



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

CALIDAD Y VIDA FLORERO DE GERBERA PRODUCIDA

CON DIFERENTE POTENCIAL MÁTRICO DEL SUELO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

JOSEFINA SANTOS ENCARNACIÓN

DIRECTOR DE TESIS

DR. DELIA MORENO VELÁZQUEZ

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2021



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

CALIDAD Y VIDA FLORERO DE GERBERA PRODUCIDA

CON DIFERENTE POTENCIAL MÁTRICO DEL SUELO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

JOSEFINA SANTOS ENCARNACIÓN

DIRECTOR DE TESIS

DR. DELIA MORENO VELÁZQUEZ

ASESORES

DR. ARMANDO IBÁÑEZ MARTÍNEZ

DR. J. REFUGIO TOBAR REYES

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2021

La presente tesis titulada: Calidad y vida florero de gerbera producida con diferente potencial mátrico del suelo y realizada por Josefina Santos Encarnación, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

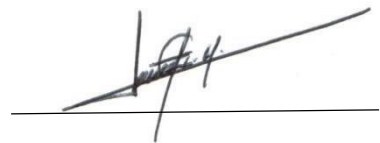
Consejo particular integrado por:

Firma

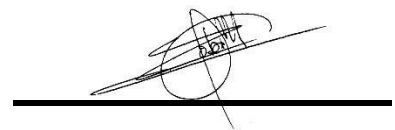
Director: **Dra. Delia Moreno Velázquez**

*Moreno Velázquez Delia.*

Asesor: **Dr. Armando Ibáñez Martínez**



Asesor: **Dr. J. Refugio Tobar Reyes**



San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2021

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico (Grupo de Investigación) denominado: **Manejo Integral de Cultivos Agrícolas** y de la Línea de Investigación: **Cambios Fisiológicos, Fisicoquímicos y Bioquímicos en el Manejo de Cultivos y Productos Hortofrutícolas**. Dicho trabajo, fue financiado por: **Con recursos del Cuerpo Académico**.

## DEDICATORIA

A **DIOS**, por el don de la vida, la salud y toda clase de talentos y carismas que me ha regalado para llegar aquí y para seguir adelante.

A mis **PADRES**; José e Isabel porque desde que se enteraron que yo venía en camino han trabajado arduamente para darme todo lo necesario. Gracias a sus consejos, regaños, a su amor y gran ejemplo hemos logrado llegar a este punto de nuestras vidas. LOS AMO.

A mis **HERMANOS**, Hermelinda y José Manuel porque son mi motor para seguir adelante y ser cada día un mejor ejemplo y una mejor hermana, sin ustedes yo no estaría aquí. SON MI VIDA ENTERA.

A mis **MEJORES AMIGOS**; Caro y Mike porque siempre han estado ahí en los momentos más felices de mi vida y sobre todo porque han estado conmigo en los momentos más difíciles, alentándome para seguir adelante.

A mi compañera y amiga Graciela porque ha depositado toda su confianza en mí para crecer juntas en el ámbito laboral.

A mis amigos y compañeros Albert, Roque e Iván porque con ustedes pase los mejores momentos de mi vida universitaria, los quiero.

A la GENERACIÓN 2016 por regalarme momentos llenos de alegría y tristezas, cada momento vivido con ustedes vivirá siempre en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) por aceptarme en esta grandiosa licenciatura y hoy, dejarme unir con mucho orgullo a su inmensa lista de egresados.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, a todo su equipo de trabajo que siempre me brindó apoyo y me permitió hacer uso de sus instalaciones cada que las necesite durante mi formación.

A la doctora Delia Moreno Velázquez por invertir su tiempo y recursos y, principalmente por depositar su confianza en mí para llevar a cabo este trabajo de tesis.

A cada uno de los maestros que me educaron y guiaron durante toda mi vida estudiantil, a todos ustedes que influyeron en mí para ser la persona que soy ahora.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 Objetivo general.....	<b>15</b>
2.2 Objetivos específicos.....	<b>15</b>
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	<b>16</b>
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
4.1 Origen e historia.....	<b>17</b>
4.2 Descripción botánica.....	<b>17</b>
4.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	<b>18</b>
4.3.1 Suelo.....	<b>18</b>
4.3.2 Temperatura.....	<b>18</b>
4.3.3 Aire.....	<b>19</b>
4.3.4 Riego.....	<b>19</b>
4.3.4.1 Determinación de cantidad de humedad en el suelo.....	<b>19</b>
4.3.4.1.1 Método directo.....	<b>19</b>
4.3.4.1.1.1 Método gravimétrico.....	<b>19</b>
4.3.4.1.1.2 Método indirecto.....	<b>20</b>
4.3.4.1.2.1 Método de resistencia eléctrica.....	<b>20</b>
4.3.4.1.2.2 Atenuación de rayos gamma.....	<b>20</b>
4.3.4.1.2.3 Métodos dieléctricos.....	<b>21</b>
4.3.4.1.2.4 Teledetección.....	<b>21</b>
4.3.4.1.2.5 Tensiómetro.....	<b>22</b>
4.3.5 Humedad relativa.....	<b>23</b>
4.3.6 Luz (Radiación).....	<b>23</b>

4.4	Importancia económica.....	23
4.5	Manejo poscosecha.....	24
4.6	Calidad y vida florero.....	25
4.6.1	Soluciones químicas.....	25
4.6.1.1	Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ).....	25
4.6.1.2	Rehidratación.....	26
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
5.1	Localización del diseño experimental.....	27
5.2	Material vegetativo.....	27
5.3	Instalación de los tensiómetros.....	28
5.4	Manejo del riego con tensiómetros.....	29
5.5	Fertirriego.....	29
5.6	Diseño experimental.....	29
5.7	Variables a evaluar.....	29
5.7.1	Caracterización del sustrato.....	29
5.7.1.1	Contenido de humedad.....	29
5.7.2	Porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible.....	30
5.7.3	Frecuencia de riego.....	31
5.7.4	Cantidad de agua en el riego.....	31
5.7.5	Calidad de flor producida.....	31
5.7.6	Vida florero.....	32
5.8	Análisis estadístico de los datos.....	32
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
6.1	Caracterización del sustrato.....	33
6.1.1	Potencial de hidrógeno.....	33
6.1.2	Conductividad eléctrica.....	34
6.1.3	Materia orgánica.....	34
6.2	Porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible.....	34
6.3	Frecuencia de riego.....	35

6.4 Cantidad de agua de riego.....	36
6.5 Calidad de flor producida.....	37
6.5.1 Número de flores.....	37
6.5.2 Longitud del tallo.....	38
6.5.3 Diámetro del tallo.....	38
6.5.4 Diámetro de la flor.....	38
6.6 Calidad de vida florero.....	39
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>43</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
<b>Cuadro 1.</b> Interpretación de las tensiones en cb.....	<b>22</b>
<b>Cuadro 2.</b> Colores de gerberas que se usaron en el experimento.....	<b>28</b>
<b>Cuadro 3.</b> Determinación de pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica en el sustrato utilizado en la producción de flores de gerbera.....	<b>33</b>
<b>Cuadro 4.</b> Porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible en el sustrato.....	<b>35</b>
<b>Cuadro 5.</b> Cantidad de agua de riego en mL por tratamiento.....	<b>37</b>
<b>Cuadro 6.</b> Número de flores, longitud y diámetro del tallo en gerbera cultivada con diferente potencial mátrico.....	<b>37</b>
<b>Cuadro 7.</b> Longitud del tallo (L.T.), diámetro floral (D.F.), peso y curvatura de la gerbera por tratamiento.....	<b>39</b>
<b>Cuadro 8.</b> Relación de la curvatura del escapo floral con respecto al tiempo en vida florero.....	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
<b>Figura 1.</b> Localización de San Juan Acateno, Teziután; Puebla.....	<b>27</b>
<b>Figura 2.</b> Frecuencia de riego por tratamiento.....	<b>36</b>

## RESUMEN

La flor de gerbera (*Gerbera jamesonni*) es ideal para decorar y embellecer interiores, es por esto que la hace una de las flores más utilizadas a nivel mundial. En la producción y calidad de flores, la disponibilidad de agua es importante para obtener altos rendimientos, aunque se ha demostrado que la gerbera se puede someter a cierto estrés hídrico. Para medir si existe agua disponible para la planta existen diferentes métodos; el tensiómetro es un método indirecto, rápido, de bajo costo y fácil de usar, por lo que este trabajo tuvo como objetivo evaluar la producción de flor de corte de plantas de gerbera en respuesta a dos potenciales mátricos del suelo (10 y 20 KPa); se utilizaron dos camas con seis cultivares de gerbera cada una cultivadas en sustratos de tierra de monte con hormigón con una relación 1:1, se fertilizaron con lixiviados de lombricompost, aplicando 15 mL L<sup>-1</sup>. Se evaluó la calidad y vida florero midiendo las variables, diámetro de la flor y del tallo, longitud del tallo, peso de la flor y curvatura floral, frecuencia de riego, cantidad de agua de riego; además, se realizó un análisis fisicoquímico del sustrato antes y después del experimento. En la calidad de las flores no hubo diferencias significativas al utilizar diferente potencial mátrico; sin embargo, los valores más altos fueron con el potencial mátrico de 10 KPa. Las características fisicoquímicas del sustrato junto con el potencial mátrico afectan la calidad de flores de gerbera. La vida florero promedio fue de ocho días al utilizar diferente potencial mátrico.

**Palabras clave:** *Gerbera jamesonni*, número de flores, frecuencia de riego, diámetro de flor, longitud de tallo, suelo.

**ABSTRACT**

The gerbera flower (*Gerbera jamesonni*) is ideal for decorating and beautifying interiors, which is why it makes it one of the most used flower worldwide. In the production and quality of flowers, the availability of water is important to obtain high yields, although it has been shown that the gerbera can be subjected to some water stress. To measure whether there is water available for the plant, there are different methods; the tensiometer is an indirect, fast, low-cost and easy-to-use method, so this work aimed to evaluate the cut flower production of gerbera plants in response to two matric potentials of the soil (10 and 20 KPa); two beds were used with six gerbera cultivars each cultivated in mountainous soil substrates with concrete whit a 1:1 ratio, they were fertilized with vermicompost leachate, applying 15 mL L<sup>-1</sup>. the quality and vase life of the flowers were evaluated, measuring the variables, flower and stem diameter, stem length, flower weight and floral curvature, irrigation frequency, amount of irrigation water; in addition, a physicochemical analysis of the substrate was performed before and after the experiment. In the quality of flowers there were no significant different matric potential; however, the highest values were with the matrc potential of 10 KPa. The physicochemical characteristics of the substrate together with the matric potential affect the quality of gerbera flowers. The average base life was eight days when using different matric potential.

**Keywords:** *Gerbera jamesonni*, number of flowers, irrigation frecueny, flower diameter, stem length, soil.

## I. INTRODUCCIÓN

El comercio de las flores de corte se ha globalizado completamente, las cuales se venden en ramos o combinados en arreglos y bouquets en los principales mercados como Norteamérica, Japón y la Unión Europea (Morales-Pérez *et al.*, 2014).

La gerbera por su multitud de colores es ideal para decorar y embellecer interiores. Es la quinta flor más utilizada en el mundo, después de la rosa, el clavel, el crisantemo y el tulipán (Morisigue *et al.*, 2012).

Esta flor puede soportar déficits hídricos importantes, sobre todo cuando no se encuentra en producción de flor, gracias a su potente sistema radicular (Bañón *et al.*, 1993).

Un método indirecto que no depende de la temperatura, rápido, de bajo costo y fácil de usar para medir si existe suficiente humedad (agua) disponible para la planta es el tensiómetro.

La calidad de las flores de corte se refleja en la vida florero; la cual termina al momento de observarse la marchitez y la flexión del eje floral justo debajo de la cabeza de la flor (Ueyama y Ichimura, 1998; Ahmad *et al.*, 2011). La longevidad de los pétalos se limita por la regulación de etileno que producen las flores al ser cortadas, sumado a la oclusión en el xilema que resulta en una disminución en la tasa de absorción de agua (Van *et al.*, 1995).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad y vida florero de gerbera producida con diferente potencial mátrico del suelo.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar la calidad y vida florero de gerbera producida con potencial mátrico del suelo de 10 y 20 KPa.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar características físicas en flores de gerbera producida con potencial mátrico del suelo de 10 y 20 KPa.
- Identificar el tiempo de marchitez en vida florero de gerbera producida con potencial mátrico del suelo de 10 y 20 KPa.

### **III. HIPÓTESIS**

La calidad y vida florero de gerbera se afectará por efecto del potencial mátrico del suelo.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Origen e historia

La gerbera es originaria de Sudáfrica, de las provincias de Transvaal, Natal y Orange. Se encuentra entre 500 y 600 metros sobre el nivel del mar, razón por la cual necesita condiciones de temperatura cálida (20 a 25°C) y alta humedad relativa (mayor a 60 por ciento). La planta pertenece a la familia *Asteraceae* y es del género *Gerbera*, por lo cual sus flores forman capítulos que contienen dos tipos de flores liguliformes (que han perdido los estambres), situados en la parte externa, mientras que en el centro tienen flores tubulosas (Rodríguez y Mejía, 2009).

### 4.2 Descripción botánica

Es una planta herbácea, vivaz, en roseta (INFOAGRO, 2021), 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). Los tallos son largos y los nudos están uno sobre otro, las hojas se concentran y agrupan en forma arrosetada. 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.

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).

El pedúnculo que sustenta a la inflorescencia puede ser de distintos grosores, y su longitud depende del cultivar y de las condiciones medioambientales existentes (INFOAGRO, 2021).

El fruto es un aquenio, acostillado, con coloración marrón claro/oscuro, en cuyo extremo posterior presenta un conjunto de vellosidades, lo que facilita su diseminación. Cada fruto contiene una semilla (INFOAGRO, 2021).

### **4.3 Requerimientos edafoclimáticos**

#### **4.3.1 Suelo**

Las raíces de la gerbera necesitan una gran cantidad de aire por lo que es indispensable un terreno con un buen drenaje. Además, tierras sueltas con una buena proporción de arena y humus (Herreros, 1976).

#### **4.3.2 Temperatura**

La temperatura del suelo y del ambiente influye en la velocidad de la floración y en la longitud del pedúnculo. La temperatura ambiental influye en la emisión de hojas, crecimiento de éstas y precocidad de la floración. La temperatura del suelo ejerce un efecto positivo sobre el diámetro de la flor y la longitud del pedúnculo, y el crecimiento de éste es mayor en periodos oscuros, dependiendo de la relación entre la temperatura del suelo y la del ambiente (Guacheta, 2009).

Las bajas temperaturas en invierno pueden provocar malformaciones y abortos florales, debido a deficiencias fotosintéticas y a la baja absorción de minerales a nivel de la raíz (INTA, S/a).

### **4.3.3 Aire**

El movimiento del aire es necesario para evitar la acumulación de temperatura, pero no debe ser excesivo de las plantas dará lugar a flores de tallo corto (Wien, 2009).

### **4.3.4 Riego**

El agua a utilizarse debe ser de buena calidad y con contenidos bajos en calcio y otras sales solubles (INTA, S/a). En ornamentales de corte o de maceta, una vida larga depende casi de manera absoluta de un constante suministro de agua. Si este se interrumpe, sea debido a la obstrucción interna de los tallos cortados o porque el riego que se da a las macetas es insuficiente, se presenta un rápido marchitamiento de los brotes, hojas y pétalos (Reid, 2009).

#### **4.3.4.1 Determinación de cantidad de humedad en el suelo**

Humedad del suelo es la cantidad de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo, la cual es muy dinámica y depende del clima, vegetación, profundidad, características y condiciones físicas del perfil del suelo (Flores y Alcalá, 2010).

La determinación de humedad del suelo es una herramienta esencial para la agricultura, de riego o de secano, se puede expresar gravimétricamente o volumétricamente (Flores y Alcalá, 2010).

##### **4.3.4.1.1 Método directo**

###### **4.3.4.1.1.1 Método gravimétrico**

Es considerado el método más simple y se utiliza para determinar cuánta agua se debe regar para alcanzar la capacidad de campo o cuánta agua queda en el suelo para consumir antes de tener que regar (Raludovich, 2009).

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente formula:

$$\%H = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} * 100$$

Este método es preciso pero el inconveniente es que los resultados se obtienen en días, lo cual no resulta práctico en los cultivos, los cuales requieren de determinaciones rápidas y confiables.

#### **4.3.4.1.2 Método indirecto**

##### **4.3.4.1.2.1 Método de resistencia eléctrica**

El principio físico de estos dispositivos es que el contenido de humedad se puede determinar por la resistencia al paso de corriente eléctrica entre dos electrodos en contacto con el suelo. Entre más agua haya en la tierra, más baja es la resistencia. Para medir la humedad del suelo, los bloques se entierran a una profundidad deseada, con las terminales eléctricas extendiéndose hasta la superficie del suelo. Cuando los bloques están en equilibrio con el suelo, las terminales se conectan a un medidor y se toma la lectura (Edwar, 2000).

##### **4.3.4.1.2.2 Atenuación de rayos gamma**

Consiste en una sonda que contiene una fuente de rayos gamma los cuales son absorbidos por el suelo como una función de su energía, del número atómico de los elementos constituyentes y de la densidad del suelo. El haz de rayos gamma es emitido y pasa a través del suelo, encontrándose en el otro extremo un detector para determinar los rayos gamma que consiguieron atravesarlo. La radiación es atenuada por los materiales del suelo de acuerdo a la ley de Lambert-Beer (Aragüez et al., 1986). Esta técnica se basa en que el coeficiente de absorción de los elementos, con un

número atómico entre 2 y 20, es idéntico cuando se usa una misma energía de radiación. Como dichos elementos son predominantes en el suelo, un cambio en la absorción se deberá a una variación en el contenido de humedad del suelo (Florentino, 2006).

Como el suelo tiene una densidad y espesor determinada, y el agua actúa también como atenuador, si la densidad y espesor del suelo permanecen constantes, las variaciones de la intensidad irradiada y detectada dependerá (Florentino, 2006).

#### **4.3.4.1.2.3 Métodos dieléctricos**

Este método se basa en la relación directa existente entre el volumen de agua en este medio y el valor de su permisividad dieléctrica. La permisividad dieléctrica es la característica fundamental de las propiedades dieléctricas del suelo, ella muestra cuantas veces la intensidad del campo eléctrico en el medio determinado es menor que en el vacío (o el aire) (Cabrera *et al.*, 2017).

#### **4.3.4.1.2.4 Teledetección**

En los últimos años se han propuesto modelos de dispersión electromagnética que simulan el proceso de retrodispersión en la superficie terrestre. Para condiciones de ausencia de vegetación, se han desarrollado tanto modelos empíricos como el de Oh *et al.* (1992), modelos de base física como el modelo Integral Equation Method (IEM), siendo este último el que proporciona resultados más adecuados. Sin embargo, la estimación de la humedad superficial mediante teledetección radar se complica en el caso de superficies que presentan una cubierta vegetal más o menos desarrollada. La aplicación de esta técnica en zonas forestales o de cultivos de gran desarrollo vegetativo no es viable, dado que en estos casos el pulso de radiación emitido por los sensores

radar no es capaz de alcanzar la superficie del suelo (Álvarez-Mozo *et al.*, 2005).

#### 4.3.4.1.2.5 Tensiómetro

El tensiómetro mide la tensión o la succión del agua del suelo. Este instrumento consiste de un tubo de plástico lleno de agua y herméticamente cerrado, equipado con un manómetro de vacío en la parte superior y una capsula de cerámica porosa en el extremo inferior (Enciso *et al.*, 2007).

El agua se mueve desde el tubo del tensiómetro a través de la cápsula de cerámica hacia el suelo en respuesta a la succión del agua del suelo (cuando el agua se evapora del suelo o cuando la planta extrae agua del suelo). El agua también se puede mover desde el suelo al tensiómetro durante el riego. A medida que el tensiómetro pierde agua, se genera un vacío en el tubo y éste es registrado por el manómetro. La mayoría de los tensiómetros tienen un manómetro graduado de 0 a 100 (centibars, cb, o kilopascuales, kPa). Una lectura de 0 indica un suelo saturado. Conforme el suelo se seca, la lectura en el medidor aumenta (Enciso *et al.*, 2007).

La interpretación de las tensiones es la siguiente (Cuadro 1):

**Cuadro 1. Interpretación de las tensiones en cb.**

Valor en centibares	Interpretación
0-10	Suelo saturado de agua, condición que no debe alargarse demasiado tiempo.
10-25	Humedad y aireación adecuadas para la mayoría de cultivos y en todo tipo de suelo.

---

25-40	No se espera falta de humedad en la mayoría de cultivos. Es el momento de iniciar el riego en suelos arenosos.
40-60	Conviene iniciar el riego en suelos de textura media o con raíces inferiores a 50 cm de profundidad.
60-70	Sin peligro para sistemas radicales de más de 75 cm en suelo franco.
+70	Comienza el riesgo de estrés hídrico en suelos francos y arenosos y momento de iniciar el riego en suelos arcillosos.

---

Fuente: CIATA, 1998.

#### **4.3.5 Humedad relativa**

Humedades comprendidas entre el 75 y 90% no presentan problemas, pero a valores mayores pueden favorecer el desarrollo de enfermedades como *Botrytis*. Por ello se recomienda un control exhaustivo de la ventilación durante los meses de invierno. Las oscilaciones elevadas entre el día y la noche y entre diferentes periodos, pueden afectar a la calidad de la flor, disminuyendo su conservación en vaso (Guacheta, 2009).

#### **4.3.6 Luz (radiación)**

Se observa que la intensidad lumínica afecta directamente la calidad: disminuye el largo del tallo, el diámetro de la flor y la intensidad del color (Gamboa, 1991).

#### **4.4 Importancia económica**

La floricultura es una de las actividades agrícolas con mayor rentabilidad en México, y el país tiene la capacidad de

ser potencia exportadora en este rubro (Tejeda-Sartorius *et al.*, 2015), con una producción anual de más de 8 millones de gruesas de rosas; de gerberas más de un millón; de girasol más de 361 mil gruesas, más de 1 millón de gruesas de orquídeas y casi 187 mil plantas de tulipanes (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

El Estado de México concentra el 90% de la producción y es el único estado de la república con capacidad de exportación, siendo Estados Unidos, Canadá, Japón y Europa Occidental sus principales mercados (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018; ODEPA, 2007).

Lo anterior genera 188 mil empleos directos y 50 mil eventuales dependiendo de la temporada, así como más un millón de trabajos indirectos anualmente (SAGARPA, 2018).

#### **4.5 Manejo poscosecha**

La calidad de la flor en poscosecha está determinada por factores naturales y externos que se pretenden controlar con la implementación de buenas prácticas para obtener una mayor vida útil de la flor (MINAGRICULTURA, 2010).

El periodo de tiempo que mantiene la calidad en el florero del consumidor está estrechamente relacionado con el mantenimiento del contenido en agua de los pétalos, siendo necesario compensar las pérdidas que se producen como consecuencia del proceso de transpiración. En gerbera, la estructura del tallo hace que su participación en la pérdida de calidad sea más destacada que en el resto de las flores y que consiste en la curvatura progresiva del mismo entre 10 y 20 cm por debajo de la flor y que llega en poco tiempo a hacerse tan pronunciado que se produce un estrangulamiento del mismo,

bloqueando la subida de agua hacia el capítulo (Mur *et al.*, 2003).

Para ello se requiere que el manejo en precosecha y poscosecha hayan sido adecuados para que la flor conserve sus cualidades y el producto se mantenga en la condición que le permita alcanzar la vida útil en florero esperada (MINAGRICULTURA, 2010).

#### **4.6 Calidad y vida florero**

El mercado de las flores de corte demanda la producción de especies de flores con una amplia gama de colores, así como una larga vida florero. En este sentido, la comercialización de flores ornamentales depende de la calidad de la flor, la cual se determina por la longitud del tallo, la forma, color, calidad sanitaria y duración de poscosecha. En algunas especies florícolas la pérdida de calidad puede ser el resultado del marchitamiento o caída de las hojas, pétalos, el amarillamiento de hojas, o las curvaturas geotrópicas de los escapos florales o tallos. Para lograr la calidad de flor que exige el mercado es necesario tener un buen manejo de cultivo durante el periodo de producción (Loyola y Guzmán, 2009).

##### **4.6.1 Soluciones químicas**

###### **4.6.1.1 Cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ )**

La finalidad de las soluciones preservativas es incrementar la vida útil de las flores; la mayoría de estas soluciones contienen sacarosa como sustrato para la respiración, bactericidas y antimicóticos que previenen el ataque de patógenos. Otro compuesto que puede incorporarse a las soluciones y que ha sido poco estudiado es el calcio (Trujillo-Villagarcía *et al.*, 2006).

El calcio es un nutrimento esencial, que retrasa el deterioro de la pared celular, ayuda a mantener las funciones de la membrana, en el citosol actúa como segundo mensajero para eventos metabólicos y es componente esencial de la pared celular y lámina media confiriéndole firmeza y rigidez mecánica (Gonzales-Aguilar y Zavaleta-Mancera, 2012).

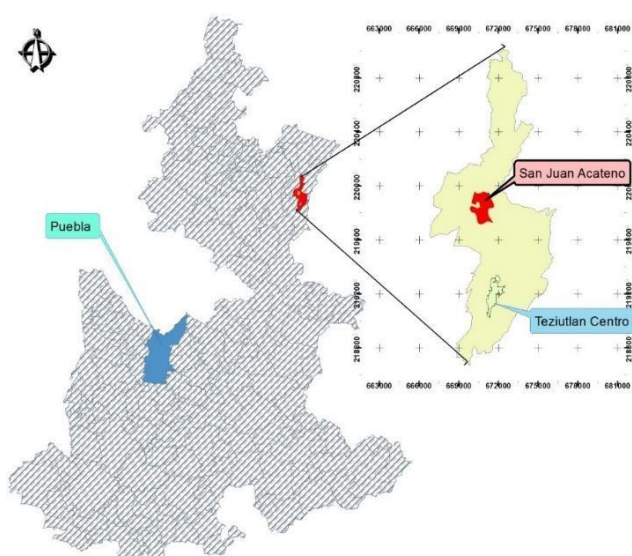
#### **4.6.1.2 Rehidratación**

Las flores marchitas deben rehidratarse en un refrigerador, utilizando agua desionizada que contenga un germicida. Se pueden agregar agentes humectantes (0.01 a 0.1%) y el agua debe acidificarse con ácido cítrico, citrato de hidroxiquinolina (HQC) o con sulfato de aluminio a un pH cercano a 3.5. No debe agregarse azúcar a la solución y ésta debe contener un biosida (Reid, 2012).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización del diseño experimental

La presente investigación se llevó a cabo en un invernadero de 65 m<sup>2</sup> y en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicada en San Juan Acateno, Teziutlán; Puebla (Figura 1). Localizado entre los paralelos 19° 46' y 19° 58' de latitud norte; los meridianos 97° 19' y 97° 25' de longitud oeste y una altitud 1,675 m.s.n.m (INEGI,2009).



**Figura 1. Localización de San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.**

### 5.2 Material vegetativo

Se utilizaron dos camas construidas de madera con dimensiones de 0.80 m de ancho por 5 m de largo y 0.90 m de altura, rellenas con suelo de monte y hormigón en una proporción 1:1, y fertilizadas en el 2014 con bocashí vacuno y equino, y en el 2016 con lixiviados de lombricomposta. En cada cama se seleccionaron seis variedades de gerbera, de acuerdo al color de la flor (Cuadro 2), distribuidas a doble hilera con una distancia de plantación de 0.3 m.

**Cuadro 2. Colores de gerberas que se usaron en el experimento.**

<b>Variedad</b>	<b>Color de flor</b>
<i>Tamara</i>	Amarilla con centro negro
<i>Maroussia</i>	Rosa palo con centro verde (menor número de lígulas)
<i>Isamar</i>	Rosa con centro negro
<i>Donica</i>	Rosa palo con centro verde (mayor número de lígulas)
<i>Costeña</i>	Roja con centro amarillo
<i>Ruby red</i>	Guinda con centro negro

### **5.3 Instalación de los tensiómetros**

Para facilitar la instalación de los tensiómetros, un día antes se aplicó riego a las camas hasta capacidad de campo.

Según Villablanca *et al.* (2017) los tensiómetros se colocaron de acuerdo a la siguiente metodología:

Un día previo a la instalación se sumergió en agua destilada la cápsula porosa del tensiómetro, la cual se mantuvo húmeda hasta su instalación en la cama de suelo. En cada cama se seleccionó una planta de gerbera por cama y se instaló el tensiómetro cercano a la zona de la raíz (15 cm), evitando cercanía con el emisor de riego, a una profundidad de 30 cm. Al tensiómetro se le adicionó agua destilada con solución anti-alga, se realizaron leves golpes con la palma de la mano en la abertura para facilitar el llenado y se colocó en el suelo; después, se extrajo el aire del tensiómetro con una bomba de vacío, la cual succionó hasta que el manómetro indicó lecturas de 85 o 90 KPa. Finalmente, se enroscó el tapón hasta girarlo un cuarto de vuelta, una vez que el cierre de caucho toco el asiento.

Enseguida, se contabilizó el tiempo en llegar a la tensión deseada: una a 10 KPa y en la otra a 20 KPa, de esta manera inició la presente investigación.

#### **5.4 Manejo del riego con tensiómetros**

Al inicio de la investigación se ajustaron los tensiómetros a 10 y 20 KPa y se inició el riego cuando la presión fue de 12 y 22 KPa respectivamente, hasta llegar nuevamente a los valores iniciales (10 y 20 KPa), y así sucesivamente durante un año.

#### **5.5 Fertirriego**

En el fertirriego se aplicaron 15 mL L<sup>-1</sup> de lixiviado de lombricomposta obtenido en el módulo de lombricomposteo de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. La cantidad y frecuencia de riego se realizó de acuerdo a las lecturas obtenidas en el tensiómetro.

#### **5.6 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo con dos tratamientos: potencial mátrico del suelo de 10 y 20 KPa.

#### **5.7 Variables a evaluar**

##### **5.7.1 Caracterización del sustrato**

Para la determinación del potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y materia orgánica, se enviaron muestras de suelo al inicio del experimento y al final de este al laboratorio CEDEFRUT S. DE R.L DE C.V. SUELO, AGUA Y PLANTA. El contenido de humedad, porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible se midieron cada mes por 6 meses, de acuerdo a la metodología de la NOM-021-SEMARNAT-2000.

##### **5.7.1.1 Contenido de humedad**

Se lavaron y limpiaron perfectamente botes de aluminio con tapa y se introdujeron a la estufa durante 8 horas a una temperatura de 105°C, posteriormente se registró el peso y se volvió a introducir a la estufa hasta que se logró un peso constante, todo esto previo al enfriamiento de los botes que se colocaron en el desecador. Esto es el peso del bote (PB). Se pesaron los botes

de aluminio con tapa, se colocaron 50 g de suelo de cada cama y se pesó el bote con el suelo húmedo (PB + Psh). Se destapo el bote con el suelo húmedo, se colocó la tapa en la parte inferior y se introdujo a la estufa a una temperatura de 105°C. Después de 24 horas se sacó el bote de la estufa, tapó y colocó en el desecador de vacío hasta que se enfrió, se pesó el bote con la muestra seca (PB + Pss). Se volvió a introducir el bote a la estufa y una hora después se sacó, se dejó enfriar en el desecador y se pesó; se repitió este procedimiento hasta obtener el peso constante. Con los datos obtenidos en el procedimiento se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%g = \frac{(PB + Psh) - (PB + Pss)}{(PB + Pss) - PB} * 100$$

### **5.7.2 Porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible**

Se siguió la metodología usada por Vence y Martínez (2008). Se llenaron vasos de capacidad de 1 L con el sustrato a evaluar y posteriormente se agregó agua con una probeta hasta llegar al punto de saturación, registrando el volumen empleado para determinar el % de porosidad, se consideró el volumen del vaso como un 100% y el agua agregada equivale a la porosidad:

Volumen del vaso      100%

Volumen de agua usado----x (porosidad)

Después de que se registró la porosidad se perforó la parte inferior del envase y se midió con una probeta el volumen de agua drenado por el aire obteniendo el porcentaje de aire en el sustrato.

Volumen del vaso      100%

Volumen de agua drenado----x (aire en el sustrato)

Para determinar la capacidad de retención y el agua fácilmente disponible para la planta se realizaron los siguientes cálculos:

$$\text{Volumen de agua agregada} - \text{volumen de agua drenada} = \text{volumen de agua retenida}$$

$$\text{Volumen del vaso} \text{---} 100\%$$

$$\text{Volumen de agua retenida} \text{----} \times (\text{porcentaje de retención})$$

El agua fácilmente disponible para la planta equivale a la mitad del porcentaje de aireación del sustrato.

### **5.7.3 Frecuencia de riego**

Se contabilizaron los días en que el tensiómetro pasó de 10 a 12 KPa y 20 a 22 KPa, durante seis meses.

### **5.7.4 Cantidad de agua en el riego**

Se midió el volumen de agua con lixiviado de lombricomposta cada que se realizó el riego, durante seis meses.

### **5.7.5 Calidad de flor producida**

Al tercer corte de flores después de la primera aplicación del riego, se midió lo siguiente:

- a) Número de flores. Se contabilizó el número de flores producida por mes, durante un periodo de seis meses.
- b) Longitud del tallo floral. Se midió en centímetros con un flexómetro, desde la base del tallo hasta la unión con la flor. Durante un periodo de seis meses.
- c) Diámetro del tallo floral. Se midió en milímetros con un vernier digital, en la parte media del tallo y en la parte inferior de la unión con la flor. Durante un periodo de seis meses.
- d) Diámetro de la flor. Se midió en milímetros con un vernier digital, será el promedio de dos lecturas obtenidas en los extremos opuestos. Durante un periodo de seis meses.

### **5.7.6 Vida florero**

Se realizó el corte de la producción de las flores seleccionadas durante el tiempo que duro el experimento y se llevaron al laboratorio para realizar las evaluaciones de vida florero.

En el laboratorio a las flores se les cortó un centímetro en la base del tallo y se colocaron en floreros con agua corriente hasta cubrir el 30% del tallo y se mantuvieron hasta que el tallo mostró una curvatura mayor a  $90^\circ$  con respecto a la vertical, evaluando cada tres días las siguientes variables:

- a) Longitud del tallo. Se cortó cada seis días aproximadamente un centímetro del tallo.
- b) Diámetro de la flor. Se midió en milímetros con un vernier digital, se consideró el promedio de dos lecturas obtenidas en los extremos opuestos.
- c) Peso fresco. Se pesó en gramos la flor completa en una balanza Scout<sup>TM</sup> Pro, SP402.
- d) Curvatura del tallo. Se realizó la medición en grados de la curvatura del tallo respecto a la vertical.

### **5.8 Análisis estadístico de los datos**

La calidad de flor y vida florero se analizaron como un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial  $2 \times 6$ , como factores, potencial mátrico del suelo y tiempo: mensual; y como niveles, dos potenciales (10 y 20 KPa) y seis tiempos (uno cada mes), con tres repeticiones y una flor como unidad experimental.

Se realizaron comparaciones múltiples de medias por Tukey ( $P < 0.05$ ) para aquellos tratamientos que resultaron significativos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización del sustrato

#### 6.1.1 Potencial de hidrógeno

Previo al establecimiento del potencial mátrico del suelo, el sustrato presentó un pH ligeramente menor en comparación con el obtenido al finalizar el experimento (Cuadro 3); de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000, el sustrato se clasificó como neutro (pH de 6.6 a 7.3).

Cabrera (2011) señala que el pH tiene relación con el crecimiento y calidad de las plantas, al ser un parámetro que tiene efecto sobre la disponibilidad de los nutrimentos y, valores superiores a 7 son considerados indeseables para cultivos ornamentales (Bunt, 1988). En el cultivo de gerbera, Lenzi *et al.* (2000) señalan que el pH del sustrato debe estar entre 5.0 a 6.5 para tener una correcta asimilación de micronutrientes. Por lo anterior, el pH del sustrato utilizado estuvo arriba del recomendado, lo cual pudo afectar el crecimiento y calidad de las gerberas; por lo que valores de dicho parámetro debe tenerse en cuenta.

**Cuadro 3. Determinación de pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica en el sustrato utilizado en la producción de flores de gerbera.**

Sustrato	pH	Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	Materia orgánica (%)
Antes de iniciar el experimento	7.16	0.82	8.06
Al finalizar el experimento	7.2	0.88	10.75

### **6.1.2 Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica osciló entre 0.82 dS m<sup>-1</sup> y 0.88 dS m<sup>-1</sup>, comparando los valores con la NOM-021-SEMARNAT-2000 el sustrato tuvo efectos despreciables a la salinidad. Bontemps (1999) recomienda valores de 0.38 para un buen crecimiento de plantas de gerbera y, en general, las plantas ornamentales presentan valores por debajo de 1. Lo anterior indica que el sustrato utilizado con un valor promedio de 0.85 dS m<sup>-1</sup> estuvo dentro de los rangos aceptables, indicador de que el agua de riego presentó bajo contenido en sales.

### **6.1.3 Materia orgánica**

El sustrato utilizado registró un contenido de materia orgánica promedio de 9.4%, clasificado dentro de los suelos volcánicos como de contenido medio (de 6.1 a 10.9%) de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Mascarini (1998) y Cortés *et al.* (2017) mencionan que la gerbera debe tener un suelo rico en materia orgánica para un mejor rendimiento y mayor calidad de la flor además de que mejoran la condición física del suelo al aumentar el porcentaje de macroagregados en los suelos. En base a lo anterior y con los resultados obtenidos, se puede mencionar que el cultivo de gerbera tuvo la cantidad suficiente de materia orgánica, al registrarse que el contenido al final del experimento incrementó.

## **6.2 Porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible**

Los valores de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible del sustrato no presentaron diferencias significativas (Cuadro 4) al modificar el potencial mátrico. Sin embargo, el potencial mátrico de 10 KPa presentó valores superiores en porosidad, aireación y disponibilidad de agua, no así en el porcentaje de retención de agua, este último parámetro

influenciado por el potencial mátrico, al relacionar que a valores cercanos a 0 KPa el suelo presenta mayor disponibilidad de agua.

En general, para cultivos ornamentales se recomiendan valores de porosidad altos (>80%), aireación del 10 al 30% y valores del 20 al 30% de retención de agua (Gayoso-Rodríguez *et al.*, 2016). Por lo anterior, el sustrato utilizado estuvo deficiente en porcentaje de porosidad, lo cual pudo reflejarse con problemas de anclaje de raíces, al desprenderse fácilmente durante el corte de las flores.

**Cuadro 4. Porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible en el sustrato.**

<b>Potencial mátrico del suelo</b>	<b>Porosidad</b>	<b>Aireación</b>	<b>Retención de agua</b>	<b>Agua disponible</b>
10 KPa	46.517 a	13.217 a	33.300 a	6.6083 a
20 KPa	45.833 a	10.850 a	34.983 a	5.4250 a
DMS	11.336	2.7693	10.66	1.3847

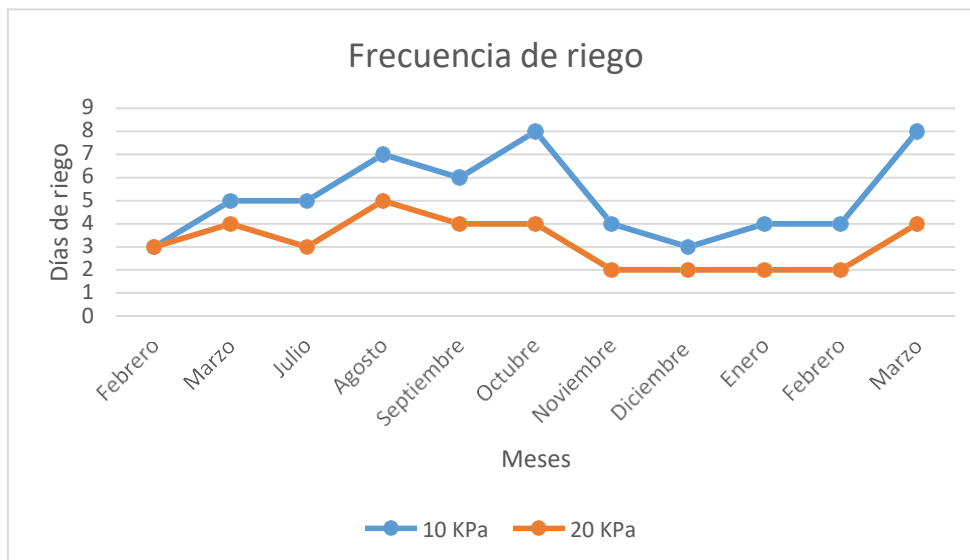
Medias con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.5$ ). DMS: Diferencia mínima significativa.

### **6.3 Frecuencia de riego**

La frecuencia de riego o número de riegos por mes durante el experimento fue superior en el sustrato con potencial mátrico de 10 KPa, con un promedio de 5.5 riegos  $\text{mes}^{-1}$  y de 3-4 riegos  $\text{mes}^{-1}$  al utilizar un potencial mátrico de 20 KPa.

Lo anterior era de esperarse, ya que a potenciales mátricos cercanos a la saturación de agua en el suelo, la demanda es mayor; es decir, incrementa la frecuencia de riegos por mes.

En general, con ambos potenciales mátricos, el comportamiento fue el mismo, mayor número de riegos en los meses con mayor temperatura (figura 2). De acuerdo al servicio meteorológico nacional se alcanzó una temperatura promedio de 27.38°C y 5.5°C respectivamente.



**Figura 2. Frecuencia de riego por tratamiento.**

**Nota:** no se registraron valores en los meses de abril a junio por motivos de pandemia COVID-19.

#### 6.4 Cantidad de agua de riego

Al modificar el potencial mátrico del suelo, la cantidad de agua de riego no fue significativamente diferente (Cuadro 5); sin embargo, al utilizar el potencial mátrico de 10 KPa, la cantidad de agua a adicionar fue mayor. Según Amézquita (1999) el suministro de agua en las flores es necesaria para obtener altos rendimientos y mayor calidad, ya que el agua hidrata e hincha las células, reflejándose en el crecimiento vegetal. Estudios realizados por Aréballo-H *et al.* (2013) demuestran que manteniendo el potencial mátrico del suelo menor a 20 KPa se tuvo un buen

desarrollo fisiológico y que reduciendo el volumen de agua no se ve afectada la producción y la calidad del tallo floral.

**Cuadro 5. Cantidad de agua de riego en mL por tratamiento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Cantidad de agua de riego (mL)</b>
10 KPa	4520.4 a
20 KPa	4086.6 a
DMS	1866.8

Medias con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes. DMS: diferencia mínima significativa.

## **6.5 Calidad de flor producida**

### **6.5.1 Número de flores**

El número de flores no se afectó significativamente al modificar el potencial mátrico del suelo (Cuadro 6), produciéndose en promedio 2.7 flores por mes. No existe información en relación con este parámetro; sin embargo, Soroa *et al.* (s/a) señalan que la producción de flores está relacionada con la temperatura y la temperatura óptima para el cultivo de gerbera es de 20 a 25°C, temperaturas demasiado altas disminuyen las inflorescencias, el tamaño de la flor y el color de la flor es más pálido. Por el contrario, temperaturas menores a 10°C provocan el congelamiento de las plantas e incluso muerte, así como deformidad en las flores y retraso del crecimiento de las flores (Soroa, 2005; Yong, 2004).

**Cuadro 6. Número de flores, longitud y diámetro del tallo en gerbera cultivada con diferente potencial mátrico.**

<b>Potencial mátrico</b>	<b>Número de flores</b>	<b>Longitud del tallo (cm)</b>	<b>Diámetro del tallo (mm)</b>	<b>Diámetro de la flor (mm)</b>
--------------------------	-------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

10 KPa	3.143 a	50.57 a	5.795 a	90.26 a
20 KPa	2.571 a	34.28 a	5.859 a	56.26 a
DMS	3.3039	24.557	4.4219	34.25

Medias con letra diferente dentro de columnas, son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.5$ ). DMS: diferencia mínima significativa.

### 6.5.2 Longitud del tallo

La longitud del tallo tampoco registró diferencia significativa (Cuadro 6); sin embargo, las flores cultivadas a 10 KPa presentaron la longitud mayor. Chauhan *et al.* (2014) reporta una longitud de tallo en flores de gerbera cv. Alcochete de 49.26 a 54.59 cm, dependiendo del tipo de abono utilizado en la producción, con vermicomposta reporta valores de 53 a 54 cm. Nikbakht *et al.* (2008) reporta una longitud de tallo de 53.27 cm a 60.49 cm en flores de gerbera cv Malibu. Şirin (2011) encontró en flores de gerbera cv Skyline cultivadas con diferentes soluciones nutritivas, longitud del tallo de 36.37 cm a 39.29 cm. De acuerdo a lo anterior, se puede mencionar que los valores obtenidos resultaron similares a los reportados con otras variedades de gerbera.

### 6.5.3 Diámetro del tallo

El análisis estadístico de los valores obtenidos no muestra diferencia significativa (Cuadro 6); no obstante, las flores cultivadas con 20 KPa registraron el valor superior. Thane *et al.* (2007) reporta en gerbera cultivada con fertilizantes y micorrizas, bajo condiciones de invernadero, diámetro del tallo de 0.7 cm. Los valores estuvieron cercanos a los reportados por el autor anterior.

### 6.5.4 Diámetro de la flor

El diámetro de la flor no presentó diferencia significativa (Cuadro 6), pero el valor más alto se registró en las flores cultivadas con el potencial mátrico de 10 KPa.

Chauhan *et al.* (2014) mencionan que el diámetro de flores de gerbera en el cv. Alcochete está entre 10.44 a 12.03 cm, dependiendo del abono utilizado para su crecimiento, con vermicomposta osciló entre los 10 y 11 cm. Nikbakht *et al.* (2008) reporta un diámetro de flor de 9.04 a 9.52 cm en flores de gerbera cv Malibu. Şirin (2011) encontró en flores de gerbera cv Skyline cultivadas con diferentes soluciones nutritivas, diámetro de la flor de 10.56 a 11.45 cm. De acuerdo con los autores anteriores, se puede señalar que las flores de gerbera cultivadas con potencial mátrico de 10 KPa presentaron valores similares de diámetro de flor (9 cm).

#### 6.6 Calidad de vida florero

La calidad de las flores de gerbera durante los 15 días que estuvieron en florero registró diferencias significativas al utilizar diferente potencial mátrico en el diámetro floral y peso de la flor (Cuadro 7), y sólo el grado de curvatura mostró diferencia significativa en relación con el tiempo (Cuadro 8).

**Cuadro 7. Longitud del tallo (L.T.), diámetro floral (D.F.), peso y curvatura de la gerbera por tratamiento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>L.T (cm)</b>	<b>D.F. (mm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Curvatura (°)</b>
10 KPa	42.155 a	79.302 a	17.051 a	49.75 a
20 KPa	41.400 a	71.423 b	12.782 b	32.88 a
DMS	4.5019	5.6911	2.4008	29.561

Se lee de forma vertical. Medias con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes. DMS: diferencia mínima significativa.

Los valores que se muestran en el Cuadro 7, ratifica que el diámetro de las flores se ve afectado por la disponibilidad de agua, siendo mayor en las flores cultivadas con potencial mátrico de 10 KPa, es decir, flores con mayor disponibilidad de agua. Otro parámetro que se vio afectado por el potencial mátrico fue el peso de la flor; fue mayor en las flores cultivadas con potencial mátrico de 10 KPa.

**Cuadro 8. Relación de la curvatura del escapo floral con respecto al tiempo en vida florero.**

<b>Tiempo</b>	<b>Curvatura del escapo floral (°)</b>
0 días	7.58 b
5 días	27.13 ab
10 días	54.25 ab
15 días	76.50 a
DMS	55.877

Medias con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes.

DMS: diferencia mínima significativa.

De acuerdo con el análisis estadístico, a los 15 días y cero días se presentó la más alta y más baja curvatura del tallo (Cuadro 8) Mur *et al.* (2003) señalan que la curvatura de la flor se refleja como producto de la recolección de gerbera fuera de tiempo (antes de la apertura total de la flor, presencia de dos filas de flores masculinas abiertas o presencia de polen) o bien por presentarse la senescencia (fin de vida florero) producto de pérdida de rigidez del tallo. El mismo autor señala que la curvatura puede ir de 10 a 20 cm por debajo de la flor, la cual ocurre entre los 8 y 10 días de vida florero, dependiendo de la variedad (Mamut, Tanika y Sarinah). Abdel-Kader y Rogers (1986) señalan que la vida florero de flores de gerbera se manifiesta

con un doblado de la inflorescencia de 45 a 90°; Trujillo-Villagarcía *et al.* (2006) y González-Aguilar y Zavaleta-Mancera (2012) reportan que cuando la curvatura es mayor o igual a 90° la vida florero termina, y el tiempo de vida florero depende de la variedad, señalando que en las variedades Shirlene y Duela, la vida florero ocurrió entre los 8 y 24 días. Nikbakht *et al.* (2008) reportan una vida florero de 7 a 10 días en flores de gerbera cv Malibu con curvatura igual o mayor a 90°. Şirin (2011) encontró en flores de gerbera cv Skyline cultivadas con diferentes soluciones nutritivas, vida florero de 9 a 13 días.

De lo anterior, se puede señalar que al concluir los 15 días de vida florero, las flores de gerbera no presentaron curvatura mayor a 90°; pero a los 10 días mostraron curvatura mayor de 45°; lo cual puede indicar que la senescencia de las flores ocurrió aproximadamente a los 8 días de vida florero, periodo que está dentro de lo reportado por los autores.

## VII. CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas del sustrato junto con el potencial mátrico afectan la calidad de flores de gerbera.

La calidad de las flores de gerbera se mantiene al utilizar un potencial mátrico de 10 KPa.

El potencial mátrico tiene efecto en el diámetro y peso de la flor, parámetros de calidad importantes en la comercialización y vida florero.

La vida florero promedio fue de 8 días al utilizar diferente potencial mátrico.

**VIII. LITERATURA CITADA**

- Abdel-Kader H. & Rogers N. M, 1986. Postharvest treatment of *Gerbera jamesonii*. Acta horticulturae 181:169-176.
- Ahmad I., C. Joyce. D. & D. Faraghe J. 2011. Physical stem-end treatment effects on cut rose and acacia vase life and water relations. Postharvest Biology and Technology 59(3):258-264.
- Álvarez-Mozo J., J. Casalí, M. González-Audícana y J. J. López. 2005. Estimación de la humedad superficial del suelo mediante teledetección radar en presencia de una cubierta de cereal [En línea]. Disponible en: [https://abe.ufl.edu/faculty/carpenna/files/pdf/zona\\_no\\_saturada/estudios\\_de\\_la\\_zona\\_v7/c313-318.pdf](https://abe.ufl.edu/faculty/carpenna/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v7/c313-318.pdf) (Revisado el 6 de mayo de 2021)
- Amézquita H. 1999. Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores [En línea]. Disponible en [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-iii\\_215.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-iii_215.pdf) (Revisado el 28 de abril de 2021)
- Aragües R., M. Millán, D. Quilez y M. Fernández. 1986. Métodos de medida de la salinidad del suelo. Comunicaciones INIA, Serie General N° 18, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. 172 p.
- Arévalo-H. J. J., E. Vélez J. y J. H. Camacho-Tamayo. 2013. Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17(8):811-817.

- Bañón A. S., D. Cifuentes, J. A. Fernández y A. González. 1993. Gerbera, liliium, tulipán y rosa. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 250 p.
- Bontemps J. 1999. Gerbera: study on soilless culture using coir. *Lien Horticole* 21(174):12-15.
- Bunt A. C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. 1<sup>a</sup> ed. Unwin Hyman. Londres, Reino Unido. 283 p.
- Cabrera M. S., Pérez O. C. y Rodríguez V. K. R. 2017. Medición del contenido de humedad de un suelo ferralítico con ayuda del método dieléctrico. *Universidad&Ciencia* 6(Especial):140-149.
- Chauhan R. V., Varu D. K., Kava K. P., & Savaliya V. M. 2014. Effect of different media on growth, flowering and cut flower yield or gerbera under protected condition. *The Asian journal of horticulture* 9:228-231.
- CIATA. 1998. Manejo del riego con tensiómetros [En línea]. Disponible en: <http://www.serida.org/pdfs/270.pdf> (Revisado el 8 de febrero de 2021)
- Cortés J. S., J. D. Etchevers B., C. M. I. Hidalgo M. y H. Navarro G. 2017. Estado nutrimental del agroecosistema rosa (*Rosa* spp.) en la ladera este del Iztaccihual. *Terra Latinoamericana* 35(3):237-246.
- 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.
- Edwar C. M. 2000. Métodos para medir la humedad del suelo para la programación del riego ¿cuándo? [En línea]. Disponible en:

[https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/625275/az1220s-2017\\_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/625275/az1220s-2017_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Revisado el 4 de febrero del 2021)

Enciso J. M., D. Porter y X. Périès. 2007. Uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego [En línea]. Disponible en: <http://riograndewater.org/media/1080/e-618s-irrigation-monitoring-with-soil-water-sensors-spanish-version.pdf> (Revisado el 14 de febrero de 2021)

Florentino A. 2006. Métodos para medir el contenido de agua en el suelo. VENESUELOS 14(1):48-70.

Flores D. L. y J. R. Alcalá M. 2010. Manual de procedimientos analíticos [En línea]. Disponible en: <https://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf> (Revisado el 14 de febrero de 2021)

Gamboa Z. L. 1991. Cultivo de gerbera. 1<sup>a</sup> ed. CINDE/UNED. San José, Costa Rica. 19 p.

Gayosso-Rodríguez S., Borgues-Gómez L., Villanueva-Couoh E., Estrada-Botello M. A. y Garruña-Hernández R. 2016. Sustratos para producción de flores. Agrociencia 50(5):617-631.

Gonzales-Aguilar S. y A. Zavaleta-Mancera. 2012. El CaCl<sub>2</sub> en la vida florero de gerbera: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(3):539-551.

Guacheta I. Y. V. 2009. Requerimientos edafoclimáticos [En línea]. Disponible en: <http://producciondegerberas.blogspot.com/2009/08/requerimientos-edafoclimaticos.html> (Revisado el 21 de enero de 2021)

- Herreros D. L. M. 1976. Cultivo de la gerbera. 1a ed. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, España. 16 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Teziutlán, Puebla [En línea]. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21174.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21174.pdf) (Revisado el 6 de mayo de 2021)
- INFOAGRO. 2021. El cultivo de la gerbera [En línea]. Disponible en: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_gerbera.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_gerbera.asp) (Revisado el 21 de enero 2021)
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). S/a. Cultivo de gerbera en Mendoza [En línea]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo\\_de\\_gerberas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_de_gerberas.pdf) (Revisado el 8 de febrero de 2021)
- Lenzi A., Oggiano N., Rinaldi M. & Maletta M. 2000. Fertigation systems and substrates in soilless gerbera cultivation. *Culture-Protette* 29(2):85-91.
- Loyola L. N. y C. Guzmán S. 2009. Evaluación en postcosecha de *lisianthus (Eustoma grandiflorum)* C.V. Heidi, destinado como flor de corte al mercado local. *IDESIA* 27(2):61-70.
- Mascarini L. 1998. El cultivo de la gerbera en sustrato. *Revista Horticultura internacional* (19):86-88.
- MINAGRICULTURA (Asociación Colombiana de Exportadores de Flores). 2010. Manual de buenas prácticas de poscosecha para flor de corte y follajes asociados. 2ª ed. Bogotá D. C., Colombia. 12 p.

- Morales-Pérez E., E. J. Morales-Rosales, O. Franco-Mora, D. J. Pérez-López, A. González-Huerta y S. Urbina E. 2014. Producción de flores de *Gerbera jamesonii* cv. 'Dream' en función de los ácidos giberélico y salicílico. *PHYTON* 83: 333-340.
- Morisigue D. E., A. Mata D., G. Facciuto y L. Bullrich. 2012. Floricultura. Pasado y presente de la floricultura en Argentina. Editoriales INTA-GESyC. 36 p.
- Mur M., M. Serrano, T. Pretel M., M. C. Martínez M. y F. Romojarro. 2003. Vida comercial de gerbera en poscosecha [En línea]. Disponible en: [http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/xrhi42/040\\_047.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/xrhi42/040_047.pdf) (Revisado el 27 de abril de 2021)
- Nikbakht A., Mohsen K., Mesbah B., Y. Ping X., Ancheng L. & Nemat-allah E. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient absorption and postharvest life of the gerbera. *Journal of plant nutrition* 31(12)2155-2167.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrícolas (ODEPA). 2007. Estudio de evaluación del potencial del mercado internado de las flores [En línea]. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/EstudioFlores2007.pdf> (Revisado el 14 de febrero de 2021)
- Oh Y., K. Sarabandi & Fawwaz T. Ulaby. 1992. An empirical model and an inversión technique for radar scattering from bare soi surfaces. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing* 30(2):370-381.
- 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.
- Raludovich R. 2009. Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. *Agronomía Costarricense* 33(1):121-124.
- Reid M. S. 2009. Post cosecha de las flores cortadas. Manejo y recomendaciones. Editoriales Hortitecna Ltda. 8 p.
- Reid M. 2012. Las soluciones químicas para las flores después de la cosecha [En línea]. Disponible en: [https://www.poscosecha.com/es/noticias/las-soluciones-quimicas-para-flores-despues-de-la-cosecha/\\_id:79198/](https://www.poscosecha.com/es/noticias/las-soluciones-quimicas-para-flores-despues-de-la-cosecha/_id:79198/) (Revisado el 6 de febrero de 2021)
- Rodríguez E. M. A. y J. Mejía M. 2009. Cultivo de gerbera para flor de corte [En línea]. Disponible en: <http://www.2000agro.com.mx/floricultura/cultivo-de-gerbera-para-flor-de-corte/> (Revisado el 11 de enero del 2021)
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. 2018. Floricultura, cultivando belleza y ganancias [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/floricultura-cultivando-belleza-y-ganancias> (Revisado el 14 de febrero de 2021)
- Sirin U. 2011. Effects of different nutrient solution formulations on yield and cut flower quiality of gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in soilless culture system. *African Journal of Agriculture Research* 6(21):4910-4919.
- Soroa M. R. 2005. Revisión bibliográfica *Gerbera jamesonii* L. Bolus. *Cultivos Tropicales* 26(4):65-75.

- Soroa B. M. R., E. Terry A. y F. Soto C. S/a. Producción de flores de gerbera jamesonii establecida con diferentes arreglos espaciales y alternativas nutricionales [En línea]. Disponible en: [https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/34\\_2010/revista2/3.pdf](https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/34_2010/revista2/3.pdf) (Revisado el 28 de abril de 2021)
- Tejeda-Sartorius O., Y. Ríos-Barreto, L. I. Trejo-Téllez y H. Vaquera-Huerta. 2015. Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(5):1105-1118.
- Thane S. R.; Shembalkar R. Z.; Bhongle S. A. and Badge S.A. 2007. Effect of integrated nutrient management on flower quality, yield and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) grown under shade net conditions. *Plant Arch* 7(2):679-680.
- Trujillo-Villagarcía B. A., H. A. Zavaleta-Mancera, M. E. Mora-Herrera y H. A. López-Delgado. 2006. Efecto del  $\text{CaCl}_2$  sobre la actividad enzimática antioxidante durante la vida florero de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook F.). *REVISTA CHAPINGO* 12(2):203-209.
- Ueyama S. & K. Ichimura. 1998. Effects of 2-hydroxy-3-ionene chloride polymer on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology* 14(1):65-70.
- Van D. W. G., H. Harkema & S. Song J. 1995. Water relations and senescence of cut Iris flowers: effects of cycloheximide. *Postharvest Biology and Technology* 5(4):345-351.
- Vence L. y Martínez D. 2008. Caracterización física de 4 sustratos para plantas. Parte 1: determinación de la densidad de sustrato seca, capacidad de retención de agua, porosidad total y porosidad de aire por 2 métodos. Congreso

Argentino de Floricultura y plantas ornamentales.  
Argentina. Resumen.

Wien C. H. 2009. Floral Crop Production in High Tunnels. American Society for Horticultural Science 19(1):56-60.

Yong A. 2004. El cultivo del rosal y su propagación. Cultivos Tropicales 25(2):53-67.