

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



“Respuesta De La Flor De Cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) A Diferentes Dosis De NPK  
En Maceta Bajo Invernadero”

Por:

**JORGE MORALES SAAVEDRA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Por:

**JORGE MORALES SAAVEDRA**

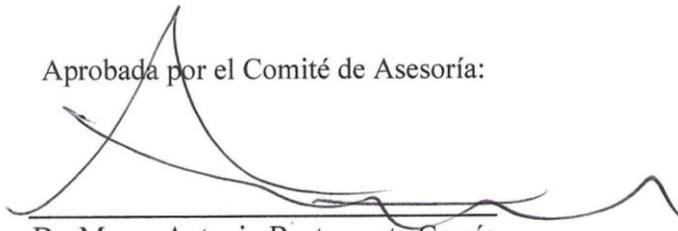
TESIS

“Respuesta De La Flor De Cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) A Diferentes Dosis De NPK  
En Maceta Bajo Invernadero”

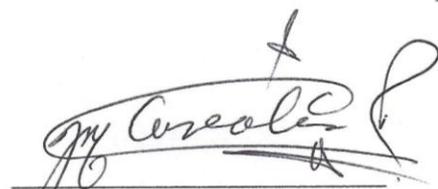
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Marco Antonio Bustamante García  
Asesor Principal



Dr. Fabiola Aureoles Rodríguez  
Coasesor



Dr. Armando Hernández Pérez  
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre del 2019

# DEDICATORIA

## A MI DIOS

A quien doy gracias por darme la oportunidad de vivir y poder llegar hasta aquí, de servir de consuelo y fuerza para seguir hacia adelante cada día.

## A MI MADRE

Es ella a quien le debo la vida y fue un apoyo moral y económico incondicional durante toda mi carrera, mi consuelo en los momentos más difíciles, mi consejera personal a quien considero más que mi conciencia, siempre le estaré agradecido por todo lo que me ha dado y la educación ética correcta para llevar acabo la práctica de los buenos valores.

## A MI PADRE

Este trabajo se lo dedico al señor a quien tan orgullosamente presumo como mi Padre, a quien agradezco todos los consejos que me dio, por darme fuerza y aliento a querer superarme y no perder el camino, por formar en mí un reflejo de su carácter fuerte y humildad siempre para hacer las cosas bien.

## A MI HERMANO

Con todo el cariño fraternal, a la persona que siempre eh tratado de inspirar por ser alguien mejor que yo, siempre estaré a su lado en cualquier decisión que él decida tomar, a quien debo una disculpa por alejarme un tiempo de casa y no compartir su juventud.

## A TODA MI FAMILIA

A todos los personajes con quienes comparto no solo los apellidos y que han estado en los momentos felices de esta parte de mi vida, a mis tíos y primos en quien me he tomado como inspiración para hacer una sola persona que represente lo que somos, una familia.

## A MIS ABUELOS PATERNOS

Por ser fuente de inspiración para salir adelante y nunca dejar de ser las personas que en la intimidad de la familia somos, por el cariño que siempre recibí de sus brazos, me llena de orgullo ser el hijo mayor de su segundo hijo y que el apellido se llene de prestigio con todos los miembros como yo que obtenemos un título.

## A MI ABUELO MATERNO

A quien le dedico este trabajo para demostrar que su tiempo de trabajo e inversión en sus hijos viene a cosechar frutos aun después de haber cosechado ya algunos, por la difícil vida que llevo de joven hasta grande y porque sin querer queriendo siempre lo admiré.

# **AGRADECIMIENTOS**

## **A MI ALMA TERRA MATER**

Por arroparme y permitir que mi vida cambiara, hacer de mi un hombre de bien, aprendiendo valores y sentirme como si fuera mi propia casa estando lejos, por ayudarme a ser independiente conociendo la realidad, a sus aulas por compartir una parte de mi vida y donde dejo un pedazo de mi corazón y como dice la canción, pero presiento que volveré.

## **A MIS PROFESORES**

Por su sabiduría, su tiempo y el conocimiento compartido conmigo y transmitido, además de relacionarse con el crecimiento no solo de mi persona como estudiante sino de una generación que concluye de la mano de ellos, pues no solo en las aulas interactuaban con nosotros, pero en especial por enseñarnos a amar a nuestra universidad y ver en cada compañero de escuela, sea estudiante o maestro, un hermano buitre.

## **A MI ASESOR**

Doctor Marco Antonio Bustamante García por darme la oportunidad de acompañarme en este trabajo, por sus buenos consejos, su tiempo y conocimiento que me brindó.

## **A MI TUTORA**

Doctora Fabiola Aureoles Rodríguez por la paciencia que me tuvo y la orientación a lo largo de la carrera, siempre estuvo cuando necesitaba de su ayuda y por el compromiso que dedica a la escuela.

## **A MIS AMIGOS**

Por acompañarme en este proceso tan importante donde nunca me dejaron solo y siempre me alentaron a no rendirme. A todos ellos quienes siguieron conmigo y a también a quienes no pudieron terminar y se salieron. Para los que dentro y fuera de la escuela siempre estuvieron en los malos y los buenos momentos.

# INDICE

|  |     |
|--|-----|
| INDICE.....  | i   |
| INDICE DE TABLAS .....   | iii |
| INDICE DE FIGURAS .....  | iii |
| RESUMEN .....  | iv  |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| 1.1 Objetivos .....  | 2   |
| 1.1.1 Generales .....  | 2   |
| 1.1.2 Específicos .....  | 2   |
| 1.2 Hipótesis.....   | 2   |
| II. REVISION DE LITERATURA .....                               | 3   |
| 2.1 Importancia y Distribución .....                           | 3   |
| 2.1.1 Industrialización y uso de la planta de Cempasúchil..... | 4   |
| 2.2 Respuesta Del Cempasúchil a La Fertilización.....          | 5   |
| 2.3 Taxonomía .....  | 5   |
| 2.4 Morfología .....   | 6   |
| 2.4.1 Raíz .....   | 6   |
| 2.3.4.2 Tallo .....  | 6   |
| 2.4.4 Inflorescencia .....                                     | 6   |
| 2.4.5 Cabezuela .....  | 6   |
| 2.4.6 Flores .....   | 7   |
| 2.4.7 Semillas.....  | 7   |
| 2.5 Etapas Fenológicas .....                                   | 8   |
| 2.5.1 Germinación .....  | 8   |
| 2.5.2 Emergencia.....  | 8   |
| 2.5.3 Crecimiento vegetativo .....                             | 8   |
| 2.5.4 Primordios florales .....                                | 8   |
| 2.5.5 Floración.....   | 9   |
| 2.5.6 Senescencia .....  | 9   |
| 2.6 Requerimientos Climáticos .....                            | 10  |
| 2.6.1 Adaptación .....   | 10  |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.2 Altitud.....                         | 10 |
| 2.6.3 Fotoperiodo.....                     | 10 |
| 2.6.4 Temperatura.....                     | 10 |
| 2.6.5 Tolerancia.....                      | 10 |
| III MATERIALES Y METODOS.....              | 11 |
| 3.1 Localización del Experimento.....      | 11 |
| 3.2 Establecimiento del experimento .....  | 11 |
| 3.3 Tratamientos de fertilización. ....    | 12 |
| 3.4 Diseño estadístico .....               | 13 |
| 3.5 Control de Plagas Y Enfermedades ..... | 14 |
| 3.6 Parámetros evaluados.....              | 15 |
| 3.6.1 Altura de planta.....                | 15 |
| 3.6.2 Número de tallos por planta .....    | 15 |
| 3.6.3 Número de flores por planta.....     | 15 |
| 3.6.4 Diámetro de flor .....               | 15 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....            | 16 |
| 4.1 Número de flores por planta.....       | 16 |
| 4.2 Diámetro de flor .....                 | 17 |
| 4.3 Altura de planta.....                  | 18 |
| 4.4 Número de tallos.....                  | 19 |
| V CONCLUSION.....                          | 21 |
| VI BIBLIOGRAFIA.....                       | 22 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1.-Cantidades de fertilizante totales usadas por tratamiento..... | 12 |
| Tabla 2.-Fertilizante en gr por planta por aplicación.....              | 12 |
| Tabla 3.-Calendario de aplicaciones. ....                               | 13 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.- Semillas de Cempasúchil.....   | 7  |
| Figura 2.- Flores interiores en formación.....  | 8  |
| Figura 3.- Producción de flores exteriores.....   | 8  |
| Figura 4.- Flor en punto de corte.....  | 9  |
| Figura 5.-Número de flores por planta de Cempasúchil en respuesta a los<br>tratamientos de fertilización..... | 16 |
| Figura 6.-Altura de planta de Cempasúchil en respuesta a los tratamientos de<br>fertilización. ....           | 18 |

## RESUMEN

Este experimento se realizó con la finalidad de estudiar la respuesta del Cempasúchil a la aplicación de diferentes niveles de NPK, cultivado en maceta con sustrato bajo condiciones de invernadero. El planteamiento de hacerlo en maceta y de utilizar sustratos inorgánicos inertes, es de mantener la fertilización y riego, controlados en tiempo y cantidad de aplicación. Las semillas de Cempasúchil fueron germinadas en una charola de 50 cavidades utilizando una mezcla de peat moss, perlita y vermiculita; posteriormente las plantas se trasladaron a macetas de 6" conteniendo la misma mezcla de sustrato. Los tratamientos fueron: (T1) 176-43-112, (T2) 281-80-200, (T3) 460-107-270 unidades de concentración en ppm de NPK, mientras que el (Testigo) 265-62-154, fertilizante por maceta por aplicación. Todas las cantidades fueron dosificadas para hacerlas tres días a la semana, mientras que el riego fue aplicado de acuerdo a sus tres etapas de fenológicas, crecimiento vegetativo, elongación de tallos y floración, siendo las cantidades (250 ml, 500 ml y 1 litro por planta) respectivamente para cada etapa. Las variables a evaluar fueron cuatro; número de flores por planta, número de tallos por maceta, diámetro de flor y altura de planta. Los resultados de la investigación comprobaron que si existen diferencias entre las cantidades aplicadas en los distintos tratamientos, pues en el número de botones y flores por planta, los mejores tratamientos fueron el 1 (176-43-112) y 2 (281-80-200) , mientras que en el diámetro de flor, la mejor respuesta se dio con el tratamiento 2 (281-80-200); observándose que la mayor altura de plantas se obtuvo con el tratamiento 1 (176-43-112), mientras que el número de tallos se dio con el testigo (265-62-154); lo que nos ayuda a concluir que esta especie no es muy exigente en cantidades grandes de fertilizante, ya que su desarrollo fue por lo general más estable con dosis bajas.

**Palabras clave:** Fertilización, nutrición, cempasúchil.

## I. INTRODUCCIÓN

La floricultura es una práctica derivada como rama de la horticultura, que consiste en la producción de flores tanto ornamentales como de tipo industrial, producidas con el fin de la venta en mercado. Esta práctica es llevada a cabo en nuestro país con mayor presencia en los estados de Morelos, Puebla, Oaxaca, Michoacán y el Estado de México (SIAP, 2012).

Hoy en día la flor de Cempasúchil como es conocida por todo el mundo por sus usos desde la época prehispánica hasta nuestras épocas actuales, principalmente por adornar los altares dedicados a los antepasados fallecidos y también como tributo hacia personajes considerados dioses; colocados por las familias mexicanas no solo en sus hogares sino también y con mayor auge en los cementerios, lugares donde su venta es solamente de temporada y el precio de esta flor varía de un puesto a otro. Su color amarillo se volvió un símbolo auténtico de México frente a el mundo (Gallegos, 2018).

La nutrición, es un punto vital en todos los cultivos, ya que todas las plantas tienen la capacidad de absorber agua por medio de las raíces, misma agua que contiene los nutrientes necesarios para el buen desarrollo. Esta absorción es ocasionada por una planta cuando pierde agua debido a la transpiración. A mayor tamaño de la planta, aumenta la pérdida de agua. Pero a diferencia de los cultivos hortícolas, algunos cultivos florícolas, se desarrollan bien con los nutrientes básicos o esenciales, como lo son los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, sin ser necesaria la aplicación de micro elementos o elementos traza. Salazar et al (2012) demostraron que la utilización de fertilizantes nitrogenados y potásicos, aumentan además las propiedades de aroma y color en la flor de *Lilium*.

En el cultivo de Cempasúchil en el país, se han aplicado pocos estudios con respecto a la necesidad de nutrientes, pues en su fertilización no se ha considerado su nivel de extracción de fertilizante, al ser un cultivo de tipo silvestre y que se produce anualmente como segundo término, ya que sus productores dan más importancia a cultivos de consumo personal como lo son el maíz, el frijol, el trigo y otras hortalizas.

El registro de las cantidades de fertilizante utilizadas en este experimento, servirán como guía para los diferentes productores de este cultivo con objetivos hacia venta de corte, usos industriales de pigmentación y consumo animal; ayudando así a la correcta aplicación de nutrientes tanto en campo abierto o bien en invernaderos; pues al tener las cantidades adecuadas para el cultivo, las empresas o productores podrán ser eficientes y ahorrrativos en los costos de producción; también podrán elegir correctamente los fertilizantes necesarios para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Generales**

Estudiar el comportamiento de la planta a la aplicación de fertilizante, tanto en desarrollo de follaje y flor. Además de que al finalizar este experimento, los datos sean utilizados para estudios futuros o de mayor alcance.

### **1.1.2 Específicos**

- Obtener un aumento en la producción de flor por planta.
- Registro del tamaño de los tallos.
- Obtener el diámetro de flor de los diferentes tratamientos.
- Registrar las cantidades de fertilizante usadas para próximos experimentos o proyectos.

## **1.2 Hipótesis**

La aplicación de fertilizante NPK en cantidad diferente a la indicada al testigo, aumentara el número de flores y el tamaño de estas por planta, así como el número de tallos y su alargamiento.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia y Distribución

La planta de cempasúchil suele venderse como flor de corte, siendo la inflorescencia su órgano de importancia económica. No solo como ornamento por el aroma producido por sus tallos y hojas, sino también por el pigmento que produce el polen. Razones que llamaron la atención de su estudio como alimento por Montes y Vidal (2017).

Colinas y León (2003) hacen comentario y llamado a la sociedad agrícola a no solo considerar este cultivo como producción de flor de corte o temporal, sino también de adorno de interiores y eventos, elevando su costo de venta tal como se comprobó gracias a su estudio que verifica que el precio en florerías, donde debe permanecer la planta en mostrador por algunos días e incluso semanas, es más elevado que el precio de flor de corte presentado en pacas, ramos o paquetes comercializados en centrales de abasto.

En cuanto a la producción de esta flor a nivel nacional, el periódico “El Diario” registró que el estado de Puebla ocupa el primer lugar con un 76%, seguido del estado de Hidalgo con un 6% y después Guerrero con un 5%, San Luis Potosí con 4%, Tlaxcala, Morelos y Estado de México con 3% respectivamente López (2018) todo destinado al mercado nacional.

Existe en México un escaso panorama referente a la producción de flores, específicamente de Cempasúchil, para su utilización en la industria de pigmentación y colorantes naturales, tema del cual esta especie puede ser muy útil por su gran rendimiento en cuanto a pigmento, pues desde la formación y maduración del polen, hasta la etapa de senescencia (Aproximadamente 20 días) demuestra grandes efectos de coloreo en las manos que la cultivan. Sin incluir las propiedades aromáticas que esta misma planta produce como modo de atracción de polinizadores y protección contra algunas plagas. El color amarillo formado en los pétalos de la flor de Cempasúchil, es ocasionado por los flavonoides, metabolitos secundarios que con mayor precisión actúan como flavonas, las cuales son moléculas hidrosolubles y que trabajan como pigmentos y colorantes naturales, ideales para su uso en la industria textil y alimenticia, apoyado en diversos ensayos físico – químicos y de identificación CIAI (2014).

### **2.1.1 Industrialización y uso de la planta de Cempasúchil**

El cultivo de Cempasúchil tiene un importante lugar en el negocio alimenticio. Algunos alimentos dirigen su producción hacia su nicho económico con características visuales. Tal como la industria del huevo blanco en México donde Mendoza y Pino (1964) probaron que alimentar a las aves de corral con la flor de Cempasúchil podía provocar un color más amarillo en la yema del huevo, por lo que el precio de venta se elevaba.

Otro de los usos industriales es la alimentación de pescado como el caso de la tilapia. Ponce y Palafox (2004) aplicaron carotenos en un tipo de harina al alimento de este pez para intensificar su color y luminosidad en la carne. Estos carotenos son producidos por una enzima oleorresina. Otro de los peces alimentados por esta planta es la trucha, así lo demostró Ingle (1996) donde la carne del acuático torno un aspecto rojizo brillante. En la industria del camarón, en la etapa de postlarva Hinojosa et al (2012) confirman que hay mayor cantidad de individuos sobrevividos cuando se aplican xantofilas de la flor de Cempasúchil.

La cubierta o recubrimiento de los alimentos naturales para que alarguen su vida de anaquel o aumenten sus características organolépticas para parecer de mejor aspecto y calidad. Colín (2013) presenta una biopelícula con antioxidantes a base de Cempasúchil en la elaboración de aceite de soya.

El tema de la medicina tradicional o naturista en México es muy popular, lo que llama la atención de Nava (2009) por los usos que en las diferentes zonas del país le dan a la planta de Cempasúchil, mayormente de dolores y enfermedades de bajo nivel. Pero llama la atención en su trabajo, es que recolecta diferentes archivos que comprueban el uso de los diferentes órganos como son hojas, tallos y algunos de flores.

## 2.2 Respuesta Del Cempasúchil a La Fertilización

Peralta et al (2015) analizaron el comportamiento y comprobaron que la planta *Tagetes erecta* L. desarrolla mayor cantidad de fenoles, importantes en la formación de antioxidantes en los alimentos, cuando se aplican 4.2 mg/l de nitrógeno extras en solución Steiner al sistema de riego.

Por otra parte, Flores (2016) asegura que las unidades de NPK 160-46-80, unidades de fertilizante en kilogramos por hectárea, inducen con buenos rendimientos en esta especie. Haciendo un experimento con los dos últimos elementos de los tres macronutrientes, en el caso del nitrógeno confirma experimentos anteriores.

Mientras que en condiciones de campo abierto y de temporal, Romero (2001) recomienda una cantidad de 15 toneladas de estiércol bovino por hectárea y una formula NPK de 120 – 80 – 00 para aumentar la floración y el peso fresco de la planta, utilizando además sulfato de amonio y superfosfato de calcio, incluyendo dos elementos a la nutrición como lo son el azufre y el calcio.

Izquierdo (2004) concluye su experimento definiendo que el Cempasúchil desarrolla mejores cualidades cuando se aplica mayor cantidad de Fósforo en comparación a los otros dos elementos, con un sistema de compostaje y vermicompostaje.

## 2.3 Taxonomía

Nombre científico: *Tagetes erecta* L.

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

Familia: Asteraceae

División: Magnoliophyta

Superdivisión: Spermatophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

## **2.4 Morfología**

### **2.4.1 Raíz**

De forma fibrosa, poco profunda cuando se obstruye a la misma cultivando en contenedor. Cuando se planta en suelo puede llegar hasta los 30 cm de profundidad. Presenta buen anclaje y soporte de toda la planta, no compite su sistema radicular con el área de otros cultivos o malezas.

### **2.3.4.2 Tallo**

Es una rama principal, con tacto estriado, en ocasiones acostillado con membranas remarcadas, de color verde y que desprende aroma al romperse o recibir daño físico. Por dentro presenta diversas capas de fibras que protegen los ases vasculares. Pueden presentarse en diferentes tamaños desde los 50 cm hasta 1.8 metros de alto.

### **2.4.3 Hojas**

Son opuestas en la parte inferior del tallo, alternas en la parte superior debajo de cada inflorescencia, llegan a ser de hasta 20 cm de largo y 10 cm de ancho en su máximo potencial, pinnadas, de 11 a 17 foliolos, lanceolados a linear lanceolados con un crecimiento de hasta 5 cm de largo y 1.5 cm de ancho, agudos a acuminados, aserrados a subenteros, los inferiores de cada hoja frecuentemente setiformes o en forma de hilos, mientras que los superiores son reducidos, a veces completamente setiformes con glándulas redondas abundantes.

### **2.4.4 Inflorescencia**

Se presentan en forma de cabezuelas solitarias o agrupadas por varias, sujetadas sobre pedúnculos de hasta 15 cm de largo, están provistos de brácteas pinnadas con segmentos cerdiformes en el ápice. La aparición de sus primordios florales se ve adelantada con las altas temperaturas, debido al estrés que sufren por este factor.

### **2.4.5 Cabezuela**

En forma de campana invertida, de entre unos 13 a 20 mm de alto y 9 a 25 mm de ancho, con 5 a 11 brácteas de ápices triangulares con dos hileras de glándulas.

#### **2.4.6 Flores**

Liguladas: presentan de 5 a 8, frecuentemente numerosas, de color amarillo y rojizo, sus láminas de forma oblanceoladas a obovadas de 1 a 2 cm de largo. Flores del disco: se presentan en gran número, entre los 150 a 250 en las cabezuelas sencillas, mientras que en las cabecillas dobles, muestran diferentes grados de transformación en lígulas, corolas amarillas a anaranjadas, de 8 a 10 mm de largo.

#### **2.4.7 Semillas**

De color negro, de 7 a 10 mm de largo con puntas acuminadas, unidas entre sí, produciendo entre 20 y 40 semillas por cabezal o botón floral, dependiendo el tamaño del mismo y la posición de este, normalmente las flores de la parte aérea contienen mayor número de semillas.



**Figura 1.- Semillas de Cempasúchil.**

## 2.5 Etapas Fenológicas

### 2.5.1 Germinación

La germinación sucede en un tiempo aproximado de una semana, la semilla debe estar seca y de color negra. Para adelantar este proceso o asegurar un alto porcentaje, se deben sumergir las semillas en agua desinfectada o destilada por un periodo de 24 horas y a temperatura ambiente. El recipiente donde se sumerge, deberá ser cubierto para que no introduzca luz.

### 2.5.2 Emergencia

La salida de las primeras hojas no verdaderas o cotiledones, comienzan después de transcurrir dos semanas desde la siembra, al mismo tiempo debe cubrirse el semillero para no recibir luz directamente y aumentar la temperatura y la humedad del sustrato por al menos 36 horas.

### 2.5.3 Crecimiento vegetativo

Esta etapa está marcada por la aparición de las primeras hojas verdaderas, sigue con el desarrollo de la planta, apareciendo más hojas en un nudo y el alargamiento de los entre nudos. Las hojas de la parte más baja de la planta suelen secar y caerse. Mientras que el crecimiento de hojas en forma dispereja marcan la pauta de que se aproxima la floración.

### 2.5.4 Primordios florales

En las partes apicales de todos los tallos, se forma una circunferencia, con la punta de color blanquecino, una esfera con una pequeña abertura en forma de estrella. Esta fase la encontramos transcurridas ya ocho semanas después de la siembra, el tamaño de los botones, crece conforme el paso de los siguientes días.



Figura 2.- Flores interiores en formación.



Figura 3.- Producción de flores exteriores.

### **2.5.5 Floración**

A partir de la apertura de los botones, los órganos sexuales femeninos como masculinos, se comienzan a formar en mayor número, pues en el centro de la flor ya se encuentran varios de estos órganos. La polinización también se lleva a cabo en esta fase y es el momento en el que los pétalos tornan de color amarillo y naranja. Cabe mencionar que el polen producido en los primeros órganos, ya formados en el centro de la flor, es suficiente para polinizar el resto de los órganos femeninos, que se comienzan a formar en las partes más distantes del centro. Esta fase puede inducirse con un estrés de tipo hídrico o bien por altas temperaturas. Autopolinización de la planta, los granos de polen son los que tiñen el color amarillo. Órganos hembras y machos se encuentran en la parte central del botón.

### **2.5.6 Senescencia**

En esta última etapa de crecimiento, cuando no se ha cortado el tallo, la planta muestra un marchitamiento excesivo. Con la pérdida del color naranja – amarillo y volviéndose oscuros. Esto se puede presentar después de la semana 12 o al tiempo que se deja de regar.



**Figura 4.- Flor en punto de corte.**

## **2.6 Requerimientos Climáticos**

### **2.6.1 Adaptación**

Esta planta presenta una adaptación a los climas, cálidos, semiáridos, templados y cálidos secos, siempre y cuando no se presenten heladas y que contenga cantidades de agua suficientes Santacruz y Santacruz (2007).

### **2.6.2 Altitud**

Esta especie en sus dos géneros, puede desarrollarse desde el nivel de mar hasta los 4500 msnm Ubaldo (2007).

### **2.6.3 Fotoperiodo**

Este cultivo nos dice Sánchez (2008) es de día corto y se desarrolla a luz directa con alta luminosidad con 4000 a 6000 pies candela.

### **2.6.4 Temperatura**

Se han realizado diferentes experimentos en este cultivo en diferentes temperaturas Murga (2007), menciona que se desarrolla mejor en un rango de entre los 8° y 10°C en la noche mientras que en el día, trabaja bien entre los 22° y 26°C. Por su parte Van Lersel y Seymour (2003), dicen que el crecimiento se ve acelerado en los 30° y los 22°C, debido a la alta tasa fotosintética.

### **2.6.5 Tolerancia**

Las altas temperaturas, reducen el desarrollo y crecimiento vegetativo, sin embargo sigue con sus procesos Puccio (2013). Además se considera una planta bastante resistente a la falta de agua, sin embargo en la etapa de floración puede verse afectada.

## III MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Localización del Experimento

El siguiente experimento se realizó en un invernadero del departamento de Fito mejoramiento, dentro de las instalaciones de la U.A.A.A.N. con las coordenadas 25°21'N y 101°01'O.

### 3.2 Establecimiento del experimento

Materiales para germinar 125 semillas.

- 3 kg de sustrato peat moss.
- 1 kg de sustrato perlita y vermiculita.
- Charolas de polietileno negras con 50 cavidades.
- Cámara germinadora, con foco.

Se mezclaron los sustratos dentro de un bote de 20 litros y se humedecieron con 1 litro de agua. Las charolas eran nuevas, aun así se desinfectaron, sumergiéndose en agua con cloro al 1 por ciento. Se tomó sustrato y se eliminó el exceso de agua, quedando a capacidad de campo exprimiendo ligeramente con la mano. Después se rellenaron las cavidades de las charolas con el sustrato al borde del espacio final. Las semillas se remojaron por 12 horas en agua a temperatura ambiente dentro de una botella cerrada. Luego de pasado el tiempo de remojado se colocó, una semilla por cavidad a una profundidad de 1 centímetro aproximadamente.

Materiales para trasplante de 100 plantas.

- 25 kg de sustrato peat moss.
- 10 kg de sustrato perlita.
- 15 kg de sustrato vermiculita.
- 100 macetas de 6'' de polietileno negras.
- 100 estacas de 50 cm aproximadamente.

La colocación del experimento fue, agrupar cuatro grupos de cincuenta macetas con una planta cada una. La cama donde se realizó tenía las medidas de 1,25 metros de ancho por 10 metros de largo. El invernadero estaba capacitado con materiales para calcular y controlar la temperatura y la humedad relativa, por medio de un termostato conectado con los extractores de calor.

### 3.3 Tratamientos de fertilización.

Las cantidades de extracción por parte de la planta de Cempasúchil no se tienen registradas en el archivo de la universidad, pero si se cuenta con las cantidades de fertilizante en NPK necesarias del cultivo de crisantemo mencionan Valdez et al (2015) son 0.58-0.25-0.27 gramos por planta. Solo existe una diferencia de 0.13 gr unidades de potasio, 0.05 gr de nitrógeno y 0.02 gr a las unidades de fosforo entre las dos recomendaciones. Las unidades para el testigo son (0.52-0.23-0.40) gr por planta por aplicación. Los fertilizantes que se usaron son Nitrato de amonio, Fosfato mono amónico y Nitrato de Potasio.

**Tabla 1.- Concentración de NPK en ppm usadas por planta por aplicación.**

| TRATAMIENTOS | N   | P   | K   |
|--------------|-----|-----|-----|
| Testigo      | 265 | 62  | 154 |
| T1           | 176 | 43  | 112 |
| T2           | 281 | 80  | 200 |
| T3           | 460 | 107 | 270 |

Las cantidades específicas de cada fertilizante se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.-Fertilizante en gr por planta por aplicación.**

|               | NA   | MAP  | NK   |
|---------------|------|------|------|
| Testigo       | 0.52 | 0.23 | 0.40 |
| Tratamiento 1 | 0.37 | 0.16 | 0.29 |
| Tratamiento 2 | 0.50 | 0.30 | 0.52 |
| Tratamiento 3 | 0.90 | 0.40 | 0.70 |

Las aplicaciones se realizaron al sustrato dos veces por semana, por 12 semanas, aproximadamente tres meses a partir del trasplante. Fueron de manera manual. Primero se pesaban las cantidades de fertilizante y se colocaron en bolsas de celofán para ser aplicadas en los días que correspondía la aplicación. Al momento de la aplicación, se disolvía y mezclaban los fertilizantes en un bote de 10 litros para después combinarlos con los litros totales de agua de cada bloque de plantas.

**Tabla 3.-Calendario de aplicaciones.**

| MESES      | DIAS DE APLICACIÓN A LA SEMANA |        |           |        |         |        |         |
|------------|--------------------------------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
|            | Lunes                          | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| Agosto     |                                | X      |           |        |         | X      |         |
| Septiembre |                                |        | X         |        |         |        | X       |
| Octubre    |                                | X      |           |        |         | X      |         |

En cuanto el riego, se aplicó todos los días en un horario antes de las 10:00 am con un bote de 1 litro, medido y marcado con las medidas que se indican a continuación;

- 250 ml de agua por planta, por día, por las primeras 4 semanas después del trasplante.
- 500 ml de agua por planta, por día, por las siguientes 4 semanas después de la primera etapa.
- 1000 ml de agua por planta, por día, por las últimas 4 semanas antes del corte y después de la segunda etapa.

### **3.4 Diseño estadístico**

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos de veinticinco repeticiones y una prueba de Tukey con un 95% de confiabilidad. Con el software Statistical Analysis System (SAS, 2002).

### 3.5 Control de Plagas Y Enfermedades

El cultivo tuvo cercanía con otros cultivos de tomate y frijol que servían de hospederos para mosquita blanca y Trips, que atacó en varias ocasiones a las plantas, esta última acción ayuda a orientarnos en su utilización también como cultivo de asociación como estrategia para el manejo de enfermedades como lo hizo Gómez y Mejía (2001). Para su control de estas plagas, se le aplicó al experimento un producto comercial con ingrediente activo, Dimetoato. Que funciona como insecticida de modo sistémico, utilizado en dosis bajas para no dañar a la planta, la cual demostró rasgos de no ser muy tolerante a este ingrediente. Pues en algunas plantas mostro daños por toxicidad en las hojas. Las aplicaciones se hicieron con atomizador y con una frecuencia de dos cada mes.

La parte vegetativa de la planta, como lo son los tallos y las hojas, producen un aroma peculiar. Lo que llevo a Velásquez (2013) a estudiar y confirmar que la siembra de estas plantas en la orilla de las líneas de plantas de chile, disminuye la presencia de nematodos en el área del cultivo y este efecto aumenta repitiéndose dos ciclos esta actividad. Esta técnica también fue presentada Zavaleta y Rodríguez (2001) refiriéndose a la planta de flor de cempasúchil como la mejor para realizar la asociación de cultivos en cultivos de tomate y papa.

## **3.6 Parámetros evaluados**

### **3.6.1 Altura de planta**

Para esta variable se ocupó de una cinta métrica, un papel y una libreta para apuntar los datos. Se evaluó en el último mes en el punto de floración y la forma en que se tomó la medida fue colocando el inicio de la cinta en el inicio del tallo hasta la corola de la flor que brota del tallo más largo.

### **3.6.2 Número de tallos por planta**

En un inicio para poder programar y balancear la estatura de todas las plantas de los tratamientos, se realizó un despunte y una cubierta por dos días con un nylon negro para aumentar la humedad relativa y provocar una brotación prematura. A partir del tercer mes los tallos ya estaban desarrollados y comenzaba la formación de botones, por lo que solo se realizó el conteo de cada tallo de las plantas.

### **3.6.3 Número de flores por planta**

La contabilidad de las flores se realizó en tres etapas de la floración, desde que los botones abren y empiezan a polinizar hasta que los últimos botones terminaron de formarse, aproximadamente cada quince días, el último mes fue el tiempo en que contamos y cortamos las flores.

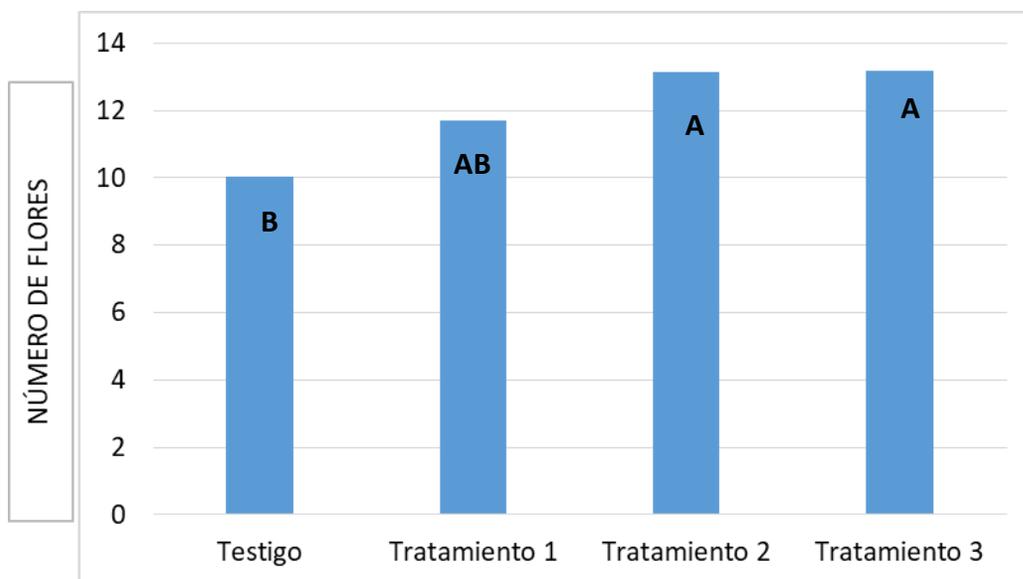
### **3.6.4 Diámetro de flor**

Se escogieron diez flores de cada planta de cada tratamiento en su etapa de madurez plena, algunas de estas flores maduraron una de forma prematura y otras tardaron en terminar de crecer su longitud. El diámetro se midió con un vernier.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Número de flores por planta.

En cuanto al número de flores por planta, los mejores tratamientos fueron el tratamiento dos; (0.30gr-0.5gr-0.52gr) Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio, respectivamente por planta por aplicación. Así como el tratamiento tres que consto de aplicar (0.40gr-0.90gr-0.70gr) de Nitrato de amonio, Fosfato mono amónico y Nitrato de potasio por planta por aplicación. Cabe mencionar que este tratamiento era el que mayor cantidad de fertilizante aplicaba. Tomando en cuenta que en una industria donde se requiere de la producción de flor, la cantidad de fertilizante menor seria la recomendada. Este resultado coincide con el experimento que realizaron, Vergara et al (2010) en el cultivo de petunias hibridas, en cuanto al incremento de flores en comparación a una planta testigo.

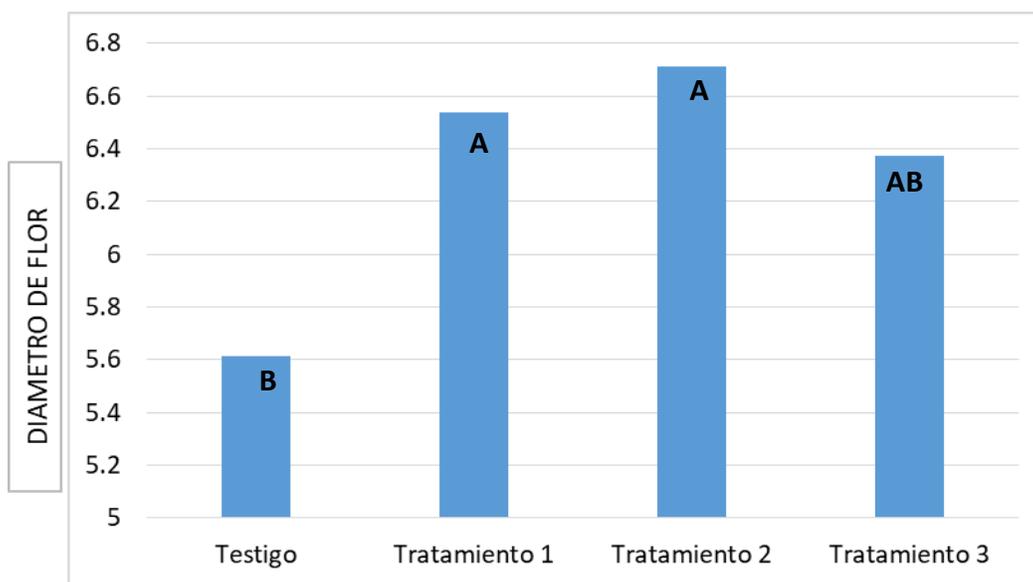


**Figura 5.-Número de flores por planta de Cempasúchil en respuesta a los tratamientos de fertilización.**

En la figura anterior se muestran los resultados del experimento, en que el mejor experimento fue el tres, sin embargo estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos, pues como se puede observar, las letras muestran que existen datos parecidos los tratamientos 2 y 3, aunque ambos si fueron significativamente diferentes al testigo.

## 4.2 Diámetro de flor

Para el variable diámetro de flor, el mejor tratamiento fue el 2, donde se aplicó (0.30gr-0.50gr-0.52gr) Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio por planta por aplicación. Retomando el tema de la industria de la planta de Cempasúchil, la flor toma un papel importante, por lo que con estos resultados podemos afirmar que la cantidad utilizada en el tratamiento dos, sería la ideal. En el cultivo de crisantemo Maldonado (2014) registro un máximo de 16 cm con una solución nutritiva.

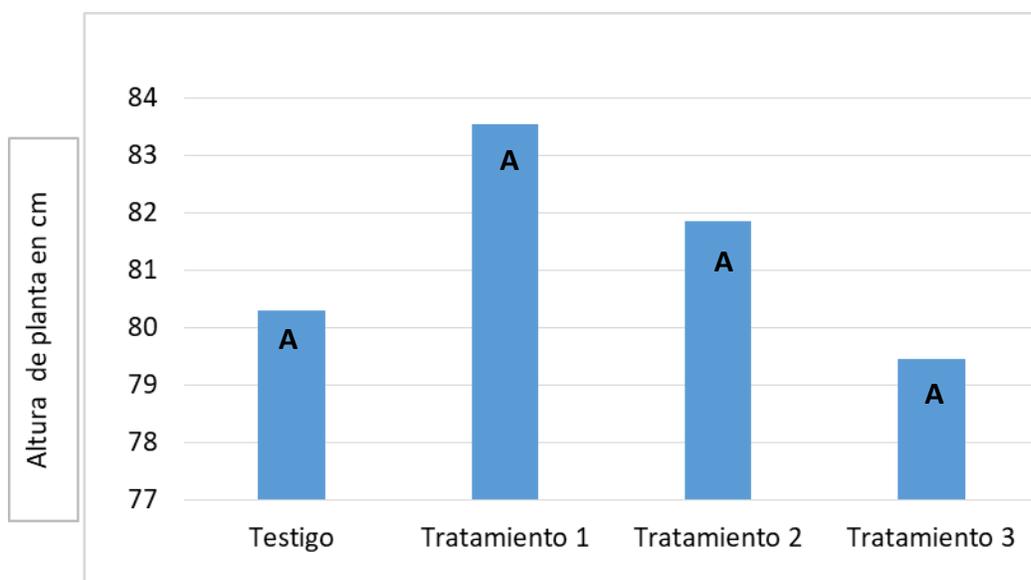


**Figura 7.-Diámetro de la flor de Cempasúchil en respuesta a los tratamientos de fertilización.**

El análisis estadístico marca que existe una diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos uno y dos, mientras que con el tratamiento tres no existe una diferencia significativa. Por lo que desde nuestro punto de vista, el exceso de sales o de grandes dosis de fertilizante en el tratamiento tres (0.40gr-0.90gr-0.70gr) de Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio por planta por aplicación, afectan en el desarrollo de la flor. Pero si regresamos a la figura 5, observamos que el tratamiento con mayor número de flores fue el tres, por lo que se aprecia que la dosis más alta, genera mayor número de flores pero de tamaño pequeño, comparada con la dosis del tratamiento dos.

### 4.3 Altura de planta

En la variable altura de planta el mejor resultado lo dio el tratamiento 1 en el que se aplicó (0.16gr-0.37gr-0.29gr) Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio por planta por aplicación. Este es el mejor tratamiento por que en todas las variables reaccionó igual o mejor en comparación con las cantidades altas y el testigo. Lo que nos indica que esta planta reacciona bien a la nutrición baja y cuando se requiera de producir tallos y hojas, en esta variable el tratamiento con la dosis más alta, no mostró resultados favorables. La altura puede ser causada directamente por los niveles de nitrógeno, como lo reporta Escalante (2007) el cual probó en el cultivo de girasol que la aplicación del nitrógeno al 40% aumentaba la altura en centímetros hasta un treinta por ciento en comparación al testigo.

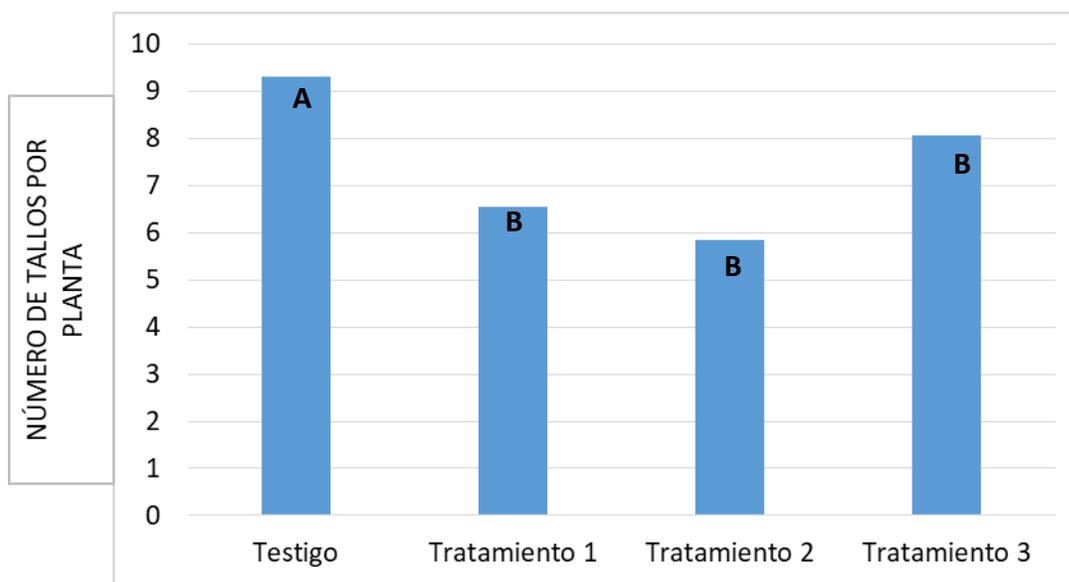


**Figura 6.-Altura de planta de Compasúchil en respuesta a los tratamientos de fertilización.**

El análisis estadístico nos dice que estadísticamente no hay diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con respecto a la variable altura de planta. De entre las variables a evaluar ésta es la que menos diferencias mostró el análisis. La planta más alta se presentó en el tratamiento dos con noventa y cinco centímetros, sin embargo fue mayor el número de plantas mayores a los noventa centímetros en el tratamiento 1 por lo tanto al promediar, se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 6.

#### 4.4 Número de tallos

Por último, en la variable número de tallos los mejores resultados fueron los del testigo (0.23gr-0.52gr-0.40gr) de Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio por planta por aplicación. Cada tallo se contó y registró cuando brotaba. Así mismo, en todo momento se tomó en cuenta que se realizó un despunte posterior al trasplante para que todas las plantas entraran en programa o calendarización y crecieran en el mismo tiempo y que solo el contenido de los tratamientos fuera el que desarrolle.



**Figura 8.-Número de tallos por planta de Cempasúchil en respuesta a los tratamientos de fertilización.**

La figura 8 muestra que estadísticamente no existen diferencias entre los tratamientos uno, dos y tres en comparación con el testigo. Este último respondió como el mejor tratamiento del experimento en cuanto al número de tallos por planta. Sin embargo el producir muchos tallos, no se vio reflejado en la producción de flores por planta, el diámetro de flor, ni tampoco en la altura de planta, donde otros tratamientos sí pudieron destacar.

Al analizar todos los resultados obtenidos en este trabajo podemos considerar que el desarrollo de la planta *de Cempasúchil*, no se vio afectada por la aplicación de fertilizante en su mínima cantidad (Tratamiento 1), más bien podemos decir que se comportó de buena forma, incluso desde el punto de vista ético-ambiental, recomendaría la misma dosis ya que al ser baja, se aplica menos cantidad al suelo o en este caso sustrato; mientras que en la dosis máxima (Tratamiento 3), hubo pérdidas de plantas y se observó que las sobrevivientes se debilitaron. Por lo que podemos decir que el uso excesivo de nitrógeno, tanto en su forma amoniacal como de nitrato en debilitar los tallos de la planta.

El uso de diferentes cantidades de fertilizante, si influyó en los resultados de nuestro experimento, por que mostró signos de que el tallo estaba débil. Ya que el tratamiento tres, el cual es el que más cantidad de fertilizante se aplicó, hubo tres pérdidas de planta debido a que se doblaron. Probablemente este efecto fue provocado por el uso de nitrógeno en alta dosis, además de estar presente en los tres fertilizantes ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  y  $\text{KNO}_3$ ). El mismo efecto de la cantidad de nitrógeno elevada, permitió que el ataque de mosca blanca, formara manchas cloróticas en tallo y hojas de las plantas.

Si se busca una mayor altura de planta se debe considerar las cantidades mínimas, pero si se buscara un mayor número de botones, lo mejor sería aplicar más fertilizante.

En general esta planta reacciona muy bien a la fertilización, sin embargo se hace hincapié en el uso de análisis y aplicar solo cantidades moderadas. Al igual que la aplicación de productos para el control de plagas.

## V CONCLUSION

En base a los resultados de este trabajo de investigación podemos concluir lo siguiente:

La fertilización del Cempasúchil que pudiéramos recomendar para su cultivo en maceta en invernadero, sería utilizar la fórmula (0.16gr-0.37gr-0.29gr) Nitrato de amonio, Fosfato monoamónico y Nitrato de potasio por maceta por aplicación, ya que con esto se vería reflejado en un buen número de flores por planta, un buen diámetro de flor y una buena altura de planta.

## VI BIBLIOGRAFIA

Arredondo F. - Ponce P. - Vernor C. (2004). PIGMENTACION DE LA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) CON CAROTENOIDES DE FLOR DE CEMPASUCHIL (*Tagetes erecta*) EN COMPARACION CON LA ASTAXANTINA. Pp 6 – 8. Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 3.

Colín C, (2013). DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE ENVASES ACTIVOS ANTIOXIDANTES A BASE DE POLIETILENO Y EXTRACTOS DE ASTAXANTINA. Pp 108. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.

Colinas – León, M. T. (2003). Importancia de los estudios postcosecha de plantas ornamentales nativas de México. pp 175 - 179. Plantas nativas de México con potencial ornamental.

CÁMARA INDUSTRIAL ARGENTINA DE LA INDUMENTARIA, (2014). Colorantes naturales, Flavonoides. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Pdf, Publicado en portal moda argentina.

Escalante L. – Estrada I. y Linzaga C. (2007). LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA EN EL RENDIMIENTO DEL GIRASOL. Agronomía costarricense. Nota técnica. Pp 95 – 100 vol. 2.

Gallegos A. (2018). La flor de cempasúchil un icono de Día de Muertos. Pdf. México desconocido, Ciudad de México.

Gómez O. – Mejía E.Z. (2001). La asociación de cultivos una estrategia para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes erecta* spp. Revista mexicana, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Pp 94 – 93.

Hinojosa E. – Valdez P. – M. C. Garza – Ramírez L. – Olvera R. (2012). Revista Mexicana de Ingeniería Química. Pp 249 – 257. Vol., 11. No 2. Publicado en agosto 2012. Monterrey N. L., México.

Izquierdo T. (2004). EFECTO DE COMPOSTA, VERMICOMPOSTA Y FERTILIZANTE EN LA PRODUCCIÓN DE CEMPASÚCHIL *Tagetes erecta* L. Y LA FORMACIÓN DE AGREGADOS A PARTIR DE UN TEPETATE FRAGMENTADO. Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 19, núm. 1, enero-junio, 2001, pp. 94- 99, Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México

López V. (2018). El estado lidera producción de flor de muerto, periódico MILENIO, pdf. Publicado en Octubre del 2018, Ciudad de México.

- Maldonado C. (2014). Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de crisantemo (*Dendranthema x grandiflorum* Ramat) para flor de corte. UAAAN, UL, Torreón Coahuila, México.
- Mendoza C. – Pino J. (1964). Efecto pigmentante de 3 xantofilas sobre la yema de huevo, artículo publicado, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G.
- Montes R.M. - Vidal A.Z. (2017). Aplicación de métodos de conservación para alargar la vida útil de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* L. Asteráceae) y su posterior uso gastronómico. Pdf LACANDONIA, UNIVESIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.
- Murga G., S. N. (2007). Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de *Tagetes erecta* en el distrito Virú, La Libertad, Perú. Neotropical Hemilthology, 1(1):15-20 p.
- Nava A. (2009). Determinación y comparación de la composición química y la actividad antibacteriana y antifúngica de *Tagetes erecta* L. Cempasúchil cultivada en hidroponía y en condiciones silvestres. Pp 18, UNAM, México.
- Peralta G. – Trejo L. – Gomez F. – Rodriguez M. – Serrato M. – Garcia J. (2015). FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CONCENTRACIÓN DE FENOLES TOTALES EN INFLORESCENCIAS *Tagetes erecta* VAR. INCA. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.
- Puccio, P. (2013). *Tagetes erecta*. INIFAP, pdf 2da edición. (28 de noviembre 2013).
- Romero M. L. (2001). EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE CEMPASÚCHIL *Tagetes erecta* L. Y SU CONTENIDO DE CAROTENIOIDES, EN CONDICIONES DE TEMPORAL, EN SAN ANDRES METLA, MUNICIPIO DE COCOTITLAN, ESTADO DE MÉXICO. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de ciencias.
- Salazar G. – Sánchez R. – Valdez L. et al, 2012. Influencia de la fertilización nitrogenada y potásica en la calidad aromática de flores de *Lilium* “Starfighter”. ITAI. Pdf, Vol 109 (1), 1-10.
- Sánchez O., P.M. (2008). Efecto de la época de trasplante sobre la acumulación de luteína en inflorescencias de cempaxúchil (*Tagetes erecta* L.). Tesis para obtener el grado de MCs en desarrollo de productos bióticos en el Instituto Politecnico Nacional. Yautepec, Morelos, México. 85 p.
- Santacruz V. V. y Santacruz C. V. (2007). Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Editorial Universitaria. El Vedado, Ciudad de la Habana, Cuba. 148 p
- SIAP. (2011). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. La floricultura en México. Revista electrónica, INFORURAL.

Ubaldo S., D. (2007). Efecto de la luz en el desarrollo y en la acumulación en lígulas de *Tagetes erecta* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, Morelos, México. 89 p.

Van Lersel M. and Seymour L. (2003). Temperature effects on photosynthesis, growth respiration, and maintenance respiration of marigold. *Acta Hort.* 624:549–554.

Velasquez R, Reveles L. R., y Revele M. (2013). MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE PARA SECADO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO. Manejo de Nematodo. Pp 19 Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Zacatecas, Noviembre 2013.

Vergara S. – Nexticapán A. – Largue A. y Martín R. (2010). Bajas concentraciones de ácido salicílico incrementa el número de flores en *Petunia híbrida*. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Chuburná de Hidalgo, Mérida Yucatán, México.

Zavaleta E. y Rodríguez O. (2001). LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS UNA ESTRATEGIA MÁS PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES, EN PARTICULAR CON *Tagetes spp.* *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 19, núm. 1, enero-junio, 2001, pp. 94- 99, Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. México.