

ASUNTO: SOLICITUD DE ACTO PROTOCOLARIO

Oaxaca, Oax., a 5 de Noviembre de 2020

L.I. BENEDICTO RAMIREZ SANTIAGO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA
PRESENTE

El (la) que suscribe C. Canseco Felipe Diana Jessica, egresada en Ing. En Agronomía con número de control 12920063. Solicito a usted la programación del acto protocolario para la titulación por opción de TESIS con el proyecto titulado **"DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE PENUMBRE (*Callistephus Chinensis*) EN ASUNCIÓN OCOTLÁN, OAXACA"**

Ya que el documento resultante fue elaborado con apego a las normas vigentes para la presentación de trabajos profesionales del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca y revisado minuciosamente por el comité de asesores asignado; declarando que la información ahí contenida es responsabilidad de un servidor y del comité de asesores.

Sin más por el momento, agradezco su atención.

ATENTAMENTE



Diana Jessica Canseco Felipe
Nombre y firma del sustentante

Vo. Bo.



Dr. Vicente Arturo Velasco Velasco
Nombre y firma del asesor o Director



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE PENUMBRE (*Callistephus chinensis*) EN ASUNCIÓN OCOTLÁN, OAXACA

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTA:

Diana Jessica Canseco Felipe





INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

**DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE PENUMBRE
(*Callistephus chinensis*) EN ASUNCIÓN OCOTLÁN, OAXACA**

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTA:

Diana Jessica Canseco Felipe222



La presente tesis titulada: **DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE PENUMBRE (*Callistephus chinensis*) EN ASUNCIÓN OCOTLÁN, OAXACA**, fue realizada bajo la dirección del comité de asesores indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA AGRONOMA

DIRECTOR:

DR. VICENTE ARTURO VELASCO VELASCO



ASESORA:

M.C. JUDITH RUIZ LUNA



ASESOR:

ING. EUGENIO HERNANDEZ MUÑOZ



AGRADECIMIENTOS

A dios por permitirme estar en este mundo, quien me protege en todo momento de mi vida, quien me ayuda a salir adelante a pesar de los problemas que se presentan en cada momento, motivándome a ser mejor cada día de mi vida.

Al Dr. Vicente Arturo Velasco Velasco por la dirección de esta tesis, la confianza depositada para la realización de la misma, por todo su apoyo y experiencias compartidas, así mismo por brindarme su valiosa amistad.

A la M. en C. Judith Ruiz Luna por darme la oportunidad de pertenecer en su equipo de trabajo, por su paciencia, por brindarme su amistad, el apoyo incondicional y los buenos momentos que pasaron en el trascurso de la realización del proyecto de investigación.

A la bióloga Raquel Gonzales García por brindarme su apoyo incondicional en el Laboratorio de Diagnóstico Ambiental, por la paciencia que tuvo para ayudarme y enseñarme la operación de los aparatos del laboratorio, por los buenos momentos que se vivieron. Que sin ella los análisis realizados de ningún modo se hubieran elaborado correcto y por ello este trabajo se pudo efectuar correctamente.

Al Ing. Agrónomo Eugenio Hernández Muñoz por aceptarme en su equipo de trabajo y obtener experiencias en campo, por la confianza y apoyo brindado en la realización de este proyecto que sin el esto no hubiese existido.

A mi amigo Michael Geovanni Blas Hernández por el apoyo y comprensión brindado durante el periodo de trabajo en campo.

DEDICATORIAS

A mi abuelo que en paz descansa, que con su apoyo y cariño esto jamás hubiese sucedido.

A mis padres Tomas Canseco Roque y Alicia Felipe Figueroa por el amor. Comprensión, paciencia y la confianza puesta en mi para la realización de esta carrera.

A mi hermano Antonio de Jesús Canseco Roque por su apoyo y confianza.

A mi Esposo José Ramón Soriano Reyes por brindarme su apoyo incondicionalmente, por su confianza y amor depositados en mí, por no dejarme sola en estos momentos de mi vida y por ayudarme a seguir adelante sin importar las circunstancias.

A mi hija Michelle Aileen Soriano Reyes por ese amor incondicional que me das todos los días y por ser mi motor para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	2
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.1.1 GENERAL	4
1.1.2 ESPECÍFICOS	4
1.1.3 HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 FLORICULTURA EN MÉXICO	5
2.2 LAS EMPRESAS DE PEQUEÑA ESCALA.....	6
2.3 PENUMBRA O REINA MARGARITA.....	7
2.3.1 ORIGEN.....	7
2.3.2 NOMBRES ALTERNATIVOS.....	8
2.4 GENERALIDADES	8
2.5 PRODUCCIÓN	9
2.5.1 FLOR	9
2.5.2 DESCABEZADO.....	10

2.6 RIEGO	10
2.7 FERTILIZACIÓN	11
2.8 TAXONOMÍA	11
TRIBU:	11
<i>ASTEREAE</i>	11
2.9 DIAGNOSTICO DE NUTRIMENTAL	12
2.10 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA	13
2.10.1 SUELO	13
2.10.2 CLIMA	14
2.10.3 MANTOS ACUÍFEROS	15
2.11 NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS	15
2.11.1 LOS MACRONUTRIENTES	16
2.11.2 LOS MICRONUTRIENTES	16
2.12 ANÁLISIS DE SUELO.....	16
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	18
3.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS.....	19
3.2.1 SUELO	19
3.2.3 AGUA	21
3.3 TRABAJO EN CAMPO	22

3.3.1 DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL	22
3.3.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO	23
3.3.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	24
3.3.4 SIEMBRA Y TRASPLANTE DE PENUMBRE.....	29
3.4 VARIABLES DE MEDICIÓN	30
3.4.1 ALTURA.....	30
3.4.2 NUMERO DE BOTONES FLORALES	31
3.4.3 NÚMERO DE FLORES.....	32
3.4.4 DIÁMETRO FLORAL	33
3.5 TRABAJO EN LABORATORIO.....	34
3.5.1 ANÁLISIS VEGETAL	34
3.5.1.1 <i>Solubilización del material vegetal con HNO₃/HClO₄</i>	35
3.5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	36
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 ANÁLISIS DE SUELO.....	37
4.1.1 TEXTURA Y DENSIDAD APARENTE	38
4.1.2 PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	39
4.1.3 FÓSFORO	40
4.1.4 CATIONES INTERCAMBIABLES	41
4.1.5 MICRONUTRIENTES	43
4.2 ANÁLISIS DE AGUA.....	47

4.2.1 PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	47
4.2.2 ALCALINIDAD Y CLORUROS	49
4.2.3 CATIONES INTERCAMBIABLES	50
4.2.4 MICRONUTRIENTES Y PLOMO	51
4.3 VARIABLES EVALUADAS.....	52
4.3.1 SULFATOS	54
4.3.2 FÓSFORO	55
4.3.3 CATIONES INTERCAMBIABLES	57
4.3.3.2 <i>Potasio</i>	58
4.3.3.3 <i>Magnesio</i>	61
4.3.3.4 <i>Calcio</i>	62
4.3.4 MICRONUTRIENTES	64
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1 CONCLUSIONES	66
CAPITULO VI LITERATURA CITADA	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Nombres Alternativos De La Penumbra (<i>Callistephus Chinensis</i>).....	7
2	Taxonomía De La Penumbra (<i>Callistephus Chinensis</i>).....	10
3	Parámetros más usadas en análisis de suelo.....	16
4	Tratamientos y repeticiones.....	20
5	Materiales para el sistema de riego.....	23
6	Parámetros analizados en suelo.....	31
7	Variables y unidades en agua.....	32
8	Análisis vegetal realizados en penumbra (<i>Callistephus chinensis</i>).....	34
9	Propiedades físicas y químicas del suelo.....	37
10	Cationes intercambiables y fosforo en suelo.....	40

11	Micronutrientes en suelos de Asunción Ocotlán, Oaxaca.....	42
12	Cationes intercambiables en hojas y flores de penumbra (<i>Callistephus chinensis</i>)	53
13	Micronutrientes en hojas y flores de penumbra (<i>Callistephus chinensis</i>)	56
14	Análisis de varianza de variables.....	57
15	Variables de penumbra (<i>Callistephus chinensis</i>) después de 110 días de siembra.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación de localidad de Asunción Ocotlán, Oaxaca.....	17
2	Elaboración de Cama.....	21
3	Esquema del sistema de riego por goteo.....	22
4	Instalación del sistema de riego.....	24
5	Colocación de cintillas.....	25
6	Trasplante de penumbre (<i>Callistephus chinensis</i>).....	26
7	Medición de altura de la penumbre (<i>Callistephus chinensis</i>).....	27
8	Botones de penumbre (<i>Callistephus chinensis</i>).....	28
9	Flores de penumbre (<i>Callistephus chinensis</i>).....	29
10	Diámetro de la flor de penumbre (<i>Callistephus chinensis</i>).....	30

11	Cationes intercambiables en diferentes concentraciones de materia orgánica	41
12	Micronutrientes en distintas concentraciones de materia orgánica....	43
13	Sulfatos en hojas viejas y jóvenes de penumbra (Callistephus chinensis)	49
14	Fosforo en hojas viejas y jóvenes de penumbra (Callistephus chinensis).....	50

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la población de Asunción Ocotlán, Oaxaca, cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico nutricional en diferentes órganos (hoja adulta, joven e inflorescencia) de la penumbra (*Callistephus chinensis*) o Reina Margarita. Se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm, obteniendo 3 muestras de suelo de los diferentes porcentajes de materia orgánica, se analizaron tanto propiedades físicas y químicas como: pH, textura, C.E, densidad aparente (g cm^{-3}), composición % (arena, arcilla y limo), P, Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. se obtuvieron dos tipos de suelo el Franco Arenoso y Areno Francosa, con pH arriba de los 7.5. Con el objetivo de obtener las concentraciones disponibles en el suelo de los micronutrientes y macronutrientes. Se realizó el análisis del agua para riego, analizando pH, Conductividad eléctrica, cloruros, Pl, K, Ca, Mg, Cu, Mn y Zn. Para el análisis foliar se hicieron 18 series de análisis foliares, por el método de espectrofotometría de adsorción atómica. Las muestras foliares para el estudio se colectaron bajo criterios preestablecidos, en diferentes porcentajes de materia orgánica establecidas en el suelo. En cada muestra (hoja adulta, joven e inflorescencia) se determinó la concentración de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, y SO_4 . Los elementos como SO_4 , y Ca, Cu, Fe, Mn y Zn se encontraron en las hojas adultas.

SUMMARY

This investigation was carried out in the population of Asunción Ocotlán, Oaxaca, whose objective was to make a nutritional diagnosis in different organs (adult leaf, young and inflorescence) of penitence (*Callistephus chinensis*) or Reina Margarita. The soil samples are collected at a depth of 0-20 cm, obtaining 3 soil samples of different percentages of organic matter, analyzing physical and chemical properties such as: pH, texture, EC, bulk density (g cm^{-3}), composition% (sand, clay and silt), P, Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn. Two types of soil were obtained: Sandy Loam and Sandy Loam, with a pH higher than 7.5. Obtain available soil targets for micronutrients and macronutrients. The analysis of the water for irrigation is carried out, analyzing pH, electrical conductivity, chlorides, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn and Zn. For leaf analysis, 18 leaf analysis series were performed, using the atomic adsorption spectrophotometry method. Leaf samples for the study were collected under pre-established criteria, in different percentages of organic matter established in the soil. The concentration of P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn and SO_4 was determined in each sample (adult, young leaf and inflorescence). Elements such as SO_4 and Ca, Cu, Fe, Mn and Zn were found in the adult leaves.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La floricultura en México es una de las áreas que más destacan dentro del sector agropecuario internacional, se le considera como uno de los sectores tecnológicamente más desarrollados, es generadora de altos ingresos en comparación a cultivos tradicionales y de baja productividad, el país tiene la capacidad de ser potencia exportadora en este rubro (Ortiz y Larque, 1999).

Actualmente, el Estado de México cultiva casi 90% de todas las flores que se venden en el país, y aún existen zonas con potencial florícola que podrían mostrar un grado de desarrollo mayor, el Estado de México reunió un promedio de producción de 10 280 000 gruesas en el periodo de 1980-2007, cuya diferencia promedio con los estados de Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Michoacán, es 92%. Otros estados como Guerrero, Querétaro,

Oaxaca y Jalisco, en ese mismo orden descendente de volumen de producción, han producido un promedio de 20 000 a 90 000 gruesas, una gruesa es doce docenas (SIAP, 2009).

La Reina Margarita o Penumbra (*Callistephus chinensis*) es una flor que tiene gran importancia económica para la población de Asunción Ocotlán, esta flor se ocupa en las fechas como 3 de mayo (día de la santa cruz cruz), 1 y 2 de noviembre (día de muertos), 15 de agosto (día de la virgen de asunción) e incluso el 4 de septiembre (Feria anual de Asunción Ocotlán) para adornar las canastas utilizadas en las famosas calendas, no solamente en esta comunidad tiene gran importancia económica y cultural, también para las localidades aledañas por ser una flor llamativa ideal para fechas importantes. En dicha localidad se siembra la mencionada flor sin la observación de la fertilidad del suelo, lo que conlleva a que pueden estar aplicando abonos o fertilizantes en exceso y generando, al mismo tiempo, un mayor costo monetario sin que obtenga mayor producción de flor. El diagnóstico nutricional o análisis foliar es una herramienta que ayuda a verificar síntomas de deficiencias nutricionales, indicar interacciones entre nutrientes entre otros beneficios, en el presente trabajo, se pretende recopilar y analizar información sobre el contenido nutricional en diferentes tejidos de la planta (hoja joven, hoja adulta e inflorescencia) penumbra (*Callistephus chinensis*), del suelo donde crece y del agua con que se riega, en Asunción Ocotlán, Oaxaca.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Realizar el diagnóstico nutrimental en el cultivo de penumbra (*Callistephus chinensis*) que se siembra a cielo abierto en Asunción, Ocotlán.

1.1.2 Específicos

- ✓ Determinar en el suelo donde crece la penumbra: Textura, pH, Conductividad eléctrica (C.E.), Materia Orgánica, micro y macronutrientes.
- ✓ Determinar parámetros físicos y químicos en agua de uso agrícola.
- ✓ Determinar la concentración de nutrientes en flores y hojas.

1.1.3 Hipótesis

Las plantas de penumbra reciben cantidad de nutrientes adecuadas para la producción de flores.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Floricultura en México

La región sur del Estado de México produce alrededor de dos terceras partes de todas las flores a nivel nacional además de constituirse como la principal zona exportadora del país (Ramírez *et al.*, 2010).

La producción de flores ornamentales bajo invernadero con mayor relevancia en México es: rosa, crisantemo, liliium, clavel, gerbera, gladiola, entre otras, la variedad de flores que mayormente aportan a la economía nacional son las rosas bajo invernadero, con un valor de producción de 1, 225,457.39 miles de pesos en el 2012 (Ramírez *et al.*, 2010).

Respecto a la tecnología usada, se puede mencionar que en general, los productores de flores hacen uso de sustratos, insecticidas, fungicidas y fertilizantes, dado que el 100% de los productores emplean estos elementos en sus procesos productivos. Además, el 100% conoce las plagas y enfermedades de las plantas que cultivan, lo cual permite establecer una serie de medidas para enfrentarlas (Ramírez *et al.*, 2010).

En el año 2008, existían en el territorio mexicano 14 mil 400 hectáreas de producción (flores, plantas y follajes), 12 mil correspondientes a flores; 92% se cultivaba a cielo abierto y 8% en invernadero o vivero (Mundo, 2006), aunque no necesariamente se obtiene la mejor calidad.

2.2 Las empresas de pequeña escala

La mayoría de las empresas en pequeña escala del sector florícola de la región, en sus procesos de producción, siguen métodos y usan equipos de producción no sofisticados, es decir, no persiguen la innovación de la tecnología (Sahlin, 1990).

2.3 Penumbra o Reina Margarita

La familia de los Aster *Callistephus* es muy grande, y por eso encontramos entre esta familia flores de muchos colores vibrantes y muchos tamaños de flor¹.

Se usa durante todo el año. Por su gran surtido de colores, tamaño y forma esta serie japonesa se ha vuelto una favorita en el creciente mercado¹.

2.3.1 Origen

La *Callistephus chinensis* es una planta herbácea de la familia Asteraceae, originaria de las regiones cálidas de China y Japón, única en su especie².

Fueron introducidas en Europa durante el siglo XVII y desde entonces han sido utilizadas con función ornamental en multitud de jardines y arreglos florales, ya que se han logrado obtener numerosos híbridos de multitud de colores: Rosas, amarillos, púrpuras, violetas casi azules².

¹www.ballsb.com/datasheets/CatES_7_4.pdf

²www.plantasyjardines.es/callistephus-chinensis

2.3.2 Nombres Alternativos

Cuadro 1. Nombres alternativos de la Penumbra (*Callistephus chinensis* L.)³.

Nombre botánico	Cuba	Francés	Alemán	Español	Colombia	México
<i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees	Extraña rosa	Aster, Aster de Chine, Reine-marguerite	Sommer aster	Aster de China, Reina Margarita, Coronado.	Crisalia	Penumbra

2.4 Generalidades

Es una planta herbácea anual cuyos tallos llegan a crecer hasta los 80 centímetros. Sus hojas son de color verde intenso, alargadas, dentadas y un poco vellosas⁴.

Las ásteres de China son plantas de cultivo fácil, que se acomodan prácticamente a todos los terrenos y todas las exposiciones, si bien para unos resultados aceptables precisan de suelos permeables, ligeros, ricos en humus y ligeramente calizos. A pesar de su cultivo sencillo, son plantas muy sensibles a enfermedades víricas, que las matan sin remedio⁴.

³https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/es/tc_edc_jan15/tg_calsp_proj_7.pdf

⁴www.Sakatornamentals.com

También les atacan multitud de hongos, infecciones que se previenen (desinfectando la tierra y rociando productos cúpricos) pero, una vez declaradas, no tienen cura y las plantas han de arrancarse y quemarse; en el suelo que ocuparon, no se vuelven a plantar estas especies en 6 u 8 años³.

2.5 Producción

Mantener una buena circulación del aire y temperaturas entre 15 - 21 °C como óptimo. Fertilizar cuanto sea necesario para mantener una C.E. del sustrato de 0.7-1.0 mmhos. Una conductividad eléctrica menor de 0.5 mmhos produce amarillamiento de hojas viejas. Una conductividad eléctrica excesiva (más de 1.0 mmhos) produce hojas grandes, retraso de la floración y flores con menos vida en el florero.⁴

2.5.1 Flor

Sus flores como integrante de la familia de las Compuestas, aparecen en capítulos al final de los tallos y se parecen a sus "primas" las margaritas crecen al final del tallo, solitarias y redondas, formando una corona de pétalos tubulares muy espesos.⁵

³https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/es/tc_edc_jan15/tg_calisp_proj_7.pdf

⁴www.Sakatornamentals.com

⁵<http://www.plantasyjardines.es/callistephus-chinensis/>

Las flores tubulares que ocupan el centro de la inflorescencia, siempre destacan los estambres y pistilos que, al tener coloración amarillenta, dan esta tonalidad al disco central de la flor; sin embargo, las flores liguladas son decoloraciones muy variables, como amarillo, rojo, azul, violeta y púrpura. ⁵

El desarrollo de los botones comienza durante días largos (más de 16 horas de luz), florece en 13-14 semanas (90-100 días) después de la siembra ⁴

2.5.2 Descabezado

Consiste en remover el botón principal cuando este se encuentre definido, entre 8 a 9 semanas después del trasplante¹.

2.6 Riego

El sistema radical es superficial por lo cual se recomienda hacer riegos cortos y frecuentes. El volumen diario de riego por goteo puede estar entre 5.0 – 5.5 L m²/día, de acuerdo a la evaporación diaria. Evitando el exceso de humedad en el suelo para prevenir hongos y enfermedades.¹

¹www.ballsb.com/datasheets/CatES_7_4.pdf

⁴www.Sakatornamentals.com

⁵<http://www.plantasyjardines.es/callistephus-chinensis/>

2.7 Fertilización

El suministro de altas cantidades de Nitrógeno incrementa la susceptibilidad de las plantas a *Botrytis*. Una dosis general de fertilización puede ser la siguiente N: 120 ppm, P: 50 ppm, K: 150 ppm, Ca: 120 ppm, Mg: 50 ppm, S: 50 ppm, Fe: 2 ppm, Mn: 2.5 ppm, Cu, Zn y B: 0.5 ppm.¹

2.8 Taxonomía

Cuadro 2. Taxonomía de la penumbra (*Callistephus chinensis*).⁶

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Asterales</i>
Familia:	<i>Asteraceae</i>
Subfamilia:	<i>Asteroideae</i>
Tribu:	<i>Astereae</i>
Subtribu:	<i>Asterinae</i>
Género:	<i>Callistephus</i> Cass., 1825
Especie:	<i>Callistephus</i> <i>chinensis</i> (L.) Nees, 1832

¹www.ballsb.com/datasheets/CatES_7_4.pdf

⁶https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=501140#nul

2.9 Diagnostico de Nutrimental

El análisis de plantas, a veces erróneamente referido como análisis foliar, es una técnica que determina el contenido de los nutrientes en tejidos vegetales de plantas de un cultivo muestreado en un momento o etapa de desarrollo determinados (Munso y Nelson, 1986; Campbell, 2000). Esta herramienta se basa en los mismos principios que el análisis del suelo, asumiendo que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para proporcionarlos y a su vez, con la productividad de las plantas.

Para el manejo de las condiciones nutrimentales de los cultivos, el diagnostico nutrimental en materia seca es una herramienta útil para identificar concentraciones nutrimentales asociadas con deficiencias, toxicidades o desbalances nutrimentales en diferentes etapas fenológicas de la planta y su relación con su potencial de rendimiento (Medina, *et al.*, 2010).

La extracción nutrimental determina la cantidad de nutrimentos extraída por una planta y puede cuantificarse en una etapa fenológica determinada o a través del ciclo de cultivo (Salazar y Juárez., 2012).

Los resultados de este análisis se emplean para obtener información sobre la cantidad total de elementos absorbidos por la planta y también para determinar el requerimiento interno, es decir, la concentración mínima de nutrimentos que se requiere para alcanzar el rendimiento máximo posible. En términos generales, la demanda nutrimental menos la cantidad de nutrimentos que puede proporcionar el suelo, considerando un apropiado factor de eficiencia de uso de fertilizante, daría la dosis de fertilización (Etchevers, *et al.*,1999).

2.10 Descripción del área de siembra

2.10.1 Suelo

Los tipos de suelos que se encuentra en este municipio son:

Franco arcilloso (Feozem Háplico) con un 30% de la superficie total, por lo regular se encuentra en las partes más bajas de la comunidad. Este suelo se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutriente, se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal .⁷

⁷www.transparenciapresupuestaria.oaxaca.gob.mx/pdf/.../007_asuncion_ocotlan.pdf

Tierra negra (Vertisol) se encuentra en un 20% en el municipio, donde hay gran acumulación de agua, se localiza en las partes bajas cerca de las orillas del río.

Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza; este tipo de suelo tiene baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.⁷

Yocuela (Luvisol Cromico/2) se encuentra en un 60% en la localidad por lo regular esta distribuido en toda la superficie total del municipio este es el suelo más predominante en esta región; es un suelo con acumulación de arcilla, son suelos que se encuentran en climas semicálidos como los Valles Centrales de Oaxaca. Se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos que no llegan a ser oscuros.⁷

2.10.2 Clima

De acuerdo con la información que se presenta en el Diagnóstico y Plan de Desarrollo Rural Sustentable Asunción Ocotlán 2008-2010. Su clima es templado, con una temperatura media anual de 20.7 °C sus vientos dominantes provienen del noreste, el periodo de lluvias comprende 5 meses del año, de mayo a septiembre, de noviembre a enero comprende la época de frío y los meses cálidos comprendidos de febrero a mayo. Cuentan con una precipitación anual de 746.60 mm según el módulo climatológico Valles Centrales, es importante que

⁷www.transparenciapresupuestaria.oaxaca.gob.mx/pdf/.../007_asuncion_ocotlan.pdf

entre los meses de julio y agosto se presente un periodo de sequía, conocido comúnmente como canícula, con una duración aproximada de 15 días, afectando los cultivos cuando se presenta seriamente.⁷

2.10.3 Mantos Acuíferos

En el Valle que pertenece la comunidad de la Asunción, la unidad Litológica presenta las mejores condiciones para almacenar agua en el Subsuelo es el material Aluvial, formado por horizontes de arenas, limos y arcillas, esta característica le proporciona permeabilidad anisotrópica, es decir que la velocidad del flujo de agua en el subsuelo no es homogénea .⁷

2.11 Nutrición mineral de las plantas

Son 17 los nutrimentos conocidos a la fecha como indispensables para el crecimiento de las plantas superiores (Alcántar y Trejo, 2009).

⁷www.transparenciapresupuestaria.oaxaca.gob.mx/pdf/.../007_asuncion_ocotlan.pdf

2.11.1 Los macronutrientes

Los macroelementos se dividen en macronutrientes primarios y secundarios, los primeros son Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (k) por lo que son añadidos al suelo mediante la fertilización y los denominados macronutrientes secundarios se encuentran mayormente disponibles en el suelo, es por eso que son denominados de esta manera (Plaster, 2002).

2.11.2 Los micronutrientes

Otros elementos tales como el Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro, Molibdeno, Niquel y Cloro son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades y en consecuencia son llamados microelementos, sin embargo, son fundamentales e importantes como los otros (Buckamn y Brady, 1970).

2.12 Análisis de suelo

El análisis de suelos es una herramienta muy valiosa ya que, al realizarse en laboratorio, se determinan los elementos presentes en el suelo que la planta

absorbe y/o a partir de los resultados recomendar a los agricultores cuanto de fertilizantes deben de aplicar le a sus cultivos (Plaster, 2002)..

Cuadro 3. Parámetros más usados en análisis de suelo

Parámetros	Unidades
Potencial hidrogeno (pH)	unidad
Materia Orgánica	%
Textura	% arena, % limo, % arcilla
Fosforo	mg kg ⁻¹
Ca, Mg, Na y K	Cmol(+)kg ⁻¹ = me 100g ⁻¹
Fe, Mn, Zn y Cu	mg kg ⁻¹ o ppm
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El proyecto de investigación se realizó en el municipio de Asunción, que pertenece al distrito de Ocotlán, Oaxaca. es una comunidad Zapoteca que se localiza en la parte central del Estado, en la región de los Valles Centrales, pertenece al distrito de Ocotlán, se ubica en las coordenadas 96° 43'15'' Longitud oeste, 16° 45'30'' Latitud norte.⁸

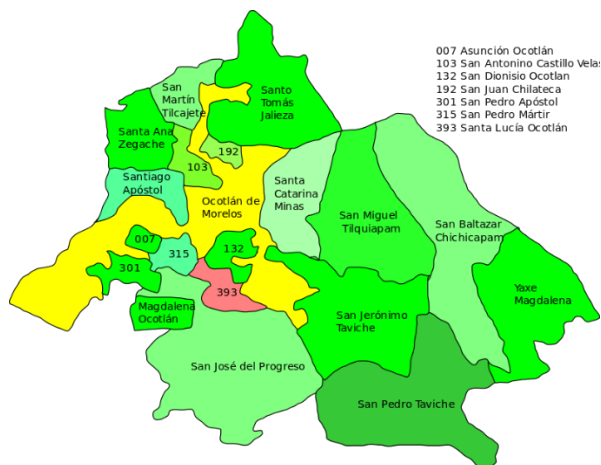


Figura 1. Ubicación de localidad de Asunción Ocotlán, Oaxaca.

3.2 Obtención de Muestras

3.2.1 Suelo

El muestreo se realizó en base a la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002), se ocuparon los materiales y equipo necesarios para la colecta de las muestras de suelos en campo de acuerdo con la norma.

Los materiales fueron las siguientes: Pala recta, bolsas de plástico transparente con capacidad de 3 kilos, marcadores, libreta de notas y bolígrafo. Se elaboró una muestra compuesta para cada tratamiento, se sustrajeron de 15 a 20 muestras individuales por cada tratamiento, el muestreo se realizó en forma de zig-zag, escogiendo al azar el punto de partida para cubrir homogéneamente la unidad de muestreo, la profundidad del muestreo fue de 20 a 30 cm.

Teniendo las 15 submuestras extraídas estas se revolvieron en una lona limpia y totalmente extendida, evitando la contaminación con otros materiales, con una pala de acero inoxidable limpia, se mezcló homogéneamente para formar una torta circular dividiendo en cuatro partes iguales, desechando dos cuartos opuestos y repitiendo el proceso con los dos cuartos restante hasta obtener un peso final de 1.5 kg

El análisis de suelo se realizó con el fin de conocer sus características físicas y químicas antes del establecimiento del cultivo. Las características físicas y químicas del suelo fueron determinadas con las metodologías establecidas por la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002), que establece las especificaciones de fertilidad, sanidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Los análisis correspondientes se realizaron en el Laboratorio de Diagnóstico Ambiental del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

Dentro de esta norma se ocuparon las principales determinaciones analíticas para evaluaciones consideradas, como la NOM AS-01 preparación de la muestra, AS-16 obtención del extracto de saturación, entre otros métodos con su respectiva norma que se aplicaron para cada parámetro en el análisis de suelo.

Cuadro 1. Parámetros analizados en suelo.

Prámetro	Métodos en análisis de suelo		
	Unidad	método	NOM
Ph	Unidad	Potenciométrico	AS-02
C.E	dS cm ⁻¹	Conductímetro	AS-18
M.O	%	Walkey y Black	AS-07
Textura	%arena, %arcilla, %limo	Bouyoucus	AS-09

Acidez Intercambiable	Meq 100g ⁻¹	Titulación	AS-33
Micronutrientes		Espectrofotometría de absorción atómica (EAA)	AS-14
Fosforo	mg. kg ⁻¹		
	mg.kg ⁻¹	Bray turbidímetro	AS-11
	Cmol(+)		
Cationes solubles e Intercambiables	Kg ⁻¹	Espectrofotometría de absorción atómica (EAA)	AS-12
	Meq		
	Na+/100g		
Sulfato	Meq.L-1		
	SO4 ⁼	Turbidímetro	AS-20

3.2.3 Agua

El muestreo se realizó en base a la NOM-127-SSA1-1994 “salud ambiental, agua para uso y consumo humano”, se utilizó el siguiente material y equipo: Botella de plástico limpia de aproximadamente 2 L y una cubeta metálica limpia. La obtención de las muestras de agua de riego se realizó directamente del pozo para tal fin. Se llenaron las botellas de plástico debidamente limpias, las muestras se llevaron al Laboratorio del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca donde se analizaron P, K Ca, Mg, Mn, Cu, Fe, Zn y PI dentro de las 48 h respectivamente.

Cuadro 2. Variables y unidades en agua.

Variables	Unidad	Método utilizado	Equipo Utilizado
Ph	Unidad	Potenciométrico	Potenciómetro conductronic 1020
C.E	dS cm ⁻¹	Conductímetro	Conductímetro PC45
CO ₃ ⁼ y HCO ₃ ⁻	mg L ⁻¹	Titulación con ácido valorado	Ácido sulfúrico valorado, y equipo de titulación
Cl ⁻	mg L ⁻¹	Método de Mohr	Nitrato de plata valorado y equipo de titulación
Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd y Pb	mg L ⁻¹	Espectrofotometría de absorción atómica (EAA)	Espectrofotómetro de Absorción atómica (EAA) Thermo Scientific.... Estándares primarios de 1000 ppm Sigma Aldrich

3.3 Trabajo en campo

La siembra se realizó en un terreno de 550 m² perteneciente a un productor de flores. El trasplante se realizó el 25 de abril el 2018 en el periodo de otoño-invierno, a cielo abierto en la localidad de Asunción Ocotlán, Oaxaca. El cultivo de penumbra (*Callistephus chinensis*) se mantuvo en campo durante 110 días.

3.3.1 Diseño del área Experimental

El trabajo se realizó para evaluar el desarrollo vegetativo de plantas de penumbra en tres suelos con diferentes concentraciones de materia orgánica.

El área experimental se estableció de acuerdo con un diseño completamente al azar (DCA). La unidad experimental fue una planta de penumbra, se desarrolló tres tratamientos cada uno con 15 repeticiones por tratamiento (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tratamientos y repeticiones

Tratamiento	Concentración de materia orgánica (%)	Repeticiones
1	Alta 2.87	15
2	Media 2.49	15
3	Baja 2.11	15

3.3.2 Preparación del terreno

El cultivo de penumbra (*Callistephus chinensis*) se estableció a cielo abierto en un terreno donde el último ciclo de producción fue la siembra de Liliis (*Lilium spp*), de manera que se realizó la preparación del terreno, con dos días de anticipación. El barbecho, rastreo y surcado se realizó con el tractor, finalmente se establecieron 19 camellones (Figura 2).



Figura 2. Elaboración de Camellones.

3.3.3 Instalación del sistema de riego

Se Instaló un sistema de riego por goteo en un área de 550 m² (55 m de longitud y 10 m de ancho). Para ello, fue necesario realizar la planificación o esquema del sistema de riego, con la finalidad de conocer los caudales que se necesitan a la hora de realizar los riegos. Una vez conocido esto se estableció la tubería principal, la tubería secundaria y las cintillas (Figura 3).

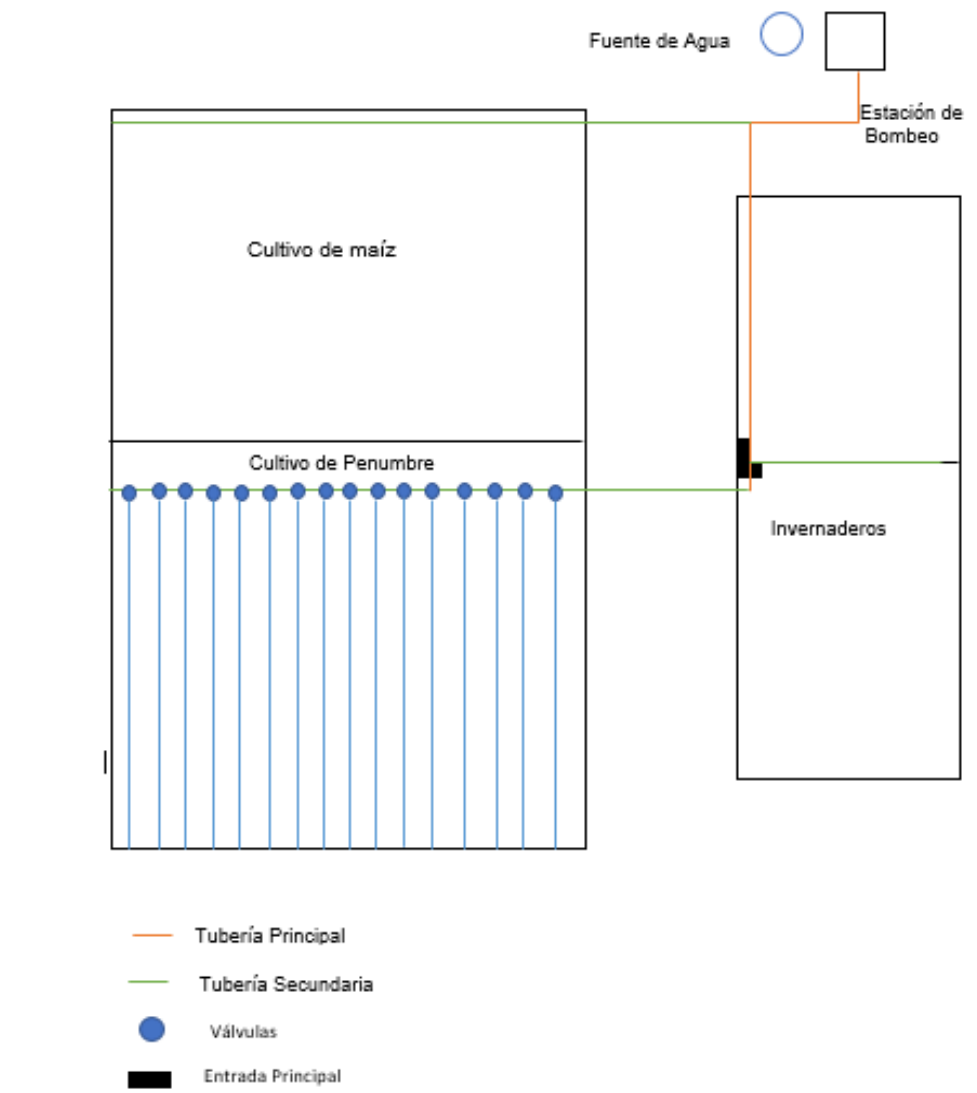


Figura 3. Esquema del sistema de riego por goteo

Para la instalación del sistema de riego se utilizaron los siguientes materiales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Materiales para el sistema de riego

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Adaptador de PVC, diámetro de 1 ^{1/2} "	Unidad	3
2	Codo liso de PVC, diámetro de 1 ^{1/2} "	Unidad	2
3	T lisa de PVC, diámetro de 1 ^{1/2} "	Unidad	2
4	Reductor de 1 ^{1/2} " a 3/4 "de PVC	Unidad	1
5	Taladro de mano con broca de 5/8"	Unidad	1
6	Conector inicial por cinta más empaque	Unidad	19
7	Cinta con gotero integrado marca TORO, cal. 8000, diámetro de 5/8, goteros a cada 20 cm.	Metros	1045
8	Teflón de 3/4"	Rollo	2
9	Pegamento PVC	Tubo	2

10	Mini válvulas	Unidad	19
11	Manguera hidráulica	Metros	20

Se instaló toda la tubería para el sistema de riego por goteo de acuerdo con el manual de operación y mantenimiento de un sistema de riego por goteo.⁸



Figura 4. Instalación del sistema de riego

Las cintillas se colocaron sobre las camas con los goteros hacia arriba (Figura 5). Se conectaron los empaques en cada una de las perforaciones y se unieron los conectores.

⁸http://www.predes.org.pe/predes/cartilla_riegoteo.pdf



Figura 5. Colocación de cintillas

3.3.4 Siembra y trasplante de penumbra

Se sembraron 4 semilleros (200 cavidades cada una), con duración de 15 días, la altura varía entre 5 a 10 cm. El trasplante se realizó a 5 cm de profundidad y colocando 2 plantas por mata. La distancia entre matas fue de 15 cm, la distancia entre hileras fue de 10 cm. El trasplante se realizó en tres bolillo (Figura 6).



Figura 6. Trasplante de penumbra

3.4 Variables de Medición

3.4.1 Altura

Se midió con una cinta métrica la altura (cm) de 15 plantas en cada tratamiento, después de los 17 días del trasplante. Se midió desde la base hasta la yema terminal, cada siete días durante cuatro meses (Figura 7).



Figura 7. Medición de altura de la penumbra (*Callistephus chinensis*).

3.4.2 Numero de botones florales

Los botones florales se contaron después de 41 días del trasplante, fecha cuando empezaron a desarrollar los primeros botones de cada planta, hasta los 110 días que corresponde al corte para su análisis correspondiente en el laboratorio (Figura 8).



Figura 8. Botones de penumbra (*Callistephus chinensis*).

3.4.3 Número de flores

Las flores se contaron cuando los botones estuvieran completamente abiertos. Esto es, cuando las flores liguladas estuvieran completamente extendidas y con ello se observaron las flores tubulares (Figura 9).



Figura 9. Flores de penumbra (*Callistephus chinensis*).

3.4.4 Diámetro floral

A los 71 días de trasplante, se midió con un vernier el diámetro floral externo, se tomaron 15 plantas por tratamiento que tuvieran las flores completamente abiertas (Figura 10).



Figura 10. Diámetro de la flor de penumbra (*Callistephus chinensis*).

3.5 Trabajo en Laboratorio

3.5.1 Análisis vegetal

La colecta de material vegetal se realizó el 23 de agosto del 2018, se analizaron las hojas adultas, jóvenes e inflorescencia para determinar la concentración de nutrimentos. Se utilizaron bolsas de papel estraza, marcador permanente y bitácora de campo. Las muestras se colocaron en bolsas de papel estraza previamente etiquetadas, se introdujeron en una estufa de secado a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Se determinó la concentración de SO_4^- , P, K Ca, Mg, Mn, Cu, Fe y Zn de hojas nuevas, jóvenes e inflorescencia de penumbra (*Callistephus chinensis*) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis vegetal realizados en penumbra (*Callistephus chinensis*).

Variables	Unidad	Método utilizado	Equipo utilizado
P	%	Mediante colorimetría por el método vanadomolibdico	Espectrofotómetro UV GBC modelo CINTRA10
K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Mn,p	%	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Espectrofotómetro ThermoScientific SSI modelo iCE 3000 series
SO ₄ ⁼	%	Método turbidimétrico	Espectrofotómetro UV GBC modelo CINTRA10

3.5.1.1 Solubilización del material vegetal con HNO₃/HClO₄

Se pesaron 0.5 g de las muestras vegetales secas y molidas, se colocaron en tubos Kjendhal adicionando 6 mL de mezcla digestora de ácido nítrico (HNO₃) y ácido perclórico (HClO₄). Los tubos con la mezcla de ácidos se dejaron reposar por 24 h con el digestor Kjendhal a 220 °C. Posteriormente el digerido vegetal se filtró y aforó a 50 mL. Las lecturas se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica (EAA).

3.5.2 Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo al diseño experimental utilizado.

Se realizaron análisis de varianza y prueba de medias de Tukey ($P < 0.05$), con el programa SAS 9.4.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de suelo

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. A continuación, se abordan los resultados correspondientes al muestreo del suelo de cada tratamiento en la localidad de Asunción Ocotlán, Oaxaca.

4.1.1 Textura y Densidad aparente

Los suelos que mostraron 2.87% y 2.11% de materia orgánica fueron suelos de textura franco-arenosa, y el suelo con 2.49% de materia orgánica es un suelo areno francosa (Cuadro 9).

Se observó que la densidad aparente en el suelo aumentó cuando se incrementa la cantidad de arena, y disminuye la densidad aparente cuando se incrementa el contenido de materia orgánica.

Este resultado coincide con lo que mencionan Stine *et al*, (2002) a medida que aumenta la Materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente y viceversa.

En suelos de textura fina la densidad aparente varía entre 1.0 g cm^{-3} y 1.2 g cm^{-3} , mientras que en suelos arenosos es mayor y puede variar entre 1.2 g cm^{-3} y 1.6 g cm^{-3} (Dick, 2005). Esto indica que la densidad aparente de los suelos franco arenoso y areno francosa se encuentra dentro de lo establecido (Cuadro 9).

Cuadro 9. Propiedades físicas y químicas del suelo e interpretaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002).

Tratamiento Materia Orgánica	Composición (%)			Textura	Densidad aparente (g cm ⁻³)	pH	Conductividad Eléctrica (ds m ⁻¹)
	Arena	Arcilla	limo				
2.87%	55.68	4.03	40.29	Franco Arenoso	1.35	7.5	1.57
2.49%	75.12	3.6	21.28	Areno Francosa	1.45	7.9	1.16
2.11%	61.12	3.6	35.28	Franco Arenoso	1.26	7.9	0.9

4.1.2 pH y Conductividad Eléctrica

Los resultados en pH indican que los tratamientos con 2.87%, 2.49% y 2.11% de Materia orgánica son suelos medianamente alcalinos de acuerdo con los criterios de la NOM-021-SEMARNAT-2000, (2002). Entre mayor contenido de materia orgánica el pH asciende y entre menor concentración de materia orgánica, el pH descende. Al respecto, Mora *et al* (2016) mencionan que es más ácido el suelo

en donde la materia orgánica es alta, sin embargo, este comportamiento también depende del material de origen del suelo.

La conductividad eléctrica del suelo con 2.11% de materia orgánica es de efectos despreciable de salinidad, mientras que los suelos con 2.87% y 2.49% de materia orgánica son suelos ligeramente salinos, estos resultados están dentro de las interpretaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002), el cual indica que son suelos normales en cuanto a contenido de sales.

4.1.3 Fósforo

El resultado arrojado en las muestras de suelo en cuanto a la concentración de fósforo por el método de Olsen, de acuerdo con los criterios y clases de la NOM-021-SEMARNAT-2000, (2002) son suelos que se encuentran en la clase alta por tener un resultado por arriba de los 11 mg Kg⁻¹.

La mayor concentración de fósforo se encuentra en el suelo con 2.89% de materia orgánica, el de menor concentración se encuentra en el suelo de 2.47% de materia orgánica. Estos resultados coinciden con lo que menciona Andrades y Martínez (2014) donde la asimilación del fósforo se favorece cuando hay un buen nivel de materia orgánica (Cuadro 10).

4.1.4 Cationes Intercambiables

Se determinó que el Ca es el elemento con mayor concentración cuando el suelo contiene 2.87%, 2.49% y 2.11% de Materia orgánica, De acuerdo con las clasificaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002), este suelo se encuentra en una clase alta para Ca (Cuadro 10).

La concentración de K y Mg fue alta en los suelos con diferente contenido de materia orgánica. Al respecto, la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002) indica que concentraciones mayores a $0.6 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ en K y mayores a $3.0 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ en Mg, pertenecen a la clase alta.

León (2015) menciona que en suelos alcalinos presentan un alto contenido Ca, el cual impide que la planta pueda absorber buena parte de los nutrientes del suelo como B, Cu, Fe y Zn.

Cuadro 10. Cationes intercambiables y fósforo en suelo e interpretaciones de acuerdo a la SEMARNAT-021-2000, (2002).

Tratamiento % M.O.	Cationes intercambiables				Fósforo (P) mg kg ⁻¹
	Na	K	Ca	Mg	
	----- meq 100 ⁻¹ -----				
2.87%	1.599	6.467	11.367	6.402	52.49
Interpretación	Muy baja	Alta	Alta	Alta	Alta
2.49%	1.55	3.229	9.644	3.42	41.99
Interpretación	Muy baja	Alta	Media	Alta	Alta
2.11%	1.902	3.264	20.503	7.403	47.59
Interpretación	Muy baja	Alta	Alta	Alta	Alta

En los suelos con contenido de 2.87% 2.49% y 2.11% de materia orgánica, el Mg fue el segundo elemento con altos niveles de concentración en el suelo. Al respecto, Mikkelsen (2010) menciona que, en suelos alcalinos, el Mg es generalmente segundo en abundancia después del Ca en los sitios de intercambio catiónico. El Mg es antagonista con el K con lo cual la planta puede reducir la absorción de ambos. (Cuadro 10).

Un aporte excesivo de K y Ca puede limitar la absorción de Mg, incluso aunque este estuviese disponible en el suelo, esto es porque K y Ca son antagonistas reduciendo la absorción de Mg.

De acuerdo con las interpretaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002), la concentración de Na en las tres concentraciones de materia orgánica fueron muy bajas en el suelo. Con este elemento no habrá problemas en el suelo por la baja concentración, ya que algunos cultivos no toleran el Na (Cuadro 10).

4.1.5 Micronutrientes

La disponibilidad de los micronutrientes es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas. Cuando existe deficiencia de uno o varios elementos menores, éstos se convierten en factores limitantes del crecimiento y de la producción, aunque existan cantidades adecuadas de los otros nutrimentos (Alarcón,2005).

La NOM-021-SEMARNAR-2000, (2002) clasifica de deficiente, marginal y adecuado los resultados extraíbles de micronutrientes con DTPA. el nivel adecuado de Fe en suelo es de 4.5 mg Kg^{-1} . El fierro se encuentra en nivel

marginal en los suelos con concentraciones de 2.87% y 2.49% de materia orgánica, y deficiente en el suelo con 2.11% de materia orgánica. El Fe al ser un elemento antagonista con el P reduce la adsorción y disponibilidad para la planta. (Cuadro 11).

Se obtuvieron pH de 7.5 y 7.8 en los suelos de la localidad de Asunción Ocotlán, Oaxaca. Castellanos (2000) reportaron que suelos con pH superiores a 7.5 presentan problemas de disponibilidad de Zn y Mn.

Castellanos (2000) menciona que el Mn y Zn en suelos ácidos se hace soluble y está disponible para las plantas, a medida que el pH se acerca a 9.0, disminuye la solubilidad y la disponibilidad. Es por ello por lo que las concentraciones de Mn y Zn son menores en los suelos con pH de 7.8 los cuales son el 2.47% y 2.11% de materia orgánica (Figura 12).

En cuanto a Cu se encontraron niveles de concentraciones bajos en los tratamientos 2.49% y 2.11 % de materia orgánica, estos dos tratamientos se encuentran en la clasificación de deficientes de acuerdo con las interpretaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Micronutrientes en suelos de Asunción Ocotlán, Oaxaca e interpretaciones de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002).

Tratamiento % M.O	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg Kg ⁻¹ -----			
2.87	0.303	2.855	1.535	1.361
Interpretación	Adecuado	Marginal	Adecuado	Adecuado
2.49	0.004	2.788	0.892	0.863
Interpretación	Deficiente	Marginal	Deficiente	Marginal
2.11	0.156	1.898	1.001	1.29
Interpretación	Deficiente	Deficiente	Adecuado	Adecuado

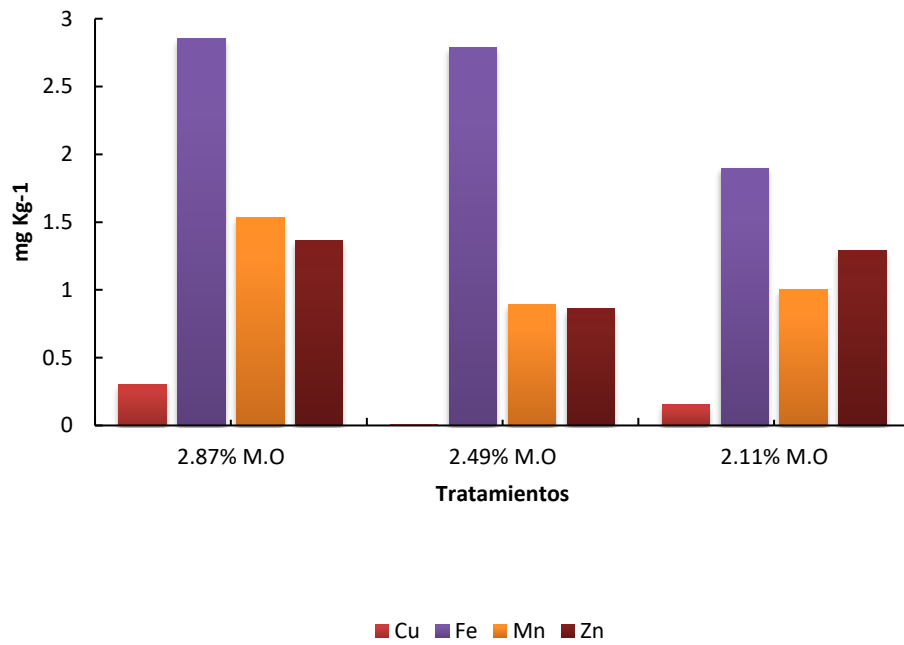


Figura 12. Micronutrientes en suelos de Asunción Ocotlán, Oaxaca, en distintas concentraciones de materia orgánica.

4.2 análisis de Agua

El análisis químico del agua se utiliza básicamente con el propósito de determinar la calidad de ésta para el riego y la tolerancia de los cultivos.

4.2.1 pH y Conductividad Eléctrica

El valor de pH en la muestra de agua fue de 7.1, el pH óptimo para el agua utilizada en riego agrícola debe variar entre 6.5 y 7.5 para obtener mejores rendimientos y una mayor productividad (Romero *et al*/2009). De acuerdo con lo anterior el pH del agua se clasifica como neutra, por lo tanto, los nutrientes tendrán una mejor solubilidad, especialmente fósforo y micronutrientes.

La conductividad eléctrica de la muestra de agua fue de 0.7 dS m⁻¹ esto indica que tiene un contenido medio de sales, este resultado obtenido coincide con los criterios ecológicos CE-CCA-001/89, el cual su parámetro en conductividad eléctrica en agua de riego es de 1 dS m⁻¹ (CNA, 2009).

Con este resultado se puede obtener rendimientos agrícolas adecuados, siempre y cuando se cuente con drenaje eficiente.

4.2.2 Alcalinidad y Cloruros

El agua de riego contiene bicarbonatos y carbonatos que son medidos como alcalinidad del agua, el resultado del muestreo del agua en base al método de titulación con ácido valorado, se determinó solo bicarbonatos disueltos, mientras que los carbonatos no fueron determinados debido a que no hubo reacción con la fenolftaleína, por ello se encontró solo bicarbonatos (HCO_3^-). De acuerdo con este resultado y a Sarabia *et al* (2011), el bicarbonato (HCO_3^-) en la muestra analizada se encuentra en un nivel por debajo del mínimo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Cloruros y Carbonatos en agua de riego de Asunción Ocotlán, Oaxaca e interpretaciones de Sarabia *et al* (2011).

Parámetros	Muestra de Agua mg L ⁻¹
Cl ⁻	0.53
Interpretación	Mínimo
HCO_3^-	5.8
Interpretación	Mínimo

En cloruro (Cl^-) se encontró 0.53 meq L^{-1} , este resultado se comparó con los criterios ecológicos CE-CCA-001789 para riego agrícola (CAN, 2009), donde el parámetro máximo es de $147.50 \text{ meq L}^{-1}$, mientras que Sarabia *et al.*, (2011) indican que el parámetro mínimo es de 9.7 mg L^{-1} . Con esto se indica que el contenido de cloruro (Cl^-) en el agua es muy baja, por lo tanto, se considera de buena clase y no se tendrá problemas de toxicidad siendo el agua segura para el cultivo (Cuadro 12).

4.2.3 Cationes Intercambiables

El Ca^{2+} predomina por tener un nivel alto de concentración en esta muestra, se encontró niveles de K^+ con 4.35 mg L^{-1} , y Mg^{2+} con 55.93 mg L^{-1} , mientras que Na^+ no fue detectable, Sarabia *et al.* (2011), menciona que el Ca^{2+} y Mg^{2+} se encuentra en una concentración media, y una concentración mínima para K^+ (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cationes intercambiables en agua para riego e interpretaciones de acuerdo con Sarabia *et al* (2011).

Parámetro	Muestra de agua mg L ⁻¹
K ⁺	4.35
Interpretación	Mínimo
Ca ²⁺	114.72
Interpretación	Promedio
Mg ²⁺	55.93
Interpretación	Promedio

4.2.4 Micronutrientes y Plomo

En micronutrientes el cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn) y plomo (Pb) no fueron detectables, mientras que en Hierro (Fe) se encontró 0.68 mg Kg⁻¹, para hierro la concentración ideal es de 5.0 mg Kg⁻¹ de acuerdo con los criterios ecológicos CE-CCA-001/89 (CNA, 2009). Estos resultados indican que el agua ocupada para riego tiene muy baja concentración de Cu, Mn, Zn y Pb.

CONAGUA (2013) menciona que el valor óptimo de plomo es de 0.5 mg Kg⁻¹, sin embargo, en la muestra analizada no se manifestó este elemento en el agua, por ende, no habrá problemas en el crecimiento por este elemento.

4.3 Variables evaluadas

El análisis de varianza resultó altamente significativo ($\alpha < 0.0001$) para las variables Altura, Número de flores, y Diámetro floral; significativo ($\alpha = 0.0169$) para número de botones (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza de variables.

FV	Gl	Altura	Núm. Flores	Núm. Botones	D. Floral
Trat	2	**	**	*	**
Error	42				
Total	44				

** Altamente significativo ($\alpha = 0.0001$)

* Significativo

Las plantas que mostraron significativamente mayor producción en número de flores fueron aquellas que crecieron en suelos con 2.87% de materia orgánica.

Cuadro 15. Variables de penumbra (*Callistephus chinensis*) después de 110 días de siembra (promedios de 15 repeticiones).

Cantidad de materia orgánica	Altura (cm)	Número de Flores	Número de Botones	Diámetro Floral (cm)
2.87%	80.53 a	7 a	5 a	7.18 a
2.47%	44.00 b	3 b	2 b	6.89 b
2.11%	42.80 b	2 b	2 b	4.34 b

Valores con letras iguales dentro de cada columna no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$)

La altura de la planta, el número de flores, el número de botones florales disminuyeron significativamente al pasar de 2.87% de materia orgánica contenida en el suelo, a 2.47% y 2.11%. Lo anterior significa que la planta creció y produjo más flores cuando el suelo mostró mayor contenido de materia orgánica, debido muy probablemente a que las plantas tuvieron mayor contenido de nutrientes disponibles y menor densidad aparente.

Las variables altura y diámetro floral fueron significativamente mayores en el cuándo el suelo presentó 2.87% de materia orgánica, seguido del 2.47% y 2.11% de materia orgánica.

El mayor número de botones se obtuvo en el suelo con 2.87% de materia orgánica, en los tratamientos se observa que las variables disminuyen de acuerdo con el contenido de materia orgánica, sin embargo, en esta variable el segundo en contener mayor número de flores es el tratamiento 2.11% de materia orgánica a pesar de ser el tratamiento con menor cantidad de materia orgánica.

La planta de penumbra crece con una rama principal y secundarias, de la cual, en la última semana de haber tomado los datos, se encontró que la producción en altura va desde los 43 hasta los 96 cm, con un número de flores que va desde

1 hasta 15 flores, teniendo de 1 hasta 10 botones florales y un diámetro promedio de 1.4 hasta 8.5 cm por flor.

4.3.1 Sulfatos

Los cultivos adsorben S principalmente en forma de SO_4^- (Saito, 2004), se realizó el método turbidimétrico mediante el uso de cloruro de bario y de espectrofotómetro UV-VIS (EUV-VIS), para determinar la concentración de sulfatos en hojas adultas, jóvenes e inflorescencia de penumbra (*Callistephus chinensis*).

El S al ser un elemento inmóvil no tiene la capacidad de traslocarse de una parte a otra de la planta, cuando el suministro desde la raíz de este elemento disminuye, la concentración en las hojas jóvenes se reduce, mientras que en las hojas adultas la concentración se mantiene alta (Marschner H. 1995), por ello el S se encontró en mayor concentración en las hojas adultas, que, en hojas jóvenes.

En cuanto a los resultados de la extracción de SO_4^{-2} en la inflorescencia en la etapa de corte, se tuvieron valores por debajo de los 600 mg Kg^{-1} , con este resultado confirmamos que las concentraciones de S se encuentran más en las hojas que en la inflorescencia.

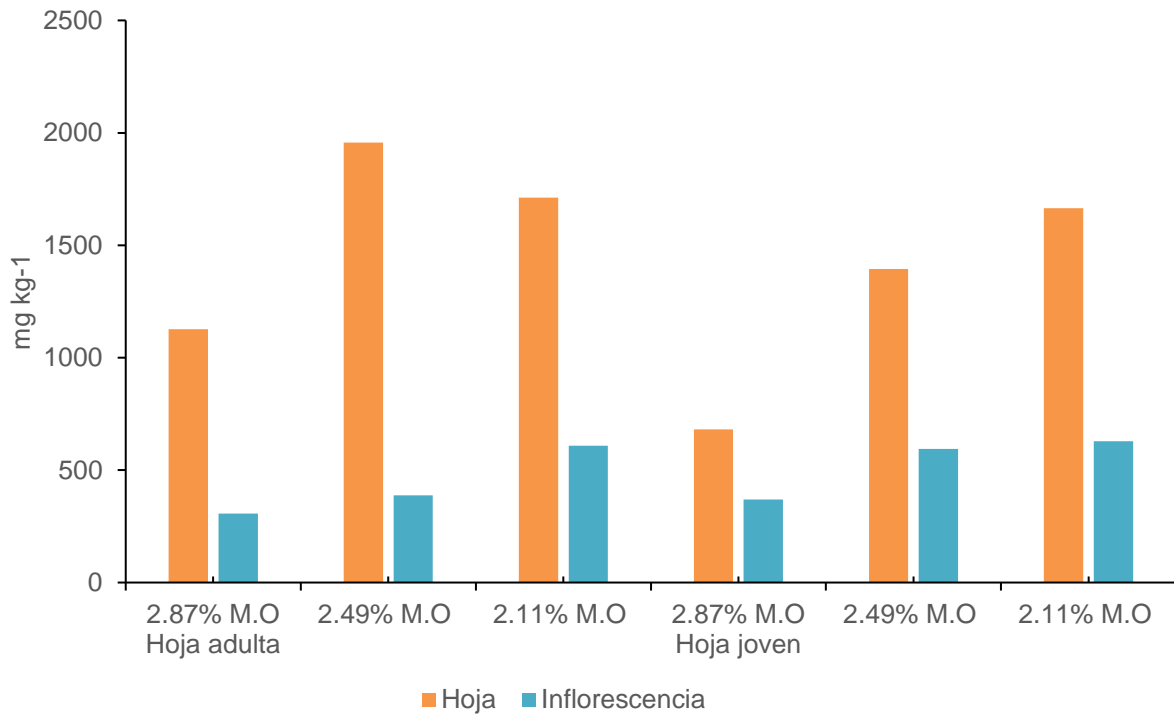


Figura 13. Sulfatos en hojas adultas, jóvenes e inflorescencia de penumbra (*Callistephus chinensis*).

4.3.2 Fósforo

El nivel de concentración más alto de fósforo está en las hojas jóvenes del suelo con 2.49% de materia orgánica. Comparando las hojas adultas de las jóvenes los

niveles altos de fósforo se encuentran en hojas jóvenes, por ser un elemento móvil, las hojas jóvenes retienen mayor concentración al presentar una menor

disponibilidad de fosforo en la planta, esto se debe a que el fósforo tiene un papel importante en la fotosíntesis y la respiración (Figura 14).

Este resultado coincide con los de Salisbury *et al* (1992) mencionan que el fósforo se encuentra en mayor proporción en las hojas seguido de las flores y semillas en desarrollo.

El fósforo es un elemento que es antagonista con K, Fe, Cu y Zn lo que puede provocar que la planta reduzca la absorción de los elementos ya mencionados, ocasionando problemas para un buen desarrollo de la planta.

4.3.3 Cationes Intercambiables

El Na^+ al ser un elemento muy móvil los niveles más altos se encuentran en las hojas jóvenes. La absorción de grandes cantidades de sodio por las raíces puede crear dificultades para la toma de otros elementos como el potasio o el fósforo (Barry, 2000).

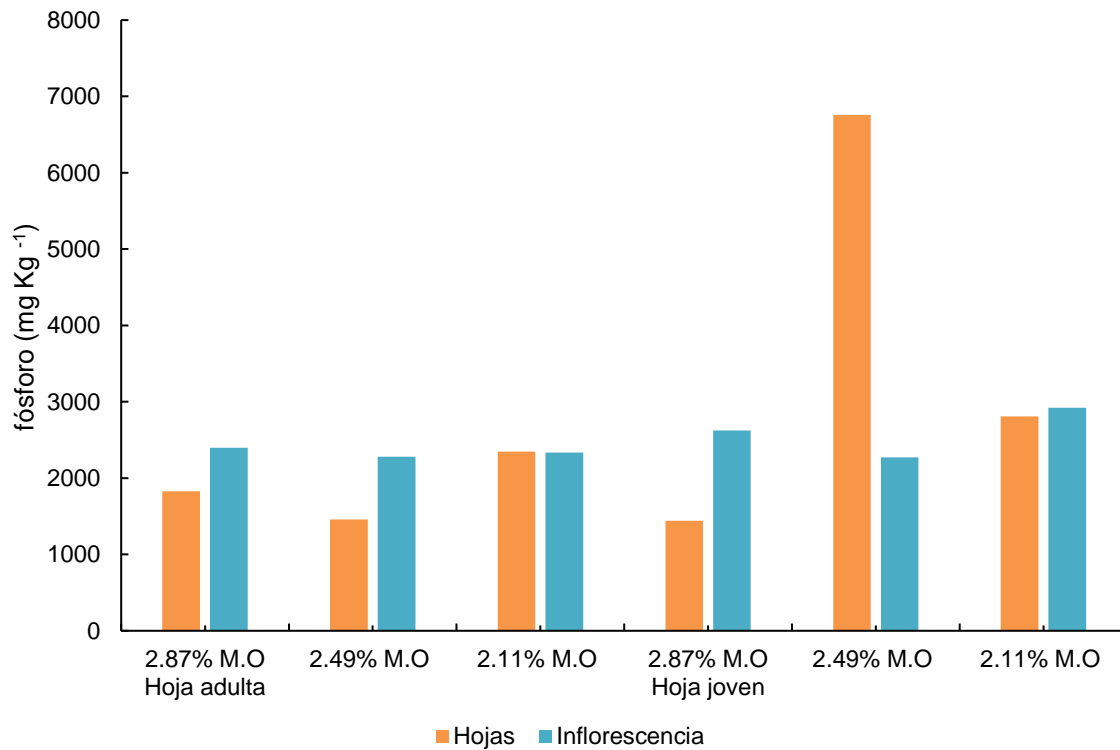


Figura 14. Fósforo en hojas adultas, jóvenes e inflorescencia de penumbra (*Callistephus chinensis*).

4.3.3.2 Potasio

Epstein y Bloom (2014) indican que los niveles de concentración adecuados para K^+ es de 10 000 mg Kg⁻¹, este elemento es absorbido en grandes cantidades por las plantas (León, 2015).

Este nutriente es muy importante en concentraciones óptimas para un buen desarrollo en cultivos de flores de corte (León, 1994). Elementos como fósforo (P), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Calcio (Ca) son elementos antagonistas lo que indica que el aumento por encima de la concentración óptima de alguno de estos elementos reduce la absorción, distribución y función del potasio (K^+) en la planta.

Las concentraciones de potasio fueron por arriba de los $10\ 000\ \text{mg}\ \text{Kg}^{-1}$ en hojas superando el nivel adecuado, sin embargo, un exceso de potasio (K^+) puede dificultar la absorción de calcio (Ca), magnesio (Mg) y zinc (Zn) a pesar de estar disponible en el suelo. Este elemento tiene la función de ser osmorregulador lo que se refiere a la abertura y cierre de estomas. Por ser un elemento móvil se encontró niveles de concentración mayores en hojas y menores en la inflorescencia (Figura 18).

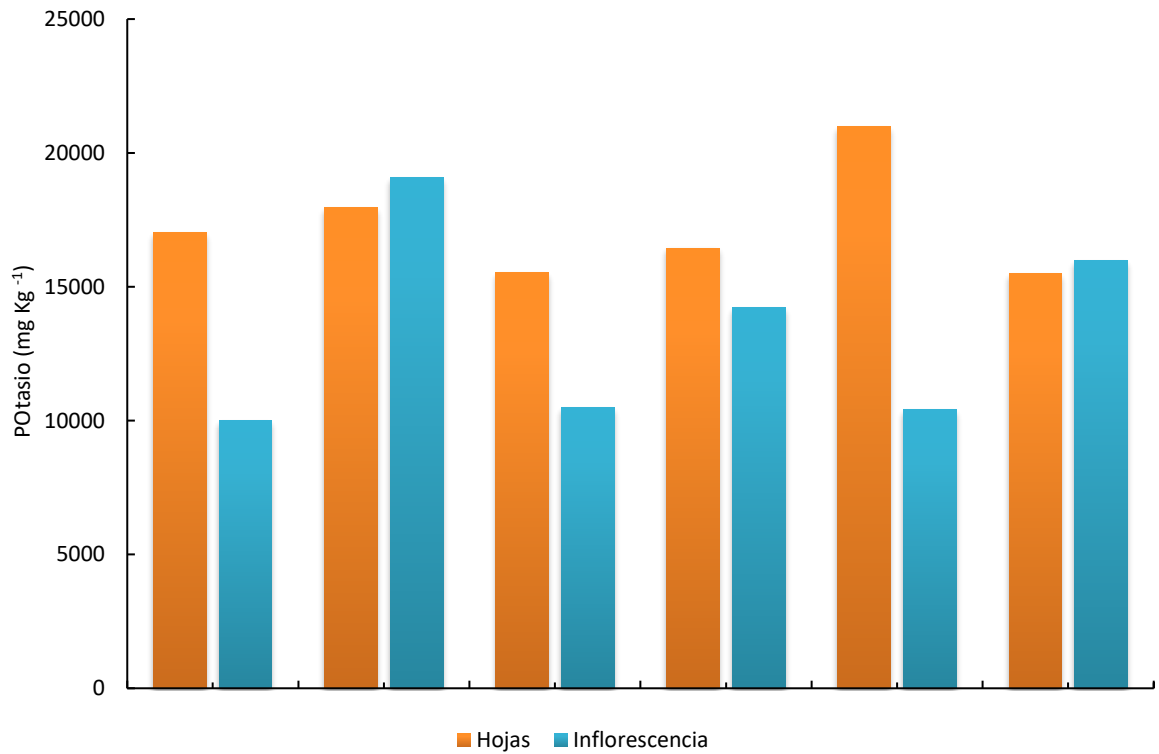


Figura 18. Potasio (K⁺) en hojas e inflorescencia de penumbra (*Callistephus chinensis*).

Estos resultados se compararon con los resultados de investigación de Valdez *et al.* (2015) en crisantemo, mencionan que la mayor acumulación de K⁺ se registraron en los últimos días del ciclo de cultivo, donde la mayor parte de K⁺ absorbido se acumuló principalmente en los tallos y hojas seguido por la inflorescencia.

4.3.3.3 Magnesio

Epstein y Bloom (2014), mencionan que las concentraciones de Mg^{2+} en la planta es de $2\ 000\ mg\ Kg^{-1}$, los resultados para hojas nuevas, jóvenes e inflorescencia fueron más de $2\ 000\ mg\ Kg^{-1}$, en los suelos que presentaron diferente concentración de materia orgánica (Figura 19).

Al tener concentraciones altas puede que este elemento no esté en su mayor disponibilidad por la planta, ya que al encontrar concentraciones altas de K^+ en el suelo afecte la disponibilidad y absorción de Mg^{2+} en la planta.

Valdez *et al.* (2015), mencionan que este elemento al igual que k^+ en crisantemo, la mayor parte de Mg^{2+} absorbido se acumula principalmente en los tallos y hojas seguido por la inflorescencia.

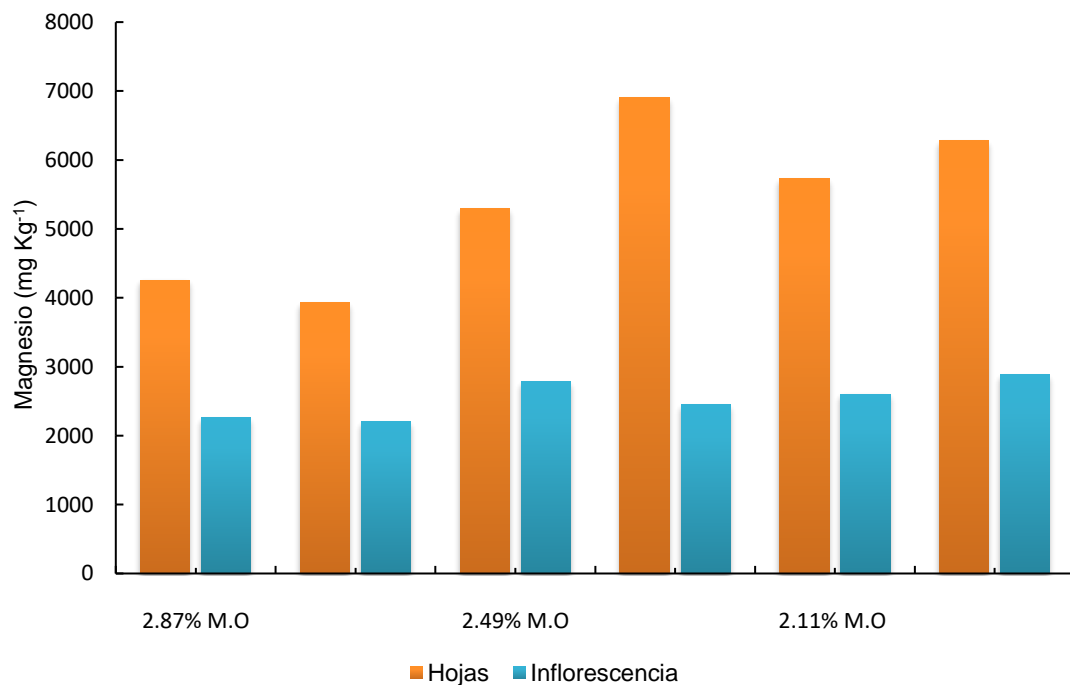


Figura 19. Absorción de Magnesio en hojas e inflorescencia en penumbra (*Callistephus chinensis*)

4.3.3.4 Calcio

Epstein y Bloom (2014), mencionan que el nivel de concentración de Ca^{2+} es de 5 000 mg Kg⁻¹, en las hojas nuevas y jóvenes sobrepasan la concentración, mientras que en la inflorescencia los niveles de concentración son por debajo de 5 000 mg Kg⁻¹. Acuña *et al.* (2006) mencionan que los valores más altos de Ca^{2+}

se encuentran en las hojas, en la etapa de inicio del crecimiento de la inflorescencia.

4.3.4 Micronutrientes

Epstein y Bloom (2004) mencionan que el nivel adecuado de Hierro (Fe) es de 100 mg kg⁻¹, En las hojas, casi todo el hierro se encuentra en los cloroplastos, donde juega un papel importante en la síntesis de proteínas (Kofranek,2004). Por lo que, en los resultados, el Fe fue el elemento con mayor concentración en las hojas que en las inflorescencias sobre el nivel óptimo (Cuadro 13).

Cuadro 13. Micronutrientes en hojas y flores de penumbra (*Callistephus chinensis*).

Hoja	Contenido de materia orgánica en el suelo (%)	Cu	Hojas		
			Fe	Mn	Zn
mg kg ⁻¹					
	2.87	8.29	219.35	61.14	16.22
adulta	2.49	12.03	779.42	97.71	103.66
	2.11	17.94	691.66	85.38	215.31
	Promedio	12.75	563.47	84.87	111.73
joven	2.87	7.05	87.62	17.75	18.87
	2.49	7.75	60.44	10.32	22.71
	2.11	6.22	78.82	18.61	22.74
	Promedio	7.00	75.62	15.56	21.44
		2.87	9.63	155.48	35.16
inflorescencia	2.49	9.37	110.10	35.53	58.60
	2.11	8.30	110.85	25.73	48.13
	promedio	9.1	125.47	32.14	154.65

Epstein y Bloom (2004) indican que el nivel adecuado en Cu es de 6 Mg Kg^{-1} , los resultados indican que la mayor concentración de Cobre (Cu) están en las hojas adultas (Cuadro 12).

El cobre ayuda a intensificar el sabor y el color en las flores. Es por ello que la concentración de cobre en flores va de 5.9 a 14.54 mg Kg^{-1} , a pesar de tener concentraciones arriba de lo adecuado y por ser suelos medianamente alcalinos, esto provoca la reducción de la solubilidad y la absorción del cobre (Kofranek, 2004)

Epstein y Bloom (2004) indican que el nivel adecuado de Manganeseo (Mn) en la planta es de 50 mg kg^{-1} . La deficiencia de manganeseo puede surgir cuando el pH del suelo es superior a 6.5, pues dicho elemento es fijado y pierde disponibilidad para su absorción.

Los resultados para Mn en hojas son superiores a lo adecuado, mientras en flores los niveles de concentración están por debajo del nivel óptimo, es decir, que este resultado coincide con lo que menciona Kofranek, (2004) por el simple hecho de que el Mn contribuye al funcionamiento de varios procesos biológicos, incluyendo la fotosíntesis, es por ello que la mayor concentración se encuentre en las hojas (Cuadro12).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La penumbre (*Callistephus chinensis*) es una planta ornamental que se siembra durante todo el año, sin embargo, tiene temporadas de mayor demanda, las cuales son en los meses de noviembre y diciembre. Es una flor que tiene mucha demanda en la población y en los pueblos de alrededor por ser una flor con una gama de colores atractivas y su vida de anaquel va desde los 5 a 7 días.

El primer tratamiento de materia orgánica del 2.87% respectivamente del cultivo de Penumbre (*Callistephus chinensis*) sus propiedades físicas y químicas del suelo son las siguientes en su composición el suelo tiene 55% de arena, 4.03% de arcilla y 40.29% de limo, teniendo una textura Franco Arenoso, su densidad

aparente es de $1.35 \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$, su Conductividad eléctrica de $1.57 \text{ (ds m}^{-1}\text{)}$, su pH es de 7.5 y de fósforo de $52.49 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, en cuanto a cationes intercambiables las concentraciones de sodio son de $1.59 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, calcio de $11.36 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, potasio de $6.46 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$ y magnesio de $6.40 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, en cuanto a micronutrientes en este suelo las concentraciones de cobre son de $0.30 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, Hierro de $2.85 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, manganeso $1.53 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$ y zinc de $1.36 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$.

El segundo tratamiento de materia orgánica del 2.49% respectivamente del cultivo de Penumbre (*Callistephus chinensis*) sus propiedades físicas y químicas del suelo son las siguientes en su composición el suelo tiene 75.12% de arena, 3.6% de arcilla y 21.28% de limo, teniendo una textura Arenosa Franca, su Densidad aparente es de $1.45 \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$, su Conductividad eléctrica de $1.16 \text{ (ds m}^{-1}\text{)}$, su pH es de 7.8 y de fósforo de $41.99 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, en cuanto a cationes intercambiables, las concentraciones de sodio son de $1.55 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, calcio de $9.64 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, potasio de $3.22 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$ y magnesio de $3.42 \text{ (meq } 100^{-1}\text{)}$, en cuanto a micronutrientes en este suelo las concentraciones de cobre son de $0.004 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, Hierro de $2.78 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$, manganeso $0.89 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$ y zinc de $0.86 \text{ (mg Kg}^{-1}\text{)}$.

El ultimo tratamiento de materia orgánica del 2.11% respectivamente del cultivo de Penumbre (*Callistephus chinensis*) sus propiedades físicas y químicas del suelo son las siguientes en su composición el suelo tiene 61.12% de arena, 3.6%

de arcilla y 35.28% de limo, teniendo una textura Franca Arenosa, su Densidad aparente es de 1.26 (g cm^{-3}), su Conductividad eléctrica de 0.9 (ds m^{-1}), su pH es de 7.8 y fósforo de 47.59 (mg Kg^{-1}), en cuanto a cationes intercambiables, las concentraciones de sodio son de 1.90 ($\text{meq } 100^{-1}$), calcio de 20.50 ($\text{meq } 100^{-1}$), potasio de 3.26 ($\text{meq } 100^{-1}$) y magnesio de 7.40 ($\text{meq } 100^{-1}$), en cuanto a micronutrientes en este suelo las concentraciones de cobre son de 0.15 (mg Kg^{-1}), Hierro de 1.89 (mg Kg^{-1}), manganeso 1.001 (mg Kg^{-1}) y zinc de 1.29 (mg Kg^{-1}).

En el análisis de agua tenemos como resultado un ph de 7.1 con una conductividad eléctrica de 0.7 dS m^{-1} , en alcalinidad el bicarbonato (HCO_3^-) es de 5.8 mg L^{-1} , mientras que el cloro (Cl^-) es de 0.53 mg L^{-1} , los niveles de concentración que tiene el agua en cationes intercambiables en calcio es de 114.72 mg L^{-1} , potasio de 4.35 mg L^{-1} y magnesio de 55.93 mg L^{-1} el sodio no fue detectado.

Los elementos de cobre, manganeso, zinc y plomo no están disponibles en el agua, solo el hierro está en una concentración de 0.68 mg L^{-1} .

La penumbra (*Callistephus chinensis*) en los diferentes órganos de la planta (hoja adulta, joven e inflorescencia) tiene mayor concentración de sulfato en las hojas adultas que en las jóvenes, mientras que en la inflorescencia está por debajo 628.42 mg Kg^{-1} . En cuanto a fósforo se encuentra altos niveles de concentración únicamente en el tratamiento 2.49% de materia orgánica solo en la hoja joven,

mientras que en los tratamientos 2.87 y 2.11 % de materia orgánica las concentraciones de fósforo en hojas adultas e inflorescencia son similares.

En los cationes intercambiables solo el sodio está en concentraciones altas en las hojas jóvenes, mientras que el potasio, magnesio y calcio se encuentra mayor concentración en las hojas que en la inflorescencia.

En los micronutrientes el cobre, hierro, manganeso y zinc estos elementos se encuentran en mayor concentración en las hojas adultas.

5.2 Recomendaciones

Al tener un suelo superior al pH adecuado provoca que algunos nutrientes no sean solubles al suelo y que el cultivo tenga problemas de deficiencias, crecimiento y desarrollo de sus flores, las cuales son las más importantes para su venta, lo adecuado es bajar el pH del terreno hasta el rango adecuado, lo recomendado es agregar mayor contenido de materia orgánica en todo el terreno para que su pH sea de 6.4 y obtener un buen crecimiento, la tolerancia de la penumbra (*Callistephus chinensis*) en cuanto a sales es media por lo cual la conductividad eléctrica encontrada en el suelo es adecuada para el cultivo.

Hay elementos que sobrepasan los niveles adecuados de concentración, por lo que algunos elementos son antagónicos lo que provoca la reducción de otros, lo que provoca que exista alguna deficiencia, mientras que otros elementos al tener una mayor concentración favorecen la absorción de otros, es por ello, que debemos hacer un diagnóstico nutricional constantemente para valorar los nutrientes que estén en el suelo y equilibrarlos para que el cultivo pueda absorber en cantidades adecuadas los nutrientes y se desarrolle adecuadamente.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

Acuña, G. Ochoa, M. García, R. Mejía, E. y Mora. G. 2006. Producción y calidad comercial de flor de crisantemo. Terra Latinoamericana. Vol. 24, núm. 4 Octubre- diciembre, pp.541-548. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.

Alarcón, A. L. 2005. Diagnóstico Agrícola. Edita: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (Cartagena-Murcia).

Alcántar González y Libia I. Trejo–Téllez (coords.). 2009. Nutrición de cultivos. Editado por el Colegio de Posgraduados y Mundi–Prensa. México, D. F. 454 p. ISBN 978–968–7462–48–6. Reimpresión del 2010.

Andrades Marisol y Martinez Elena. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. Editado Universidad de las Rojas, tercera edición. P-19.

Barry, C. 2000. Hidroponía: Soluciones Nutritivas. Boletín Informativo Número 7 Abril - Junio Año 2000. <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin7.htm> Consultado en enero, 2020.

Buckman, H.O y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Montaner y Simón, S.A., Barcelona. 590 p.

Campbell, C.R. 2000. Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States. N.C. Department of Agriculture and Consumer Services. Disponible en: <http://www.ncagr.gov/agronom>.

Castellanos, R. J. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. Ed. Intagri. Celaya, Gto. México. 186 p.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2013. Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2013, Comisión Nacional del Agua. Ley. Tlalpan, Ciudad de México, México, 94 pp.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2009. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. Diario Oficial de la Federación. 27 de noviembre de 2009. México

DICK, R.P. 2005. Suelo Biológica, química y dinámica física durante la transición a los sistemas de semillas de pasto para el manejo de residuos térmicos. Disponible en: <http://gscssa.wsu.edu/progress/00/100.htm>. (Consultado en Julio de 2005)

Epstein, E. and A.J. Bloom. 2014. Mineral Nutrition of Plants: principles and perspectives. 2. Ed. Sunderland: Sinauer Associates.

- Etchevers, J.D., P. Anzástiga, V. Volke y G. Etchevers. 1999 Correlación y calibración de métodos químicos para la determinación de fósforo disponible en suelos del estado de Puebla. *Agrociencia* 65: 161-178.
- Kofranek, A. M. 2004. Crisantemos de corte. pp. 3-42. In: R. A. Larson (ed.). *Introducción a la floricultura*. 3a ed. AGT Editores. México, D. F.
- León, L. A. 1994. Evaluación de la fertilidad del suelo. En: *Fertilidad de suelos*. Silva M., F. (ed.). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, p. 154-186.
- León, L. A. 2015. Evaluación de la fertilidad del suelo. En: *Fertilidad de suelos*. Silva M., F. (ed.). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, p. 154-186.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed. Academic Press, Inc., London.
- Medina N, Borges GJ, Soria FL. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2010; 219-228
- Mora, J., Alcalá, M., y Rosas M. 2016. Comportamiento de materia orgánica y pH Con la profundidad del suelo. León, Guanajuato.
http://congresos.cio.mx/13_enc_mujer/cd/cd_congreso_mujer_XIII/archivos/resumen/S5/S5-BYQ09.pdf
- Mikkelsen, R. 2010. Soil and fertilizer. Magnesium. *Better Crops* 94:26-28.
- Mundo, O. J., (2006). *El Vivero Ornamental*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.

Munson, R.D., y W.L. Nelson. 1986. Principles and Practices in Plant Analysis.

En: Walsh L.M. y J.D. Beaton (Eds.). Soil Testing and Plant Analysis. 6th Ed. SSSAJ. Madison, Wisconsin, USA: 223-248.

NOM-021-RECNAT-2000.2002. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.

Ortiz, M. E. y Larqué, S. A. (1999). "El uso de reguladores de crecimiento en la floricultura mexicana", Ciencia y Desarrollo 148: 28-39.

Plaster, E. J. (2000). La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo. Madrid. 419 pp.

Ramírez, H. J. J.; García, V. R. y González, D. J. G., (2010). "Anales de Economía Aplicada 2010. Condiciones de Producción de los Pequeños Floricultores en el Sur del Estado de México: Villa Guerrero y Tenancingo". pp. 900-925.

Romero, M.P., Santamaría, D.M., & Zafra, C.A. 2009. Bioengineering and soil: microbiological abundance, ph and electrical conductivity under three strates of erosion. Umbral Científico. (15), 67-74

Saito, K. 2004. Sulfur assimilatory metabolism. The long and smelling road. Plant Physiology. 136(1):2443- 2450.

- Sahlin, A., (1990). Mejoramiento de la administración y las capacidades de gestión de los empresarios en pequeña escala. Pequeñas empresas de elaboración de productos del bosque. Roma, Italia.
- Salisbury, F., Ross, C. 1994. Fisiología Vegetal. Cuarta edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. México, D.F. pp. 3-177.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Información Agropecuaria (SIAP).
- Salazar, F. Juárez, P. 2012. Requerimiento Macronutricional en Plantas de Chile (*Capsicum annum* L.). Revista Bio Ciencias ISSN 2007-3380. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Jalisco, México. 28-29 p.
- Sarabia, M. Cisneros, A. Aceves, J. Duran, G. y Castro, L. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del valle de san Luis Potosí, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Vol. 27, num. 2, 2011, pp.103-113. Universidad Nacional Autónoma de México.
- STINE, M.A; WEIL, R.R. 2002. La relación entre la calidad del suelo y la productividad de los cultivos en tres sistemas de labranza en el centro sur de Honduras. Revista estadounidense de agricultura alternativa 17: 2-8.
- Valdez, L.Hernandez, A. Camarilo, D. y Cruz, A. 2015. Diseño de un programa de fertilización para crisantemo en base a extracción de macronutrientes. Revista

Mexicana de ciencias agrícolas. Vol. 6. Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro.

9.1 Referencias electrónicas

1 www.ballsb.com/datasheets/CatES_7_4.pdf

2 www.plantasyjardines.es/callistephus-chinensis

3. <https://natureduca.com/botanica-flores-ornamentales-aster-de-china.php>

⁴www.Sakatornamentals.com

⁵<http://www.plantasyjardines.es/callistephus-chinensis/>

⁶ <https://www.naturalista.mx/taxa/159684-Callistephus-chinensis>

⁷[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=50
1140#nul](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=501140#nul)

⁸www.transparenciapresupuestaria.oaxaca.gob.mx/pdf/.../007_asuncion_ocotlan.pdf