Roskam, J., (2005).** Gerbera cultivation guide. [Consultado: 24-11-2023]. Disponible en: <<http://www.preesman.com>>.
- Runge-Metzger, A., 1995.** Cerrando el ciclo: obstáculos a la gestión eficiente del P para mejorar la seguridad alimentaria mundial. *ALCANCE* 54 – Fósforo en el Medio Ambiente Global – Transferencias, Ciclos y Gestión.
- Sane, A. y Narayana, G. J. V. 2001.** Characterization of gerbera (*Gerbera jamesonii*) genotypes using morphological characters. *Plant Genetic Resources Newsletter*, vol. 128, no. 65, p. 67-71
- Santos, B. M., Obregón-Olivas, H. A., & Salamé-Donoso, T. P. (2010).** Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida: HS1182/HS1182, 8/2010. *EDIS*, 2010(6).

- SIAP (2016).** De Información Agroalimentaria Y Pesquera S. Gerbera, mosaico multicolor que generó en nuestro país más de un m... gob.mx. <https://www.gob.mx/siap/articulos/gerbera-mosaico-multicolor-que-genero-en-nuestro-pais-mas-de-un-millon-cien-mil-gruesas-en-2016>.
- SIAP (2021)** El valor de la producción de ornamentales en México fue de más de cinco mil millones de pesos en 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, México. [www.siap.gob.mx/producción-ornamental-México/](http://www.siap.gob.mx/produccion-ornamental-Mexico/) (Cons 11/2023).
- Soroa M. R. 2005.** Revisión bibliográfica Gerbera jamesonii L. Bolus. Cultivos Tropicales 26(4):65-75.
- STANGHELLINI, C.1993.** Evapotranspiración en invernadero con especial referencia a las condiciones mediterráneas. Acta Horticulturae, Wageningen, n. 335, pág. 296-304.
- Steen, I., 1998.** Disponibilidad de fósforo en el siglo XXI: gestión de un recurso no renovable. Fósforo y potasio 217, 25–31.
- Steiner, AA. 1961.** Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. Plant and Soil 15(2): 134-154.
- Steiner, AA. 1961.** Recipe for a Universal Nutrient Solution. Centre for Plant Physiological Research. Wageningen, Holanda. 4p.
- Stevenson, FJ.1994.** Humus Química: génesis, composición, reacciones: 2. Ed. Nueva York: John Wiley. 496 p. [fosforo.pdf](#).
- Stewart, W., Hammond, L., Kauwenbergh, SJV, 2005.** El fósforo como recurso natural. Fósforo: agricultura y medio ambiente, monografía de agronomía n.º 46. Madison, Sociedad Estadounidense de Agronomía, Sociedad Estadounidense de Ciencias de los Cultivos, Sociedad Estadounidense de Ciencias del Suelo.
- Taiz, L; Zeiger, E. 2006.** Plant physiology. ed3. Universidad Jaime I, Castellón de la plana, Valencia, España. 623p.
- Tang, Z., Xu, W., Zhou, G., Bai, Y., Li, J., Tang, X., Chen, D., Liu, Q., Ma, W., Xiong, G., et al. (2018).** Patrones de concentración de carbono, nitrógeno y fósforo en las

plantas en relación con la productividad en los ecosistemas terrestres de China. Proc Natl Acad Sci EE.UU. 115, 4033–4038.

Troisi M, Bertetti D, Garibaldi A, Gullino ML.2010. First Report of Powdery Mildew Caused by *Golovinomyces cichoracearum* on Gerbera (*Gerbera jamesonii*) in Italy. Plant Dis. 2010 Jan;94(1):130. doi: 10.1094/PDIS-94-1-0130C. PMID: 3075442.

Tucuch Pérez, Martín Alejandro, Hernández Pérez, Armando, Valdez Aguilar, Luis Alonso, Pérez Arias, Gloria Alicia, García Santiago, Juana Cruz, & Alvarado Carrillo, Daniela. (2017). Aplicaciones de aluminio mantienen el crecimiento de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) suplementada con roca fosfórica en condiciones de cultivo sin suelo. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 193-201. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i3.190>

Velázquez MS, Cabello MN, Elíades LA, Russo ML, Allegrucci N, Schalamuk S.2017. Combinación de hongos movilizadores y solubilizadores de fósforo con rocas fosfóricas y materiales volcánicos para la promoción del crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) [Combination of phosphorus solubilizing and mobilizing fungi with phosphate rocks and volcanic materials to promote plant growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.)]. Rev Argent Microbiol. 2017 Oct-Dec;49(4):347-355. Spanish. doi: 10.1016/j.ram.2016.07.005. Epub 2017 Oct 12. PMID: 28893530.