

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMÍA**



Respuesta del Limón Persa Crecido en Contenedores a Fertilización de  
Presiembra, Fertirriego y Fertilizantes Organominerales

Por:

**CLAUDIO IVAN BALBUENA JAIME**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Enero del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta del Limón Persa Crecido en Contenedores a la Fertilización de  
Presiembra, Fertirriego y Fertilizantes Organominerales

Por:

**CLAUDIO IVAN BALBUENA JAIME**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Asesor Principal

Ing. Claudio Balbuena Román  
Coasesor

M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez  
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Enero del 2013



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A dios:**

Agradezco de todo corazón a Dios; por las bendiciones que me ha dado para llegar felizmente a este día, y le pido que con su luz me guíe y me acompañe a lo largo de mi vida

### **A mi alma terra, mater:**

Por permitirme ser un buitre más que culminan sus estudios profesionales, en esta máxima casa de estudios “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”. Por todo lo aprendido en cada una de sus aulas.

### **Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera**

Por todo el apoyo recibido desde el primer día que llegue a esta universidad, a los consejos, a las clases impartidas, conocimientos, y a la realización de este trabajo de investigación.

### **Al M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez**

Por todo el apoyo recibido durante toda mi estancia en la institución, a los consejos, conocimientos y a la realización de este trabajo de investigación.

### **Al M.C. Alfonso Rojas Duarte**

Por las clases impartidas duran la carrera y por ser parte de este jurado

### **A todos mis amigos de la UAAAN**

Con los que viví momentos buenos y malos, Claudia Borjas, Deysi Vázquez, Martín Tucuch, Fidel Solís, Francisco Martínez, Evaristo Campos, Salvador Paredes, Miguel García, Beatriz Contreras, Pablo Romero, Gerardo Sánchez, Carlos Ramos, Agustín Zamudio, Michel Franco, Esteban Torres, Cesar Anrrubio.

## DEDICATORIA

### **A mis padres:**

Por la dicha de darme la vida, por todas esas enseñanzas, por todos los momentos a su lado. Gracias por todo el apoyo que siempre me han brindado para cumplir mis metas, mis objetivos, mis sueños. **A mi Padre**, porque gracias a su ejemplo y la educación que me inculco este día culmino mi Carrera Profesional.

Al ser humano más maravilloso del mundo que supo: encaminar mis rebeldías, perdonar mis errores, consolar mis tristezas, compartir mis sueños, saborear mis logros, por todos sus esfuerzos y sacrificios que me han permitido crecer como persona y superarme cada día, porque nunca estuve solo en aquella tiniebla que me agobio . No es fácil llegar, hay sacrificios, lucha y deseo, pero sobretodo apoyo como el que he recibido día con día. Ahora mas que nunca expreso mi cariño, admiración y respeto. Madre gracias por estar siempre a mi lado

### **A mis hermanos**

Yo sé que fue mucho tiempo en el que no estuve con ustedes, pero quiero que esto les sirva de ejemplo, que todo lo que se propongan lo pueden lograr estén gran sueño que hoy termino, ustedes algún día lo terminaran. Los quiero hermanos Brenda, Osvaldo y Diego.

### **A mis abuelitos**

Son como unos padres para mí, por eso mismo este gran triunfo que hoy termina se los dedico mama Juana y papi Gume.

A ti que lastima que ya no pudiste ver este logro para mí pero sé que desde el cielo tú lo estás conmigo abue socorro.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del vivero de cítricos Balbuena, este se encuentra ubicado en la colonia Cuautlixco del municipio de Cuautla, Morelos, durante el periodo de 21 de noviembre de 2011 al 7 de julio de 2012. Los objetivos de la investigación fueron; determinar una dosis de nutrición para plantas de limón persa, demostrar el efecto positivo que tiene la fertilización de presembrado sobre la producción de plantas de calidad y determinar la influencia del uso de fertilizantes inorgánicos y la combinación de estos con los fertilizantes organominerales (OM).

Las plantas se establecieron en bolsas negras de polietileno, en donde el sustrato utilizado fue tierra lama. Para la evaluación de los tratamientos en su etapa fenológica de desarrollo y considerando, que no se tenían condiciones homogéneas, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, A x B x C (2x4x4), donde se obtuvieron 32 tratamientos con 5 repeticiones y con un total de 160 unidades experimentales.

**Factor A** (presembrado):

**A1:** sin fertilización de presembrado, **A2:** con fertilización de presembrado, manejando los niveles 75 ppm de N, 50 ppm de P y 100 ppm de K.

**Factor B** (ppm de fertilizante en el fertirriego, con base en la formula 100-50-75)

**B1:** sin fertirriego (solo agua), **B2:** con fertirriego a una concentración de 500 ppm, **B3:** con fertirriego a una concentración de 1000 ppm, **B4:** con fertirriego a una concentración de 2000 ppm.

**Factor C** (concentración de fertilizantes organominerales):

**C1:** sin uso de fertilizantes organominerales, **C2:** dosis de organominerales de 0.25 cc, **C3:** dosis de organominerales de 0.50 cc, **C4:** dosis de organominerales de 1.0 cc.

Las variables evaluadas fueron: número de crecimientos (NC), diámetro de tallo (DT), altura de planta (AP), diámetro de tallo crecimiento secundario (DTCS), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH).

Los resultados para el número de crecimientos fueron los siguientes, incrementando la concentración de los fertilizantes hasta 1000 ppm, sin usar una fertilización de presembrado y la combinación con 0.25 cc de fertilizante organomineral por litro, se obtiene un mayor número de crecimientos en las plantas. Para la variable diámetro de tallo, en la interacción de factores no se encontraron respuestas estadísticas significativas, esto nos indica que el comportamiento de los factores es independiente. Los mejores resultados para la altura de planta son, la combinación de la concentración de los fertilizantes hasta 500 ppm y una concentración de organominerales de 0.5 cc/L.

La utilización de una fertilización de presembrado, concentración alta de fertilizantes y fertilizante organomineral se satura de sales el sustrato y como consecuencia las plantas muestran un pobre crecimiento, por eso el diámetro de tallo crecimiento secundario es menor. Obteniendo como mejor longitud de hojas, la aplicación de 0.50 cc/L de fertilizante organomineral sin utilizar una fertilización de presembrado. Si se le aplica una fertilización de presembrado y una dosis alta de organominerales disminuye la longitud y ancho de las hojas.

**PALABRAS CLAVE:** limón persa, ppm, fertilizante organomineral, fertirriego.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
Clasificación taxonómica .....	4
Descripción botánica .....	5
Condiciones ambientales .....	6
Luz .....	6
Temperatura .....	6
Humedad relativa .....	6
Propagación del limón persa .....	7
Nutrición vegetal .....	8
Fertilización mineral .....	9
Fertilizantes organominerales .....	10
Productos organominerales comerciales .....	12
Tradenitro .....	12
Tradephos .....	13
Tradek .....	13
Generalidades de las sustancias húmicas .....	14
Efecto de ácidos húmicos en las plantas .....	15
Plagas y enfermedades .....	15
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>19</b>
Localización del área de estudio .....	19
Material genético .....	19
Proceso del establecimiento del experimento .....	20
Diseño experimental .....	21
Modelo estadístico .....	21
Descripción de factores .....	22
Preparación de soluciones madre .....	25
Forma de aplicación de los tratamientos .....	26
Variables evaluadas y forma de medición .....	28

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
	Numero de crecimientos .....	30
	Diámetro de tallo .....	33
	Altura de planta .....	35
	Diámetro de tallo crecimiento secundario .....	38
	Largo de hoja .....	40
	Ancho de hoja .....	42
<b>V.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	45
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	46
<b>VII.</b>	<b>APENDICE</b> .....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1.	Tratamientos aplicados al experimento .....	23
4.1	Cuadros medios de las 5 variables de limón persa y significancia .....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Proceso de fabricación de los fertilizantes organominerales .....	11
4.1	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable número de crecimientos .....	33
4.2	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable diámetro de tallo .....	35
4.3	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable altura de la planta .....	37
4.4	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable diámetro de tallo secundario .....	39
4.5	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable largo de hoja .....	41
4.6	Respuesta del limón persa a fertilización de presembr (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable ancho de hoja .....	44

## I. INTRODUCCIÓN

El limón persa es uno de los frutos más importantes en la citricultura, ya que este tiene diversos usos, destacando entre los más importantes: consumo como fruta fresca, el jugo como condimento, bebidas, postres, jaleas, mermeladas y otros como la preservación de los alimentos. También, este es transformado industrialmente para la extracción de ácido cítrico, de la cascara también se extraen sus aceites para elaboración de cosméticos, además de sus diferentes usos medicinales por el contenido de vitamina C.

La citricultura representa una de las actividades económicas más importantes en el sector agrícola en México, la superficie cultivada es mayor de 510 mil hectáreas, de las cuales la producción media anual, es de 6.97 millones de toneladas de fruta (SIAP, 2008). De esta superficie establecida el 66.56 % corresponde a naranja y sus diferentes variedades, 17.41 % a limón mexicano, 13.03 % a limón persa y el resto a mandarinas, pomelos y tangerinas (FAOSTAT, 2007).

El limón es un fruto que deja una derrama económica muy importante, ya que la mayor parte de este producto se exporta principalmente a los Estados Unidos de América, en donde se logra un mejor precio, que en el mercado nacional. Estos precios pueden variar en las diferentes fechas del año pero generalmente oscilan entre 3 y 4 pesos por kilogramo de fruto, esto para el mercado nacional (SNIIM, 2012).

Para el mercado de exportación también varia dependiendo de la época del año y el destino del producto pero en promedio oscila entre los 0.61 y 0.77 dólares por una caja de 40 lb con 130 a 200 piezas por caja (SNIIM, 2012).

Los principales estados productores de limón en México son: Veracruz con la mayor superficie plantada y el 80 % de su producción se destina para la exportación, otros estados productores son Tabasco, Oaxaca, Jalisco, Michoacán, Yucatán, Morelos, Tamaulipas, Estado de México y Colima.

En la producción de planta para el establecimiento de huertas de limón persa, sobresalen los estados de Morelos y Veracruz, los cuales cuentan con muchas limitantes en la producción de la planta, ya que no cuentan con un buen manejo en la nutrición de estas y lo hacen de manera convencional.

Dada la importancia de la nutrición en todas las plantas y en especial en estas que serán plantadas en una huerta comercial, es necesario producir plantas de buena calidad, para obtener esto es necesario encontrar una adecuada formula de nutrición que permita la producción.

Una alternativa que permita la producción de plantas de buena calidad, lo representa un manejo adecuado de los fertilizantes inorgánicos, tanto en presiembra como en las aplicaciones de auxilio combinando estos fertilizantes organominerales, que permitan la producción y niveles bajos de contaminación en los suelos. Por lo que se plantean los siguientes objetivos.

## **Objetivos**

- ❖ Determinar una dosis de nutrición adecuada para un buen crecimiento de plantas.
- ❖ Demostrar el efecto positivo que tiene la fertilización de presembrado sobre la producción de plantas de calidad.
- ❖ Determinar la influencia del uso de fertilizantes inorgánicos y la combinación de estos con los fertilizantes organominerales (OM).

## **Hipótesis**

El uso de fertilizantes inorgánicos de origen industrial combinados con fertilizantes organominerales, permiten la producción de plantas de limón persa de buena calidad, mejores a las que producen tradicionalmente los viveristas de Cuautla Morelos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

En México el limón ocupa dentro de los cítricos, el segundo lugar en importancia, tanto por su consumo en fresco como por su uso industrial. Dentro del contexto mundial, México está considerado como el principal productor en las variedades persa y mexicano. El limón no es originario de México y tampoco del continente americano. De acuerdo con los aportes que da la historia, se considera que su origen está en el continente asiático, donde posteriormente fue introducido por los árabes al norte de África y al continente Europeo (principalmente a España). Con la colonización española, el limón llegó a nuestro país para ocupar un lugar importante en la citricultura nacional.

Este producto no es un limón propiamente dicho, sino que corresponde a una variedad de la clasificación de las limas ácidas que crece de manera silvestre. Aparentemente, esta variedad se originó de plantíos de frutas provenientes de Tahití, de ahí su nombre. El limón verde se origina de la especie *Citrus latifolia* y pertenece a la familia de las Rutaceae (COVECA 2012).

### **Clasificación taxonómica.**

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsidas

Subclase: Rosidae.

Orden: apindales.

Familia: Rutaceae.

Genero: Citrus.

Especie: Citrus latifolia Tanaka.

Nombres comunes: limón persa, limón Tahiti

### **Descripción botánica.**

**Planta:** es un árbol de porte pequeño que crece hasta una altura de 6-7 metros, se mantienen los arboles pequeños mediante podas de formación, no tiene periodo de reposo tienen un crecimiento menor en climas fríos.

**Tallo:** es corto, con ramas encorvadas hacia el suelo, ramas nuevas con orientación vertical pero al crecer y sostener los frutos se dobla gradualmente hasta ponerse horizontales.

**Hojas:** las hojas jóvenes de los arboles son de color verde pálido y en su condición madura de color verde oscuro, el tamaño del limbo es variable y se ubica en un rango de 7.6 a 12.7 cm de largo y 4.5 a 6.4 cm de ancho.

**Flores:** la floración se presenta a lo largo de todo el año mas o menos de una manera uniforme, la flor tiene 5 pétalos de color blanco la flor abierta tiene 30 a 35 mm. Los estambres son numerosos y soldados en un anillo del cual se desarrollan las anteras de color amarillo pálido que contienen el polen viable. El pistilo es aproximadamente 12 mm. de largo, con un ovario verde y estigma amarillo.

**Frutos:** son de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van tornándose en verde claros o amarillo cuando comienza la sobre maduración o envejecimiento, pesa en promedio 54 gramos.

## **Condiciones ambientales y edáficas**

### **Luz**

La luminosidad es importante para el cultivo, debido a que permite realizar una buena fotosíntesis, desarrollo de un buen color y brillo en los frutos, los cítricos agrios requieren de entre 1,600 a 2,000 horas de luz solar por año.

### **Temperatura**

El rango de temperatura media anual para el cultivo del limón, va desde los 17°C hasta los 28°C. La disponibilidad de lluvia es importante para la producción, para lo cual se toma en consideración además de la cantidad total de la que se dispone anualmente, la intensidad y distribución de la lluvia durante el año. Los periodos más críticos de deficiencia de humedad corresponden al cultivo en crecimiento vegetativo, “amarre de frutos” y desarrollo de los mismos.

### **Humedad ambiental**

Una alta humedad relativa (80 a 90 %) es ventajosa para el crecimiento, porque se disminuye la tasa de transpiración y el consumo de agua, que es menor, comparada con las zonas de baja humedad relativa. Además, una alta humedad relativa y alta temperatura determinan la buena calidad de la fruta. Sin embargo, la alta humedad relativa tiene también desventajas, por la presencia de enfermedades fungosas que causan daños a las frutas y a los árboles (COVECA, 2012).

## **Propagación de limón persa.**

En virtud que el limón persa no produce semillas, se utiliza la propagación vegetativa, siendo el injerto de escudete es el método preferido y se puede realizar en cualquier época del año, si existen yemas y patrones disponibles. Las yemas deben seleccionarse de árboles adultos y de ramas redondeadas que posean hojas. Los patrones deben estar creciendo activamente. Los árboles también pueden propagarse mediante acodos. Las plantas obtenidas de esta forma producen frutos rápidamente, debido a que no presentan un periodo de juvenilidad o bien este es muy corto. Pero son más susceptibles a los daños provocados por las inundaciones y el viento que el limón rugoso.

El acodado consiste en hacer desarrollar raíces a un tallo sin separarlo de la planta madre. Una vez que ha enraizado este se separa, obteniéndose otra planta independiente, que en lo sucesivo vivirá con sus propias raíces. El acodo terrestre y aéreo es un método artificial de propagación de plantas, que permite en hacer posible la aparición de raíces. El acodo consiste en obligar por medio del calor, la humedad de la tierra preparada y de incisiones o ligaduras a que echen raíces las ramas acodadas, formando de este modo nuevos individuos dotados de cualidades idénticas a las de la planta de la que derivan. Aun cuando el acodo se practica en todas las épocas del año, la estación más apropiada es la primavera por ser la época en que la savia empieza a ponerse en movimiento. La tierra con la que se hace el acodo, debe ser muy sustanciosa, suave y fresca, siendo indispensable siempre cubrirla con mantillo u otra materia que conserve la humedad (Wikipedia, 2012). Sin embargo, en México y más específico en Cuautla, Morelos y diversas localidades del estado de Veracruz, época en que se presentan en forma natural las lluvias, logrando con esto, que la humedad necesaria, para la formación de raíces se obtengan en forma natural.

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. La producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades, que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo. Los viveros necesitan un suministro de agua abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento podría provocar incluso la muerte por marchitamiento (Ilce edu, 2012).

### **Nutrición Vegetal.**

Según Rodríguez (1982), las plantas por el fenómeno de la fotosíntesis, utilizan la luz solar como fuente de energía, produciendo los compuestos orgánicos a partir del bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) de la atmosfera y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que extraen del suelo fundamentalmente con las raíces. Estos compuestos elaborados poseen en su composición carbono, hidrogeno, y oxigeno, constituyendo químicamente los carbohidratos. Para la síntesis de otras sustancias básicas como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, etc, necesitan de otros elementos básicos como el nitrógeno, fosforo, magnesio, etc, que las plantas extraen de su medio (vía radicular o foliar). Estos elementos que utiliza la planta para sus distintas síntesis y funciones vitales constituyen los nutrientes. El crecimiento y desarrollo normal de los vegetales esta determinado por la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales para el metabolismo de sus organismos.

Los elementos disponibles en la naturaleza se cuentan con los no esenciales y los esenciales. Entre los no esenciales ya que no se utilizan en la

fisiología de la planta son: oro, plata, silicio. Los elementos esenciales reciben específicamente el nombre de nutrientes vegetales. Ellos son, además del carbono (C), hidrogeno (H), oxígeno (O) son: nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), cloro (Cl), boro (B), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Los nutrientes los podemos clasificar de acuerdo a la cantidad absorbida por las plantas, como macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son los mas requeridos midiéndose su cantidad respecto a las soluciones nutritivas, en gramos por litro, es decir por su concentración. Son también divididos en primarios: N, P, K y secundarios: Ca, S, Mg. Los micronutrientes a su vez son los elementos absorbidos en menores proporciones, se miden en miligramos por litro o en partes por millón (ppm) y estos son: Cl, B, Zn, Mn, Cu, Mo, Fe.

Los macronutrientes poseen un alto umbral de toxicidad, es decir que pueden absorberse en grandes cantidades sin efectos nocivos, en cambio los micronutrientes tienen un nivel de toxicidad bajo, y el límite entre la carencia y la toxicidad esta muy próximo. Los nutrientes cumplen una función determinada en el metabolismo vegetal, su carencia se manifiesta externamente a través de síntomas característicos. Los nutrientes una vez absorbidos ingresan al circuito fisiológico comportándose de una forma móvil (N, P, K, Mg), manifestándose las deficiencias en las hojas viejas, e inmóvil (Fe, Ca, S, Zn), manifestándose las deficiencias en las hojas jóvenes. La absorción de los nutrientes se lleva a cabo por el transporte activo.

### **Fertilización mineral**

Es la que provee elementos nutritivos, que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales de su crecimiento y

desarrollo. Como parte agronómica para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es un factor determinante en el rendimiento y calidad del producto, que se obtiene de los mismos.

Fertilizar una planta nueva, no es una opción sino un requerimiento y una obligación, sin una adecuada fertilización no se obtendrán los resultados necesarios en la etapa de arraigo de los cítricos. Debido a que el sistema radical aún no tiene desarrollo, el agregado de Fósforo en las primeras etapas del cultivo es muy importante a pesar de suelos bien provistos, dado que activa el crecimiento de este órgano y aumenta la energía de la planta. Esto mejora su prendimiento, la captación de otros nutrientes y el agua. A una dosis de 400 a 600 g por planta por año de edad.

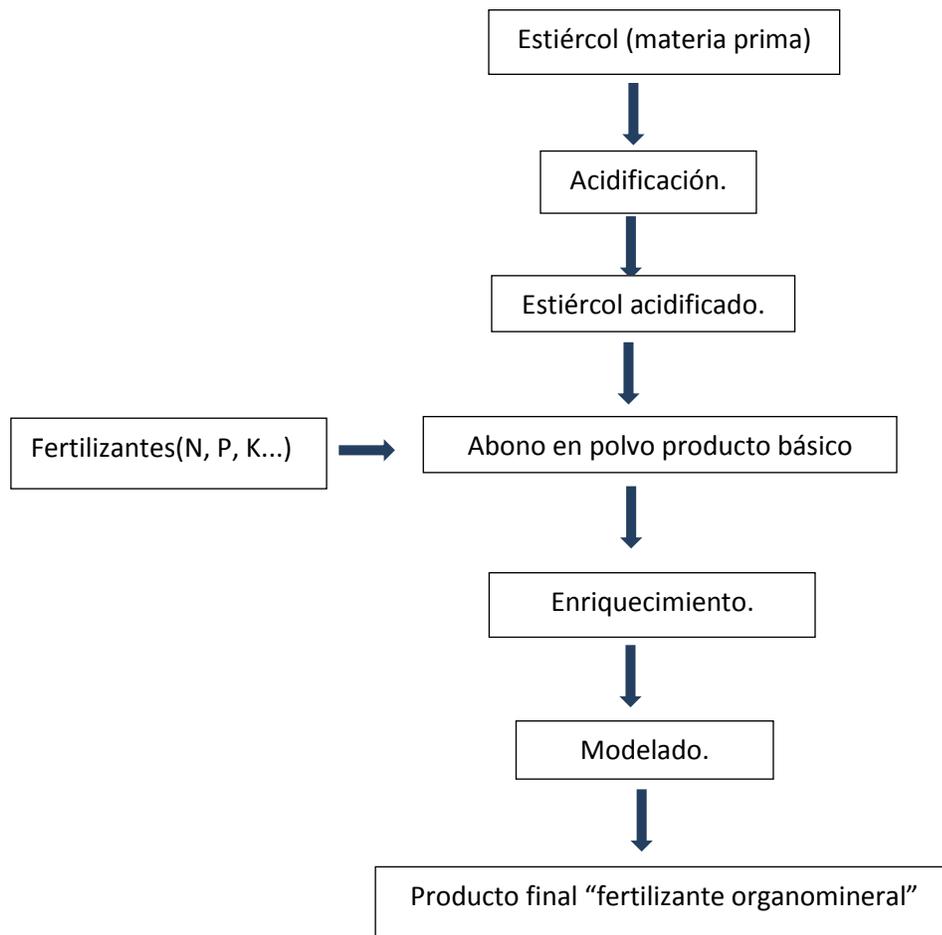
### **Fertilizantes organominerales.**

Según Martínez (2008), es un producto cuya función principal es la de aportar nutrientes a las plantas, los que son de origen orgánico y mineral y se obtiene por mezcla o combinación química de fertilizantes minerales con abonos orgánicos, biodigeridos, aminoácidos, y sustancias húmicas y fúlvicas líquidas. De acuerdo, a la definición aceptada por la mayoría de los científicos el fertilizante organomineral es el material que contiene como mínimo de materia orgánica seca, un 1 % de nitrógeno orgánico. La suma de las cantidades totales de  $N + P_2 + O_5 + K_2 + O$  debe ser igual o superior al 13 % sobre el producto total y la materia orgánica igual o superior al 15 %. La riqueza mínima de cada elemento nutritivo será el 2 %.

Es un producto que cuenta con los beneficios de los abonos orgánicos y las ventajas de los abonos minerales; con un contenido equilibrado de N-P-K, además de un interesante valor agronómico, principalmente por su alto contenido en materia orgánica (40%), o que favorece la estabilidad de la

estructura del suelo agrícola, aumentan la porosidad y permeabilidad del suelo y la absorción de estos ya que se podría decir que tienen la capacidad de quelatar elementos nutritivos.

Los fertilizantes organominerales están constituidos por lo tanto, por un sustrato orgánico enriquecido con nitrógeno, fósforo y potasio. Normalmente contiene microelementos y ácidos húmicos que son productos y consecuencia de la degradación química y biológica de los residuos de planta y animales del suelo. Este grupo de sustancias constituyen en los suelos minerales hasta el 85 al 90 % de la reserva total de los humus (cuadro 2.1)



**Figura 2.1. Proceso de fabricación de los fertilizantes organominerales.**

Estos tienen varias características, entre las más importantes destacan: presentación líquida, son altamente solubles, son compatibles con productos químicos. Las ventajas de estos son: aumentan la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, un menor potencial de salinidad en las semillas, plántulas y microorganismos, aumento en la disponibilidad de micronutrientes, no solo por ser una fuente, si no por los cationes quelatados (Labrador, 1996).

Los buenos productos organominerales se caracterizan porque los materiales que los constituyen, una vez mezclados, sufren diversos procesos industriales: molienda, fermentación, homogenización, etc., que dan como resultado productos homogéneos en su composición (Cadahia, 2005).

## **Productos organominerales comerciales**

### **Tradenitro.**

Es un fertilizante líquido organomineral, a base de nitrógeno nítrico y amoniacal con extracto de ácidos húmicos y fulvicos el cual es eficientemente asimilado por la planta, este complejo reduce notoriamente las pérdidas que por evaporación y lixiviación, sufre el nitrógeno.

Composición de tradenitro.

Nitrógeno NO <sub>3</sub> .....	25.5%
Nitrógeno NH <sub>4</sub> .....	4.5%
Extracto de ácidos húmicos y fulvicos .....	70.0%

### **Propiedades físico-químicas.**

El fertilizante líquido tradenitro es de color oscuro, de olor ligeramente amoniacal, posee un pH de 6.5 y además se considera 100 % soluble, ligeramente toxico.

### **Tradephos**

Es un fertilizante organomineral rico en fosforo cuya principal fuente se deriva de fosfatos dibasicos y monobásicos más humatos y fulvatos que facilitan y promueven la absorción y la utilización por la planta, favoreciendo y acelerando su aprovechamiento en los compuestos metabólicos vegetales como son la formación de: trifosfato de adenosina, (ATP) fosfolípidos, ácidos nucleicos, nocotinamidas, fitinas, etc.

Composición de tradephos.

Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	25.0%
Nitrógeno .....	7.0%
Extracto de ácidos húmicos y fulvicos .....	68.0%

### **Propiedades físico-químicos.**

El fertilizante líquido tradephos es de color oscuro, de olor agradable, posee un pH de 6.8 y un 100 % de solubilidad, ligeramente toxico.

### **Trade-k**

Es un fertilizante organomineral, rico en potasio totalmente soluble e intercambiable cuya fuente se deriva de fuentes de potasio, mas humatos y fulvatos que facilitan la rápida absorción y fijación en la planta y promueve la formación de mas de 65 complejos enzimáticos, dentro de la planta, dando

como consecuencia vegetales mas sanos, vigorosos y resistentes a plagas y enfermedades.

Composición de trade-k

Potasio (k <sub>2</sub> O) .....	17%
Fosforo .....	3%
Extracto de ácidos húmicos y fulvicos .....	80%

### **Propiedades físico-químicos**

El fertilizante trade-k es de color oscuro, de olor agradable, posee un pH de 6.5, 100% soluble y ligeramente toxico.

### **Generalidades de las sustancias húmicas**

La mezcla de compuestos orgánicos que se extraen del suelo mediante métodos establecidos o por extensión de materiales orgánicos mas o menos humificados, puede denominarse “sustancias húmicas solubles”, estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humos y están formadas por ácidos fulvicos (AF), ácidos húmicos (AH) y algunos otros componentes, no propiamente húmicos, como polisacáridos y péptidos. Las sustancias fulvicas, al igual que las húmicas, son originadas de la materia orgánica. Entre las principales propiedades se encuentran: mejora la estructura del suelo reduciendo la compactación de este, aumenta la capacidad de retención de agua, facilitan la absorción de nutrientes, disminuyen perdidas por lixiviación, permiten la reducción de la dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

### **Efecto de los ácidos húmicos en las plantas.**

Narro (1987), menciona que los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo así la asimilación radical y foliar de nutrientes. Incrementan la translocación de macro y micro elementos dentro de la planta, lográndose una mejor nutrición de la planta, acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila, aumentando la producción favorable de azúcares. Estas sustancias influyen directamente en el desarrollo y crecimiento de las plantas.

### **Plagas y enfermedades.**

Control de Plagas: No es normal la aparición de plagas en el vivero, pero ocasionalmente se pueden presentar algunos problemas con áfidos o pulgones y mosca blanca que causan enrollamiento de las hojas jóvenes; esto se puede combatir con Malathion 57 a 5 cc/L o Pirimor (Pirimicarb), 0.5 g/L.

Control de Enfermedades: La enfermedad más común en los viveros, especialmente en las hojas de la nueva planta, son unas manchas marrones causadas por *Phytophthora parasitica*, var. *nacotiana*. Antracnosis y Altemaria se pueden combatir, además de recoger los focos de infección con Benlate (Benomilo) 1 g/L de agua, y a los 8 días Oithane M-45 (Mancozeb) 2 g/L. En ambos casos, es recomendable usar un adherente como el surfactante HR 0.5 cc/L.

Control de Malezas: Cuando el suelo de la bolsa se desinfesta, además de evitar la aparición de enfermedades, se evita la presencia de malezas, cuyo control manual es una operación costosa, y sólo al final del período de crecimiento aparecen algunas (SIAN, 2012).

No se encuentra literatura sobre la aplicación de organominerales aplicados a en la producción de planta de limón persa, pero en los últimos años la investigación sobre el uso de organominerales aplicados a diferentes cultivos ha ido en incremento, debido a que es una nueva alternativa de nutrición, a continuación se presenta algunos de los trabajos realizados.

Martínez (2008), mencionó que al fertilizar *Ammi majus* con productos organominerales, se obtienen excelente calidad y se reduce el uso de fertilizantes químicos hasta en un 64 %, como también se aumenta ligeramente la calidad. Recomienda ampliamente el uso de fertilizantes organominerales ya que son de uso fácil, practico y se obtienen excelentes resultados en la calidad de esta especie, además de disminuir la contaminación y los costos de producción.

En el cultivo de tomate utilizando la solución hidropónica Douglas a nivel mínimo, junto con la dosis de organomineral a razón de 1 cc/L de agua obtuvo buenos resultados. También comenta que es importante tomar en cuenta, que con el uso de fertilizantes inorgánicos minerales y organominerales, si estos son aplicados en niveles mínimos, pueden producir tomates de calidad a un bajo costo de producción (Martínez, 2009).

Robles (2009), menciona que con el uso de los fertilizantes organominerales, aplicados al cultivo del tomate, se obtiene una producción mayor en comparación con aquellos que no fueron fertilizados con estos.

Para el cultivo de lilis variedad Brunello la aplicación de organominerales tuvo una influencia positiva en la longitud de las hojas, diámetro de hoja, peso

de raíz y peso fresco de la planta, sin embargo en la producción de flores no según Pérez (2009).

Es considerablemente alto, la producción de coliflor y repollo en suelos con niveles altos de salinidad, cuando se aplican desalinizadores y fertilizantes organominerales en sus niveles altos (1.8 ml/planta). El impacto que ofrece el uso de desalinizadores y fertilizantes organominerales es positivo, reduciendo los niveles de sales de forma significativa. Menciona que las posibilidades de producir coliflores y repollos de buena calidad con el uso de fertilizantes organominerales y desalinizadores (Vázquez, 2010).

Escamilla (2010), trabajando con rosas indica que los resultados muestran que el uso de fertilizantes organominerales, tuvieron una mayor influencia en la longitud de botón y longitud de tallo, obteniéndose los mejores resultados cuando se aplican las dosis más altas y con frecuencias dobles (7 cc de organomineral en 7 L de agua dos veces por semana).

Según Nieves (2010), en el cultivo de las nochebuenas, la aplicación de fertilizantes organominerales, en general favorecen las respuestas vegetativas y nos generan plantas de buena calidad, los mejores resultados se obtuvieron, con los fertilizantes organominerales a una dosis de 4 cc/L y aplicando 25 cc de la solución por maceta cada semana. El cultivo respondió mucho mejor a la aplicación de fertilizantes organominerales que a los fertilizantes granulados. La producción de plantas de nochebuena de calidad a dosis bajas de fertilizante organominerales y a costos considerables bajos, en comparación con los fertilizantes solubles.

Aplicando nitrógeno a 50 ppm, sin fosforo en combinación con fertilizante organomineral a 2 cc/L, se obtiene el redimiendo de 19.323 Ton. ha<sup>-1</sup>, una altura de planta de 25.30 cm. Estos resultados se obtuvieron en el cultivo de cilantro según (Santiago, 2011).

Existen varios trabajos realizados en la aplicación de organomineral en conjunto con fertilizantes minerales, los cuales nos dan resultados favorables, las investigaciones se han hecho principalmente en flores y hortaliza.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **Localización del área de estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del vivero de cítricos Balbuena, durante el periodo de 21 de noviembre de 2011 al 7 de julio de 2012. El vivero de cítricos Balbuena se encuentra ubicado en la colonia Cuautlixco del municipio de Cuautla, Morelos, entre los paralelos 18° 49' latitud norte y 98° 57' de longitud oeste y una altitud de 1,300 msnm, y se presenta una temperatura promedio anual de 23°C, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación anual aproximada de 868 mm.

#### **Material genético**

El material utilizado fué la variedad de limón persa, que tiene buena aceptación la fruta en el mercado nacional e internacional, esto lo hace atractivo para el productor. Es también llamado limón sin semilla, lima de Tahití entre otros nombres, se caracteriza por tener fruto, más grandes que el de limón mexicano, no presenta semillas, tiene una mayor duración la fruta en anaquel y mayor tolerancia a plagas y enfermedades.

Las plantas de limón persa, son materiales que se obtuvieron mediante la técnica de propagación por acodos aéreos la que consistió en tomar de la planta madre un brote, y se le hizo un corte longitudinal (aproximadamente 3 a 5 cm) cuidando que el cambium quedara expuesto, en este se insertó musgo (material que se utiliza en la región).

Posteriormente se colocó un plástico de color negro, el que cubrió el musgo, se amarró de la parte superior e inferior. La aplicación del riego fue pesado y diarios. El tiempo que tardaron los acodos para la producción de raíces, fue de aproximadamente de 90 días, después se cortaron de la planta madre y se trasplantaron en bolsas de un litro de capacidad, en este contenedor se dejó hasta que se aclimatara la planta y obtuviera un mayor crecimiento (aéreo, radicular) para ser nuevamente trasplantados a bolsas de una mayor capacidad.

### **Proceso de establecimiento del experimento.**

El establecimiento del experimento, se inició con la selección de las plantas de limón persa, que serían utilizadas en el ensayo, cuidando que todas las plantas, fueran preferentemente lo más homogéneas posible, respecto al crecimiento y a la altura de estas. Se seleccionaron 160 plantas, que estaban establecidas en bolsas de plástico negro de un litro de capacidad; posteriormente se seleccionó el sitio experimental, en donde se trazó un camellón, para el establecimiento de las diferentes unidades experimentales. El sustrato empleado para el llenado de las bolsas, fue lo que en la región se le conoce como tierra lama, que son ensolves provocados en ríos por arrastre de las lluvias y es el que generalmente utilizan los diferentes productores de plantas. Para el crecimiento final de las plantas se utilizaron bolsas de polietileno de 10 litros de capacidad.

El proceso de trasplante, se realizó de la siguiente forma: se llenó la bolsa hasta tres cuartas partes de su capacidad total y sobre esta se estableció la planta en el centro, para finalmente llenar la totalidad de la bolsa y presionando al sustrato solo por los lados, para no afectar las raíces.

## Diseño experimental

Para la evaluación de los tratamientos en su etapa fenológica de desarrollo y considerando, que no se tenían condiciones homogéneas, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, 2x4x4 en el limón persa donde se obtuvieron 32 tratamientos con 5 repeticiones y con un total de 160 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo representada por una planta, crecida en bolsas de polietileno negro con capacidad de 10 L.

Los datos se analizaron estadísticamente, en el paquete de diseños experimentales de la UANL versión 2.5

## Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + E_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = Valor correspondiente a i-ésima con presiembra y sin presiembra, j-ésima niveles de fertirriego, k-ésima niveles de organomineral, l-ésima repetición.

$\mu$  = Media general común de todos los tratamientos.

$\alpha_i$  = Respuesta de la i-ésima media del factor A.

$\beta_j$  = Respuesta de la j-ésima media del factor B.

$\gamma_k$  = Respuesta de la k-ésima media del factor C.

$\alpha\beta_{ij}$  = Respuesta de la interacción de la i-ésima del factor A en combinación con la j-ésima del factor B.

$\alpha\gamma_{ik}$  = Respuesta de la interacción de la i-ésima del factor A en combinación con la k-ésima del factor C.

$\beta\gamma_{jk}$  = Respuesta de la interacción de la j-ésima del factor B en combinación con la k-ésima del factor C.

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$  = Respuesta de la interacción de la i-ésima del factor A, j-ésima del factor B y la k-ésima del factor C

$E_{ijkl}$  = Error experimental de la i-ésima con presiembra y sinpresiembra, j-ésima niveles de fertirriego, k-ésima niveles de organomineral y l-ésima repetición.

## Descripción de factores

Los tratamientos se determinaron mediante el uso de factores:

**Factor A** (presembrado) donde:

**A1:** sin fertilización de presembrado (solo con las reservas nutricionales originales del sustrato).

**A2:** con fertilización de presembrado, manejando los siguientes niveles 75 ppm de N, 50 ppm de P y 100 ppm de K, para la aplicación de estos niveles se adicionaron por metro cubico los siguientes fertilizantes 120.5 g de Urea (46-00-00), 108.7 g Fosfato Diamonico (FDA) (11-62-00) y 192.3 g de Sulfato de Potasio (S de K) (00-00-52).

**Factor B** (ppm de fertilizante en el fertirriego, con base en la formula 100-50-75)

**B1:** sin fertirriego (solo agua)

**B2:** con fertirriego a una concentración de 500 ppm, aplicando una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución por maceta.

**B3:** con fertirriego a una concentración de 1000 ppm, aplicándolo una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución por maceta.

**B4:** con fertirriego a una concentración de 2000 ppm, aplicándolo una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución por maceta.

**Factor C** (concentración de fertilizantes organominerales) donde:

**C1:** sin concentración de organominerales.

**C2:** aplicación de fertilizantes a una dosis de organominerales de 0.25 cc, aplicándolo una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución.

**C3:** aplicación de fertilizantes a una dosis de organominerales de 0.50 cc, aplicándolo una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución.

**C4:** aplicación de fertilizantes a una dosis de organominerales de 1 cc, aplicándolo una vez por semana, a un volumen de un litro de la solución.

La combinación de factores arrojó los diferentes tratamientos implicados en el trabajo de investigación, como se muestra en el Cuadro 3.1

**Cuadro 3.1. Tratamientos aplicados al experimento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
1	Testigo sin presiembra, se aplicó solo un litro de agua durante todo el periodo de investigación.
2	Organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, sin presiembra.
3	Organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, sin presiembra.
4	Organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, sin presiembra.
5	Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, por litro de agua, sin presiembra.
6	Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, sin presiembra.
7	Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, sin presiembra.
8	Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, sin presiembra.
9	Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, por litro de agua, sin presiembra.
10	Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, sin presiembra.
Continua ...	.....

- 
- 11 Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, sin presiembra.
  - 12 Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, sin presiembra.
  - 13 Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante por litro de agua, sin presiembra.
  - 14 Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, sin presiembra.
  - 15 Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, sin presiembra.
  - 16 Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, sin presiembra.
  - 17 Testigo con presiembra se aplicó un litro de agua durante todo el periodo de investigación.
  - 18 Organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, con presiembra.
  - 19 Organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, con presiembra.
  - 20 Organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, con presiembra.
  - 21 Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, por litro de agua, con presiembra.
  - 22 Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, con presiembra.
  - 24 Fertilización inorgánica a 500 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, con presiembra.
  - 25 Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, por litro de agua, con presiembra.

Continúa..... ..

---

- 
- |    |   |
|----|---|
| 26 | Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, con presiembra.  |
| 27 | Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, con presiembra.  |
| 28 | Fertilización inorgánica a 1000 ppm de fertilización, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, con presiembra. |
| 29 | Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, por litro de agua, con presiembra.                                   |
| 30 | Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.25 cc/L de agua, con presiembra.  |
| 31 | Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 0.50 cc/L de agua, con presiembra.  |
| 32 | Fertilización inorgánica a 2000 ppm de fertilizante, más organomineral a una dosis de 1.00 cc/L de agua, con presiembra.  |
- 

### **Preparación de soluciones madre.**

Para facilitar el manejo de las soluciones, en los diferentes tratamientos, se prepararon soluciones madre, a una determinada concentración, de tal forma que al extraer un volumen determinado de ellas, se lograra la concentración deseada del fertilizante. Las soluciones se almacenaron en frasco de vidrio de color ámbar, para evitar la fotorreacción de los fertilizantes disueltos.

La solución madre uno (SM1), se preparó disolviendo 80 g. de Urea en un litro de agua. La solución madre dos (SM2), se preparó disolviendo 80 g. de

FDA en un litro de agua. La solución madre tres (SM3), se preparó disolviendo 80 g. de nitrato de potasio (N de K) en un litro de agua.

Se realizaron dos limpiezas de las plantas para la eliminación de malezas, esto se hizo de forma manual. Los riegos que se aplicaron fueron los mismos que se daban a todo el vivero, teniendo el cuidado de que el día en que se aplicaran estos, los tratamientos no se regara el área experimental debido a que el sustrato se encontraba saturado con la aplicación del tratamiento correspondiente.

### **Forma de aplicación de los tratamientos.**

La aplicación de los tratamientos se hizo de la siguiente manera. Se prepararon 40 litros de agua para cada una de las siguientes concentraciones de fertilizante: 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm y 2000 ppm, lo que dio una cantidad total de litros aplicados, que corresponden al número total de unidades experimentales (U.E).

Los 160 litros totales se colocaron en cuatro depósitos de 40 litros cada uno y se les disolvió el fertilizante necesario, para lograr la concentración deseada de estos.

- a) Deposito uno, contenía solo agua.
- b) Deposito dos, se le aplicaban 81.74 cc de la SM1, 67.24.cc de la M2 y 101.0 cc de la SM3, con lo que se alcanzaba una concentración final de fertilizante de 500 ppm.
- c) Deposito tres se le aplicaban 163.48 cc de la SM1, 134.48 cc de la SM2, 202.0 cc de la SM3, con lo que se alcanzaba una concentración final de fertilizante de 1000 ppm.

- d) Deposito cuatro se le aplicaban 326.96 cc de la SM1, 268.96 cc de la SM2, 404.0 cc de la SM3, con lo que se alcanzaba una concentración final de fertilizante de 2000 ppm.

De los 40 litros del contenedor uno se depositaban en cuatro contenedores de 10 litros. Con los primeros 10 litros, que solo contenían agua se aplicaban en las 10 U.E. de los tratamientos uno y 17. A los siguientes 10 litros se les agregaba 2.5 cc del fertilizante organomineral y se regaban las U.E. de los tratamientos dos y 18. A otros 10 litros se les agregaba 5.0 cc del fertilizante organomineral y se regaban las U.E. de los tratamientos tres y 19. Con los últimos 10 litros se les agregaban 10 cc de fertilizante organomineral y se regaban las U.E. de los tratamientos cuatro y 20.

De los 40 litros del contenedor dos, también se sacaban a cuatro cubetas de 10 litros. Los primeros 10 litros no se les ponía fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos cinco y 21. A los siguientes 10 litros se les adicionaban 2.5 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos seis y 22. A otros 10 litros se le aplicó 5.0 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos siete y 23. A los 10 litros restantes se les agregó 10 cc de fertilizante organomineral y se regaban las U.E. de los tratamientos ocho y 24.

De los 40 litros del contenedor tres, también se colocaban en cuatro cubetas de 10 litros. Los primeros 10 litros no se les adicionaron fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos nueve y 25. A los siguientes 10 litros se les adicionaban 2.5 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 10 y 26. A otros 10 litros se les adicionaban 5.0 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los

tratamientos 11 y 27. A los 10 litros restantes se les adicionaban 10.0 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 12 y 28.

De los 40 litros del contenedor cuatro, también se colocaban en cuatro cubetas de 10 litros. Los primeros 10 litros no se les adiciono fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 13 y 29. A los siguientes 10 litros se les adicionaban 2.5 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 14 y 30. A otros 10 litros se les adicionaban 5.0 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 15 y 31. A los 10 litros restantes se les adicionaban 10.0 cc de fertilizante organomineral y se regaban las 10 U.E. de los tratamientos 16 y 32.

#### **Variables evaluadas y forma de medición.**

Para conocer la influencia que ejerce, la fertilización de presiembra, así como el uso en fertirriego de fertilizantes inorgánicos y organominerales a diferentes concentraciones se evaluaron las siguientes variables.

**Número de crecimiento (NC):** se realizó, contando el número de crecimientos totales de 3 tallos en cada una de las 5 repeticiones de los diferentes tratamientos, obteniendo un valor por tallo y con estos se obtuvieron una media por repetición, que fue el que se utilizo en la evaluación.

**Diámetro de tallo (DT):** se midió el diámetro del tallo, de las 5 repeticiones en cada uno de los tratamientos, la medición se hizo, con la ayuda de un vernier a una altura de 4 a 5 cm sobre el sustrato, donde el valor se reporto en centímetros.

**Altura de planta (AP):** se midió en cm con una cinta métrica, desde la base del sustrato, hasta la parte más alta de la planta, en las 5 repeticiones de cada uno

de los tratamientos, obteniendo un valor por U.E.y que fue el dato sometido a evaluación.

**Diámetro de tallo crecimiento secundario (DTCS):** para la medición de esta variable, se utilizó un vernier, con el cual se midió en la parte media del crecimiento secundario, y se reportó en cm que fue el dato a evaluar.

**Largo de hoja (LH):** se midieron tres hojas en cada una de las U.E, midiendo esta de donde termina el peciolo hasta la punta de la misma, esto con la ayuda de una regla y los resultados se reportaron en cm, que fue el dato a evaluar.

**Ancho de hoja (AH):** se midieron tres hojas en cada una de las U.E, midiendo esta de la parte más ancha de la misma, esto con la ayuda de una regla y los resultados se reportaron en cm, que fue el dato a evaluar.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Para una mejor comprensión y análisis de la información, los resultados se reportan para cada una de las variables por separado.

##### **Número de crecimientos (NC).**

Esta variable, es de gran importancia para el viverista, tanto como para el productor en huerta de limón persa, ya que el (NC) al tener un mayor desarrollo se verá, reflejado en el número de crecimientos, también es importante, ya que a un mayor número de crecimientos se obtendrá una mayor altura de esta, eso significa para el viverista que en el mercado se logrará un mejor precio y para el productor de huerta, que mas pronto, mandara sus plantas a producción.

Al analizar los resultados se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (uso de fertilización de presiembra), obteniendo una menor respuesta en el uso de fertilización de presiembra, debido probablemente al incremento de salinidad en el sustrato, mientras que en donde no se aplicó la presiembra, se obtuvo un mayor número de crecimientos, debido probablemente, a que no se provoco un exceso de salinidad en el sustrato, por lo que la asimilación de los elementos nutritivos fue mejor (cuadro 4.1)

Para el factor B (ppm de fertilizante en el riego) se reportó una respuesta estadística altamente significativa, dicho concepto se manifiesta en el nivel en donde se utilizaron 1000 ppm de fertilizante (1.0 g/L de la formula 100-50-75), en la que se encontró un mayor número de crecimientos en las plantas, seguido por el nivel de 500 ppm de fertilizante en el riego, obteniendo una diferencia mínima entre estos dos niveles. Desde el punto de vista económico, es mejor manejar una concentración de fertilizante de 500 ppm.

**Cuadro 4.1. Cuadros medios de las 5 variables de limón persa y significancia.**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>NC</b>	<b>DT</b>	<b>AP</b>	<b>DTCS</b>	<b>LH</b>	<b>AH</b>
Bloques	4	0.088 <sup>NS</sup>	0.012 <sup>NS</sup>	225.609*	0.030 <sup>NS</sup>	0.305 <sup>NS</sup>	0.021 <sup>NS</sup>
Factor A	1	15.381**	0.064*	6.812 <sup>NS</sup>	0.104**	4.984**	3.671**
Factor B	3	6.857**	1.646**	4520.427**	0.537**	19.415**	8.435**
Factor C	3	0.522*	0.254**	188.771 <sup>NS</sup>	0.042*	1.109 <sup>NS</sup>	0.530 <sup>NS</sup>
A x B	3	1.069**	0.037 <sup>NS</sup>	89.770 <sup>NS</sup>	0.033 <sup>NS</sup>	0.698 <sup>NS</sup>	0.965*
A x C	3	0.252 <sup>NS</sup>	0.009 <sup>NS</sup>	8.687 <sup>NS</sup>	0.027 <sup>NS</sup>	1.342*	0.745*
B x C	9	1.097**	0.024 <sup>NS</sup>	348.937**	0.017 <sup>NS</sup>	0.853 <sup>NS</sup>	0.601*
A x B x C	9	0.623**	0.029 <sup>NS</sup>	71.527 <sup>NS</sup>	0.014 <sup>NS</sup>	0.587 <sup>NS</sup>	0.156 <sup>NS</sup>
Error total	124	0.194	0.016	82.612	0.014	0.487	0.257
CV (%)		14.710	11.6796	16.3125	17.5763	8.6275	10.5763

NS= No significativo; \*= Significativo, \*\*= Altamente significativo; FV= fuentes de variación; GL= grados de libertad; NC= número de crecimientos; DT= diámetro de tallo; AP= altura de planta; DTCS= diámetro de tallo crecimiento secundario; LH= largo de hoja; AH= ancho de hoja.

Para el factor C (dosis de fertilizante organomineral) se registra una respuesta estadística significativa, considera que la adición de 0.25 cc/L de fertilizante organomineral en el fertirriego, se obtuvo un mayor número de crecimientos en las plantas, mientras al aplicar 0.50 cc de fertilizante organomineral por litro en el fertirriego, se obtuvo un menor número de crecimientos, esto probablemente se deba a que por su acción quelatante aumenta la disponibilidad de elementos nutritivos para la planta, provocando en esta, niveles tóxicos y en consecuencia un menor número de crecimientos, produciendo con esto una salinidad.

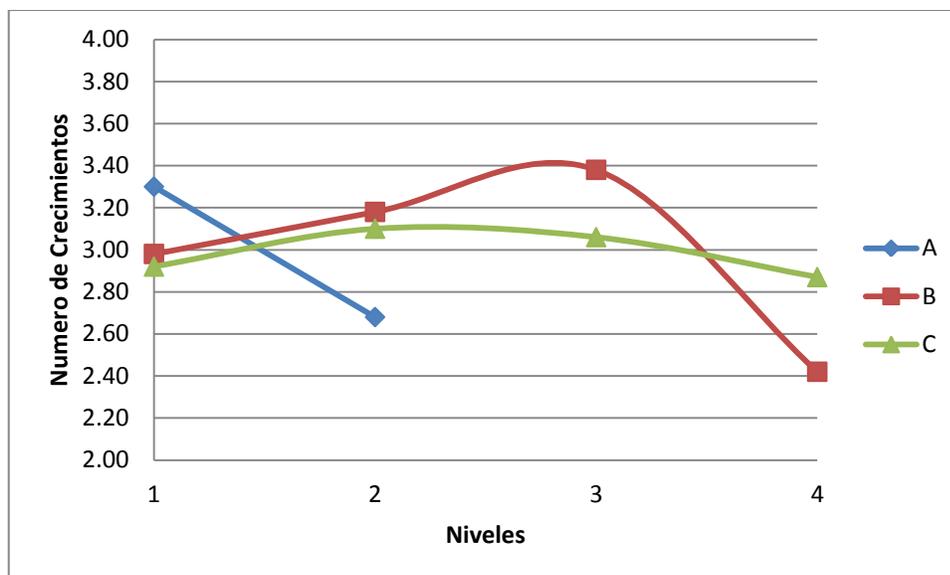
Para la interacción A x B (uso de fertilización de presembrado y concentración de fertilizantes), se encuentra una respuesta estadística altamente significativa, que indica que ambos factores son dependientes. La

respuesta se ve favorecida cuando se incrementa la concentración de fertilizantes hasta 1000 ppm y no se utiliza una fertilización de presiembra. Al adicionarle una fertilización de presiembra y aplicación de 2000 ppm de fertilizante se obtienen resultados poco satisfactorios para esta variable.

Para la interacción A x C (uso de fertilización de presiembra y dosis de fertilizante organomineral), no se encontraron respuestas estadísticas significativas, lo que indica un comportamiento independiente entre factores, sin embargo para la interacción de B x C (ppm de fertilizante en el fertirriego y la combinación con fertilizantes organomineral), se encuentran respuestas estadísticas altamente significativas, lo que nos indica que ambos factores son dependientes. Esta variable se ve favorecida, cuando se incrementa la concentración de ppm de fertilizantes en el fertirriego a 1000 ppm y se combina con 0.25 cc de fertilizante organomineral por litro.

Para la triple interacción de los factores A x B x C se encontraron respuestas estadísticas altamente significativas, es decir que los factores son dependientes. Cuando incrementamos la concentración de los fertilizantes hasta 1000 ppm, sin usar una fertilización de presiembra y la combinación con 0.25 cc de fertilizante organomineral por litro, se obtiene un mayor número de crecimientos en las plantas. (Figura 4.1.)

Esta respuesta poco favorable en la utilización de una fertilización de presiembra, y una concentración alta de ppm en el fertirriego (2000ppm), coincide con lo mencionado por García (2003), quien indica, que esta respuesta desfavorable, es debida a una saturación de sales solubles en las plantas, el efecto principal es osmótico, ya que los niveles de sal impiden que las plantas obtengan el agua y los nutrientes necesarios para un desarrollo y crecimiento óptimo.



**Figura 4.1** Respuesta del limón persa a una fertilización de presiembra (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable número de crecimientos.

### **Diámetro de tallo.**

Esta variable nos indica el vigor de una planta, entre mayor sea el diámetro del tallo, se puede considerar, que existe un mejor traslado de nutrientes, a través de los haces vasculares (xilema), los que se extienden por toda la estructura de la planta y esto a su vez, se verá reflejado con la presencia de ramas y hojas grandes. Para la producción de plantas de limón persa, es importante obtener un mayor diámetro en el tallo, ya que con esto se obtendrán plantas con un mayor soporte de ramas y estas a su vez de frutos, además de que alcanzara un mejor precio.

Al analizar los resultados para el factor A (uso de fertilización de presiembra), se encontraron respuestas significativas, que indican que la adición de una fertilización de presiembra (75 ppm de N, 50 ppm de P, 100 ppm

K), se obtienen los mayores diámetros de tallos para las plantas de limón persa (Cuadro 4.1).

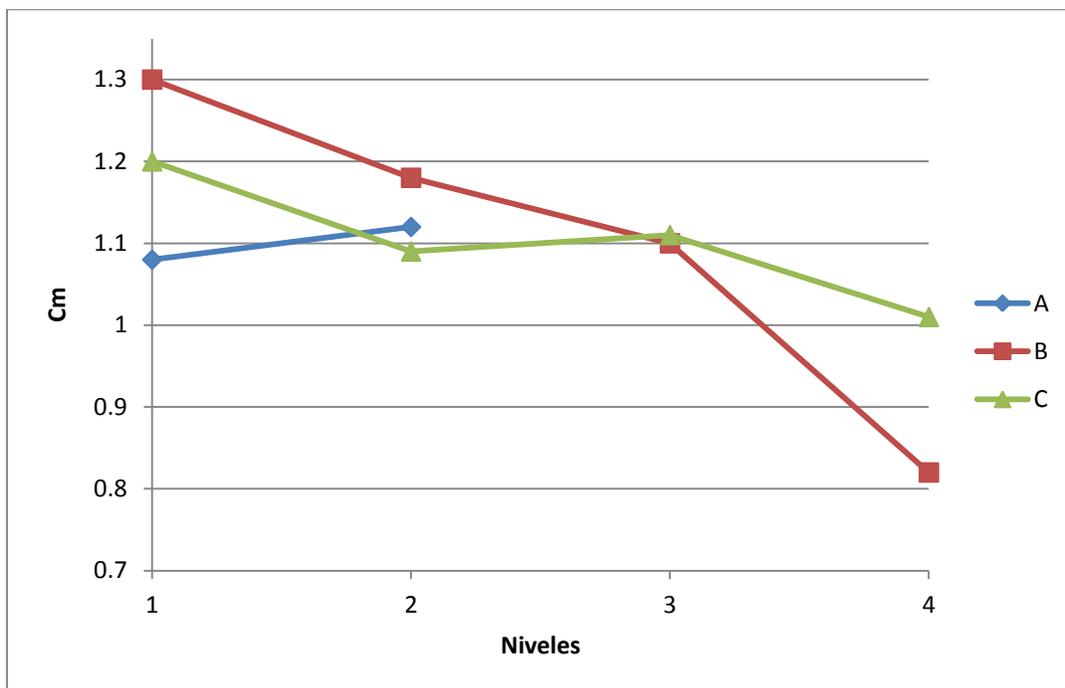
Para el factor B (ppm de fertilizante en el riego) al analizar los resultados se encuentran una diferencia altamente significativa, entre diferentes concentraciones y la concentración en donde se obtuvo el mejor diámetro de tallo, fue en donde, no se aplicó fertirriego, esto probablemente se deba, a que los niveles de nutrientes mayores en el sustrato eran los necesarios para un buen crecimiento de esta variable. Al aplicar 500 ppm de fertilizante en el riego, se obtuvieron tallos de menor diámetro, pero al incrementar esta dosis hasta 2000 ppm, se provocó una saturación de sales en el sustrato y el diámetro de tallo es aún menor.

Para el factor C (dosis de fertilizante organomineral), al analizar los resultados se encuentran una diferencia altamente significativa, obteniendo que la aplicación de organomineral disminuya el diámetro de tallo, debido tal vez a que los elementos nutritivos en la planta son quelatados y se tiene una mayor cantidad de estos en la raíz, con efectos iniciales adversos.

Para la interacción de factores no se encontraron respuestas estadísticas significativas, esto nos indica que el comportamiento de los factores es independiente. (Figura 4.2)

Estos resultados concuerdan con los reportados por Santiago (2011), quien nos menciona que al aplicar 75 ppm de N en presiembra, obtuvo un diámetro de peciolo mucho menor que comparado con el testigo en un 8.1% de

diferencia. Es probablemente que el efecto obtenido se deba a la alta concentración de sales en el suelo.



**Figura 4.2** Respuesta del limón persa a una fertilización de presiembra (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable diámetro de tallo.

#### **Altura de planta (AP).**

Para el viverista es una variable importante desde el punto de vista económico, ya que mientras más altura tenga la planta en el contenedor, esta alcanzará un mejor precio en el mercado y mientras más rápido alcance la altura deseable, menos tiempo ocupara un espacio en el vivero, ya que será más rápida su venta.

Al analizar los resultados se encontró una respuesta no significativa para el factor A (uso de fertilización de presiembra), debido probablemente a que el

sustrato empleado (tierra lama) tenía los niveles adecuados de los elementos mayores y la aplicación adicional de estos no fue necesaria (Cuadro 4.1)

Para el factor B (ppm de fertilización en el riego) se encontró una diferencia altamente significativa ubicándose al nivel en donde se usaron 500 ppm de fertilizante (0.5 g/L de la fórmula 100-50-75), lo que indica una mejor altura de planta, seguido por el nivel de 1000ppm de fertilizante en el riego, con una diferencia mínima entre estos dos niveles de fertilizantes. Considerando un análisis económico es mejor manejar una concentración de fertilizante de 500 ppm, una vez por semana.

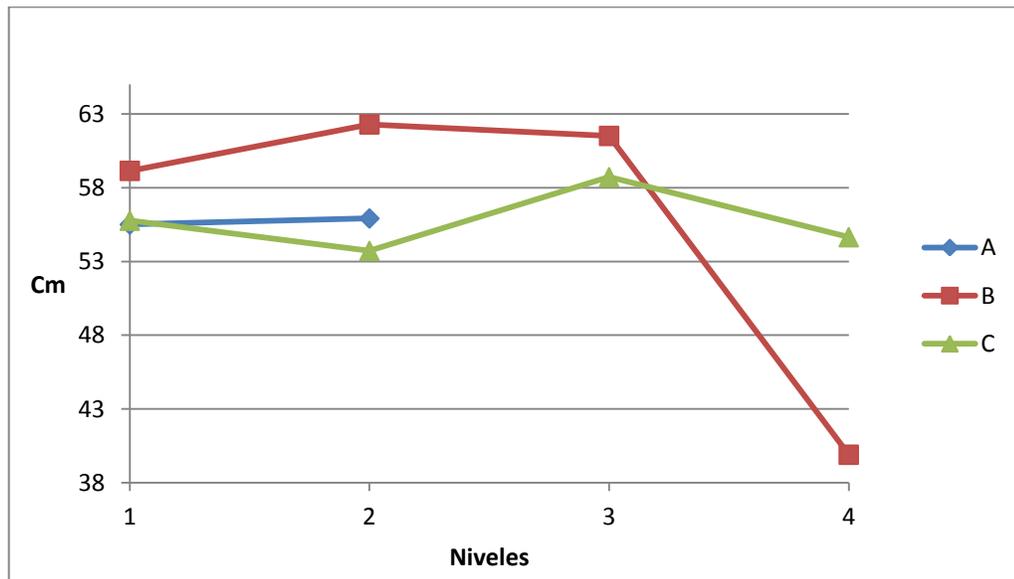
Cuando se utiliza un nivel de fertilizantes de 2000 ppm, los resultados son poco satisfactorios debido probablemente al incremento del índice de salinidad en el suelo, que en lugar de favorecer la absorción de elementos nutritivos por la planta, esta se ve afectada.

Es probable que aunque no se evaluaron niveles mas bajos de fertilizantes en el fertirriego, se obtengan mejores resultados para esta variable.

Para el factor C, a pesar de que se encontró una respuesta estadística no significativa, se observa una respuesta favorable para cuando se aplicaron fertilizantes organominerales una vez por semana a una dosis de 0.5 cc/L. Es probable que esta respuesta positiva, sea debida a que estos fertilizantes ponen disponibles para la planta, los elementos nutritivos que se encontraban en este sustrato.

Con respecto a las interacciones entre factores, no se encontraron respuestas estadísticas significativas, lo que indica un comportamiento

independiente entre factores. Para la interacción B x C (concentración de fertilizantes y uso de fertilizantes organominerales) se encontró una respuesta estadística significativa que indica, que ambos factores son dependientes. La respuesta se ve favorecida cuando se incrementa la concentración de los fertilizantes hasta 500 ppm y se usa una concentración de organominerales 0.5 cc/L, si se aumenta la concentración de fertilizantes a 2000 ppm y se le adiciona fertilizante organomineral a 1.0 cc/L se obtienen resultados poco satisfactorios. En general se encuentra resultados satisfactorios hasta 1000 ppm de fertilizante y 0.5 cc/L de fertilizante organomineral (Figura 4.3).



**Figura 4.3** Respuesta del limón persa a fertilización de presiembra (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable altura de la planta.

Esta respuesta poco satisfactoria que se obtiene cuando se usan dosis altas, es posible que se deba a que los fertilizantes organominerales en su función quelatante, pone disponible para la planta, una mayor cantidad de elementos nutritivos, que provocan un efecto adverso para el crecimiento de las plantas, esto coincide en parte con lo reportado por Martínez (2009), quien

reporta resultados poco favorables en plantas de tomate cuando se enriquece la solución nutritiva con fertilizantes organominerales, en como consecuencia de que los fertilizantes organominerales quelatan y ponen disponibles a los elementos nutritivos, provocando efectos dañinos en las plantas.

### **Diámetro de tallo crecimiento secundario (DTCS).**

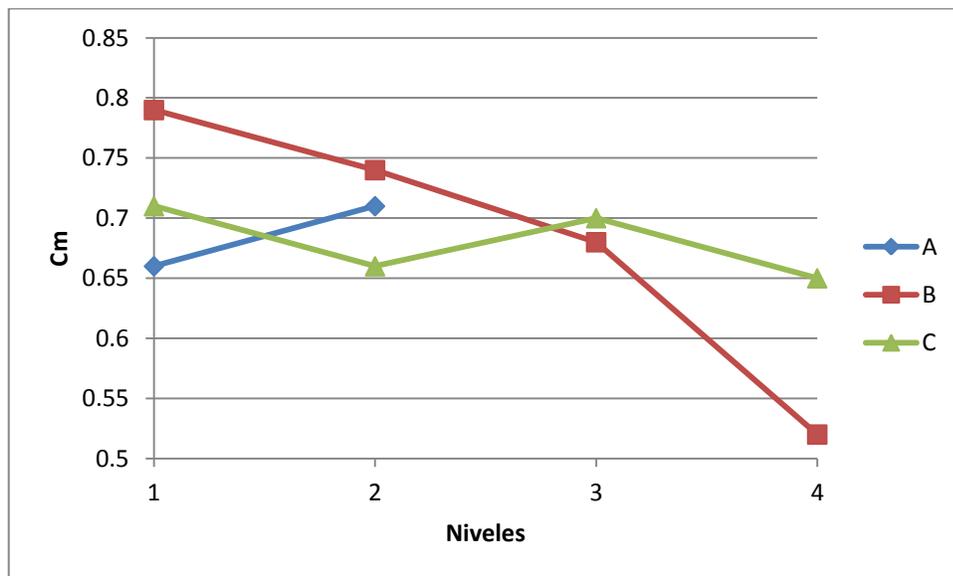
Es una variable importante, como se menciona anteriormente en la variable diámetro de tallo (DT), pero en esta variable se evaluó el diámetro del tallo secundario, esto para ver el desarrollo y crecimiento del tallo secundario, que es en donde se encuentran las hojas. Esta variable tendrá una influencia en el vigor y resistencia de las ramas en la planta.

Al analizar los resultados se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (uso de fertilización de presiembra), obteniendo en la aplicación de la formula de presiembra (75 ppm de N, 50 ppm de P, 100 ppm K), es donde se obtuvo el mayor diámetro de tallos y siendo un poco menor en donde no se utilizó presiembra (Cuadro 4.1).

Para el factor B (concentración de fertilizante) al analizar los resultados se encontró una respuesta altamente significativa, siendo mejor la respuesta en donde no se aplicaron fertilizantes en el fertirriego, sin aplicación de fertilizantes, seguido por la aplicación de 500 ppm de fertilizante, en donde se encontró un diámetro de tallo satisfactorio, pero teniendo en cuenta que en la medida en que se incremente la concentración de fertilizante, se disminuye el diámetro de tallo secundario, obteniendo como consecuencia plantas de una calidad menor.

Para el factor C (dosis de fertilizante organomineral) al analizar los resultados se encontró una respuesta significativa, siendo esta donde no se le adiciona organomineral la mejor respuesta para esta variable. Al aumentar la dosis de fertilizante organomineral en el riego esto da resultados negativos, provocando tallos de menor tamaño ocasionando con esto un menor vigor para la planta.

Para las interacciones entre factores no se encontraron diferencias significativas entre estos, esto indica que los factores son independientes. Esto probablemente debido a que la utilización de una fertilización de presiembra, concentración de fertilizantes y fertilizante organomineral saturando el sustrato de la planta (Figura 4.4).



**Figura 4.4** Respuesta del limón persa a fertilización de presiembra (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable diámetro de tallo secundario.

### **Largo de hoja (LH).**

Entre un mejor tamaño presenten las hojas, esta producirá una mayor cantidad de carbohidratos, como consecuencia de la actividad fotosintética por la planta, lo que se verá reflejado en desarrollo y crecimiento de esta misma. Las hojas también son fundamentales para la transpiración, para que refresque la planta y esto permite el flujo de los nutrientes minerales. Por eso la evaluación de esta variable, y a la importancia que tiene para la planta.

Al analizar los resultados, se encontró una respuesta altamente significativa para el factor A (uso de fertilización de presembrado), siendo mejor para esta variable, no aplicar una fórmula de presembrado debido a que en el momento de la incorporación de fertilización de presembrado se sobrepasó los niveles necesarios, poniendo el sustrato en niveles de salinidad (Cuadro 4.1).

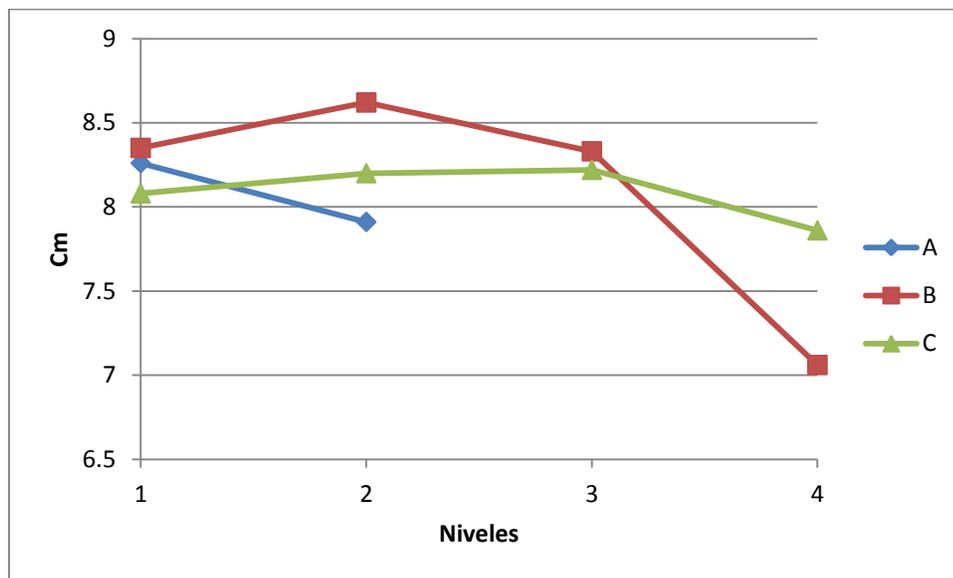
Para el factor B (ppm de fertilizante en el riego) se encontró una diferencia altamente significativa, ubicándose al nivel en donde se aplicaron 500 ppm de fertilizante, como el que reporta la mejor longitud de las hojas, seguido por la no aplicación de fertilización, con una diferencia mínima entre los niveles.

Para el factor C no se encontró una respuesta estadística significativa, se observa una respuesta poco favorable para la aplicación de fertilizantes organominerales una vez por semana.

A las interacciones entre factores A x B (uso de fertilización de presembrado y concentración de fertilizantes) no se encontraron respuestas estadísticas significativas, que indican un comportamiento independiente entre factores. Para la interacción A x C (uso de fertilización de presembrado y dosis de

fertilizantes organominerales), se encontró una respuesta significativa, es decir que ambos factores son dependientes. Obteniendo como mejor largo de hoja la aplicación de 0.50 cc/L de fertilizante organomineral sin utilizar una fertilización de presembrado. Si le aplicamos una fertilización de presembrado y una dosis alta de organominerales disminuye la longitud de las hojas.

Esto coincide con lo reportado por Santiago (2011), en donde menciona un efecto de no incremento de la longitud del limbo de la hoja y que se debió, probablemente a la saturación de sales en el suelo y como consecuencia no permite la adecuada absorción de los nutrientes, los cuales se acumulan en las hojas y dependiendo el contenido de estos en las hojas, será el tamaño de la misma (Figura 4.5).



**Figura 4.5** Respuesta del limón persa a fertilización de presembrado (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable largo de hoja.

### **Ancho de hoja (AH).**

Esta variable va en conjunto con el largo de la hoja(LH), debido a que entre estas dos nos darán el área foliar, como anteriormente se mencionó dependiendo del tamaño, será la transpiración y movimiento de los nutrientes en la planta así como la actividad fotosintética de esta.

Para el factor A (uso de presiembra), al analizar los datos, se encontró una respuesta altamente significativa, ubicando el uso de la fertilización de presiembra con un menor ancho en las hojas y con una diferencia mínima al no aplicar la presiembra un mayor ancho en las hojas de limón persa (Cuadro 4.1).

Para el factor B (concentración de fertilizantes en el riego) se encontró una diferencia altamente significativa, obteniendo un ancho mayor de la hoja cuando se aplican 500 ppm de fertilizante en el riego, seguido por el nivel donde aplicamos 1000 ppm de fertilizante en el riego, con una diferencia mínima entre estos dos niveles de fertilizantes.

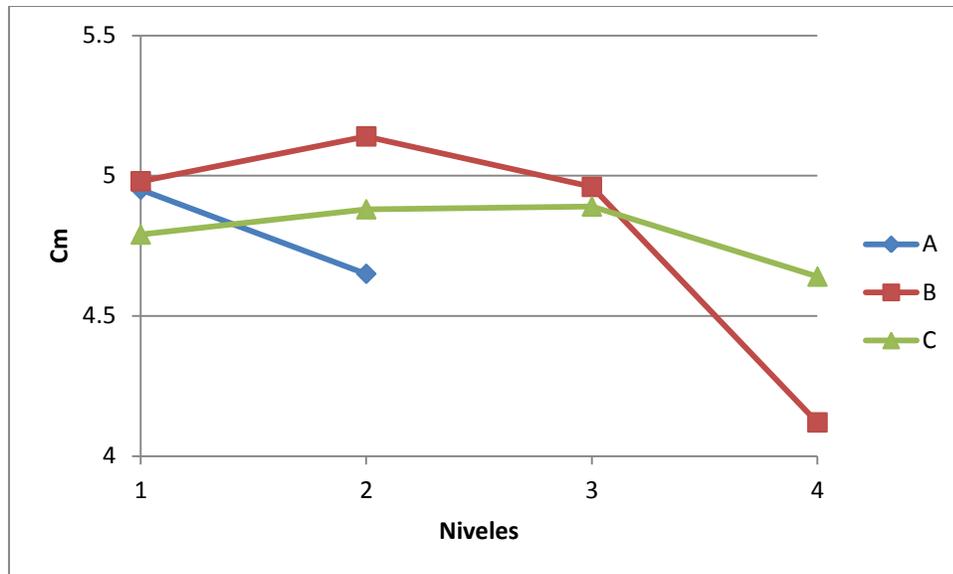
Para el factor C (dosis de fertilizante organomineral), al analizar los resultados no se encontró una respuesta estadística significativa.

Para la interacción de factores A x B (uso de fertilización de presiembra y concentración de fertilizante en el riego), se encontró una respuesta estadística significativa que indica, que ambos factores son dependientes. La mejor respuesta se ve favorecida cuando se incrementa la concentración de los fertilizantes hasta 500 ppm y sin usar una fertilización de presiembra. Al aumentar la concentración de fertilizantes y proporcionar una fertilización de presiembra el ancho de las hojas es menor. Para la interacción A x C (uso de

presiembra y dosis de fertilizante organomineral), se encontró una respuesta significativa que indica, que ambos factores son dependientes. Ubicando al mayor ancho de hoja cuando se le adiciono 0.50 cc/L de fertilizante organomineral, sin la utilización de presiembra. En cambio cuando se empleo la fertilización de presiembra, la aplicación de organomineral es menor siendo esta de 0.25 cc/L de fertilizante organomineral.

Para la interacción B x C (concentración de fertilización en el riego y dosis de fertilizante organomineral), se encontró una respuesta estadística significativa que indica que, ambos factores son dependientes. La respuesta se ve favorecida cuando, solo se le aplico 0.50 cc/L de fertilizante organomineral, siguiéndole el nivel de 500 ppm de fertilizante en el riego y combinación de 0.50 cc/L de fertilizante organomineral, el que presenta un mejor ancho de hoja, a medida que se incrementa la concentración de fertilizante como la aplicación de fertilizante organomineral el ancho de hoja disminuye y con esto el tamaño de la hoja.

Para la triple interacción entre factores se reporto una respuesta estadística no significativa. Es decir que los factores son independientes (Figura. 4.6).



**Figura 4.6** Respuesta del limón persa a fertilización de presiembra (A), concentración de ppm de fertilizante en el riego (B) y dosis de fertilizante organomineral (C), para la variable ancho de hoja.

## **V. CONCLUSIONES**

Con base a los resultados obtenidos de la presente investigación, se concluye lo siguiente.

El uso de una fertilización de presembrado para esta investigación no dio los resultados que se esperaban ya que la fórmula utilizada y aplicada en ppm era alta y aumento el nivel de sales en el suelo.

El uso de concentraciones altas de fertilizante, se obtuvieron crecimientos menores; esto perjudica al viverista tanto en lo económico como en calidad de las plantas que destinan a la venta.

El uso de concentraciones bajas de fertilizante en combinación con concentraciones bajas de fertilizante organomineral se obtienen los mejores resultados.

Mediante el uso de fertilizantes organominerales por si solos, es posible obtener buenas plantas, no de excelente calidad, pero si mejores que al adicionar concentraciones altas de fertilizante.

La aplicación de fertilizantes organominerales, es más económico que el uso de fertilizantes granulados de origen industrial.

## VI. LITERATURA CITADA

- Cadahia L C. 2005. Fertirrigacion. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ra edición, editorial mundi-prensa. pp 35 – 47.
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA 2012). [http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMA\\_GENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20LIMON2011.PDF](http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMA_GENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20LIMON2011.PDF) (consultado 26 de noviembre de 2012 10:35 pm)
- Escamilla L.S. 2010, Respuesta de la rosa (*Rosa spp.*) a la nutrición con fertilizantes organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. p 46
- Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) 2007. Food and agricultural commodities production. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (Consultado 11 de agosto de 2010).
- Instituto latinoamericano de la comunicación educativa (ILCE) [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm), consultado 27 de noviembre de 2012, 9:00 Am.
- Labrador, M J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Coedición ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Ediciones mundi-prensa. México. pp 20-25, 44-50
- Martínez, G A. 2009, Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculatum* Mill.) al uso de fertilizantes inorgánico mineral y organominerales bajo el sistema de semihidroponia, tesis de licenciatura, UAAAN. p 60
- Narro, F E A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p 13-18
- Nieves E.J. 2010, Respuesta de la noche buena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) al uso de formulas hidropónicas y fertilizantes organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 13-18.
- Olivares Sáenz, Emilio. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

- Pérez D.G. 2009. Aplicación de fertilizantes organominerales y bioreguladores de crecimiento en la producción de lili var. Brucello. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 77.
- Robles, B.O. 2009. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a la aplicación de bioreguladores y a la fertilización de organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 60-62.
- Rodríguez, S, F. 1982. Fertilizantes (Nutrición Vegetal). Primera edición. AGT editor S. A. México. pp 47:66.
- Santiago, R.J. 2011. Respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum* L) al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 83-85.
- Sistema de Información Agrícola Pesquera (SIAP). 2008. Avances de la producción por sistema producto. En sitio web: <http://reportes.siap.gob.mx>. (Consultado el 12 de Julio de 2010).
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercado (SNIIM, 2012). <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/> consultado 23 de noviembre de 2012 8:00 pm.
- University of Florida, 2012, <http://edis.ifas.ufl.edu/hs273>. Consultado 26 de noviembre de 2012, 11:00 pm
- Vázquez, M.D. 2010. Respuesta de la coliflor y repollo al uso de fertilizantes minerales, organominerales y desalinizadores en suelos salinos. Tesis de licenciatura, UAAAN. p 94.
- Wikipedia enciclopedia de internet <http://es.wikipedia.org/wiki/Acodo> consultado 26 de noviembre de 2012, 10:00 pm.

## **VII. APENDICE**

**Cuadro A.1 Análisis de varianza para la variable numero de crecimientos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	0.352	0.088	0.455	0.771
Factor A	1	15.381	15.381	79.429	0.000
Factor B	3	20.572	6.857	35.411	0.000
Factor C	3	1.565	0.521	2.693	0.048
A X B	3	3.207	1.069	5.521	0.002
A X C	3	0.758	0.252	1.305	0.275
B X C	9	9.875	1.097	5.666	0.000
A X B X C	9	5.608	0.623	3.218	0.002
Error	124	24.012	0.193		
Total	159	81.334			
C.V.	14.710%				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios

**Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	0.050	0.012	0.757	0.557
Factor A	1	0.063	0.063	3.846	0.049
Factor B	3	4.938	1.646	99.293	0.000
Factor C	3	0.763	0.254	15.342	0.000
A X B	3	0.111	0.037	2.241	0.085
A X C	3	0.027	0.009	0.551	0.653
B X C	9	0.213	0.023	1.427	0.183
A X B X C	9	0.259	0.028	1.736	0.087
Error	124	2.055	0.016		
Total	159	8.482			
C.V.	11.679%				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios

**Cuadro A.3 Análisis de varianza para la variable altura de planta.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	902.437	225.609	2.730	0.032
Factor A	1	6.812	6.812	0.082	0.772
Factor B	3	13561.281	4520.427	54.718	0.000
Factor C	3	566.312	188.770	2.285	0.081
A X B	3	269.312	89.770	1.086	0.358
A X C	3	26.062	8.687	0.105	0.956
B X C	9	3140.437	348.937	4.223	0.000
A X B X C	9	643.750	71.527	0.865	0.558
ERROR	124	10243.937	82.612		
TOTAL	159	29360.343			
C.V.	16.312%				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios

**Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo crecimiento secundario.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	0.120	0.030	2.088	0.085
Factor A	1	0.104	0.104	7.236	0.008
Factor B	3	1.611	0.537	37.423	0.000
Factor C	3	0.126	0.042	2.944	0.035
A X B	3	0.101	0.033	2.345	0.075
A X C	3	0.082	0.027	1.909	0.130
B X C	9	0.158	0.017	1.222	0.286
A X B X C	9	0.127	0.014	0.987	0.545
Error	124	1.782	0.014		
Total	159	4.216660			
C.V.	17.576%				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios

**Cuadro A.5. Análisis de varianza para la variable largo de hoja.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	1.220	0.305	0.6266	0.648
Factor A	1	4.984	4.984	10.2344	0.002
Factor B	3	58.246	19.415	39.8655	0.000
Factor C	3	3.327	1.109	2.2772	0.082
A X B	3	2.096	0.698	1.4350	0.235
A X C	3	4.026	1.342	2.7558	0.044
B X C	9	7.678	0.853	1.7519	0.084
A X B X C	9	5.290	0.587	1.2069	0.296
Error	124	60.390	0.487		
Total	159	147.260			
C.V.	8.627 %				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios

**Cuadro A.6. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
Bloques	4	0.085	0.021	0.082	0.985
Factor A	1	3.671	3.671	14.241	0.001
Factor B	3	25.306	8.435	32.718	0.000
Factor C	3	1.590	0.530	2.056	0.108
A X B	3	2.896	0.965	3.744	0.013
A X C	3	2.237	0.745	2.893	0.037
B X C	9	5.410	0.601	2.331	0.018
A X B X C	9	1.411	0.156	0.608	0.789
Error	124	31.968	0.257		
Total	159	74.578			
C.V.	10.576%				

FV= fuentes de variación; GL; grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrados medios