

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Comportamiento de Diferentes Variedades de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en  
Respuesta a la Fertilización Inorgánica, Orgánica y con Biofertilizantes

Por:

**FIDEL ISMAEL SOLÍS CASTELLANOS**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comportamiento de Diferentes Variedades de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en  
Respuesta a la Fertilización Inorgánica, Orgánica y con Biofertilizantes

Por:

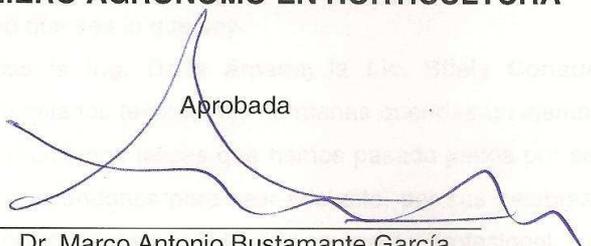
**FIDEL ISMAEL SOLÍS CASTELLANOS**

Tesis

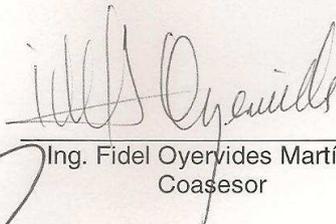
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

  
Dr. Marco Antonio Bustamante García  
Asesor Principal

  
Dr. Andrés Martínez Cano  
Coasesor

  
Ing. Fidel Oyervides Martínez  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero del 2013

## DEDICATORIA

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre **Casilda Castellanos Bautista** que es el ser más maravilloso de todo el mundo. Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre **Ismael Solís Fabián** porque desde pequeño ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

A mis hermanas la **Ing. Dalia Amada**, la **Lic. Silley Consuelo** e **Itzel Guadalupe** mis más preciados tesoros mis hermanas queridas un ejemplo a seguir, gracias por todos los momentos felices que hemos pasado juntos por ser una gran familia estar siempre apoyándonos para salir adelante, por sus palabras de aliento para lograr todos mis objetivos dentro de la vida personal y profesional.

Con amor, admiración y respeto.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, que con el apoyo de mi familia guiándome por un buen camino pude culminar exitosamente mi carrera profesional.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por ser mi casa durante los años de mi preparación profesional, momentos inolvidables que se extrañan y se llevan en el corazón por siempre.

Al **Dr. Marco Antonio Bustamante García**, le agradezco infinitamente el apoyo brindado para realizar esta investigación, por su paciencia, su dedicación, por su tiempo, por estar siempre al pendiente de todo para poder alcanzar una investigación impecable.

Al **Dr. Andrés Martínez Cano** gracias por haber aceptado dedicar un momento de su valioso tiempo para aportar sus conocimientos en la elaboración de esta investigación por sus aportaciones que usted hace son muy acertadas.

Al **Ing. Fidel Oyervides Martínez** le agradezco haber aceptado ser parte importante de esta investigación y permitirme alcanzar una gran meta, por brindarme su tiempo y apoyo en este trabajo, por sus conocimientos y aportaciones muy acertadas que me permitieron pulir mejor esta investigación.

A mis amigos **Deysi, Claudia, Varo, Martin, Carlos, Álvaro, Agustín, Pablo, Chava, Gerardo, Claudio, José Francisco, José Miguel y Eligio**, por apoyarme siempre en los momentos buenos y malos, por su amistad sincera en la Universidad y por ser un ejemplo de tenacidad por alcanzar siempre las metas difíciles que uno se propone.

A todos mis maestros y maestras que me otorgaron conocimientos a lo largo de toda mi carrera profesional y que utilizaré en mi vida laboral.

A todos y cada uno de mis compañeros de la generación CXIV, gracias por su compañía.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Origen de la calabacita.....	4
Descripción morfológica de la calabacita.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Fertilización inorgánica.....	5
Fertilización orgánica.....	5
Composta.....	6
Abonos orgánicos.....	8
Biofertilizantes.....	10
Micorriza.....	10
Factores que afectan el desarrollo, actividad y supervivencia de la micorriza arbuscular.....	12
El fosforo.....	12
Transporte del fosfato.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
Ubicación del área experimental.....	14
Localización geográfica.....	14
Variedades de calabacita utilizadas.....	14
Preparación de camas y establecimiento del sistema de riego.....	14
Siembra.....	14
Tratamientos.....	15

	Diseño experimental.....	16
	Riegos.....	16
	Control de plagas y enfermedades.....	16
	Control de malezas.....	16
	Cosecha.....	16
	Variables evaluadas.....	17
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>18</b>
	Variedad Rocío F1.....	18
	Peso promedio del fruto.....	18
	Longitud del fruto.....	19
	Rendimiento.....	20
	Variedad Spineless Perfection.....	21
	Peso promedio del fruto.....	21
	Longitud del fruto.....	22
	Rendimiento.....	23
	Variedad Golden Delight.....	24
	Peso promedio del fruto.....	24
	Longitud del fruto.....	25
	Rendimiento.....	26
	Rendimiento promedio de las tres variedades de calabacita.....	28
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>30</b>
<b>VII.</b>	<b>APÉNDICE.....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág</b>
1	Comparación del contenido de nutrientes en estiércoles y otros subproductos de varias especies animales.....	9
2	Descripción de tratamientos.....	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág</b>
1	Respuesta de la calabacita Variedad Rocío F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio del fruto.....	18
2	Respuesta de la calabacita Variedad Rocío F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.....	19
3	Respuesta de la calabacita Variedad Rocío F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable rendimiento.....	20
4	Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio de fruto.....	21
5	Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.....	22
6	Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable rendimiento.....	23
7	Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio de fruto.....	24
8	Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.....	25
9	Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la	

	variable rendimiento.....	26
<b>10</b>	Rendimiento de las tres variedades de calabacita bajo una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza.....	27
<b>11</b>	Rendimiento promedio de las tres variedades de calabacita, en respuesta a los seis tipos de fertilización aplicada.....	28

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Entrenamiento sobre Agricultura Orgánica Biointensiva del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo mayo – julio 2012, estableciendo el cultivo de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) con el fin de determinar el comportamiento de tres variedades en respuesta a seis tipos de fertilización, siendo estos los siguientes: Tratamiento 1 (fertilización inorgánica), Tratamiento 2 (fertilización orgánica), Tratamiento 3 (fertilización inorgánica más fertilización orgánica), Tratamiento 4 (fertilización inorgánica más micorriza), Tratamiento 5 (fertilización orgánica más micorriza) y Tratamiento 6 (fertilización inorgánica más fertilización orgánica más micorriza). Las variedades evaluadas fueron; Rocio F1 (calabacita tipo Gray Zucchini gris), Spineless Perfection (calabacita de color verde oscuro, sin espinas) y Golden Delight (calabacita amarilla).

Para la fertilización inorgánica consistió en aplicar la fórmula 130-90-00, utilizando los fertilizantes  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , el cual se aplicó para proveer todo el P antes de la siembra, complementándose el N con  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y aplicándose este a las 6 semanas de establecido el cultivo. Para la fertilización orgánica consistió en aplicar 3 ton/ha de gallinaza composteada más 2 ton/ha de composta a base de estiércol de bovino, aplicándose antes de la siembra. La micorriza (biofertilizante) se aplicó a la semilla antes de la siembra, de acuerdo a lo recomendado por el INIFAP.

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar y las variables evaluadas fueron: Peso de fruto (g), Longitud de fruto (cm), y rendimiento (ton/ha).

El análisis de datos arrojó que el comportamiento de las variedades utilizadas fue diferente de acuerdo a la fertilización aplicada, observándose que en la variedad Rocío F1, el mejor rendimiento se obtuvo con la fertilización orgánica, en la variedad Spineless Perfection el mejor rendimiento se logró con la fertilización orgánica más micorriza o con la fertilización inorgánica más micorriza, mientras que en la variedad Golden Delight el mayor rendimiento se tiene con la combinación de fertilización inorgánica más fertilización orgánica.

Una recomendación sería el uso de fertilización química suplementada con nutrición orgánica ya sea compostas o biofertilizantes (micorriza), para generar un

mayor rendimiento y una mejor calidad de fruto, al igual que ayudaría a reducir los costos de producción.

**Palabras clave:**

Fertilización inorgánica, fertilización orgánica, biofertilizantes (micorriza), variedades de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.); Rocío F1, Spineless Perfection y Golden Delight.

## INTRODUCCIÓN

La calabaza – perteneciente al género Cucúrbita - es uno de los vegetales de mayor importancia en México. Primordialmente se utiliza como alimento, tanto en Latinoamérica como en muchas otras regiones del mundo en las que ha sido introducida. Una variedad de calabacita muy cultivada en México es la Gray Zucchini, que se caracteriza por ser herbácea y precoz, y por iniciar la producción 50 días después de la siembra.

Se consumen principalmente inmaduros, como fruto verdura, tanto en el mercado nacional como en el de exportación, tienen un alto valor nutricional e importancia socioeconómica, al ser cultivos rentables y representar una fuente importante de divisas para el país, ya que tienen considerable demanda en Estados Unidos de Norteamérica y Europa (Bancomext, 1998; ASERCA, 1999 a, b).

Los principales estados productores de esta hortaliza son; Sinaloa, Hidalgo, Puebla, Jalisco, Sonora, Morelos, Guanajuato y Michoacán.

La producción comercial exitosa de hortalizas requiere que el productor haga uso óptimo de los recursos disponibles. Uno de estos recursos de mayor importancia es la fertilización orgánica e inorgánica que proveen los nutrimentos necesarios para un crecimiento adecuado del cultivo, y así obtener un rendimiento adecuado y con buena calidad de producto para que cumpla con los requisitos del mercado. Si faltan nutrimentos el rendimiento y calidad del producto será pobre, en cambio con excesos el costo de producción se incrementa, pudiendo ocasionar toxicidad en los cultivos y también la posibilidad de una lixiviación de los nutrimentos provocando contaminación de los mantos acuíferos.

Entre los nutrimentos que más influyen en el rendimiento de los cultivos están el N, P y el K. El N favorece el desarrollo vegetativo e intensifica el color verde de las hojas; es constituyente de componentes celulares esenciales, como la clorofila, aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos; además mejora la succulencia de muchos cultivos.

El P es necesario para la síntesis de coenzimas, ácidos nucleicos, el ATP y los fosfolípidos; por lo cual es importante para el metabolismo en general, y

especialmente para la absorción de otros nutrientes del suelo y el crecimiento de las raíces.

Por su parte, el K da vigor al crecimiento, es esencial para la formación del almidón y la hidrólisis de los azúcares, promueve la translocación de asimilados desde las hojas y favorece la fotosíntesis, participa en la regulación del potencial osmótico celular, activa enzimas, participa en la liberación de proteínas desde los ribosomas, es necesario en la síntesis de clorofila, favorece el desarrollo de raíces, y regula el balance del N y P (Taiz y Zeiger, 2006; Alcántar y Trejo, 2007).

En México, la producción de calabacita, presenta problemas relacionados con la nutrición, ya que al utilizar fertilizantes inorgánicos para suministrar los nutrimentos necesarios para la producción de fruto; se generan problemas de contaminación y el costo de estos fertilizantes se han incrementado en más de 200 %. En la búsqueda de alternativas para contrarrestar esta problemática se ha recurrido al uso de abonos orgánicos e incorporación de biofertilizantes, los cuales en años recientes se ha aumentado su uso en la producción orgánica. Los biofertilizantes pueden ser bacterias y hongos capaces de fijar N atmosférico y aumentar la capacidad extractiva de nutrientes por las raíces, producen sustancias promotoras de crecimiento y brindan protección al sistema radical. Estos microorganismos benéficos (bacterias y hongos), viven asociados con las plantas, ayudan al proceso natural de nutrición y son regeneradores de suelo (Aguirre *et al.*, 2009). Además estos son económicamente atractivos y ecológicamente aceptable, al reducir insumos, (Burdman *et al.*, 2000). Al aplicar biofertilizantes se mejora la calidad y productividad de cultivos y se puede eliminar total o parcialmente los fertilizantes minerales, al aplicarlos conjuntamente con las compostas para una agricultura sustentable (Bashan *et al.*, 1996). En la actualidad no se tienen reportes sobre el uso combinado de biofertilizantes y abonos orgánicos en la producción de calabacita.

## **OBJETIVOS**

- Evaluar el comportamiento de tres variedades de calabacita a campo abierto y con riego por goteo.
- Evaluar la influencia que ejercen los fertilizantes inorgánicos, orgánicos y los biofertilizantes solos o combinados sobre el rendimiento y calidad del fruto de la calabacita.
- Determinar si la fertilización inorgánica se pudiera potenciar con la ayuda de los fertilizantes orgánicos y los biofertilizantes.

## **HIPÓTESIS**

El comportamiento y rendimiento de las variedades de calabacita será diferente de acuerdo a la fertilización aplicada.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Origen de la calabacita**

El origen de la calabacita no se conoce con exactitud; predomina la opinión de que procede de México, América Central y de América del Sur. Los datos arqueológicos señalan que esta especie estaba ampliamente distribuida por el norte de México y el Suroeste de EUA, desde hace 7000 a.c. (Infoaserca, 2012).

En la actualidad es también cultivada extensamente en toda Europa como calabazas de verano, cuyos frutos se consumen inmaduros. La distribución del cultivo es muy amplia, ya que después del descubrimiento de América se difundió por el mundo, actualmente la calabacita se siembra en todos los continentes (Guenkov, 1974).

### **Descripción morfológica de la calabacita**

La calabacita es una planta herbácea, anual, monoica (con flores masculinas y femeninas) cuyos tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo y después se tornan rastreros, estos son angulares, con cinco bordes o filos, cubiertos de vellos y las hojas son lobuladas, pubescentes y acorazonadas, el color de las hojas oscila entre verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad, presentando en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas, se sostienen por medio de peciolo largos y huecos.

Las flores masculinas tienen un pedúnculo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen corto, los pétalos de ambas flores son color amarillo en el centro y anaranjado en los extremos, cuando inicia la floración las flores masculinas son las primeras que emergen (Gastier, 2000).

Por su parte el fruto se consume inmaduro y alcanza una longitud de 12 a 15 centímetros, es un pepónide oblongo, que presenta diversos colores de acuerdo a las variedades, donde predominan los grises y verde oscuros y algunas variedades son amarillas, con semillas generalmente de color blanco, crema o ligeramente café, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, longitud de 1.5 centímetros, anchura de 0.6-0.7 centímetros y grosor de 0.1-0.2 centímetros. El sistema radicular presenta una raíz principal axonomorfa con raíces secundarias.

## Clasificación taxonómica

La calabacita según (Valadez, 1994) (Jiménez, 2011) pertenece a la siguiente clasificación:

Reino:.....Plantae

División:.....Magnoliophyta

Clase:.....Magnoliopsida

Orden:.....Violales

Familia:.....Cucurbitaceae

Género:.....*Cucúrbita*

Especie:.....*C. pepo*

## Fertilización inorgánica

Las hortalizas requieren de grandes cantidades de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. La calidad y rendimiento de los frutos de calabacita dependen de diferentes factores que influyen directamente antes de la recolección de los mismos; uno de ellos es la nutrición mineral.

La calabacita se clasifica como una hortaliza que requiere altas dosis de fertilización, por su capacidad para producir una gran cantidad de biomasa, recomendándose dosis de 250-280-250 kg/ha de N, P y K (Martinetti y Paganini, 2006).

Para este cultivo existe un amplio margen de abonado, el cual dependerá principalmente en función de la extracción del cultivo y en menor grado a la cantidad de nutrientes del suelo. Las cantidades de fertilizante mineral recomendadas en el cultivo de la calabacita varían de región, por los diferentes tipos de suelo y calidad de agua. La Conabio (2006) sugiere una dosis de fertilización que oscila entre 200-225 kg de N, 100-125 kg de P y 250-300 kg de K. En México, Sedano *et al.*, (2005) aplicaron la fórmula de fertilización 200-00-60 kg/ha, con la aplicación total de potasio al momento de la siembra, y dividiendo la aplicación de nitrógeno, 50 % al momento de la siembra y el resto 24 días después, obteniendo índices bajos en el rendimiento al momento de la cosecha.

Los nutrimentos pueden ser aportados satisfactoriamente con la combinación de los abonos orgánicos y los fertilizantes inorgánicos, dado que los primeros favorecen las propiedades edáficas, y los últimos aportan nutrimentos a los vegetales (Jacob, 1973).

Vanlavwe *et al.*, (2001) señalan que tanto el fertilizante inorgánico como los abonos orgánicos se requieren para incrementar la producción vegetal. Los abonos orgánicos mantienen las propiedades físicas y químicas del suelo, mientras que los fertilizantes minerales proveen cantidades suficientes de nutrimentos durante el periodo de su máxima absorción. Los fertilizantes minerales y los abonos orgánicos contienen diferentes formas y cantidades de nitrógeno, lo cual puede afectar la cantidad y la calidad de la producción (Heeb *et al.*, 2005).

El principio de un buen manejo de nutrimentos y el uso de fertilizantes es asegurar una sincronización entre los requerimientos del cultivo y la liberación de nutrimentos provenientes de fertilizantes o de materiales orgánicos, de tal manera que se reduzca el riesgo del lixiviado de nutrimentos a las aguas superficiales o subterráneas (Brady y Weil, 1999).

### **Fertilización orgánica**

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, orina 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 (FIRA, 2003).

Reish, (1999) menciona que los fertilizantes inorgánicos actúan de la misma manera que los orgánicos en término de su asimilación por la planta, ya que ambos, tienen que ser descompuestos en formas iónicas y unirse a los coloides del suelo y luego ser liberados en el agua que rodea las raíces de las plantas, posteriormente, ocurre el intercambio iónico entre las raíces de la planta y la solución nutritiva, es decir, que fisiológicamente las plantas no difieren en el intercambio iónico entre la solución del suelo o solución nutritiva, por lo tanto, si las plantas están creciendo hidropónicamente y están libres de pesticidas, se puede argumentar que realmente están creciendo orgánicamente.

### **Composta**

De acuerdo con Mustin, (1987) el compostaje es el proceso biológico de descomposición de compuestos orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancia húmicas.

Para favorecer el compostaje es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana, como: la cantidad adecuada de agua, oxígeno y alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura (Siles, 1998; Bollo, 1999).

Una de las formas de transformar los residuos orgánicos en material fertilizante, es someterlos a un proceso de descomposición (aeróbico o anaeróbico) hasta un compuesto estable llamado humus.

La composta es el abono orgánico por excelencia y es lo más cercano en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos. Las ventajas de la composta son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son: retiene nutrientes evitando que se pierda a través del perfil del suelo; mejora la estructura del suelo; retiene la humedad; limita la erosión; contiene micro y macronutrientes; estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas; sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles; propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, y no contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos (FIRA, 2003). El proceso del compostaje es favorecido por un aporte apropiado de aire, humedad y temperatura.

Básicamente el proceso se puede dividir en tres fases:

- 1) Fase inicial de uno o cinco días durante los cuales se descomponen los componentes rápidamente degradables (azúcares, aminoácidos, lípidos);
- 2) Fase termofílica durante la cual se degradan gran cantidad de celulosa hemicelulosa y lignina, y
- 3) Estabilización, periodo en que declina la temperatura, decrece la velocidad de descomposición y los microorganismos mesofílicos recolonizan la composta (formación de sustancias húmicas).

La condensación de los fenoles junto con el amonio durante el proceso de humificación, es quizá la fase más importante del proceso de compostaje (Paul y Clark, 1996). La forma más sencilla para determinar si durante el proceso de compostaje se ha logrado la formación de ácidos húmicos es por una disminución de temperatura, siendo todas las condiciones de alimentación, humedad y oxígeno óptimas para la actividad microbiana. De esta forma si la temperatura disminuye es porque todo el sustrato balanceado ha sido transformado (Soto y Muñoz, 2002).

En resumen, los materiales para ser compostados deben de cumplir dos condiciones básicas: Ser biodegradables y no estar contaminados.

Dado que el compostaje es un proceso de descomposición predominantemente aeróbico, las prácticas de manejo deben de crear las

condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de estos organismos aeróbicos. Las condiciones que favorecen el crecimiento de los microorganismos aeróbicos son: presencia de oxígeno, temperatura, agua y una nutrición balanceada.

Hay otros factores que también pueden afectar su desarrollo tales como: pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples (melaza), y mayor superficie de contacto o tamaño de partícula (Rynk, 1992).

### **Abonos orgánicos**

Algunos de los abonos más usados en la agricultura son: Humus de lombriz, compost, turba, tierra mejorada, resacas, resaca de río, pinocha, harina de sangre, harina de carne, harina de hueso, guano de conejo, guano de ave, barros y combinación de los mismos, todos ellos con cantidades importantes de ácidos húmicos y fulvicos.

Ventajas del uso de abonos orgánicos.

- A. Mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye ésta en suelos arcillosos. Mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua. (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).
- B. Su acción quelatante, contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999).
- C. El humus, aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).
- D. Potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Hadar y Mandelbaum, 1992; Hoitink *et al.*, 1991).
- E. Las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.
- F. Aumento de la capacidad de regulación química del suelo.
- G. Aumento del porcentaje de CO<sub>2</sub> en el suelo, capaz de acidificar suelos alcalinos.
- H. Aumento del porcentaje de CO<sub>2</sub> en la parte aérea de cultivos densos, que tengan restringida la circulación de aire, promoviendo por lo tanto, un aumento de la fotosíntesis.

- I. Fuente de calcio, magnesio y micronutrientes.
- J. Mayor estabilización de la temperatura del suelo.
- K. Aumento de la actividad microbiana.

El estiércol son deyecciones de animales cuyos compuestos son de naturaleza órgano-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y el potasio al 50 % en forma orgánica y mineral (Labrador, 1994). Su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la alimentación recibida, la elaboración y manejo, etc.

**Cuadro 1.** Comparación del contenido de nutrientes en estiércoles y otros subproductos de varias especies animales.

ESPECIE	HUMEDAD (%)	NITRÓGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)	CALCIO (%)	MAGNESIO (%)
Vaca (*)	83,2	1,67	1,08	0,56		
Caballo (*)	74,0	2,31	1,15	1,30		
Oveja (*)	64,0	3,81	1,63	1,25		
Llama (*)	62,0	3,93	1,32	1,34		
Vicuña (*)	65,0	3,62	2,00	1,31		
Alpaca (*)	63,0	3,60	1,12	1,29		
Cerdo (*)	80,0	3,73	4,52	2,89		
Gallina (*)	53,0	6,11	5,21	3,20		
Conejo (**)	—	2,40	1,40	0,60		
Lombriabono de vacuno (**)	—	1,80	2,27	0,95	6,23	0,66
Lombriabono de Conejo (**)	—	1,76	2,95	1,18	7,29	0,97
Lombriabono de oveja (**)	—	1,92	3,89	0,79	5,98	0,80
Harina de sangre (**)	—	1,50	1,30	0,70		
Harina de huesos (**)	—	2,0-4,0	22-25			

Fuentes: (\*): Fertilizantes Orgánicos T & C. 2005. (\*\*): Restrepo, 1998.

Fuente: (seebarinasgobve, 2012).

La aplicación de un material que aporte sus nutrimentos a una velocidad más lenta puede ofrecer ventajas como menor pérdida por lixiviación y volatilización y una fuente de nutrimentos a largo plazo (Shibahara *et al.*, 1998). Clark *et al.*, (1998), evaluaron durante 4 años los efectos de la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos sobre las características químicas del suelo encontrando incrementos en las concentraciones de N, P, K, Ca, y Mg en los sistemas que recibieron abonos orgánicos continuamente. Así mismo, Dous *et al.*, (1997), hallaron incrementos en

los contenidos de fósforo y potasio disponibles luego de tres años de aplicación de compost de estiércol de gallinas, ganado vacuno y follaje, además detectaron un efecto significativo en las poblaciones de micorrizas, específicamente de *Glomus* sp.

### **Biofertilizantes**

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos benéficos del suelo, en especial bacterias y/o hongos, que viven asociados o en simbiosis con plantas y ayudan de manera natural a su nutrición y crecimiento además de ser mejoradores de suelo. Entre los microorganismos más utilizados se encuentran: *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium* y los hongos micorrizicos.

Los fertilizantes biológicos, con base en bacterias y hongos benéficos tienen las siguientes funciones principales:

- Fijadores de nitrógeno del medio ambiente para la alimentación de la planta.
- Protectores de la planta ante microorganismos patógenos del suelo.
- Estimulan el crecimiento del sistema radicular de la planta.
- Mejoradores y regeneradores del suelo.
- Incrementan la solubilización y la absorción de nutrientes, como el fósforo, que de otra forma no son asimilables por la planta.

### **Micorriza (Genero *Glomus* intraradices)**

Las micorrizas, que etimológicamente significan hongos de raíz, en este caso hongos benéficos, cumplen un rol trascendental en este grupo de microorganismos, ya que establecen con los vegetales estrechas relaciones sinérgicas, denominadas Simbiosis Mutualísticas, en donde ambos componentes se ven mutuamente beneficiados. Son dos los principales tipos de Micorriza; Ectótrofas y Endótrofas, dependiendo del tipo de hongo, huésped y hábito de crecimiento; pero las importantes funciones que llevan a cabo son las mismas, colonizan la raíz, desarrollando un abundante volumen micelial que incrementa el área de exploración y absorción radicular, de esta forma la planta micorrizada puede absorber mayor cantidad de agua y nutrientes solubles que la no micorrizada, existiendo además importantes beneficios indirectos como una menor vulnerabilidad frente a hongos fitopatógenos, ya que al estar el sistema radicular colonizado por la micorriza bloquea los puntos de infección evitando el ingreso de los mismos (Engormix, 2012).

Actualmente, los microorganismos benéficos juegan un papel fundamental; entre ellos, se destacan los hongos formadores de micorriza arbuscular (MA), los microorganismos fijadores de nitrógeno y las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) (Azcon, 2000).

Múltiples trabajos han mostrado cómo los microorganismos influyen no solo en el desarrollo y crecimiento de las plantas, sino, también, en la contribución a la protección de la planta contra patógenos del suelo.

Sin embargo, para sostener y fortalecer los sistemas agrícolas, es necesario el conocimiento fundamental de los diversos componentes que lo integran y que pueden ser determinantes en su funcionalidad. Gran parte de la productividad de los cultivos está determinada por la fertilidad de los suelos (Barea, 1991).

La fertilidad del suelo puede considerarse desde tres puntos de vista: características físicas, características químicas y características biológicas.

La combinación e interacción de las tres características mencionadas, producen cambios significativos en los ciclos biogeoquímicos del suelo y en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

En cuanto al componente biológico, es reconocido que la gran mayoría de plantas capta los nutrientes por medio de interacciones que establece con los microorganismos que viven en la rizosfera, especialmente con aquellos que se han denominado simbioses. De estos simbioses de la raíz, los hongos denominados micorriza arbuscular (MA), son tal vez las asociaciones más comunes que se establecen con la mayoría de las especies de plantas, y probablemente son, en cantidad, las más importantes. Esta simbiosis facilita la captación de fósforo, un nutriente limitante en la mayoría de los suelos, además de otras funciones importantes que ejerce la simbiosis (hongo-raíz), con múltiples beneficios para la planta.

En la asociación mutualista que se establece con la micorriza, el hongo coloniza biográficamente la corteza de la raíz, sin causar daño a la planta, llegando a ser, fisiológica y morfológicamente, parte integrante de dicho órgano. A su vez, la planta hospedera proporciona al hongo simbionte (heterótrofo), compuestos carbonados procedentes de la fotosíntesis, y un hábitat ecológico protegido.

La importancia de esta simbiosis en el desarrollo de las plantas se entiende al tener en cuenta que la raíz es el puente entre la planta y el suelo y que, a su vez, el micelio del hongo micorrizógeno es el puente entre la raíz y el suelo. En consecuencia, la micorriza, como órgano de absorción y traslocación de agua y

nutrientes, es una de las más sobresalientes adaptaciones de la raíz para desenvolverse adecuadamente en el ambiente edáfico (Guerrero, 1986).

### **Factores que afectan el desarrollo, actividad y supervivencia de la micorriza arbuscular**

Diversos factores pueden afectar el desarrollo, actividad y supervivencia de la micorriza arbuscular. Dentro de los más importantes, se encuentran las prácticas culturales agrícolas, particularmente la adición de fertilizantes, aplicaciones de pesticidas y rotaciones de cultivos, de igual forma los factores medioambientales son determinantes (Gianinazzi, 1994).

Las prácticas agrícolas, tales como la aplicación de fertilizantes, la rotación de cultivos, la labranza y abono con cal afectan los niveles de la colonización de las raíces y el potencial de MA en campo. Por ejemplo se ha encontrado que los altos niveles de la fertilización con fósforo bajan o inhiben la eficiencia de la micorriza en cultivos de soya (Ezawa, *et al.*, 2000). Igualmente, los cambios en la fertilidad del suelo, debido a correcciones con fertilizantes minerales o materia orgánica, pueden afectar marcadamente la actividad de la población micorrízica del suelo, en términos de la cantidad de raíz colonizada y el número de esporas producidas (Hayman, 1987).

Generalmente, una alta fertilización química con N, P y K en forma completa al suelo, conducen a una colonización mínima por parte de la micorriza arbuscular, a tal grado que difícilmente se encontrarán asociaciones simbióticas en suelos cultivados intensivamente, en donde la MA tiende a extinguirse (Gianinazzi, 1994).

La fertilización química aplicada puede disminuirse de un 50 a 80%, ya que la MA mejora la absorción de nutrientes del suelo. Del 40 al 50% de los fertilizantes químicos aplicados se lixivian, contaminando suelos, ríos, arroyos, mantos freáticos y la atmosfera (Plenchette *et al.*, 1983; Harrison, 1997).

### **El Fósforo**

El principal papel de la micorriza arbuscular es proveer las necesidades de fósforo a la planta, debido a que este elemento es extremadamente inmóvil en el suelo. Aun si el fósforo se adiciona en forma soluble al suelo, este terminará por inmovilizarse como fósforo inorgánico, fosfato cálcico, o cualquier otra forma fijada. (Jackson and Mason, 1984; Wetteraver and Killorn, 1996). Es conocido que la micorriza arbuscular es eficaz para incrementar la captación de nutrientes,

particularmente fosforo y acumulación de biomasa de muchos cultivos, en suelos que contienen bajo fósforo (Osonubi *et al.*, 1991).

Entre 95 y 99% del fosforo del suelo no está disponible para las plantas; esto incluye las formas orgánicas y mineral insoluble. La adición de cantidades bajas de fertilizante fosfatado es compatible, e incluso beneficia la simbiosis con la MA, ya que estimula el crecimiento de la planta, pero al incrementar la dosis se comienza a interferir la formación de la simbiosis, llegándose incluso a la inhibición de la colonización. Las diferentes especies de MA muestran distintos grados de resistencia a la aplicación de fertilizantes y productos fitosanitarios; lo anterior trae como consecuencia, el interés práctico en relación con la selección de los MA, específicos para una planta en un determinado suelo, que ha recibido dichos aportes (Hayman, 1982).

### **Transporte del fosfato**

El transporte del fosfato, desde la solución del suelo hacia la planta, se presenta en tres fases:

1. el fosfato es captado por las hifas externas de la planta, unas 1000 veces más rápido, que por la difusión de la solución del suelo,
2. posteriormente, el fosfato es trasladado a través de las hifas intrarradicales, y
3. finalmente, es acumulado, en forma de gránulos de polifosfato, el cual es impulsado a través del lumen de las hifas, por corrientes citoplasmáticas hacia los arbusculos, en donde el polifosfato es degradado y el ion fósforo es transferido a la célula hospedadora (Le Tacon, 1985).

Las micorrizas facilitan la absorción de los elementos menos solubles y móviles como: fósforo, amonio, potasio, cobre, fierro y zinc.

Una de las especies de *Glomus* más común se ha reportado asociada a papaya, tomate, apio, algunos cítricos, maní, maíz, frijol, fresa, zanahoria, papa, avena y trigo (Schenk & Perez, 1988).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del área experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Entrenamiento sobre Agricultura Orgánica Biointensiva del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) durante el periodo mayo – julio 2012.

### **Localización geográfica**

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en las coordenadas geográficas 25°23´ 42´ latitud norte y 101° longitud oeste a una altitud de 1753 msnm.

### **Variedades de calabacita utilizadas**

- Rocio F1: calabacita tipo Gray Zucchini gris.
- Spineless Perfection: calabacita de color verde oscuro, sin espinas.
- Golden Delight: calabacita amarilla.

### **Preparación de camas y establecimiento del sistema de riego**

En la preparación del terreno se realizaron prácticas de barbecho de forma manual con ayuda de un “azadón”, se realizó el trazado de camas de 0.76 m de ancho por 6 m de largo, posteriormente se acondiciono el terreno para instalar el sistema de riego por goteo, utilizando tubería de PVC para las líneas principales y después se utilizó manguera de polietileno de 16 mm con 30 cm de espaciamiento entre goteros con un gasto por gotero de 5 litros/hr. Se colocó una cinta por cama.

### **Siembra**

La siembra se llevó acabo el 16 de mayo de 2012, estableciendo las semillas, a una profundidad de 2-3 centímetros, con una distancia de 60 centímetros entre punto y punto, teniéndose finalmente 10 plantas por cama. Después de esto se dio un riego inicial para llevar al suelo a capacidad de campo.

## Tratamientos

Los tratamientos de fertilización fueron los siguientes:

La fertilización inorgánica consistió en aplicar la fórmula 130-90-00, utilizando los fertilizantes  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , el cual se aplicó para proveer todo el P (fosforo) antes de la siembra, complementándose el N (nitrógeno) con  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y aplicándose este a las 6 semanas de establecido el cultivo (27 de junio).

La fertilización orgánica consistió en aplicar 3 ton/ha de gallinaza composteada más 2 ton/ha de composta a base de estiércol de bovino, aplicándose antes de la siembra.

También se utilizó como biofertilizante a la micorriza *Glomus intraradices* producida por el INIFAP la cual se aplicó tratando a la semilla antes de la siembra, de acuerdo a la dosis recomendable del producto comercial con 5 g de micorriza en polvo, se mezclaron con adherente y 100 ml de agua, poniéndose a remojar las semillas por 10 minutos estas se secaron y luego se plantaron.

Se realizaron diferentes combinaciones de los tres tipos de fertilizaciones en las tres variedades de calabacitas, teniéndose al final los siguientes tratamientos:

**Cuadro 2.** Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Descripción
Variedad: Rocio F1	
T1	Fertilización inorgánica
T2	Fertilización orgánica
T3	Fertilización inorgánica + orgánica
T4	Fertilización inorgánica + micorriza
T5	Fertilización orgánica + micorriza
T6	Fertilización inorgánica + orgánica + micorriza
Variedad: Spineless perfection	
T7	Fertilización inorgánica
T8	Fertilización orgánica
T9	Fertilización inorgánica + orgánica
T10	Fertilización inorgánica + micorriza
T11	Fertilización orgánica + micorriza
T12	Fertilización inorgánica + orgánica + micorriza

---

Variedad: Golden delight	
T13	Fertilización inorgánica
T14	Fertilización orgánica
T15	Fertilización inorgánica + orgánica
T16	Fertilización inorgánica + micorriza
T17	Fertilización orgánica + micorriza
T18	Fertilización inorgánica + orgánica + micorriza

---

### **Diseño experimental**

Los tratamientos se establecieron en un diseño completamente al azar teniendo un total de 18 tratamientos con 3 repeticiones por tratamientos.

### **Riegos**

Debido a la gran demanda de humedad por parte del cultivo y dependiendo del comportamiento del clima y desarrollo fenológico se efectuaron riegos cada tercer día correspondiendo a un volumen de 2.5 L por planta por riego.

### **Control de plagas y enfermedades**

Durante el experimento se encontraron algunas plagas, como mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), diabrotica doradilla (*Diabrotica balteata*), pero estas no fueron de gran impacto, ya que no afectaron al cultivo. En enfermedades se tuvo la presencia de cenicilla polvorienta (*Sphaerotheca fuliginea*), pero tampoco afecto al cultivo y no se tuvo la necesidad de la aplicación de algún producto químico, ya que las plantas presentaban un grado de madurez avanzado y no afectaba a los frutos.

### **Control de malezas**

Durante el experimento se realizaron escardas para eliminar las malezas del cultivo para evitar la competencia por la obtención de agua y nutrientes, así como prevenir la presencia de plagas y enfermedades.

### **Cosecha**

Esta actividad se realizó manualmente cada tercer día, iniciando la cosecha cuando los frutos alcanzaron la premadurez fisiológica ya que los frutos se consumen tiernos, o cuando el tamaño de las calabacitas, era de 12 a 15

centímetros, por lo que la primera cosecha fue a los 45 días después de la siembra (1 de julio) y concluyendo el 20 de julio de 2012.

### **Variables evaluadas**

#### Peso del fruto

Esta variable se midió con una balanza granataría y el dato se registró en gramos.

#### Longitud de fruto

Esta variable se midió al ser cosechados los frutos, utilizando una regla metálica midiendo desde la punta del fruto hasta la base del pedúnculo, y los datos se registraron en centímetros.

#### Rendimiento

Esta variable fue el resultado total de la cosecha de las variedades de calabacita reportado en ton/ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

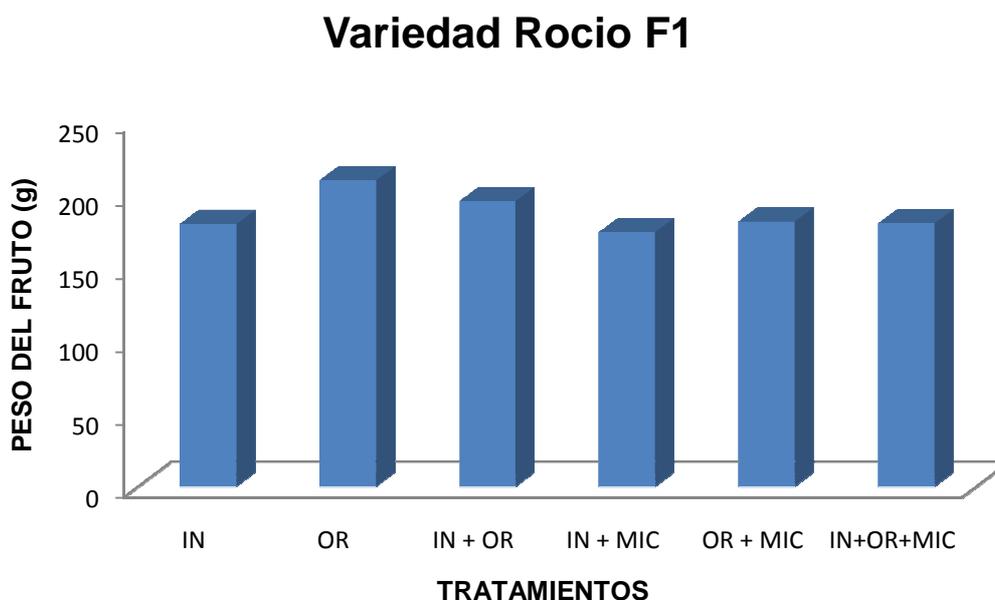
Al analizar estadísticamente las tres variables evaluadas para las tres variedades no hubo diferencia significativa estadísticamente, pero las tendencias fueron claras y estas se describen a continuación.

### Variedad: Rocío F1

#### Peso del fruto

Es una variable importante debido a que representa de manera directa el rendimiento.

Al analizar la variable (Figura 1) se observa que el mejor tratamiento fue el de fertilización orgánica, al registrar un promedio de 209.8 g. Se puede notar que el peso del fruto tendió a reducirse al combinar esta fertilización orgánica con la inorgánica y con la micorriza, aunque muy ligeramente. Esto coincide con lo que cita Rivera, (2004) que usando abonos orgánicos generan un mayor rendimiento y mejor calidad de fruto de calabacita.



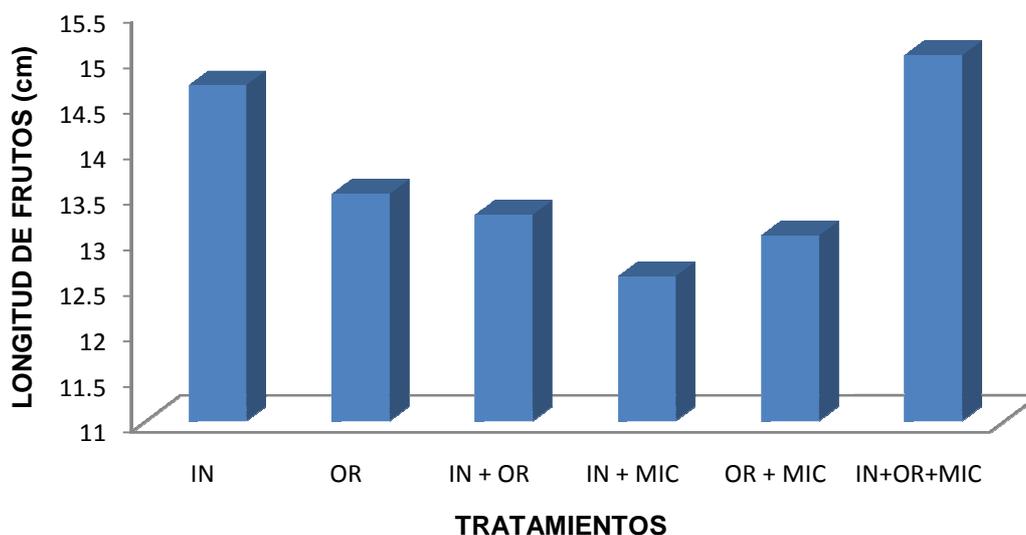
**Figura 1.** Respuesta de la calabacita Variedad Rocío F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio del fruto.

## Longitud de frutos

Es una variable importante ya que en las exigencias del mercado de exportación y nacional se fijan estándares o calibres y la uniformidad de esta variable en la cosecha de los frutos representa mayores rendimientos.

Al analizar los diferentes datos (Figura 2), se encontró como mejor aplicación para esta variable el tratamiento de fertilización inorgánica más fertilización orgánica más micorriza que reporta un valor promedio de 15 cm de longitud del fruto, seguido por la fertilización inorgánica (14.6 cm) y el más bajo correspondió al tratamiento con fertilización inorgánica más micorrizas. Esto coincide en parte con lo que cita Roblero, (2007) quien sugiere que combinando fertilizante orgánico y químico en pepino se obtienen los valores más altos para esta variable. Estos resultados también coinciden en parte a lo reportado por Smith y Read, (2008) quienes reportan que la micorriza facilita el incremento y asimilación de nutrientes, permite un mejor desarrollo vegetativo incrementando favorablemente la producción.

### Variedad Rocio F1

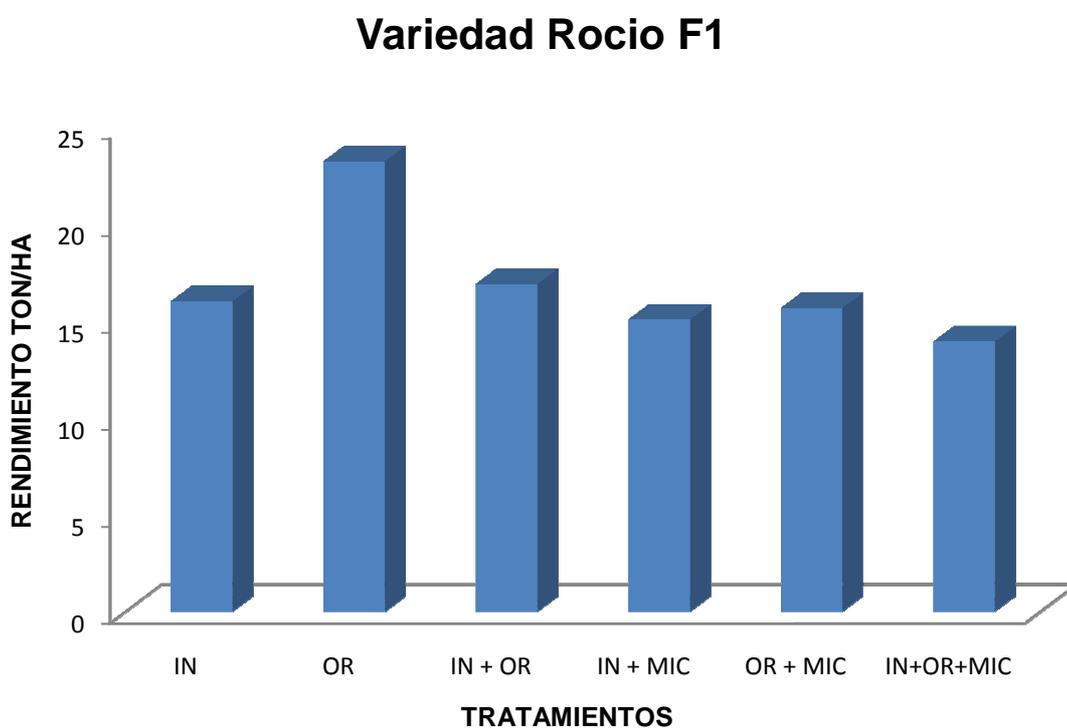


**Figura 2.** Respuesta de la calabacita Variedad Roció F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.

## Rendimiento

Al analizar la variable (Figura 3) se observa que el mejor tratamiento fue la fertilización orgánica, al registrar 23.2 ton/ha, mientras que el rendimiento menor corresponde al tratamiento de fertilización inorgánica más fertilización orgánica más micorriza. Las respuestas en rendimiento pudiera concordar con Alonso, (2004) quien menciona que aplicando fertilizantes orgánicos (composta, lombricomposta) induce a un mejor rendimiento y calidad del follaje en el cultivo de cilandro.

Al analizar las tres variables para esta variedad, podemos concluir que el mejor tratamiento fue la fertilización orgánica y que combinado esta con fertilización inorgánica o con micorriza, no se obtiene ningún incremento en el rendimiento.

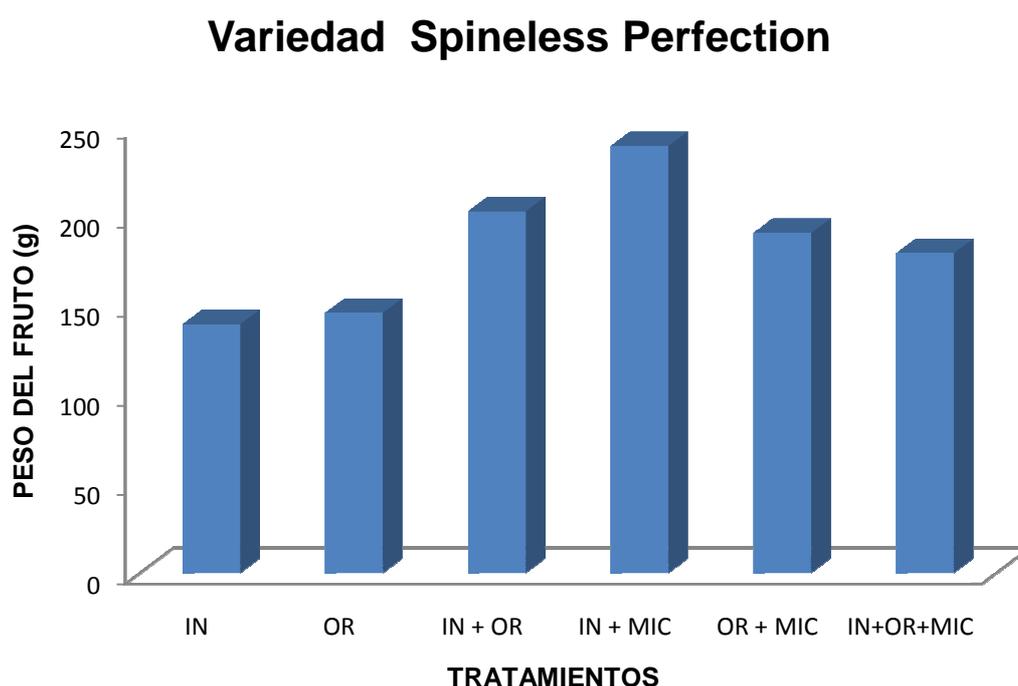


**Figura 3.** Respuesta de la calabacita Variedad Roció F1 a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable rendimiento.

## Variedad: Spineless Perfection

### Peso del fruto

En base a los resultados obtenidos (Figura 4) los valores más altos lo tiene el tratamiento de fertilización inorgánica más micorriza con un promedio de 239.5 g, seguido por el tratamiento de fertilización inorgánica más orgánica, con un promedio de 202.8 g y con menores resultados los tratamientos de fertilización inorgánica y el de fertilización orgánica. La incorporación de una fertilización con micorriza, contribuyo en el incremento del peso de fruto, al aplicar fertilizantes inorgánicos u orgánicos, pero la respuesta es menor al combinarla con los dos tipos de fertilización. Estos resultados coinciden en parte con lo reportado por Martinetti y Paganini, (2006) que al utilizar fertilizante mineral se obtiene una mejor respuesta en el rendimiento y peso de frutos de calabacita. Lira y Fernández, (2003) citan que el uso de biofertilizantes origina una rápida descomposición de la materia orgánica y asimilación de nutrientes incrementando favorablemente la producción.

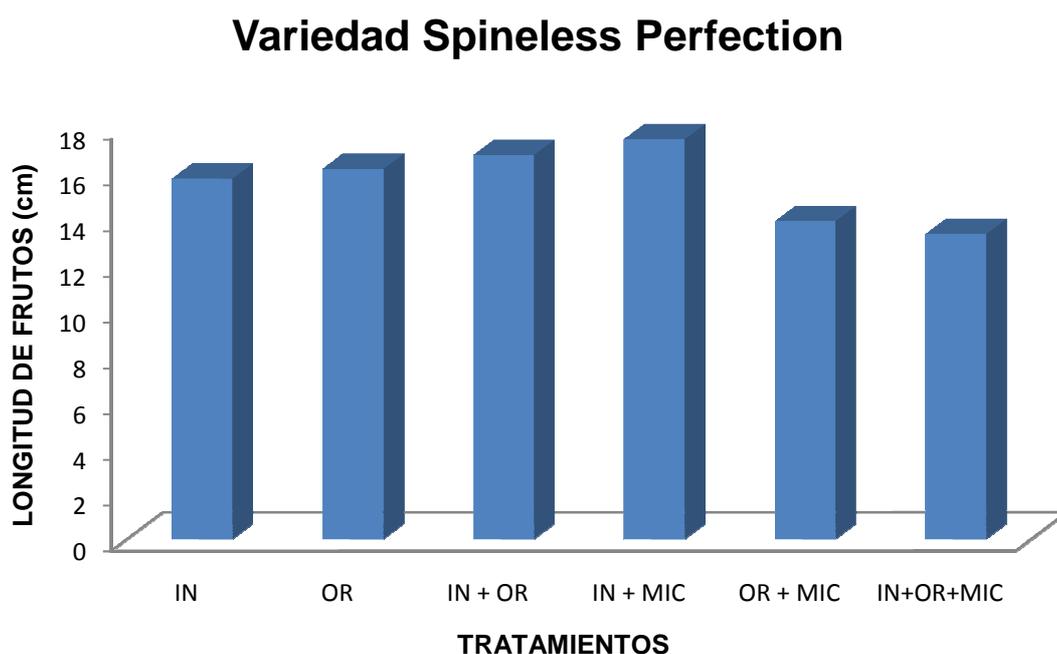


**Figura 4.** Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio de fruto.

## Longitud de frutos

Al observar el comportamiento de esta variable (Figura 5) se puede notar que los resultados obtenidos son mayores para los primeros cuatro tratamientos. Mostrando como mejor tratamiento al de fertilización inorgánica más micorriza, con un promedio de 17.5 cm. Esto concuerda en parte con lo indicado por Villanueva, (2008) que trabajo con biofertilizantes, en combinación con fertilizantes minerales y obtuvo resultados que demostraban, que la interacción de los mismos favorecían la producción de frutos de calabacita. Hernández y Dorrego, (2000) indican que el efecto más importante que producen las micorrizas en las plantas es un incremento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas.

Aunque en ese trabajo encontramos que el efecto positivo de las micorrizas se obtiene con la fertilización inorgánica, disminuyendo el efecto al combinarlas con la fertilización orgánica y con los dos tipos de fertilización.

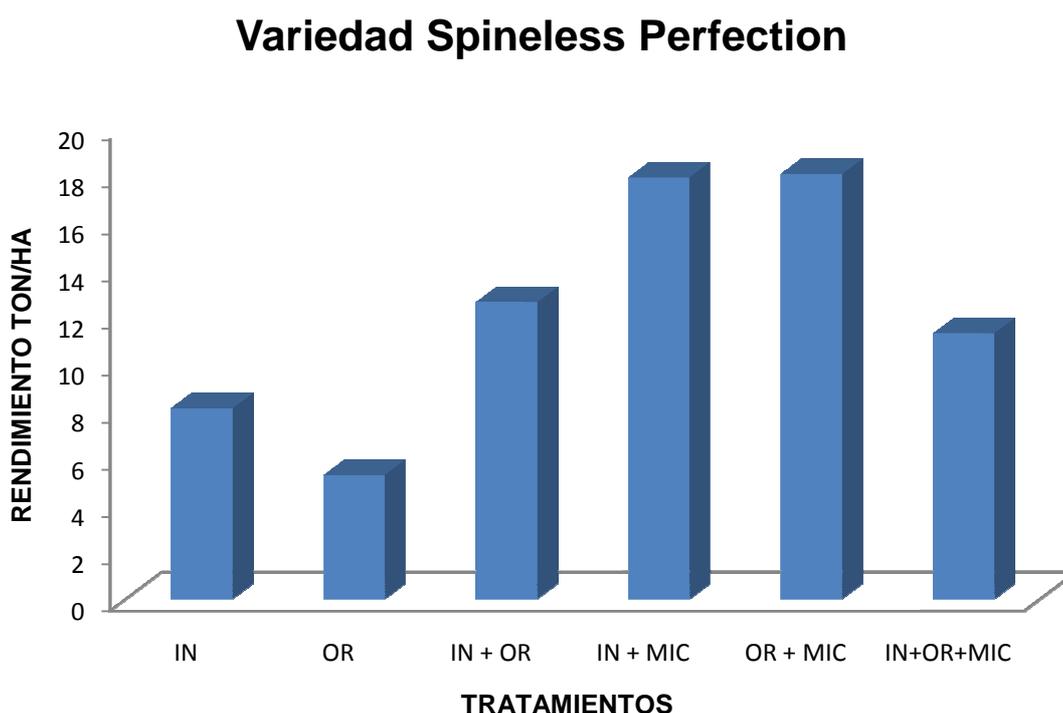


**Figura 5.** Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.

## Rendimiento

En base a los resultados obtenidos (Figura 6) los valores más altos lo tiene el tratamiento de fertilización orgánica más micorriza con un rendimiento de 18 ton/ha, seguido por el tratamiento de fertilización inorgánica más micorriza con un rendimiento de 17.9 ton/ha y con menor rendimiento el tratamiento de fertilización orgánica. Estos resultados coinciden en lo reportado por Bashan *et al.*, (1996) que el uso combinado de biofertilizantes y abonos orgánicos mejoran el desarrollo y producción de la calabacita. Las respuestas en rendimiento concuerdan también con Castellanos, (1980) quien menciona que el estiércol incremento la producción de sorgo para grano.

Al analizar las tres variables para esta variedad, podemos concluir que los mejores tratamientos fueron; fertilización inorgánica más micorriza y la fertilización orgánica más micorriza, pero la combinación de los dos tipos de fertilizaciones con la micorriza no es recomendable.



**Figura 6.** Respuesta de la calabacita Variedad Spineless Perfection a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable rendimiento.

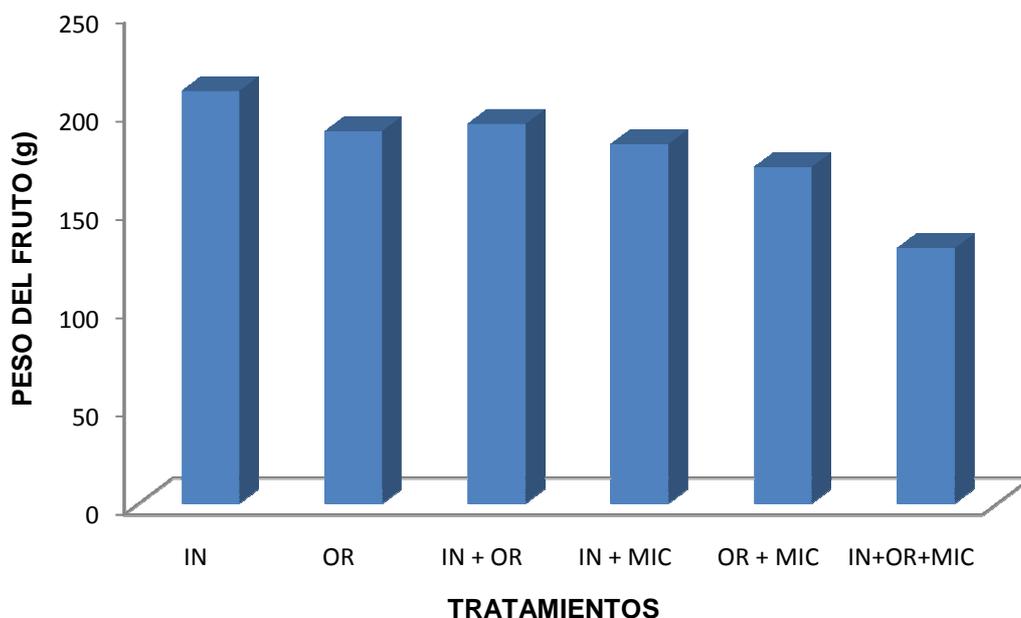
## Variedad: Golden Delight

### Peso del fruto

En la variable peso del fruto (Figura 7) el tratamiento que mostro mejores resultados fue el de fertilización inorgánica con un promedio de 209.8 g y con menores resultados los demás tratamientos. Esto coincide en parte con lo que reporta Senado *et al.*, (2011) quien cita que con aplicaciones de fertilizantes minerales nitrogenados el número de frutos de calabacita es afectado positivamente aumentando el rendimiento.

En términos generales podemos concluir que la aplicación de micorriza tendió a reducir el peso promedio del fruto en todas las combinaciones.

### Variedad Golden Delight

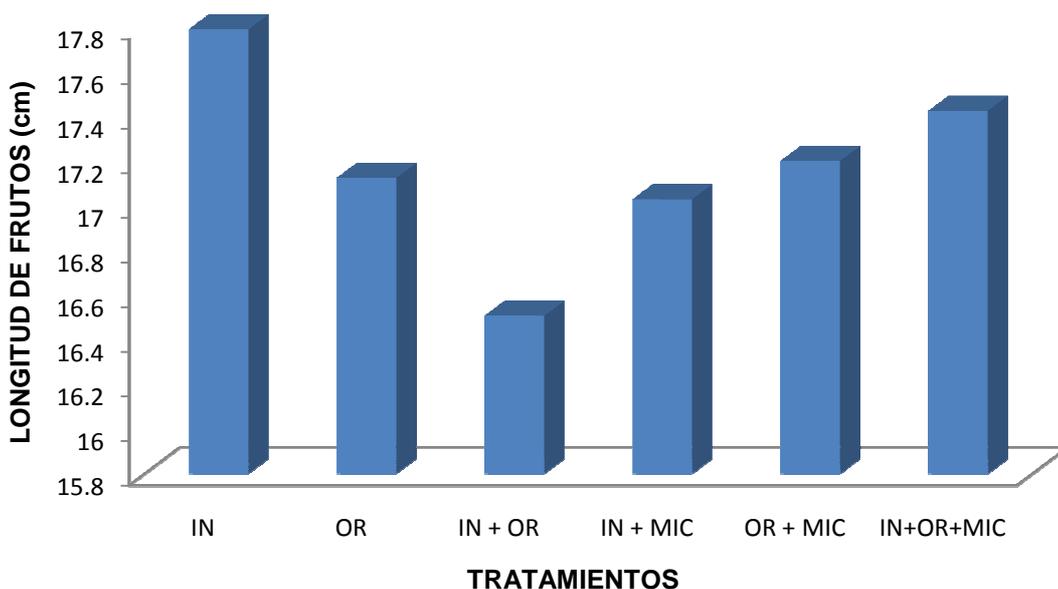


**Figura 7.** Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable peso promedio de fruto.

## Longitud de frutos

Nuevamente se observa (Figura 8) que el tratamiento que mostro mejor longitud de frutos fue el de fertilización inorgánica con un promedio de 17.8 cm y con menores longitudes el tratamiento de fertilización inorgánica más fertilización orgánica (16.5 cm). Lo que coincide con lo señalado por Villanueva, (2008) para un buen rendimiento de la calabacita, se le debe de suministrar gran cantidad de fertilizantes químicos, los cuales también mejoran la calidad del fruto y la semilla.

### Variedad Golden Delight

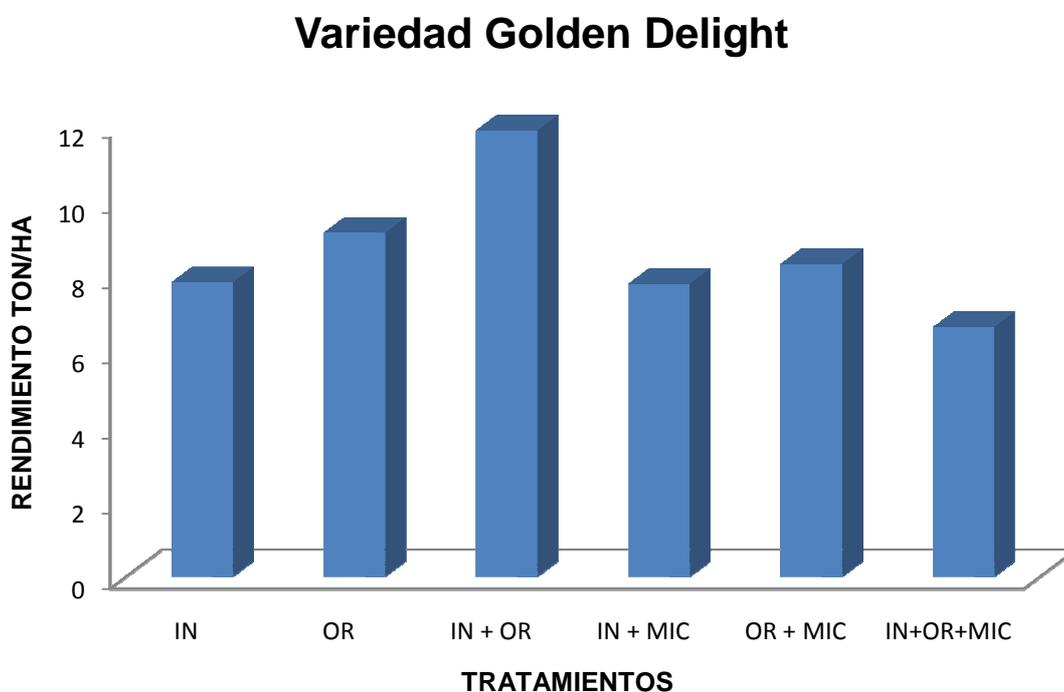


**Figura 8.** Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza, para la variable longitud de frutos.

## Rendimiento

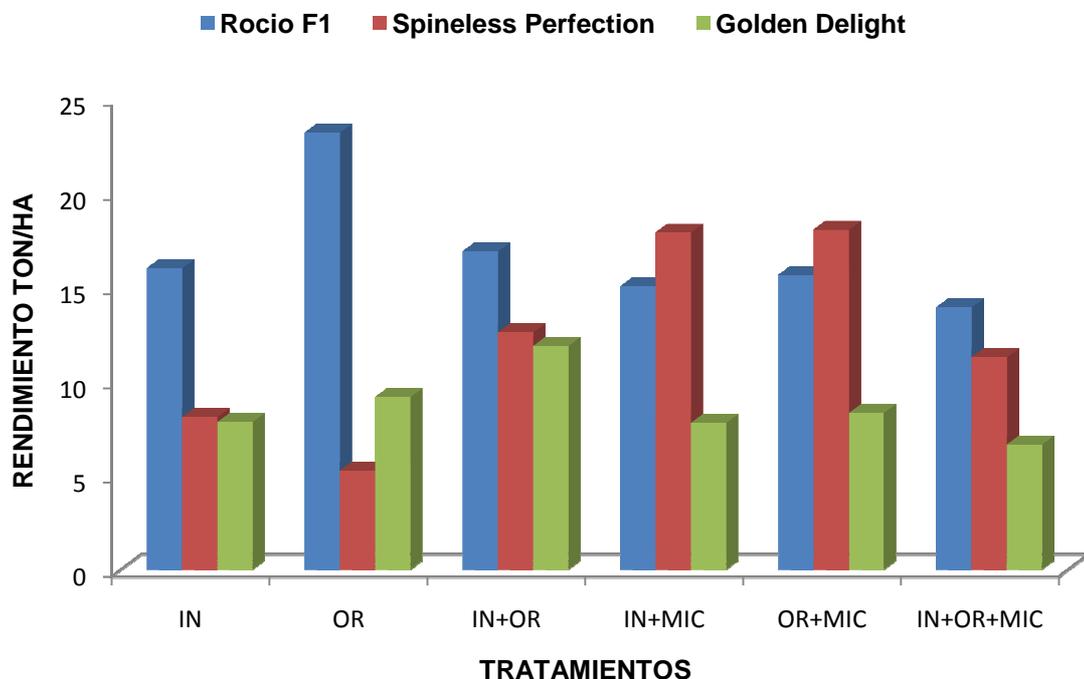
En esta variable (Figura 9) el tratamiento que mostro mejores resultados fue el de fertilización inorgánica más materia orgánica con un rendimiento de 11.9 ton/ha, y con menores resultados el tratamiento de fertilización inorgánica más fertilización orgánica más micorriza. Esto coincide con lo que cita Fiasco, (2004) quien sugiere que combinando fertilizante orgánico y químico se obtiene un buen rendimiento de melón, además recomienda que la aplicación de abonos orgánicos deben formar parte del programa de fertilización.

Al analizar las tres variables para esta variedad, podemos concluir que el mejor tratamiento es la aplicación de fertilización inorgánica más fertilización orgánica y que la aplicación de micorriza no ayudo a aumentar el rendimiento.



**Figura 9.** Respuesta de la calabacita Variedad Golden Delight a la aplicación de una fertilización inorgánica, orgánica más micorriza, para la variable rendimiento.

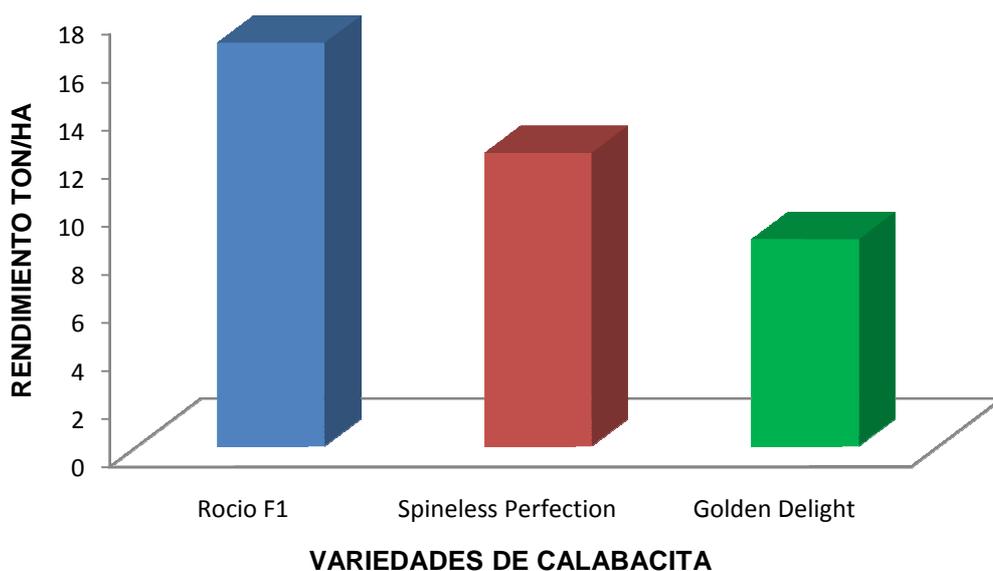
Con base en lo anterior pudiésemos concluir (Figura 10) que los fertilizantes orgánicos y químicos cuando son mezclados durante su aplicación al cultivo muestran mejores resultados, debido probablemente a que los fertilizantes químicos por si solos no proporcionan los nutrientes necesarios para que la planta tenga un buen desarrollo, además de la influencia que tienen los abonos orgánicos como mejoradores del suelo, posiblemente hacen que los fertilizantes químicos se absorban mejor. Sin embargo, esto se observó solamente en la variedad Golden Delight, ya que para la variedad Rocío F1, el mejor rendimiento se obtuvo con la fertilización orgánica, mientras que para la variedad Spineless Perfection la fertilización recomendada es con fertilización inorgánica u orgánica en combinación con la micorriza.



**Figura 10.** Rendimiento de las tres variedades de calabacita bajo una fertilización inorgánica, orgánica y más micorriza.

### Rendimiento promedio de las tres variedades de calabacita

Mediante este trabajo se demostró (Figura 11) que el comportamiento de las variedades utilizadas fue diferente de acuerdo a la fertilización aplicada, en efecto el mejor rendimiento se obtuvo en la variedad Rocío F1 con un rendimiento promedio de 16.8 ton/ha, seguida por la variedad Spineless Perfection y al último la variedad Golden Delight, recomendando la variedad Rocío F1 por ser la variedad más conocida y de mayor explotación y comercialización en México.



**Figura 11.** Rendimiento promedio de las tres variedades de calabacita, en respuesta a los seis tipos de fertilización aplicados.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que:

Para la variedad Rocío F1 (calabacita tipo Gray Zucchini gris) el mayor rendimiento se obtiene con la fertilización orgánica.

Para la variedad Spineless Perfection (calabacita de color verde oscuro, sin espinas) los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos fueron el de la fertilización inorgánica más micorriza y el de fertilización orgánica más micorriza.

Para la variedad Golden Delight (calabacita amarilla), el tratamiento a base de una fertilización inorgánica más orgánica presentó el mejor rendimiento.

Mediante este trabajo se demostró que el comportamiento de las variedades utilizadas fue diferente de acuerdo a la fertilización aplicada, en efecto el mejor rendimiento se obtuvo en la variedad Rocío F1, seguido por la variedad Spineless Perfection y por último la variedad Golden Delight, recomendando la variedad Rocío F1 para su producción.

El uso de fertilización química permite el logro de rendimientos altos en el cultivo de calabacita, sin embargo cuando es suplementada con nutrición orgánica ya sea compostas o biofertilizantes como las micorrizas, se puede mejorar el rendimiento y reducir los costos de producción.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre, J. F; Irisar, G. M. B; Duran, P. A; Grageda, C. O. A; Pena, R. M. A; Loreda, O. C. y Gutiérrez, B. A. 2009. Los Biofertilizantes microbianos: Alternativa para la agricultura en México. Folleto Técnico No. 5. INIFAP. Tuxtla el Chico, Chiapas, Méx. 80 p.
- Alcantar, G. G. y Trejo T. 2007. Nutrición de cultivos. Mundiprensa y Colegio de Posgraduados.
- Alonso, R. N. 2004. Efecto de la aplicación de composta, lombricomposta y biodigestado liquido en el crecimiento, rendimiento y calidad de follaje en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Tesis, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 80 – 81
- Azcón R. “Papel de la simbiosis micorrizica y su interacción con otros microorganismos rizosfericos en el crecimiento vegetal y sostenibilidad agrícola”.
- Bancomext, 1998. Oportunidades de Negocios en Hortalizas Frescas. Dirección General Adjunta de Promoción Sectorial. Dirección Ejecutiva del Sector Primario e Industria Ligera. 2ª Edición.
- Barea, J. 1991 “Vesicular Arbuscular Micorrhizae as Modifier of Soil Fertility”, en Stewart, B. (ed) Advances in Soil Sciences. Vol. 15. Springer Verlag. Nueva York.
- Bashan, Y.; Holguin, G. y Ferrera-Cerrato, R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. Azospirillum. Terra. (2) 159-195 p.
- Bellapart, C. 1996. Nueva Agricultura Biológica en Equilibrio con la Agricultura Química. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 298 p.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 150 p.
- Brady, N.C. and Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils, 12 Ed. Prentice-Hall Inc., Saddle River, New Jersey. 960 p.
- Burdman, S., E. Jarkevicht and Y. Okon. 2000. Recent advances in the use of PGPR in Agriculture. En: Microbial Interactions in Agriculture and Forestry. Science Publishers Inc., Plymouth, UK. 29-250 p.

- Castellanos, R. J. Z. 1980. El Estiércol como Fuente de Nitrógeno. Seminarios Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- Conabio, 2006. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM), Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad.
- Engormix, 2012. Micorriza, (on line). <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/biofertilizantes-micorrizicos-tabaco-t1642/078-p0.htm>
- Ezawa, T., Yamamoto, K., y Yoshida, S. 2000. "Species composition and spore density of indigenous vesicular arbuscular mycorrhizal fungi under different conditions of P-fertility as revealed by soybean trap culture". *Soil Sci. Plant Nutr.* 46: 291-297 p.
- Fiasco, R. N. H. 2004. Efecto de la Aplicación de Fertilización Química y Orgánica en el Crecimiento y Desarrollo en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.) Tesis, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México.
- FIRA (Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura). 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D.F.
- Gastier, W. 2000. Physiology of Crop Plants, Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 327 p.
- Gianinazzi S y Schuepph. 1994. "Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. Birkhauser Verlag, Basel. 226 pp.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de Horticultura Cubana. Editorial Organismos. Instituto Cubano del Libro, La Habana. 355 p.
- Guerrero, A. 1996. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 206 p.
- Guerrero, E. 1996 "Micorrizas Recurso Biológico del Suelo" Fondo Fen. Bogotá, Colombia, pp. 6-50.
- Hadar, Y. and Mandelbaum R, 1992. Suppressive Compost for Biocontrol of Soilborne Plant Pathogens. *Phytoparasitica* 20: S113-S116.
- Harrison, M. J. 1997. *The arbuscular mycorrhizal symbiosis*. Academic Press Inc. England. ISBN 0-12-325560-0.
- Hayman, D.S. 1987. "VA mycorrhizas in field crop systems". In: *Ecophysiology of VA mycorrhizal Plants*. (G. R, ed) pp 171-192 CRC Press, Boca raton, Florida.

- Heeb, A., Lundegardh, B., Ericsson, T. and Savage, G. P. 2005. Effects of nitrate, ammonium, and organic-nitrogen-based fertilizers on growth and yield of tomatoes. *Journal of plant nutrition and soil science*. Volume 168 (1): 123-129.
- Hernández-Dorrego, A. 2000. Las Micorrizas, (on line). [www.terraia.com](http://www.terraia.com)
- Infoaserca, 2012. Origen de la calabacita, (on line) <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/076/ca076.pdf>
- Jackson, R. M. y P. A. 1984. Mason, Edward Arnold, Mycorrhiza Ltd., London, pp: 60. ISBN 0-7131- 2876-3.
- Jacob, A. 1973. Fertilización. (4ª Edición) Ediciones Euroamericanas. Barcelona, España. p. 125
- Jiménez, J.A. Pérez. 2011. Evaluación de Cuatro Dosis de Fertilización en Calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) en Caracha Michoacán, Tesis de Licenciatura UMICH. Uruapan, Michoacán, México. 34 p.
- Landeros, F. 1993. Monografía de los Ácidos Húmicos y Fulvicos. Área de Hortalizas y Flores, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 145 p.
- Le Tacon, F. 1985. "Las micorrizas: una cooperación entre plantas y Hongos". *Mundo Científico*, 49(5): 776.784.
- Lira, S. G. y Fernández H. G. 2003. Fijador de Nitrógeno Azospirillum sp. FIAGRO El Salvador.
- Martinetti, L. and Paganini, F. 2006. Effect of Organic and Mineral Fertilization on Yield and Quality of Zucchini. *Acta Hort.* 700: 125-128.
- Mustin, M. 1987. Le Compost, Gestion de la Materie Organique. Editions Francois DUBUSC, p.354.
- Osonubi, O., K. Mulongoy, O.O. Awotoye, M.O. Atayese y D.U. Okali. 1991 "Effects of ectomycorrhizal and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on drought tolerance of four leguminous woody seedlings". *Plant and Soil* 136:131-143.
- Paul, EA.; Clark, FE. 1996. Soli microbiology and Biochemistry. 2 ed. Academia Press. p. 340.
- Plenchette, C., J. A. Fortin., y V. Furlan. 1983. "Growth response of several plants species to mycorrhizal in a soil of moderate P-fertility". *Plant Soil.* 70:199- 209.
- Rivera, M. A. R. 2004. Evaluación de la Interacción entre dos tipos de Acolchado Plástico y Diferentes Fuentes de Fertilización en el Cultivo de Calabacita. Tesis, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P 5.

- Roblero, R. S. 2007. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en sustrato orgánico bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.
- Rynk, R. 1992. On-Farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York, p. 186.
- Sebarinas, 2012. Cuadro 1, (on line). <http://www.sebarinas.gob.ve/manosalasiembra/descargas/pdfs/abonos.pdf>
- Sedano C. G., González H. V. A., Saucedo V. C., Soto H. M., Sandoval V. M., Carrillo S.J.A. 2011. Rendimiento y Calidad de Frutos de Calabacita con Altas Dosis de N y K. Terra Latinoamericana Vol. 29, Núm. 29. Pp 133-142.
- Sedano C. G., González, V. A., Engleman, E. M., Villanueva, C. 2005. Dinámica del Crecimiento y Eficiencia Fisiológica de la Planta de Calabacita. Revista Chapingo. Serie Horticultura, Julio-Diciembre, Año/Vol. 11, Núm. 002. Chapingo, México Pp. 291-297.
- Siles J. 1998. El manejo de desecho de broza con lombrices californianas. Tesis MSc. Turrialaba, Costa Rica, CATIE. p. 93
- Smith S. E. y D. J. Read 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Acad. Press. Lodon, UK. 787 p.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Sinauer Associates. Sunderland, MA, USA.
- Tisdale, S. L. y W. Nelson. 1996. Soil Fertility and Fertilizers. 2ª Ed. Macmillan. Company. New Cork, Estados Unidos. 694 p.
- Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. Ed. Trillas S.A. México, D.F.
- Vanlavwe, B., Aihou, K., Aman, S. and Iwufor, E.N.O. 2001. Maize yield as affected by organic input and urea in west african, moist savanna. Agron. J., 93: 1191-1199.
- Villanueva, V.M. Coronado 2008. Producción de Semilla de Calabacita (*Cucúrbita Pepo* L.) Bajo Fertilización Química y Orgánica, Tesis de Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 64 p.

## APÉNDICE

Variedad Rocío F1

Apéndice 1. Peso promedio del fruto

Rocío					Promedio
T1	266,666667	105,555556	193,75	153,8461538	179,954594
T2	310	142,727273	229,4117647	157,1428571	209,820474
T3	285,714286	150	213,3333333	132,5	195,386905
T4	273,076923	142,272727	157	125	174,337413
T5	225	122,222222	235,7142857	143,75	181,671627
T6	177,272727	186,666667	235,7142857	121,9047619	180,38961

Apéndice 2. Longitud de frutos.

Rocio					Promedio
T1	16	14	15,4375	13,3077	14,6863
T2	14,45	13,1818	13,4118	12,9286	13,49305
T3	14	12,7143	13,0833	13,25	13,2619
T4	13,7692	12,1818	12,4	12	12,58775
T5	14,2	11,5556	13,6429	12,75	13,037125
T6	15,2727	16,3333	16,2143	12,2381	15,0146

Apéndice 3. Numero de frutos

Rocío					Promedio
T1	9	9	16	13	11,75
T2	20	11	17	14	15,5
T3	7	14	12	12	11,25
T4	13	11	10	12	11,5
T5	10	9	14	8	10,25
T6	11	3	14	21	12,25

Apéndice 4. Rendimiento

Rocío								g	kg	ton/ha
T1	550	1150	1050	2400	950	3100	2000	11200	11,2	16
T2	225	1650	500	6200	1570	3900	2200	16245	16,25	23,2071429
T3	1100	1350	1125	2000	2100	2560	1590	11825	11,83	16,8928571
T4	825	550	975	3550	1565	1570	1500	10535	10,54	15,05
T5	750	2000	400	2250	1100	3300	1150	10950	10,95	15,6428571
T6	500	550	325	1950	560	3300	2560	9745	9,745	13,9214286

Variedad Spineless Perfection

Apéndice 5. Peso promedio del fruto

Spineless					Promedio
T1	125	116,666667	222,8571429	93,33333333	139,464286
T2	92,3076923	125	250	116	145,826923
T3	228,571429	174,444444	241,6666667	166,6666667	202,837302
T4	245	178,571429	290	244,444444	239,503968
T5	303,571429	157	205	97,5	190,767857
T6	175	220	185	137,5	179,375

Apéndice 6. Longitud de frutos.

Spineless					Promedio
T1	15,1667	14,1667	17,8571	15,8333	15,75595
T2	16	16	17,75	15	16,1875
T3	17,8571	16,4444	17,1667	15,6667	16,783725
T4	17,4	16	18,7333	17,7778	17,477775
T5	14,6429	13,2	13,4	14,3333	13,89405
T6	12,2857	12,5	13,1667	15,375	13,33185

Apéndice 7. Numero de frutos

Spineless					Promedio
T1	6	6	7	6	6,25
T2	13	4	4	5	6,5
T3	7	9	12	6	8,5
T4	10	7	15	9	10,25
T5	14	10	20	6	12,5
T6	14	2	18	8	10,5

Apéndice 8. Rendimiento

Spineless								g	kg	ton/ha
T1	550	850	700	750	700	1560	560	5670	5,67	8,1
T2	125	275	0	1200	500	1000	580	3680	3,68	5,25714286
T3	375	1150	225	1600	1570	2900	1000	8820	8,82	12,6
T4	350	1025	900	2450	1250	4350	2200	12525	12,53	17,8928571
T5	475	650	1000	4250	1570	4100	585	12630	12,63	18,0428571
T6	0	575	0	2450	440	3330	1100	7895	7,895	11,2785714

Variedad Golden Deligth

Cuadro 9. Peso promedio del fruto

Golden					Promedio
T1	243,75	158,333333	157,5	280	209,895833
T2	211,538462	173,333333	172,7272727	200	189,399767
T3	183,333333	222,857143	224,0625	142,5	193,188244
T4	166,666667	142	222,8571429	200	182,880952
T5	241,666667	112,142857	185,7142857	145	171,130952
T6	196,875	156,25	166,6666667	0	129,947917

Cuadro 10. Longitud de frutos

Golden					Promedio
T1	19	17,1667	16	19	17,791675
T2	16,6154	18	17,2727	16,6154	17,125875
T3	16,3333	17,4286	15,9375	16,3333	16,508175
T4	16,1667	16,5	19,2857	16,1667	17,029775
T5	17,8333	15,8571	17,2857	17,8333	17,20235
T6	17,625	17,125	17,3333	17,625	17,427075

Cuadro 11. Numero de frutos

Golden					Promedio
T1	8	6	10	2	6,5
T2	13	3	11	1	7
T3	6	7	16	4	8,25
T4	12	10	7	1	7,5
T5	6	14	7	4	7,75
T6	8	8	9	0	6,25

Cuadro 12. Rendimiento

Golden								g	kg	ton/ha
T1	0	175	275	1950	950	1575	560	5485	5,485	7,83571429
T2	412,5	400	225	2750	520	1900	200	6407,5	6,408	9,15357143
T3	500	850	150	1100	1560	3585	570	8315	8,315	11,8785714
T4	0	150	125	2000	1420	1560	200	5455	5,455	7,79285714
T5	200	350	375	1450	1570	1300	580	5825	5,825	8,32142857
T6	0	150	175	1575	1250	1500	0	4650	4,65	6,64285714

Cuadro 13. Rendimiento por variedades

	IN	ON	IN + OR	IN + MIC	ON + MIC	IN + OR + MIC
Rocío F1	16	23,20714	16,89286	15,05	15,64286	13,92142857
Spineless	8,1	5,257143	12,6	17,89286	18,04286	11,27857143
Golden	7,835714286	9,153571	11,87857	7,792857	8,321429	6,642857143

Cuadro 14. Rendimiento total por variedades

Rocío F1	16,7857143
Spineless	12,1952381
Golden	8,60416667

