

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluar la Calidad de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la Aplicación de Fertilizante Foliar (Mastergrow) en Invernadero

Por:

JORGE LUIS MORALES DÍAZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluar la Calidad de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la Aplicación de
Fertilizante Foliar (Mastergrow) en Invernadero

Por:

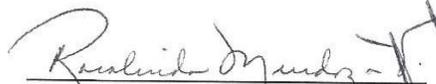
JORGE LUIS MORALES DÍAZ

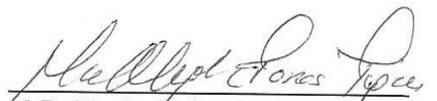
TESIS

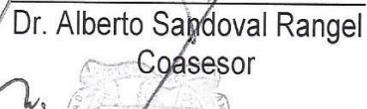
Presentada como requisito para parcial para obtener el título de:

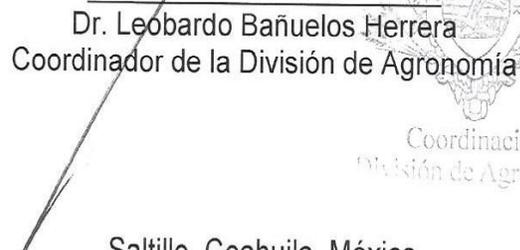
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada:


Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor Principal


M.P. María Alejandra Torres Tapia
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2014

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Agradecido por darme la vida, por la familia hermosa que tengo, por todo en lo que me ha convertido, por todo los sueños que me ha permitido lograr hoy en día, por guiarme en mi camino para darle sentido y rumbo a mi vida cuando pensaba que todo no tenía solución.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Agradecido con esta hermosa institución por permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios y por brindarme la gran dicha de pertenecer a ella.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villareal porque es una gran persona por la confianza, el apoyo, la comprensión, los consejos, y sobre todo los ánimos para terminar este proyecto con satisfacción. Simplemente por toda la aportación hacia mi persona y mi trabajo. Mil gracias.

A la M.C. María Alejandra Torres Tapia por su disponibilidad de tiempo y apoyo para la conclusión de este trabajo. También por su apoyo durante el curso de mi carrera profesional.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel por su tiempo y dedicación en la revisión de este trabajo.

Al Dr. Luis Alonso por sus consejos durante el establecimiento del cultivo.

A la T.A. Martina de la Cruz Casillas por su ayuda en el laboratorio.

DEDICATORIA

A Dios por dejarme culminar uno de mis sueños, por darme salud, paz, y amor. Por todo lo que me ha regalado en esta vida. Gracias por este sueño.

A mis padres.

Sra. Carlota Díaz Roblero que me motivaba cada vez con sus consejos para no rendirme jamás ante las dificultades y lograr mis sueños. Porque no existe mejor ser humano que mi madre porque siempre voy a tener su compañía y ayuda. Gracias por tu mejor regalo el tesoro de la vida (mis estudios).

Sr. Wenceslao Morales Velázquez que el corto tiempo que estuvo conmigo debido su trabajo siempre me apoyo para salir adelante, te amo y no me importa el tiempo vivido sino los buenos momentos a tu lado.

A mis abuelos: Delfida Roblero López y Olivio Díaz Morales por sus consejos para no rendirme, por sus palabras, por su amor hacia mí persona ya que son mi motor para sobresalir.

A mis hermanos: Jesús w. y Ma. Esperanza. Por siempre ayudarme con sus motivaciones para no sentirme solo, por las grandes cosas que hemos compartido, yo les dedico este sueño porque jamás dudaron de mí aún cuando a veces el panorama se tornaba diferente.

A mis primos: Por el apoyo moral, por compartir momentos bonitos de la vida, por todo eso y más les dedico este logro. Principalmente a: Gorgonio López., Franco E., Imer E., Yobani E., Yeni, Aurora, Alondra, Isabel, Emmanuel, Alhelí.

A mi familia: a los mejores angelitos que Dios me mandó como tíos (Martín, Rosalba, Leonor, Olivio, Arain) para cuidarnos y ver todo desde un panorama diferente. A mi tía Mago y A toda mi familia en general les dedico este sueño porque sea como sea aportaron para que yo luchara por esto y a los que siempre me cuidan desde el cielo.

*A mis amigos: Elegiría una lista de amigos pero sería interminable. Gracias Alberto López, Chuy, Nidia, Erika, Yose, Lucia, Dany, Chevo y familia, Daniel y familia, Familia Gonzales Gálvez, Flakir, Generación CXVI (I.A.P.), N. Guadalupe Espinoza (meralista), Mel, Yeni, Brenda, Hugo, Magui, Yazmín, Karen, Huber *, Didier y Ulises, Faty, Gaby, Rosy, Sandri, Marlen, Carlos, y a todos los que me hacen falta por mencionar ustedes saben quiénes son. Mil gracias a todos, los estimo y los quiero.*

Y a los que no confiaron en mí hoy quiero decírles que mi tonta locura por ser alguien en la vida la he alcanzado y si soñar es algo loco, yo prefiero vivir en esa locura para seguir cumpliendo mis sueños.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultivo del Chile	3
2.2 Clasificación taxonómica del chile jalapeño	4
2.3 Solución nutritiva.....	5
2.4 Fertilizantes foliares	5
2.4.1 Modo de acción del producto.....	6
2.5 Fertilizantes orgánicos	6
2.6 Calidad chile jalapeño	7
2.6.1 Firmeza.....	7
2.6.2 Diámetro ecuatorial.....	7
2.6.3 Peso de fruto	8
2.7 Fertilización orgánica y química.....	8
2.8 Importancia del nitrógeno	8
2.9 Importancia del fosforo	9
2.10 Importancia del potasio.....	10
III MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Ubicación del área experimental.....	11

3.1.1 Descripción del área	11
3.2 Descripción de tratamientos	11
3.3 Descripción de Actividades para el Establecimiento del Experimento	13
3.3.1 Semilla.....	13
3.3.2 Siembra	13
3.3.3 Trasplante.....	13
3.3.4 Riegos	13
3.3.5 Plagas.....	14
3.3.6 Fertilización	14
3.3.7 Cosecha	15
3.4 Variables de calidad.....	15
3.4.1 Peso de fruto	15
3.4.2 Firmeza.....	15
3.4.3 Sólidos solubles totales (°B)	16
3.4.4 pH.....	16
3.4.5 Longitud de fruto.....	17
3.4.6 Diámetro ecuatorial.....	17
3.4.7 Porcentaje de humedad (%H)	17
3.5 Análisis de datos.....	18
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
V CONCLUSIÓN.....	23
VI RECOMENDACIONES.....	23
VII LITERATURA CITADA	24
7.1 CITAS DE INTERNET	28

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Dosis de fertilizante foliar Mastergrow aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN. 2012.-----	12
2	Composición de Mastergrow. -----	12
3	Solución Steiner aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN. 2012. -----	13
4	Cuadrados medios del ANVA para las variables de Peso de fruto, Firmeza, Sólidos solubles totales, en dos cortes de chile jalapeño Var. Grande desarrollado en invernadero. UAAAN. 2012. -----	19
5	Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para peso de fruto, en firmeza, y en sólidos solubles totales, en chile jalapeño variedad grande. -----	20
6	Cuadrados medios de ANVA para las variables Diámetro ecuatorial, Longitud de fruto, Moléculas de hidrogeno disueltas, Porcentaje de humedad. -----	21
7	Para pruebas de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de las variables Diámetro ecuatorial, Longitud de fruto, Moléculas de hidrogeno disueltas, Porcentaje de humedad. -----	22

RESUMEN

El propósito de este trabajo tiene como finalidad hacer una prueba de efectividad biológica del fertilizante foliar Mastergrow en el cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), bajo condiciones protegidas (invernadero) evaluando un testigo con solución nutritiva de Steiner (T1), tres dosis de Mastergrow; 1.5 kg ha⁻¹ (T2), 3 kg ha⁻¹ (T3) y 4.5 kg ha⁻¹ (T4), haciendo dos aplicaciones, la primera a los 44 ddt y la segunda a las 66 ddt; a la fecha de cosecha se evaluaron las características de calidad de los frutos mediante las variables: peso de fruto, firmeza, sólidos solubles totales (°B), pH del fruto, longitud de fruto, diámetro ecuatorial y porcentaje de humedad. Los resultados obtenidos mostraron diferencias entre el testigo (fertilización química) y la dosis de Mastergrow, sobresaliendo entre los tratamientos la dosis de 3 kg ha⁻¹ y 4.5 kg ha⁻¹ en la variable de firmeza mientras que en la variable en la variable de peso de fruto no hubo diferencias entre los tratamientos en comparación con el testigo ya que estadísticamente fueron iguales numéricamente la dosis de 3 kg ha⁻¹ es mejor pero al llegar a dosis de 4.5 kg ha⁻¹ nos lleva a una tendencia negativa. Con respecto a la variable sólidos solubles totales (°B) no se encontró diferencia significativa, sin embargo resultó numéricamente mejor la dosis 4.5 kg ha⁻¹; de igual forma en las variables pH de fruto y % de humedad, no existió diferencia, pero numéricamente las dosis media y alta de Mastergrow (3 kg ha⁻¹ y 4.5 kg ha⁻¹) resultaron mejores a la solución nutritiva de Steiner (testigo); y con respecto al diámetro ecuatorial del fruto no hubo diferencia significativa, pero numéricamente la dosis baja (1.5 kg ha⁻¹) fue mejor al testigo (fertilización química). Se concluye que la aplicación de Mastergrow en dosis media y alta de 3kg ha⁻¹ y 4.5 kg ha⁻¹ elevan la firmeza con el incremento en la calidad de los frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero.

Palabras clave: fertilización foliar, (*Capsicum annuum* L.), variables calidad.

I INTRODUCCIÓN

El chile mexicano es una tradición que encanta, concentra nuestra historia y nuestro origen. Su sabor, desde el más tierno hasta el más seco, es un compendio de las más antiguas costumbres y riquezas de nuestro México. La producción mundial de chiles según datos de la FAO 2009 es de 28, 405,270 toneladas; la producción de frescos constituye el 92% del total siendo China quien produce el 54% de la producción mundial de chile fresco, seguido por México con 6.5%. Sin embargo a nivel mundial México es el principal exportador de chile. En 2009 los principales productores del cultivo fueron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas con más de la mitad del volumen nacional en su conjunto. Para Sinaloa, un estado con alto grado de tecnificación, se registró una cosecha de 40 toneladas por hectárea, en Chihuahua, 20 toneladas por hectárea, mientras Zacatecas, el de mayor superficie sembrada reportó 7 toneladas por hectárea. Las especies de chiles de mayor importancia, por el área sembrada incluyen; *Capsicum annuum* L. (jalapeño, serrano, pasilla, guajillo, ancho, mulato, pimienta y chile bell), *Capsicum frutescens* L. (chile manzano) y *Capsicum chinense* (chile habanero), los cuales ocupan el 75% del total de área de siembra.

La fertilización foliar es una práctica agronómica, la cual no se ha aprovechado plenamente para el abastecimiento vía follaje de los cultivos. Esta técnica es de relevante utilidad en aquellos casos donde la disponibilidad nutrimental es un problema, además de que constituye el medio más rápido para que las plantas utilicen los nutrimentos (Alexander, 1986). Tisdale y Nelson (1991), señalaron que las aspersiones foliares constituyen el medio más eficaz de aplicación del fertilizante. Sinclair y De Wit (1976), indicaron que la fertilización foliar con macronutrientes ha ganado interés, debido a que el abastecimiento a través de la raíz, en diversas condiciones de producción, no puede satisfacer la demanda del cultivo.

Este trabajo tiene como finalidad conocer la dosis de fertilizante foliar en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), qué mejore la calidad del fruto, pues en el Norte del país las fertilizaciones foliares han ido implementándose de forma creciente porque las plantas en algunos casos de tipos de suelos no pueden aprovechar los nutrientes a través de las raíces, Por lo que una alternativa sería la utilización de una fertilización foliar para lograr una corrección nutritiva para poder obtener mejores rendimientos, calidad, y precocidad en el cultivo.

1.1 OBJETIVOS

Evaluar tres dosis del fertilizante foliar (Mastergrow) con dos aplicaciones que mejore las variables de calidad de fruto en el cultivo de chile jalapeño Variedad Grande

1.2 HIPÓTESIS

HO: Al menos una dosis de fertilizante foliar Mastergrow influirá positivamente en las variables de calidad de los frutos de chile jalapeño Variedad Grande.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo del chile

El cultivo del chile (*Capsicum* spp.) es importante en la historia, tradición y cultura de México y es, además, un producto agrícola con alta demanda mundial, ya que se ubica entre las siete hortalizas más cultivadas del mundo, con una producción mundial estimada de 24 millones de toneladas (Pérez *et al.*, 2008).

También se habla de que es una de las especies con mayor riqueza y biodiversidad en México (Hermosillo-Cereceres *et al.*, 2008). El género *Capsicum* de la familia Solanaceae tiene gran importancia económica nacional y mundialmente (Aktas *et al.*, 2009).

El chile es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados. Según datos de FAOSTAT (2009)

La superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial. De acuerdo a la producción obtenida en toneladas, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción (FAOSTAT, 2009; Aktas *et al.*, 2009).

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de chile seco; nuestros principales clientes Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo

originario de nuestro país y parte simbólica del imaginario culinario y cultural (SIAP-SAGARPA, 2010).

2.2 Clasificación taxonómica del chile jalapeño

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteriade

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. annuum*

Subespecie: *C. annuum var. annuum*

El género *Capsicum* agrupa a más de 26 especies, de las que sólo 12, incluyendo algunas variedades, son empleadas por el hombre. Sólo cinco de las especies han sido domesticados y se cultivan. (López, 2003).

Para algunos taxónomos, la primera especie (*C. annuum*, tiene también los siguientes sinónimos botánicos: *C. conoide* Mill.; *C. curvipes* Donal; *C. fasciculatum* Sturtev.; *C. grossum* L.; *C. longum* A. DC. Y *C. petenense* Standl) incluyendo a todos los chiles tales como jalapeño, serranos, ancho, pasillas, mirasol o guajillo, de árbol, piquín (Anonymous, 2010).

2.3 Solución nutritiva

Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961). La SN consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN (Steiner, 1968).

2.4 Fertilizantes foliares

Mastergrow es un producto que contiene precursores enzimáticos, estimulan y proporcionan requerimientos metabólicos, energéticos y nutrimentales que ayudan al desarrollo vegetativo y productivo de los cultivo (LIDAG S.A de C.V.).

La fertilización foliar específica foliar es una alternativa viable para incrementar el rendimiento y la calidad de frutos, para mejorar las deficiencias en la planta como el Fe y P según el tipo de suelo que encontremos. Chile jalapeño variedad mediano (M), el rendimiento de chile se incrementó hasta 112% con la aplicación del fertilizante foliar NV4 (Trejo, *et al.*, 2003). Barone (2010), menciona las siguientes recomendaciones: no haber rociado, no encontrarse con altas temperaturas. (La planta posee los estomas cerrados con lo cual no puede absorber el producto), la planta no debe pasar por un estado de estrés, necesita de 24 horas para su completa aplicación, por lo tanto una lluvia en ese periodo podría llegar a perjudicar.

2.4.1 Modo de acción del producto

Al asperjar Mastergrow sobre la superficie de la hojas, los elementos nutrimentales contenidos en las formulas, se absorben por los espacios interfibras de la pared de las células epidermales o se difunden por intercambio iónico a través de ectocitos hasta llegar a la plasmalema en donde los mensajeros químicos transportan a los nutrientes en los citoplasma de la célula y los incorpora a los metabolitos que se generan en el proceso de fotosíntesis, los cuales posteriormente son trasladados a los sitios de mayor demanda para optimizar la capacidad productiva de los cultivos (LIDAG, S.A. de C.V. 2013).

2.5 Fertilizantes orgánicos

La agricultura orgánica se encuentra en una fase de crecimiento desde hace un par de décadas, incrementándose con mayor intensidad en los años más recientes (Willer, *et al.*, 2008). Es un sistema de producción agrícola que se considera por algunos sectores de la población como un sistema con impactos benéficos en el futuro de la agricultura sustentable (Wheeler, 2008). Los abonos orgánicos son materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos naturales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y Características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma natural de fertilizar el suelo. (Márquez, *et al.*, 2005). Según los estudios que realizaron en el experimento 20, 40, 60 y 80 Mg-ha⁻¹ los datos obtenidos recomiendan dosis de 40 t ha⁻¹ de estiércol solarizado donde se ha logrado promover el rendimiento de cultivo de chile jalapeño (Vázquez, *et al.*, 2011).

2.6 Calidad chile jalapeño

La calidad de los frutos en chile jalapeño es mayor cuando aumentan los grados Brix y la acidez titulable, o bien, cuando disminuye el pH (Satti *et al.*, 1996).

Las dosis estiércol solarizado (20, 40, 60 y 80 Mg·ha⁻¹), y fertilización química como testigo (160 y 80 kg·ha⁻¹ de N y P, hubieron cambios en el rendimiento pero la calidad del fruto no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, El tratamiento de 80 Mg· ha⁻¹ promovió frutos de primera y segunda calidad en más del 94 % del total de la producción (Vázquez *et al.*, 2011).

Con la aplicación al suelo de fertilizantes químicos y orgánicos (estiércol de bovino) en chile jalapeño, no tuvieron efecto sobre la pungencia o picor de los frutos de chile (Delate *et al.*, 2003).

2.6.1 Firmeza

La firmeza de los frutos de tomate es uno de los componentes importantes para el procesamiento y empacado de frutos frescos. La cuál es afectada de manera importante por diversos factores ambientales como la nutrición y exceso de nitratos, la interacción entre la cantidad de agua y el contenido de calcio en el fruto (Taylor *et al.*, 2002).

2.6.2 Diámetro ecuatorial

En un experimento realizado con frutos de chile se encontró que los mayores valores de ancho de chile fueron obtenidos por los tratamientos Gallinaza (G) + 80N, 150N-150P y Gallinaza (G) con valores de 2,3, 2,3 y 2,2 cm respectivamente, sin embargo no encontraron diferencias entre tratamientos (Macías *et al.*, 2012).

2.6.3 Peso de fruto

Martínez *et al.* (2005), realizaron pesos individuales de frutos de *Capsicum annum* entre 5.5 y 15 g/fruto, con una media de 9.6 g/fruto. Según estos autores, las diferencias para peso de fruto se explicaron solamente por efectos genéticos no aditivos, por lo que ellos sugieren que las mejores estrategias de mejoramiento serían la formación de híbridos.

2.7 Fertilización orgánica y química

Con la aplicación al suelo de fertilizantes químicos y orgánicos (estiércol de bovino) en chile jalapeño, no tuvieron ningún efecto sobre la pungencia de los frutos de chile, además de que no se encontró diferencias significativas en rendimiento entre dichos tratamientos (Ramos, 2010).

En el cultivo de Chile Jalapeño, se hizo una evaluación de manejo convencional (fertilizantes sintéticos) contra manejo orgánico (fertilizantes orgánicos) y reportan que el crecimiento de la planta, rendimiento y número de frutos fueron similares en ambos sistemas de producción. (Delate *et al.*, 2003)

2.8 Importancia del nitrógeno

El nitrógeno es el elemento esencial de mayor demanda y que está presente siempre en mayores proporciones en los tejidos vegetales con respecto a los demás elementos en las diferentes etapas fenológicas (Noh *et al.*, 2010).

El nitrógeno (N) es el elemento más indicado para valorar la calidad de un abono orgánico (Gómez, 2000), porque (i) presenta altas posibilidades de ocasionar daño ambiental por pérdidas de amoníaco (NH_3) por volatilización, de nitrato (NO_3^-) por lixiviación y por la presencia de emisiones de óxido nitroso (N_2O) (Grigatti *et al.*, 2007) y (ii) este elemento no existe en la fracción mineral del suelo y su disponibilidad depende de la presencia de materia orgánica mineralizable y de los procesos de fijación biológica del N atmosférico, por las transformaciones que presenta (Mazzarino, 2002).

La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados es una práctica común para asegurar la disponibilidad del elemento pero no es sostenible desde el punto de vista medioambiental (Schröder *et al.*, 2000; Scharf y Lory, 2009). Hasta un máximo del 50% del N mineral aportado a un cultivo es recuperado por las plantas y el resto se disipa al medioambiente causando impactos adversos (Balasubramanian *et al.*, 2004). Sin el aporte de fertilizantes nitrogenados no hubiese sido posible el incremento en la producción de los cultivos en la agricultura moderna (Balasubramanian *et al.*, 2004).

2.9 Importancia del fósforo

El fósforo (P) es un nutriente de baja solubilidad y movilidad de los suelos que se encuentran generalmente en situaciones de deficiencia para el crecimiento vegetal, y solo puede ser repuesto mediante la fertilización (McDowell & Sharpley, 2003; Takaishi & Anwar, 2007).

Comparado con otros nutrientes, el P presenta una menor disponibilidad para las plantas, lo cual lo convierte en un factor limitante para la producción agrícola. Esta baja disponibilidad se relaciona con la elevada reactividad que tiene el anión fosfato con los diversos constituyentes del suelo y de la rizosfera (Hinsinger, 2001).

2.10 Importancia del potasio

El potasio también conocido como el “elemento de calidad” para la producción agrícola, mejora el color y sabor de frutas, aumenta el tamaño de los frutos, menores pérdidas durante el almacenamiento y transporte, y vida más larga de las frutas y hortalizas en los anaqueles de los supermercados. Es importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que es esencial en la fotosíntesis, promueve la síntesis, traslocación y el almacenamiento de carbohidratos y optimiza la regulación hídrica en los tejidos vegetales. Ayuda también al crecimiento radicular, resistencia a sequías y a heladas, disminución a la incidencia de plagas y enfermedades. (ICL FERTILIZERS).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área experimental

El experimento fue realizado en el invernadero del Departamento de Ciencias del Suelo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, Estado de Coahuila, México. En las coordenadas 25° 23' 42" de la latitud norte y 100° 50' 75" de longitud oeste, así también a una altitud de 1742 msnm.

3.1.1 Descripción del área

El invernadero es considerado de baja tecnología, el cual cuenta con extractores de aire, cortinas laterales manuales, techo de plástico transparente y ventiladores, los riego fueron con acarreo de agua en botes.

3.2 Descripción de tratamientos

Se evaluaron tres dosis del producto y un testigo (Cuadro 1). En un diseño completamente al azar. Cada tratamiento con 3 repeticiones y cada repetición con 2 plantas. Lo cual dio un total de 24 plantas de parcela útil.

Cuadro 1. Dosis de fertilizante foliar Mastergrow aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN. 2012.

Tratamiento	Dosis
T1	0.0 kg/ha
T2	1.5 kg/ha
T3	3 kg/ha
T4	4.5 kg/ha

La dosis del producto se disolvió en 1.0 L, de agua y después se asperjó en las plantas. Se iniciaron dos aplicaciones; La primera a los 44 y la segunda a los 66 días, ambas después del trasplante.

El producto Mastergrow se muestra en el Cuadro 2 de todos los nutrientes que contiene.

Cuadro 2. Composición de Mastergrow.

	% p/p		% p/p
Precusores enzimáticos	2.00	Cobalto (Co)	0.01
Componentes de respuesta Esp.	0.10	Fierro (Fe)	0.11
Nitrógeno (N) total	15.00	Magnesio (Mg)	0.08
Fósforo (P ₂ O ₅)	20.00	Manganeso(Mn)	0.09
Potasio (K ₂ O)	8.00	Molibdeno (Mo)	0.03
Azufre (S)	9.61	Sodio (Na)	1.01
Calcio (Ca)	0.44	Zinc (Zn)	0.28
Cobre (Cu)	0.05		

3. 3 Descripción de actividades para el establecimiento del experimento

3.3.1 Semilla

Se utilizó semilla certificada de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), Var. Grande.

3.3.2 Siembra

El 15 de julio del año 2012, se llevó a cabo la siembra de semilla en charolas de polietileno de 200 cavidades con perlita y peat moss relación 1:1; regando cada 2 días en forma manual.

3.3.3 Trasplante

Al día 27 de agosto del 2012, se realizó el trasplante de las plántulas emergidas a macetas o bolsas de plástico con capacidad de 20 litros, conteniendo perlita y peat moss con relación 1:1; al siguiente día del trasplante a cada maceta se aplicó un fertilizante orgánico Fertidrip 1g/L a base de ácidos fúlvicos y húmicos.

3.3.4 Riegos

Los riegos al cultivo de chile se realizaron a cada maceta, una vez que el sustrato no presentará humedad; confirmando a través de tomar una muestra de sustrato, presionando hasta percibir la ausencia de humedad.

3.3.5 Plagas

Las plagas que se presentaron fueron mosquita blanca y parte de paratriosas. Logrando su control con aplicaciones químicas de Pounce (0.4 ml/ L) para mosquita blanca y Agromet (1.5 ml/2 L) para controlar paratriosa.

3.3.6 Fertilización

A los 4 días del trasplante después de aplicar Fertidrip, se aplicó solución nutritiva Steiner al 25%. En la etapa de floración se aplicó al 50%, para el llenado de fruto hasta el final de las cosechas se aplicó al 100% solución nutritiva a todos los tratamientos, en el Cuadro 3 se muestra la composición química de la solución nutritiva.

Cuadro 3. Solución Steiner aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN. 2012.

Fuentes de fertilización	Formula química	50 L
Fosfato monoamónico	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	33 gr
Nitrato de Calcio	Ca NO_3	57 gr
Nitrato de Potasio	MgNO_3	30.5 gr
Nitrato de Magnesio	K NO_3	37 gr
Quelato de Fe al 7%	42 g/1000 L	3 gr /50 L
Micronutrientes 1 ml/L	50 ml/ 50	

3.3.7 Cosecha

Se cosecharon frutos con 4.5 cm de longitud, al percibir líneas o pequeñas fisuras en el tallo hasta la curvatura donde acaba el vástago, o al oscurecer áreas de la piel indicando que el fruto está al punto de cambio de color; la piel debe ser lisa y brillante.

3.4 Variables de calidad

3.4.1 Peso de fruto

Se cosecharon frutos de cada tratamiento tomando como referencia el grado de madurez y el tamaño de fruto. Se registraron los pesos de cada fruto por tratamiento mediante una balanza analítica marca VELAB VE 1000 Para luego analizarlos estadísticamente.

3.4.2 Firmeza

La estimación de la firmeza es importante en la evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños físicos o mecánicos o manejo de pos cosecha.

Para esta variable se utilizó un penetrómetro, Modelo EFFEGI marca (Frut Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, haciendo la evaluación de dos frutos por cada tratamiento mediante la penetración de la puntilla en un solo pulso sosteniendo el fruto de la parte ecuatorial, para medir la fuerza necesaria para penetrar el fruto, Calculando la firmeza en Kg/cm^2 de ambos frutos mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Área de la puntilla} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{(3.1416)(0.8\text{cm})^2}{4} = 0.502656 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de 1 cm} = \frac{(1 \text{ cm})(0.502656 \text{ cm}^2)}{0.8\text{cm}} = 0.62832 \text{ cm}^2$$

$$\text{Firmeza de fruto en Kg/cm}^2 = \frac{(\text{ACM})(\text{LP})}{(\text{AP})}$$

Dónde:

ACM= Área de 1 cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

3.4.3 Sólidos solubles totales (°B)

Para evaluar esta variable se utilizó el refractómetro Atago determinando grados Brix (°Brix) o el porcentaje de sólidos solubles totales (SST%), se colocó una gota del fruto (frutos de cada tratamiento) en la superficie del prisma, cerrando la cubierta del aparato y apuntando el refractómetro hacia una fuente de luz, observando a través del ocular una escala métrica vertical y dos porciones clara y oscura; que por el contenido de la muestra se logró observar una línea divisoria entre estas y perpendicular a la escala, determinando los resultados en grados Brix.

3.4.4 pH

Para esta variable se cortó el fruto en trozos pequeños para obtener una muestra de 10 gramos, se colocó la muestra en un vaso de precipitado de 50 ml, y posteriormente se le agregaron 20 ml de agua, después se agitó durante 1 hora en

un agitador de marca LABE-LINE 3520 para que nuestra muestra se homogenizara. Finalmente se midió el pH con un potenciómetro Modelo Corning pH meter 320.

3.4.5 Longitud de fruto

Esta variable se evaluó midiendo el diámetro de la base y ápice del fruto (partes verticales o polares) con ayuda de un vernier digital marca CALIPER DIGITAL 150 mm 6 Pulgadas, registrando los datos en mm.

3.4.6 Diámetro ecuatorial

Esta variable se obtuvo midiendo la parte central o ecuatorial del fruto mediante un vernier digital marca CALIPER DIGITAL 150 mm 6 Pulgadas, registrando los datos en mm.

3.4.7 Porcentaje de humedad (%H)

Esta variable se obtuvo del peso fresco del fruto y el peso seco, para poder obtener eso utilizamos la formula siguiente.

$$\% H = \frac{PF - PS}{PF} \times 100$$

Dónde:

PF: peso fresco del fruto

PS: peso seco del fruto

Para obtener peso fresco del fruto colocamos todos los frutos de un tratamiento y repetición en la balanza analítica del laboratorio de horticultura y

tomamos los datos. Así sucesivamente con todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones

Después de pesar todos los frutos de cada tratamiento con su repetición en la balanza analítica, los frutos fueron cortados en pequeños trozos, para ponerlos en papel secante durante 48 horas. Después fueron sometidos a la estufa a 60°C durante 2 horas, después de estar seco lo colocamos en la balanza analítica de nuevo para poder tomar datos.

3.5 Análisis de datos

Los datos se analizaron con el modelo de bloques completos al azar, en el software estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 25.

El modelo estadístico lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = variable respuesta de la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

μ = Efecto de la media.

B_i = Efecto de la i-ésima repetición.

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto del i-ésimo repetición y la j-ésimo tratamiento del error experimental.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios el ANVA del Cuadro 4 indican que en peso de fruto existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$), en firmeza ($p \leq 0.01$), sin embargo, para SST no hubo diferencia entre tratamientos.

Cuadro 4. Cuadrados medios del ANVA para las variables de Peso de fruto, Firmeza, Sólidos solubles totales, en dos cortes de chile jalapeño Var. Grande desarrollado en invernadero. UAAAN. 2012.

FV	Peso de fruto			Firmeza		SST	
	GL	CM	F	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	2.80	5.03*	16.50	1.61**	1.86	1.19NS
BLOQUES	2	1.51	2.70	3.18	0.31	0.35	0.22
ERROR	6	0.55		10.28		1.57	
TOTAL	11						
CV (%)		8.25		7.48		18.61	

SST= sólidos solubles totales; NS=no significativo; ** = altamente significativo ($P \leq 0.01$); * = significativo ($P \leq 0.05$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; F= F calculada; CM= cuadrados medios; %=porcentajes.

Por otro lado en la prueba de comparación de medias del Cuadro 5 para la variable de **peso de fruto**, según los datos arrojados de Tukey, el tratamiento T2 (1.5 kg ha⁻¹) y 3 (3 kg ha⁻¹) junto con el testigo (T1), fueron estadísticamente iguales pero para 4.5 kg ha⁻¹ existe una tendencia negativa. Al respecto Martínez *et al.* (2005), registraron pesos individuales de frutos de *Capsicum annum* que varían entre 5.5 y 15 g/fruto, con una media de 9.6 g/fruto, según estos autores, las diferencias para peso de fruto se explicaron solamente por efectos genéticos no aditivos, por lo que ellos sugieren que las mejores estrategias de mejoramiento serían la formación de híbridos. Para la **firmeza**, según los datos de Tukey los tratamientos 3 y 4 obtuvieron la mayor firmeza en sus frutos ya que se obtuvo un incremento de 35.7 Y

43.19% de penetrabilidad con respecto al testigo, esto quiere decir que al aplicar fertilizante foliar (Mastergrow) tienen una mayor vida de anaquel. Según Taylor *et al.*, 2002, la firmeza de los frutos en tomate es uno de los componentes importantes para el procesamiento y empacado de frutos frescos y es afectada de manera importante por diversos factores ambientales como la nutrición y exceso de nitratos, la interacción entre la cantidad de agua y el contenido de calcio en el fruto. **Sólidos solubles totales**, de acuerdo a la comparación de medias entre tratamientos y aunque no hubo diferencia estadística, el incremento del Mastergrow de 4.5 Kg ha⁻¹ en relación al testigo químico fue de 19.61 % en la medición de los grados Brix con el refractómetro.

Cuadro 5. Prueba de comparación de Medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para Peso de fruto, en Firmeza, y en Sólidos solubles totales, en chile jalapeño variedad grande.

Tratamientos	Peso de fruto	Firmeza	SST
	g	Kg cm ²	° B
T1	8.75 AB	3.17 B	6.23
T2	9.41 AB	3.43 B	6.00
T3	10.17 A	4.93 A	6.93
T4	7.89 B	5.58 A	7.75

SST= sólidos solubles totales, g: gramos.

Los cuadrados medios del ANVA del Cuadro 6 indican que para diámetro ecuatorial, longitud de fruto, pH y porcentaje de humedad no existen diferencias significativas.

Cuadro 6 Cuadrados medios de ANVA para las variables Diámetro ecuatorial, Longitud de fruto, Moléculas de hidrógeno disueltas, Porcentaje de humedad.

	D.E.		L.F.		pH		% H		
	GL	CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
FV									
TRATAMIENTOS	3	16.5	1.61NS	13.2	0.32NS	0.06	0.39NS	54.32	3.03NS
BLOQUES	2	3.18	0.31	0.64	0.016	0.05	0.31	11.46	0.64
ERROR	6	10.28		40.67		0.16		17.95	
TOTAL	11								
CV (%)			19.9			13.17	6.81		4.80

D. E.: diámetro ecuatorial, L.F.: longitud de fruto, pH: moléculas de hidrogeno disueltas, % H: porcentaje de humedad. NS= no significativo, ** = altamente significativo ($P \leq 0.01$); * = significativo ($P \leq 0.05$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; F= F calculada; CM=cuadrados medios; %=porcentajes.

La comparación de medias en Cuadro 7 nos indican para **D. ecuatorial**, de acuerdo con los datos de la comparación de media entre los tratamientos no hubieron diferencias significativas estadísticamente, se encontró que en esta variable el aplicar Mastergrow a 1.5 kg ha^{-1} mejora el diámetro ecuatorial en los frutos de un 18.37 mm, pero según Macías Duarte *et al.*, 2012, dicen que los mayores valores de ancho de chile fueron obtenidos por los tratamientos G + 80N, 150N-150P y G con valores de 2,3, 2,3 y 2,2 cm respectivamente, los cuales fueron iguales estadísticamente esto quiere decir que no hay diferencias significativas al aplicar fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos. **Longitud de fruto**, en esta variable las dosis de Mastergrow igual que el testigo produjeron similares medidas, al respecto Vázquez *et al.*, 2011, menciona que las dosis estiércol solarizado (20, 40, 60 y 80 Mg-ha⁻¹), y fertilización química como testigo (160 y 80 kg-ha⁻¹ de N y P, la

calidad del fruto no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, El tratamiento de 80 Mg·ha⁻¹ promovió frutos de primera y segunda calidad en más del 94 % del total de la producción entre estos rangos entran frutos de diámetro polar de 5-6 y 6-8. **pH**, estadísticamente no se arrojaron datos de diferencia significativa, sin embargo se disminuye el pH con la dosis de 1.5 y 4.5 kg ha⁻¹. **Porcentaje de humedad**, en esta variable no hubieron diferencias significativas pero de acuerdo a la comparación de medias se obtuvo que el tratamiento de 1.5 kg ha⁻¹ fue el mejor.

Cuadro 7. Para pruebas de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de las variables Diámetro ecuatorial, Longitud de fruto, Moléculas de hidrogeno disueltas, Porcentaje de humedad

	D.E.	L.F.	pH	% H.
Tratamientos	(mm)	(mm)		
T1	15.24	50.17	6.01	82.67
T2	18.37	49.47	5.82	87.07
T3	17.61	48.59	6.13	91.46
T4	13.21	45.42	5.84	91.65

D.E.: diámetro ecuatorial, L.F.: longitud de fruto, pH: moléculas de hidrogeno disueltas, % H: porcentaje de humedad, mm: milímetros.

V CONCLUSIÓN

El Mastergrow a dosis de 3 y 4.5 kg ha⁻¹ incrementaron la firmeza de fruto en chile jalapeño, variedad Grande.

VI RECOMENDACIONES

La fertilización foliar ayuda a mejorar el aprovechamiento de nutrientes para las plantas cuando ellas no puedan obtenerlas por la raíz.

El producto Mastergrow producirá mejores resultados cuándo existe deficiencia de nutrientes por ser una vía rápida en su absorción al aplicarse foliarmente.

Incrementar el número de aplicaciones sin modificar la dosis para el cultivo de chile por la alta demanda de nutrientes.

VII LITERATURA CITADA

- Alexander**, A. 1986. Optimum timing of foliar nutrient spray. *In*: Alexander, A. (ed.). pp. 44-60. Foliar fertilization. Martinus Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands.
- Aktas** H., Abak K. y Sensoy S., 2009. Genetic diversity in some Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes revealed by AFLP analyses. *African Journal of Biotechnology* 8(18): 4378-4386.
- Anonymous**. (s/f): Capsicum. En *Tropicos*. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=capsicum&commonname> = [Consulta: 27 abril 2010]
- Balasubramanian** V., Alves, B., Aulakh, M., Bekunda, M., Cai, Z., Drinkwater, L., Mugendi, D., Van kessel, C., Onema, O. 2004. Crop, environmental and management factors affecting nitrogen use efficiency. En: *Agriculture and the Nitrogen Cycle* (Mosier et al., Eds). Island Press, 19-33.
- Barone**, D. 2010 Ing. Agrónomo del grupo Campo Beltramino los fertilizantes foliares. Disponibles en [http:// www.barone.com](http://www.barone.com).
- Delate**, K., Friedrich H. y Lawson V. 2003. Organic pepper production systems using compost and cover crops. *Biological Agriculture and Horticulture* 21:131-150.
- Grigatti**, M., Perez, M., Blokc, W., Ciavattaa, C. y Veeken, A. 2007. A standardized method for the determination of the intrinsic carbon and nitrogen mineralization capacity of natural organic matter sources. *Soil Biology & Biochemistry* 39(7):1493–1503.

Gómez J. 2000. Abonos orgánicos. Impresora Feriva S. A. Colombia, p49-69.

Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant Soil*. 237: 173-195.

Ramos, G. F. 2010. Programación de abonos orgánicos con técnicas de acolchado plástico y riego por goteo. Departamento de Dirección y Gestión de Empresas. Tesis Doctoral. In *Lumine Sapientia*. Universitas Almerienses. Almería España. p.158.

LIDAG S.A. de C.V., www.lidag.com, mastergrow el toque mágico de la ciencia.

López R. O. G., Chilli: La especia del nuevo mundo. *Ciencias (Méx.)*. 069: 66-75. (2003). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/644/64406912.pdf> [Consulta: 30 abril 2010].

Satti S., M.E., R.A. Al-Yhyai y Fahad Al-Said. 1996. Fruit quality and partitioning of mineral elements in processing tomato in response to saline nutrients. *J. Plant Nutr.* 19: 705-715.

Scharf, P.C. y Lory, J.A. 2009. Calibrating reflectance measurements to predict optimal sidedress nitrogen rate for corn. *Agronomy Journal*, 101:615–625.

Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15(2): 134-154.

Steiner, A.A. 1968. Soilles culture. pp. 324-341. *In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute*. Florence, Italy.

Sinclair, T.R. y C.T. de Wit. 1976. Analysis of the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. *Agron. J.* 68: 653-676.

- Schröder**, J.J., Neeteson, J.J., Oenema, O. y Struik, P.C. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research*, 66: 151-064.
- Taylor**, M. D., Locascio, S. J., Alligood, M. R. 2002. Incidence of blossom-end rot and fruit firmness of tomato affected by irrigation quantity and calcium source. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 115: 211-214.
- Takahashi**, S & M R Anwar. 2007. Wheat grain yield, phosphorus uptake and soil phosphorus fraction after 23 years of annual fertilizer application to an Andosol. *Field Crops Research*. 101(2): 160-171.
- Tisdale**, S.L. y W.L. Nelson. 1991. *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. LIMUSA. México, D.F.
- Trejo** T. L. I., Rodríguez M. Ma. N., Alcántar G. G. y Vázquez A. A., 2003 Fertilización foliar específica para corregir deficiencias nutrimentales en tres tipos de Suelo, *TERRA Latinoamericana*, Vol. 21, Núm. 3, julio-septiembre, 2003, pp. 365-372 Universidad Autónoma Chapingo México.
- McDowell**, RW & A.N. Sharpley. 2003. Phosphorus solubility and release kinetics as a function of soil test P concentration. *Geoderma* 112(1-2): 143-154.
- Macías** D. R., Contreras G. R. L., Robles C. F., 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad de chile jalapeño. *BIOTecnia / XIV* (3): 32-38
- Martínez** Z. G., Dorantes J. R. A, Ramírez M., A de la Rosa, O Pozo (2005) Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel del chile serrano. *Rev. Fitotec. Mex.* 28:327-332.

- Márquez** H. C., Cano R. P. y Martínez., 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. In: Olivares S.E. (ed.). Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México, p 14.
- Mazzarino**, M. 2002. Circulación de nutrientes en ecosistemas naturales: Conservación en la vegetación y dinámica en el suelo. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Asociación Argentina de la ciencia del suelo, Puerto Madryn, Abril de 2002, p12.
- Noh** M. J., Borges G. L. y Soria F. M., 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Trop. Subtrop. Agroecosyst. 12: 219-228.
- Pérez** C. L. M, Castañón N. G. y Mayek P. N., 2008. Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. Rev. Cuad. Biodiversidad 27:11-22.
- Vázquez** V. C., García H. J. L., Salazar S. E., López M. J. D., Valdez C. R. D., Orona C. I., Gallegos R. M. A., y Preciado R. P., 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y a la producción de chile jalapeño *Capsicum annum* L., Revista Chapingo Serie Horticultura 17(Especial 1): 69-74, 2011.
- Willer** H., Yussefi M. M. y Sorensen N., 2008. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2008. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. London. 276 pp.
- Wheeler** S.A. 2008. What influences agricultural professionals' views towards organic agriculture. Ecological Economics 65: 145–154.

7.1 CITAS DE INTERNET

FAOSTAT ProdSTAT Crops. 2009. FAO.
<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

SIAP-SAGARPA, 2010, <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article61383>.

Morales D. J.L., 2014. <http://www.hortalizas.com/uncategorized/chile-seco-retos-y-oportunidades-en-el-mercado/>. (18, febrero, 14).

Morales D. J. L. 2014. [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/\\$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf). (01, marzo, 14).

Morales D. J. L. 2014. ICL FERTILIZERS, el potasio: nutriente esencial para aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas, http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Center/El_potasio_un_nutriente_esencial.pdf, (07, marzo, 14).