

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de la Fertilización Química, Orgánica y Combinada en un Cultivo de
Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini

Por:

CLAUDIA DEL CARMEN NÚÑEZ GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de la Fertilización Química, Orgánica y Combinada en un Cultivo de
Calabacita (*Cucurbita pepo* L) var. Gray Zucchini

Por:

CLAUDIA DEL CARMEN NÚÑEZ GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada

Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez
Asesor Principal

Dra. Silvia Yudith Martínez Amador
Coasesor
M.C. Modesto Colín Rico
Coasesor
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero René Arturo De la cruz Rodríguez: por haber aceptado ser mi asesor y proporcionarme los materiales necesarios para poder llevar a cabo este trabajo.

A la Doctora Silvia Yudith Martínez Amador: por haber aceptado formar parte de mis asesores.

A la M.C. María Teresa Ruiz de León: por aceptar ser parte de mis asesores.

Al M. C. Modesto Colín Rico: por aceptar ser parte de mis asesores y dedicar parte de su tiempo a revisar mi trabajo.

A mi Alma Mater: por brindarme la oportunidad y las herramientas para formarme como profesionalista y así poder cumplir con uno de mis sueños más anhelados.

DEDICATORIA

Con todo mi amor, respeto y admiración **A MI MADRE, Carmela Gómez Gómez**, por todo su amor y su apoyo, por enseñarme a luchar por los sueños, por estar con migo en todo momento, por confiar en mí y ser la mejor madre y padre a la vez, eres mi mejor ejemplo a seguir, este triunfo es tuyo tanto como mío, gracias por estar con migo cuando más lo necesite, te amo con todo mi corazón mamita.

A mi angelito: a ti que me vez y me cuidas desde el cielo, por haberme enseñado tanto en tan poco tiempo, por despertar en mí el amor más puro que pueda existir, aunque tuviste que irte pronto siempre estarás en mi corazón como el más bello recuerdo y te seguiré amando hasta el último día de mi vida, hasta siempre mi pequeñito (**Ian Antonio Zamorano Núñez**).

A ti mi amor **Lorenzo Antonio Zamorano Moreno** por todo tu amor y apoyo en todo este tiempo, por ser mi fuerza cuando más lo necesite, por compartir con migo los momentos tristes y felices, te amo y este es uno de los muchos triunfos que lograremos juntos.

A mis hermanos: Dominga de Jesús Núñez Gómez, José Ramón Núñez Gómez y Luis Armando Núñez Gómez, por todos los momentos compartidos y todo su amor y cariño, gracias por apoyarme en momentos difíciles y confiar en mí y formar parte de mi vida los quiero mucho y aunque nuestros caminos tomen rumbos diferentes y la distancia nos separe,

siempre estaremos unidos por la fuerza más grande, que es el amor que nos tenemos.

A mis sobrinos Evelyn Citlaly, Raymundo de Jesús, Ximena Jazmín y José Sebastián: que son la más grande alegría de mi vida, el motivo de mis sonrisas, gracias por llenar mi vida de amor, espero ser un buen ejemplo para ustedes, para que siempre se sientan orgullosos de mi, los amo con todo mi corazón y aunque el tiempo pase y crezcan siempre serán mis pequeñitos.

A mí cuñado Ray: por formar parte de nuestra familia y por apoyarnos siempre, gracias cuñado por cuidar de mis sobrinitos y de mí hermana.

A mi cuñada carolina: por ser parte de nuestra familia y por darnos a mi hermoso sobrinito, Josecito que es mi adoración.

A mis abuelos que están en el cielo, a pesar de ya no estar con migo fueron muy importantes en mi vida, agradezco por todo el amor que me dieron, siempre estarán en mi corazón.

A mis abuelos Manuela y Sebastián: por darme a la mejor madre y porque a pesar de los pocos momentos compartidos juntos, se que siempre estoy en sus corazones y ustedes en el mío.

Con mucho cariño y respeto a **Juany De la Rosa**, por su apoyo incondicional en momentos tan difíciles por abrirnos las puertas no solo de su hogar si no de su corazón, por tener siempre una palabra de consuelo para mi, gracias Juany también por el cariño que le tiene a mi madre,

siempre estará en nuestros corazones por que personas como usted nunca se olvidan.

Con mucho respeto **Al Dr. Manuel De la Rosa Ibarra** por brindarnos su apoyo incondicional en momentos muy difíciles, Gracias por su nobleza, nunca olvidare todo lo que hizo por nosotros.

A mis suegros **Rebeca y Rosemberg**, por aceptarme como parte de su familia

A unas personitas muy importantes con las que he compartido muchos momentos, tanto tristes y felices, mis amigas, **Adilene e Irma** gracias amigas por su amistad por estar ahí siempre para mí por sus consejos y regaños y por hacerme reír con sus locuras, nunca cambien las quiero mucho.

ÍNDICE

	Páginas
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. HIPÓTESIS	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. Generalidades	4
4.2. Definición de Fertilizantes	4
4.2.1. Clasificación de los fertilizantes.....	4
4.2.1.1. Biofertilizantes	5
4.2.1.2. Fertilizantes minerales	5
4.2.1.3. Fertilizantes orgánicos	7
4.2.1.3.1. Estiércol	7
4.2.1.3.2. Purín y lissier	7
4.2.1.3.3. Biol.....	8
4.2.1.3.4. Bocashi.....	8
4.2.1.3.5. Te de estiércol.....	9
4.2.1.3.6. Lombricompost.....	10

4.3. Compostaje	10
4.3.1. Compost	11
4.3.1.1. Ventajas del compost	12
4.3.1.2. Desventajas del compost	13
4.4. Humus líquido	14
4.4.1. Ventajas del humus líquido	14
4.5. Fertilización	15
4.5.1. Fertilización orgánica	15
4.5.1.1. Ventajas de la fertilización orgánica	17
4.5.1.2. Desventajas de la fertilización orgánica	20
4.5.2. Fertilización química	21
4.5.2.1. Ventajas de la fertilización química	22
4.5.2.2. Desventajas de la fertilización química	22
4.5.3. Fertilización mixta (química y orgánica)	23
4.6. Clasificación taxonómica de la calabacita	25
4.7. Importancia de la calabacita	26
4.8. Requerimientos del cultivo	26

4.8.1. Clima	26
4.8.2. Suelo y fertilización.....	27
4.8.3. Densidad de siembra y población.....	28
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1. Descripción del sitio	29
5.2. Clima.....	29
5.3. Diseño experimental	29
5.4. Preparación del suelo	30
5.5. Siembra	31
5.6. Aplicación de los tratamientos	31
5.7. Cosecha	31
5.8. Variables evaluadas	32
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
6.1. Número de cortes	34
6.2. Frutos por planta	35
6.3. Rendimiento	36
6.4 .Vida de anaquel.....	39

7. CONCLUSIONES..... 40

8. LITERATURA CITADA 41

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Páginas
Cuadro 4.1. Fertilizantes multinutrientes y rango de contenido de nutrientes	5
Cuadro 4.2. Algunos fertilizantes importantes	6
Cuadro 4.3. Principales estados productores de la república, superficie sembrada y rendimiento promedio por hectárea	26
Cuadro 4.4. Extracción de nutrimentos del suelo con relación a la parte de la planta de calabacita y su rendimiento	28
Cuadro 5.1. Fechas de aplicación de los tratamientos	33
Cuadro 6.1. Análisis de varianza y comparación de medias del efecto de la fertilización química, orgánica y combinada en las variables agronómicas de un cultivo de calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L) var. Gray Zucchini	34

INDICE DE FIGURAS

FUGURA N°	Páginas
Figura 6.1. Número de cortes por tratamiento obtenidos con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada en un cultivo de calabacita	35
Figura 6.2. Frutos por planta obtenidos en un cultivo de calabacita con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada.....	36
Figura 6.3. Rendimiento en toneladas por hectárea de un cultivo de calabacita obtenido con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada	37
Figura 6.4. Vida de anaquel de los frutos cosechados de un cultivo de calabacita con aplicación de fertilización orgánica química y combinada	39

Resumen

Se evaluó el efecto de la fertilización química, orgánica y combinada en el rendimiento de un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini, para reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos. El experimento se realizó a campo abierto en el área de invernaderos del Departamento de Fítomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila México. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos ; T1 (Testigo):100% fertilización química; T2: 100% fertilización química+50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (LL); T3: 100% fertilización química+100 L ha⁻¹ LL, T4:70% fertilización química+ 50 L ha⁻¹ de LL; T5: 70% fertilización química+ 100 L ha⁻¹ de LL; T6: 50% fertilización química+ 150 L ha⁻¹ de LL; T7= 5,555.5 kg ha⁻¹ de composta +200 L ha⁻¹ de LL y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron el número de cortes, frutos por planta, rendimiento y vida de anaquel. Los más altos rendimientos se obtuvieron al aplicar fertilización química al 100% mas 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (T2), fertilización química al 70% mas 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (T4), y fertilización 100% orgánica (T7), con una producción de 28.047 , 26.690, y 23.394 t ha⁻¹, superando al testigo en un 31.29, 27.79 y 17.62 % respectivamente, ya que con este solo se obtuvo 19.273 t ha⁻¹. Los resultados de este trabajo permiten concluir que los fertilizantes orgánicos solos o en combinación con químicos pueden incrementar el rendimiento del cultivo de calabacita lo que resulta a la vez una alternativa para reducir la dependencia a fertilizantes químicos y al mismo tiempo contribuir a mejorar las propiedades físicas químicas y biológicas de sus suelos.

Palabras clave: Calabacita, Fertilización, Rendimiento, Vida de anaquel.

1. INTRODUCCIÓN

La productividad, características morfológicas y fisiológicas de los cultivos, pueden modificarse por cambios genéticos o nutricionales (Silva *et al.*, 2001). El suelo funciona como almacén de nutrientes para las plantas y les proporciona una gran cantidad de sus requerimientos nutricionales a las mismas, sin embargo, el crecimiento puede estimularse mediante la aplicación complementaria de nutrientes (fertilización) de manera apropiada (Ludwick *et al.*, 2003). Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan, (FAO e IFA, 2002), y se dividen en dos tipos; químicos y orgánicos (Pizarro *et al.*, 2007), con sus respectivas ventajas y desventajas. Antes de pensar en la aplicación de fertilizantes químicos debe tenerse en cuenta todas las fuentes orgánicas disponibles (FAO e IFA, 2002).

Al aplicar fertilización orgánica a un cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) (Avila *et al.*, 2012), y Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) (Carlos, 2012.) se obtuvo mayor rendimiento, respecto a la fertilización química. Al aplicar fertilización combinada (química y orgánica) en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Maravilla Cuatro Estaciones, se obtuvo mayor rendimiento, que al aplicar solo química (Aruani *et al.*, 2008). En un cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) var. Colmar, el rendimiento fue mayor al combinar fertilizantes químicos y orgánicos que al aplicarlos por separado, (Añez y Espinoza, 2002). La fertilización combinada, incrementó significativamente el rendimiento de un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (Arrrieche, 2008).

Rivera (2004) al aplicar abonos orgánicos solos o en combinación con químicos y acolchado de plástico negro obtuvo mayor rendimiento y calidad de fruto en un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Var. Gray Zucchini que con fertilización química y acolchado

transparente, en otro experimento Jiménez, (2011) obtuvo mayor rendimiento con la fertilización química respecto a la orgánica, sin embargo su rendimiento fue menor al obtenido por, Merino (1998) al aplicar fertilización combinada.

Uno de los principales problemas que ha desmotivado a los agricultores a cultivar hortalizas, han sido los bajos rendimientos, lo cual ha llevado a muchos de ellos a utilizar compuestos químicos que mejoren la rentabilidad del cultivo, sin embargo, el mal uso de estos ha traído como consecuencia incidencias de plagas, contaminación del agua y deterioro del suelo y sus propiedades químicas, físicas y biológicas, volviéndose los suelos infértiles, incrementado así los costos de producción sin resolver el problema.

Para revertir la problemática, derivada de una agricultura convencional, es necesario establecer sistemas de producción alternativos que reduzcan la dependencia de insumos externos y en su lugar propicien el establecimiento de mecanismos biológicos y orgánicos que contribuyan a mejorar la salud del suelo, la nutrición y la productividad de los cultivos. Se han realizado experimentos en diversos cultivos, aplicando diferentes dosis de fertilizantes químicos, orgánicos, y combinados, esta última ha demostrado los mejores resultados, los dos primeros se comportan de manera similar, sin embargo la fertilización orgánica mejora la fertilidad de los suelos y no contamina el medio ambiente. Por lo cual se realizó este experimento utilizando fertilizantes químicos, orgánicos y una combinación de ellos, para evaluar el efecto de éstos en el rendimiento de un cultivo de calabacita con el propósito de disminuir la fertilización química y de esta manera contribuir a la sostenibilidad de los sistemas productivos y del medio ambiente, así como la economía del productor sin sacrificar los rendimientos obtenidos en la horticultura convencional.

2. OBJETIVO

Comparar el efecto de la fertilización química, orgánica y combinada en el rendimiento de un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini con el fin de reducir la dependencia de los fertilizantes químicos sin afectar el rendimiento de los cultivos.

3. HIPÓTESIS

La combinación de fertilizantes químico y orgánico incrementara el rendimiento en comparación con la aplicación de cada uno de estos por separado.

Al menos uno de los tratamientos aplicados en un cultivo de calabacita tendrá un efecto diferente en el rendimiento.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades

En todo el mundo son contados los casos en que los suelos contienen los principios nutritivos suficientes para permitir obtener durante un tiempo prolongado producciones importantes sin enriquecerlos con algún tipo de abono, en el caso más favorable es la propia naturaleza quien se encarga de abonar, no obstante se produce más bien lo contrario, los suelos sufren un empobrecimiento relativamente rápido, debido al cultivo de las plantas útiles para el hombre, por eso, aún en los sistemas de cultivos más primitivos, se encuentra al menos alguna forma simple de fertilización (Finck, 1988).

4.2. Definición de fertilizantes

Cualquier material que contenga uno o varios de los nutrientes esenciales que se añaden al suelo o que se aplican sobre el follaje de las plantas con el propósito de complementar el suministro de nutrientes, puede denominarse fertilizantes (Ludwick *et al.*, 2004).

Cualquier material natural o industrializado que contenga al menos cinco por ciento o más de los tres nutrientes esenciales (N, P₂O₅, K₂O) puede ser llamado fertilizante (FAO e IFA, 2002).

4.2.1. Clasificación de los fertilizantes

Se clasifican principalmente por su origen, distinguiéndose entre fertilizantes naturales (orgánicos), fertilizantes minerales (inorgánicos) y Biológicos (Biofertilizantes).

4.2.1.1. Biofertilizantes

Son cultivos de bacterias y hongos que se agregan ya sea a las semillas o al suelo para aumentar la cantidad de nutrientes de las plantas con las cuales se asocian (Lesur, 2006).

Son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos (Acuña, 2003)

4.2.1.2. Fertilizantes minerales

Son generalmente los abonos industriales o químicos (Wightman *et al.*, 2006), se producen en plantas químicas mediante procesos de síntesis o bien procesando minerales presentes en la naturaleza (Pizarro *et al.*, 2007), pueden ser simples o compuestos, según el número de elementos fertilizantes que aporten (Ruda *et al.*, 2004) ya que contienen en grandes cantidades uno o varios de los nutrientes más demandados por las plantas (Lesur, 2006).

Cuadro 4.1. Fertilizantes multinutrientes y rango de contenido de nutrientes

Tipo de fertilizante		% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O
Fertilizantes NPK		5 - 26	5 - 35	5 - 26
Fosfatos amónicos	DAP	16 - 18	42 - 48	-
	MAP	11	52	-
Nitrofosfatos	NP	20- 26	6 - 34	-
Fertilizantes PK	PK	-	6 - 30	6 - 30

Tomado de FAO e IFA, 2002.

Cuadro 4.2. Algunos fertilizantes importantes

Nombres comunes (fórmulas)	Grado o análisis en porcentaje				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
Fertilizantes nitrogenados					
Sulfato amónico (NH ₄) ₂ SO ₄	21	0	0	-	23
Nitrato amónico NH ₄ NO ₃	33-34,5	0	0	-	-
Nitrato amónico-cal NH ₄ NO ₃ +CaCO ₃ (nitrato amónico-cálcico)	20,5-26	0	0	-	-
Urea CO(NH ₂) ₂	45-46	0	0	-	-
Nitrosulfato amónico NH ₄ NO ₃ · (NH ₄) ₂ SO ₄	26	0	0	-	15
Fertilizantes fosfatados					
Superfosfato simple Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + CaSO ₄	0	16-20	0	-	12
Superfosfato triple o concentrado Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0	46	0	-	-
Fosfato de roca molido (fosfato mineral)	0	20-40	0	-	-
Fertilizantes potásicos					
Muriato o cloruro potásico KCl	0	0	60	-	-
Sulfato potásico K ₂ SO ₄	0	0	50	-	18
Sulfato potásico - magnésico K ₂ SO ₄ · 2MgSO ₄	0	0	26-30	5-7	16-22
Fertilizantes de magnesio					
Kieserita MgSO ₄ · 7H ₂ O	-	-	-	16	22
Kieserita calcinada MgSO ₄ · H ₂ O	-	-	-	20	27
Fertilizantes azufrados					
Todos los fertilizantes conteniendo S como anión	-	-	-	-	según fórmula
Yeso CaSO ₄ · 2H ₂ O	-	-	-	-	16-18
Algunos fertilizantes de importancia regional					
Nitrato sódico NaNO ₃	16	0	0	-	-
Fosfato di-cálcico Ca(HPO ₄)	0	35-42	0	-	-
Escoria Thomas	0	16-20	0	1-3	-

Tomado de FAO e IFA, 2002.

4.2.1.3. Fertilizantes orgánicos,

Derivan de los restos o subproductos de un organismo (Lesur, 2006), es decir de material vegetal descompuesto o de excrementos de animales (Wightman *et al.*, 2006), como estiércol, excremento de aves, guano, harina de huesos, turba etc. (Pizarro *et al.*, 2007).

4.2.1.3.1. Estiércol

Es la mezcla de la cama de los animales y sus deyecciones sólidas y líquidas que han sufrido fermentaciones más o menos avanzadas (Gross *et al.*, 1981).

El estiércol es un insumo que aporta nutrientes y materia orgánica en suelos agrícolas (Figuroa *et al.*, 2009).

Labrador *et al.*, (1993) mencionan que el estiércol está básicamente formado por materiales hidrocarbonados, compuestos nitrogenados y una gran población microbiana, cabe destacar que la composición mineral del estiércol se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano-mineral con un contenido de elementos minerales bajos, su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y requiere de previa mineralización para los cultivos, el fósforo y el potasio se encuentran casi al 50% en forma orgánica y mineral, también contiene una gran cantidad de oligoelementos y sustancias fisiológicamente activas como hormonas, vitaminas, y antibióticos.

4.2.1.3.2. Purín y lissier

El purín está constituido por los orines que fluyen de los alojamientos del ganado, o los líquidos que se escurren del montón de estiércol recogidos, el lissier es una mezcla de

deyecciones solidas y líquidas del ganado recogidas y diluidas con agua (Labrador *et al.*, 1993).

4.2.1.3.3. Biol

Es un abono orgánico líquido que se obtiene de la fermentación anaeróbica de estiércoles de animales domésticos, los cuales son enriquecidos con follajes de plantas, aporta nutrientes o puede tener alguna acción contra plagas y enfermedades, puede ser utilizado como inoculante y repelente de algunas plagas, su uso promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas (Pérez y equipos agrícolas MCCH, 2014).

Según Yugsi (2011), el biol es un abono orgánico, resultado de la fermentación de estiércol de animales domésticos que es enriquecido con plantas leguminosas y medicinales para estimular el desarrollo de los cultivos, para su aplicación el biol debe ser mezclado con agua de lo contrario podría quemar las plantas, la mezcla debe dejarse en proceso de fermentación hasta que no se observen burbujas en la botella con agua, este proceso dura aproximadamente de 30 a 45 días, posteriormente se puede almacenar hasta por seis meses en lugares secos y bajo sombra.

4.2.1.3.4. Bocashi

El bocashi es un abono orgánico de origen japonés que se produce en un tiempo más corto que el compost. La palabra “bocashi” significa “abono fermentado” en japonés, aunque en la mayoría de las ocasiones se produce en un proceso aeróbico y no por fermentación (Ortega, 2012).

El bocashi es un abono, resultado de la fermentación de la materia orgánica en la cual intervienen microorganismos, este se diferencia del compost por que se realiza en ausencia y presencia de oxígeno, de la cual se produce una fermentación aeróbica y anaeróbica, por lo cual es necesario voltear todos los días hasta finalizar su proceso, lo cual muchas veces provoca la pérdida de la calidad nutrimental del bocashi con relación al compost, además para ser un abono de calidad no se puede variar los materiales para su composición (Yugsi, 2011).

Este abono ayuda a la economía del agricultor, debido al bajo costo de su elaboración, contribuye a obtener mejores resultados en la cosecha, recupera el suelo y mantiene por más tiempo la humedad (FAO, 2011).

Es uno de los abonos orgánicos más completos, porque con su aplicación se incorpora al suelo macro y micronutrientes básicos para las plantas, para eso tiene que pasar por un proceso de descomposición en presencia de aire y bajo condiciones controladas, obteniendo resultados en corto plazo (Fajardo, 2001).

4.2.1.3.5. Té de estiércol

El té de estiércol es un abono orgánico líquido rico en nitrógeno, resultado de la fermentación del estiércol fresco de bovino, enriquecido con plantas leguminosas y minerales lo cual estimula el desarrollo de los cultivos, a diferencia del biol su fermentación se realiza en presencia de oxígeno (Yugsi,2011).

Es una de las alternativas más sencillas de la fertilización orgánica, usada para mejorar la actividad microbiológica del suelo o el nivel de nutrición de las plantas (Pérez y Equipos agrícolas MCC, 2014.).

4.2.1.3.6. Lombricompost

Este producto conocido también como vermicompost o humus de lombriz es el resultado de la transformación de materiales orgánicos por lombrices, la transformación se produce al pasar el material orgánico por su intestino donde se mezcla con elementos minerales, microorganismos y fermentos que provocan la transformación bioquímica de la materia, de esta forma el producto de sus deyecciones queda enriquecido y pre-digerido con lo que se acelera la mineralización y la humificación de las sustancias orgánicas que lo componen (Labrador *et al.*,1993).

El humus de lombriz es el abono orgánico que resulta de la transformación de restos de cosechas, estiércol de animales y desechos de cocina, mediante la acción de lombrices, que se alimentan de la materia orgánica, en su interior, estos materiales son transformados en partículas más pequeñas y finalmente son expulsados al exterior como heces fecales que contienen nutrientes, los cuales están listos para ser usados por la planta (Yugsi, 2011).

4.3. Compostaje

Los agricultores han empleado el compostaje desde hace siglos como un medio para reutilizar los residuos orgánicos procedentes de las actividades agrarias y de la doméstica, de esta manera han logrado un aporte complementario al estiércol a un coste aceptable, de buena calidad y fácilmente accesible para sus tierras, en la actualidad son muy pocos los agricultores que todavía compostan en sus fincas (Labrador, 2002).

El compostaje es un proceso biológico aerobio que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando fases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45°) transforma los residuos orgánicos

degradables en un producto estable e higiénico que se puede aplicar como abono (De las Heras *et al.*, 2003).

En el compostaje se puede diferenciar una fase bio-oxidativa, donde predominan las reacciones enzimáticas degradativas de las moléculas orgánicas (en condiciones termófilas fundamentalmente) y una fase de maduración con reacciones de condensación y polimerización semejantes al proceso de humidificación en el medio natural cuando el control del proceso se realiza en forma exhaustiva y se aplican determinados criterios científicos es posible obtener a escala industrial un producto orgánico de alto valor agro-biológico cuya aplicación a los suelos del cultivo puede incrementar notablemente el contenido de materia orgánica incorporada, sin embargo lo más importante es la calidad de esta entendida en términos de estabilidad biológica para evitar los graves problemas en el sistema suelo-planta asociados a una rápida oxidación del material en el suelo y humidificación para incrementar la fertilidad natural de los suelos del cultivo ya que ambos términos, estabilidad biológica y humidificación de forma conjunta es lo que en un punto de vista estrictamente científico supone el concepto de madurez del compost (Moreno y Moral ,2008).

4.3.1. Compost

El compost es un material orgánico, resultado de la descomposición de desechos orgánicos vegetales y animales los cuales son transformados por acción de la microfauna y micro flora del suelo, en una sustancia viva (humus) la cual mejora la estructura y fertilidad de la tierra (Aguirre e Internacional Institute of Rural Reconstruction, 1996).

Es una mezcla de materiales orgánicos fermentados y degradados, utilizados como abono para fertilizar y enriquecer la tierra, este abono da cuerpo a los suelos ligeros y

arenosos y mejora el drenaje en los suelos arcillosos (Pérez y Equipos Agrícolas MCCH, 2014).

Labrador *et al* (1993), mencionan que el compost es el producto que resulta del compostaje que se produce como resultado de la fermentación aerobia de una mezcla de materiales orgánicos en unas condiciones específicas de aireación, humedad, temperatura y nutrientes que además cuenta con la intervención de bacterias, hongos, y numerosos insectos detritívoros.

El compost es un compuesto con contenido alto de materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o como sustrato que puede sufrir mineralizaciones más lentas cuando ya están incorporados en el suelo y que finalmente después de su descomposición es transformado en humus (Luna y Bolaños, 2007).

4.3.1.1. Ventajas del compost

Los nutrimentos dentro del compost se liberan lentamente, lo cual resulta un proceso importante para las plantas, ya que sus mecanismos de absorción de nutrientes son principalmente por flujo masal, intercepción y difusión, este proceso de liberación lenta significa una mayor disponibilidad del elemento en función del tiempo, lo que ayuda a mantener la disponibilidad en épocas de sequía intermitente o periódica, los microorganismos del suelo obtienen de los residuos humificados del compost carbono y nitrógeno para poder desarrollarse en forma óptima, a la vez el humus ejerce una función reguladora en el pH del suelo que rodea la rizosfera de las especies forestales y de cultivos, donde se concentra la mayor área de actividad radicular, manteniendo un valor de pH adecuado, para que estas actividades microbiales incrementen la absorción de agua y nutrientes (Núñez, 2001).

Shaxson, (2000) menciona que con la aplicación de compost el suelo se vuelve fiabile (suelto, ligero y migajoso) y más fácil de labrar porque hay mas terrones, a la vez el exceso de agua se percola y ayuda a mantener la retención de humedad, también permite la entrada de aire al suelo y facilita la respiración de las raíces de las plantas (mejora la aireación del suelo), los suelos pobres pueden ser mejorados a través del tiempo mediante la aplicación del compost reduciendo y reparando los efectos negativos de la fertilización química.

El compost aumenta la fertilidad del suelo, brindando de esta manera una alternativa económica en la producción y productividad de los cultivos, también puede disminuir el número de semillas de hierbas silvestres (malezas), lo que permite mejorar el rendimiento del cultivo por la disminución de plantas no deseadas, también puede existir un aumento en el contenido de vitaminas en los productos cosechados, el uso de compost también previene el ataque a plagas y enfermedades debido al fortalecimiento de las defensas de la planta (Aguirre e International Institute of Rural Reconstruction, 1996).

4.3.1.2. Desventajas del compost

El compost en comparación con los fertilizantes químicos, provee menor porcentaje de nitrógeno, fosforo y potasio que junto con el azufre, son los elementos de mayor relevancia reciclados por los compuestos húmicos derivados de la materia orgánica, la producción de compost representa un costo económico alto lo cual significa mayores erogaciones monetarias por mano de obra, algunas veces excesivas, además se necesita de transporte para distribuir en las parcelas seleccionadas, los altos volúmenes de material humificado donde se sembraran los cultivos (Núñez, 2001).

4.4. Humus líquido

Es un lixiviado del humus que se obtiene por extracción con agua del sólido, los lixiviados contienen una gran cantidad de nutrientes, la base para cultivar los microorganismos del humus líquido se obtiene al mezclar partes iguales de humus sólido y agua, posteriormente a la mezcla se le filtra (Schuldt, 2006)

El humus líquido (parte soluble en medio alcalino del humus de lombriz) contiene los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre ellos las huminas, los ácidos húmicos, fúlvicos, y úlmicos (Ortuño *et al.*, 2012).

4.4.1. Ventajas del humus líquido

El humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales, crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades, además, estimula al suelo a desarrollar su propio humus, ya que incorpora y descompone los residuos vegetales en el suelo (Ortuño *et al.*, 2012).

El humus líquido promueve un sistema radicular vigoroso ya que mejora las condiciones del suelo, al haber una mejor oxigenación, mejor nutrición y una reducción de los efectos de erosión, genera un mejor rendimiento y además de que es orgánico no tiene agregados químicos y no deja residuos, es muy fácil de aplicar para cualquier cultivo, (Gómez, y Stechauner, 2012).

4.5. Fertilización

Ruda et al., (2004) definen a la práctica de fertilización como una herramienta de la nutrición vegetal. Un cultivo puede fertilizarse con alta cantidad de fertilizantes y sin embargo no estar bien nutrido (de hecho, es lo que sucede en la mayoría de los casos). La fertilización es la acción de agregar fertilizante, en cambio la nutrición es un concepto más amplio, que abarca al anterior pero que tiene en cuenta todos los factores que influyen sobre el balance de los nutrientes minerales que realmente necesita la planta para su crecimiento, desarrollo y producción de granos, por lo tanto, se usa la fertilización entre otras prácticas para nutrir a los cultivos.

La fertilización tiene como objeto principal; mantener o aumentar la disponibilidad de los elementos nutritivos orgánicos y minerales en particular N, P y K. Además ayuda a corregir eventuales carencias debidas a la naturaleza de la roca madre, al clima o a la extracción de los cultivos. Este es en definitiva el principal papel de la fertilización, que actúa:

- ✓ Elevando en el suelo la cantidad de elementos minerales;
- ✓ Restituyendo en el suelo los elementos nutritivos extraídos por los cultivos o perdidos por lavado superficial o profundo;
- ✓ Aportando al suelo cantidades de elementos minerales capaces de hacer obtener máximos rendimientos compatibles con las condiciones externas

4.5.1. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica ha sido la manera tradicional y casi exclusiva de fertilizar durante siglos, hasta el siglo XX.

La efectividad de la fertilización orgánica de los cultivos es conocida por casi todos los pequeños agricultores, aunque sus bases teóricas son poco conocidas por los profesionales del ramo, pues son raramente enseñadas en las Universidades y Escuelas Agrícolas, en algunos casos y en particular para las fincas grandes y plantaciones agroindustriales, la facilidad logística que generó la fertilización química (relativamente reciente en la historia de la agricultura) ha hecho olvidar las bases mismas de la agricultura (Conil, 2010).

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica, es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines que conllevan la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (Pérez y Equipos agrícolas MCCH, 2014).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000).

Los abonos orgánicos son compuestos naturales que se obtienen por la descomposición o mineralización de materiales orgánicos, que se utilizan para mejorar la calidad del suelo y proporcionar nutrientes a los cultivos, con el fin de reemplazar o disminuir el uso de los fertilizantes químicos, entre los abonos orgánicos más utilizados tenemos el Compost, Humus de lombriz, Bocashi, Biol, Te de estiércol y Abono de frutas (Yugsi, 2011).

Labrador *et al.*,(1993) mencionan que la fertilización orgánica, se refiere a un conjunto de técnicas basadas en el aporte de productos orgánicos procedentes de la propia finca o del exterior, los cuales, además de proveer al suelo de elementos químicos de naturaleza mineral, también generan una reserva de humus, aportan sustancias fisiológicamente activas, y actúan positivamente, si las condiciones son favorables, sobre todos los parámetros relacionados con la fertilidad, productividad y sostenibilidad de los suelos de cultivo.

Al usar fertilizantes orgánicos se debe considerar que la liberación de elementos nutritivos a la solución del suelo y su incorporación a los procesos físico-químicos del sistema suelo-planta, no es inmediata, ya que exige la previa mineralización de la materia orgánica, el aporte de elementos nutritivos en forma orgánica es un medio de incrementar la reserva de los mismos en el suelo, la liberación lenta y progresiva es una garantía de que los elementos móviles como el nitrógeno, permanezcan retenidos en el suelo de modo que no sean lavados fácilmente (Ruda *et al.*, 2004).

4.5.1.1. Ventajas de la fertilización orgánica

Pueden producirse con relativa facilidad en la chacra; los mejores consisten en una mezcla descompuesta de estiércol y malezas; Mejoran la calidad física del suelo, tanto en la textura como en la capacidad para retener agua; Son duraderos, generalmente, y contiene una amplia variedad de nutrientes (Wightman *et al.*, 2006).

Cubero y Vieira (1999) mencionan que los abonos orgánicos presentan un contenido más variado de nutrientes, a pesar de sus bajas concentraciones, esto puede ser considerado como una ventaja. Por ejemplo, el suministro de abonos orgánicos puede eliminar las deficiencias de micronutrientes, la utilización de los residuos orgánicos generados por la

actividad agrícola y por el procesamiento de sus productos, es vital para el control de una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales.

Los abonos orgánicos son menos solubles, ponen los nutrientes a disposición de las plantas de manera más gradual, al aumentar la capacidad de intercambio cationico del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación. Al mismo tiempo pueden ser catalogados como mejoradores del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros, cabe señalar que para que los abonos orgánicos actúen como mejoradores, las cantidades que deben ser adicionadas al suelo anualmente, deben ser elevadas. (Cubero y Vieira, 1999).

Se recomienda utilizar abonos orgánicos por que mejoran ciertas propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, ya que aumentan la población de macro y microorganismos benéficos del suelo, incrementan el contenido de materia orgánica, disminuyen la erosión evitando el lavado de las partículas al formar agregados estables del suelo (abonos sólidos), retienen la humedad (abonos sólidos), mejoran la estructura, brindando aireación y temperaturas adecuadas, en cuanto a las propiedades químicas tiene un aporte completo de nutrientes, pero en bajas concentraciones principalmente para nitrógeno y fósforo, que algunos cultivos requieren en grandes cantidades, también incrementan la capacidad de intercambio cationico mejorando la retención de cationes en el suelo a su vez mejorando la eficiencia de la fertilización y el rendimiento de los cultivos (Yugsi, 2011).

Los abonos orgánicos actúan de forma indirecta y lenta, pero con la ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes,

liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande (Pérez y Equipos agrícolas MCCH, 2014).

Los abonos orgánicos aplicados correctamente al suelo favorecen condiciones físicas, químicas y microbiológicas como pH, estructura, actividad microbiana, capacidad de intercambio de cationes, almacenamiento de agua y aire, aumento de macro y micronutrientes, todas estas ventajas se traducen en una mayor capacidad de fertilidad de los suelos, promoviendo mejor desarrollo de las plantas e incrementando su habilidad productiva (Motato *et al.*, 2008).

La aplicación de abonos orgánicos es una de las alternativas para poder recuperar la fertilidad del suelo, ya que los microorganismos que poseen, realizan un importante trabajo al descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en minerales. Estos minerales pueden ser asimilados por las plantas durante su ciclo reproductivo.

En un puñado de tierra fértil hay cientos de millones de microorganismos que ayudan a mantener el equilibrio en el suelo. Los abonos orgánicos son ricos en micro y macro elementos, necesarios para tener cultivos sanos, para ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas., además de mejorar la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad (Aguirre e international institute of rural reconstruction, 1996).

Hshuan, (2006) menciona que con la aplicación de fertilizantes orgánicos a los cultivos, se puede mejorar el crecimiento de la raíz debido a una mejor estructura del suelo, aumentar el contenido de materia orgánica , lo que mejora la capacidad de intercambio de nutrientes , aumentar la retención de agua ,la promoción de los agregados del suelo y amortiguador contra

la acidez, alcalinidad , salinidad, pesticidas y metales pesados tóxicos, además ayudan a eliminar ciertas enfermedades de las plantas , transmitidas por el suelo y parásitos.

4.5.1.2. Desventajas de la fertilización orgánica

La principal desventaja de la fertilización orgánica es que tiene un efecto lento ya que el suelo se adapta a cierto manejo y al retirarle al 100% los compuestos a los que estaba acostumbrado, dicho suelo puede no ser muy provechoso por lo que se recomienda un sistema combinado (convencional y orgánico) en el afán de hacer un cambio gradual, y ayudarle al suelo a restablecer su equilibrio natural, poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica, el periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los tres o cinco años dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores medioambientales, puede extenderse hasta ocho años además se debe tomar en cuenta que los costos en el manejo de suelos aumenta al hacerlo de manera orgánica (Félix *et al.*, 2008).

La baja concentración de nutrientes y los elevados niveles de humedad presentes en los abonos orgánicos se constituyen en una de las debilidades de estos productos ,genera costos muy elevados de transporte aplicación y manejo, sobre todo en áreas de ladera, para mantener una productividad competitiva las cantidades de abonos orgánicos a utilizar deben ser elevados, como elevada es la extracción de nutrientes con la cosecha, además de los requerimientos de mano de obra que implica su manejo y aplicación, requiere también de esta mano de obra para su fabricación (abono orgánico) o para su siembra y manejo (abonos verdes), generando costos adicionales (Cubero y Vieira, 1999).

Es necesario aplicar grandes cantidades, de modo que su transporte y su aplicación pueden representar un gran esfuerzo, debido a que no son muy concentrados un gran volumen

de estos aportaría la misma cantidad de nutrientes que contiene un menor volumen de fertilizantes químicos, además su efecto no se observa de inmediato ya que requiere un tiempo prolongado para integrarse al suelo (Wightman *et al.*, 2006).

La tasa de liberación de los nutrientes en los fertilizantes orgánicos es muy lenta, para cumplir con los requerimientos del cultivo en poco tiempo, por lo tanto se puede producir la deficiencia de algún nutriente evitando así el máximo crecimiento de los cultivos (Hshuan, 2006).

4.5.2. Fertilización química

La fertilización química surgió en Europa central, con Alemania como centro de desarrollo, debido a las necesidades de resolver los problemas alimentarios de una población cada vez más numerosa, la existencia de una base teórica como respuesta del avance científico y la iniciativa de numerosos químicos agrícolas y agricultores que estaban dispuestos a resolver el problema (Navarro y Navarro, 2013)

En México, los fertilizantes químicos se han utilizados desde mediados del siglo XX y rápidamente se convirtieron en elementos necesarios para los campos agrícolas (Aguirre *et al.*, 2009). Su amplia distribución entre los productores y su fácil manejo, hicieron una barrera para el aprovechamiento de los recursos biológicos (Shankar *et al.*, 2011).

Debido al rápido aumento de la población, la división de las tierras en parcelas más pequeñas en razón de los sistemas hereditarios, y la resultante necesidad de producir más alimentos ha sido necesario incrementar los rendimientos de los cultivos, para ello los agricultores han intensificado la producción a tal grado que hay pocas oportunidades para dejar las tierras en barbecho, de este modo no pueden sostener la intensificación de la producción sin fertilización química (Shaxson, 2000).

4.5.2.1. Ventajas de la fertilización química

La mayoría de los fertilizantes minerales tienen una alta concentración de nutrientes, esto significa que kilo por kilo, aportan más nutrientes que los fertilizantes orgánicos, en consecuencia sus efectos pueden observarse rápidamente, son fáciles de aplicar por que vienen granulados, se ofrecen comercialmente en diferentes formulaciones, cada una para un tipo de suelo específico y para una necesidad particular para las plantas, son baratos y fáciles de conseguir (Wightman *et al.*, 2006).

Con la fertilización química es posible cultivar la tierra durante todo un año, lo cual ha permitido a numerosos pequeños agricultores con pequeñas parcelas, producir suficiente alimento, además la necesidad de mano de obra para su aplicación es mínima y el aumento del rendimiento de los cultivos es rápido (Shaxson, 2000).

4.5.2.2. Desventajas de la fertilización química

El uso de los fertilizantes químicos endurece y seca los suelos, por lo cual son más difíciles de labrar, la materia orgánica del suelo se agota debido a que se pone rápidamente a disposición de las plantas (Shaxson, 2000).

Hshuan (2006) menciona que la aplicación excesiva de fertilizantes químicos puede dar lugar a efectos negativos como la lixiviación, la contaminación de los recursos hídricos, la destrucción de los microorganismos y los insectos benéficos, la susceptibilidad de los cultivos a los ataques de la enfermedad, la acidificación o alcalinización del suelo o la reducción en la fertilidad del suelo, causando así un daño irreparable, el exceso de oferta de N lleva al ablandamiento de tejido en plantas resultando más sensibles a las enfermedades y plagas, reducen la colonización de raíces de las plantas con micorrizas e inhiben la fijación simbiótica de N por rhizobios debido a la fertilización de N alta, mejoran la descomposición de la materia orgánica del suelo, lo que conduce a la degradación de la estructura del suelo, los nutrientes se

pierden fácilmente de los suelos a través de la fijación, la lixiviación o emisiones de gases , y pueden conducir a la reducción de la eficiencia de los fertilizantes .

El uso continuo de fertilizantes químicos provoca una serie de problemas en el suelo como alterar el pH, acidificando al suelo, afectando la microfauna, además disminuyen la capacidad de intercambio catiónico y provocan desbalance de cationes (Chaverri, 1995).

En la mayoría de los países las formulaciones de los fertilizantes químicos no atienden a las necesidades específicas de la finca, sino mas bien a situaciones promedio muy generales ,lo que conlleva a que las eficiencia de estos no sean las más adecuadas para situaciones específicas y produzcan un desperdicio o deficiencia de ciertos nutrientes, si esta situación ocurre año con año se presentan deficiencias muy fuertes de ciertos nutrientes y exceso de otros, produciendo un desequilibrio en la fertilidad, además la acumulación de nutrientes en el suelo mas allá de ciertos niveles pueden considerarse como contaminantes (Cubero y Vieira, 1999).

4.5.3. Fertilización mixta (química y orgánica)

El abono orgánico frecuentemente crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales, la combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, (SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, ya que el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan. No obstante, el abono orgánico por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente (FAO e IFA, 2002).

Los efectos beneficiosos de nutrientes orgánicos e inorgánicos combinados sobre la fertilidad del suelo se han demostrado en varias ocasiones, sin embargo, no existen directrices para su gestión. Los materiales orgánicos no son mágicos, por lo cual el reto es combinar orgánicos de distinta calidad con fertilizantes inorgánicos para optimizar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Numerosos ensayos de campo indican los beneficios de la combinación de fuentes de nutrientes añadidas. El aumento de la recuperación de nutrientes y los efectos residuales se asocian con la adición de nutrientes combinados en comparación con los fertilizantes inorgánicos aplicados solos. Un marco sistemático para investigar el uso combinado de fuentes de nutrientes orgánicos e inorgánicos incluye encuestas agrícolas, caracterización de la calidad de los materiales orgánicos, la evaluación del valor de equivalencia de fertilizantes en base a la calidad de los productos orgánicos, y los diseños experimentales para determinar las combinaciones óptimas de las fuentes de nutrientes (Buresh *et al.*, 1997).

El sistema de gestión de nutrientes integrados es una alternativa y se caracteriza por la entrada reducida de fertilizantes químicos y el uso combinado de fertilizantes químicos con materiales orgánicos como el estiércol de animales, residuos de cosecha, abonos verdes y compost. Los sistemas de gestión que dependen de insumos orgánicos como fuentes de nutrientes de las plantas tienen diferentes dinámicas en la disponibilidad de nutrientes de los que entrañan el uso de fertilizantes químicos. Para la producción sostenible de cultivos, el uso integrado de fertilizantes químicos y orgánicos ha demostrado ser muy beneficioso. Varios investigadores han demostrado el efecto del uso combinado de fertilizantes químicos y orgánicos para disminuir la deficiencia de muchos nutrientes secundarios y micronutrientes en los campos (Hshuan, 2006).

Chand *et al.*, (2006) realizaron un experimento en campo durante siete años continuos para evaluar la influencia de las aplicaciones combinadas de la fertilización orgánica y química en la absorción y acumulación de nutrientes en menta (*Mentha arvensis*) y mostaza (*Brassica juncea*), los resultados indicaron que la oferta integrada de los nutrientes de las plantas a través de estiércol y fertilizantes NPK, junto con abono verde, jugaron un papel importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. Con base en la evaluación de los indicadores de calidad del suelo, Dutta *et al.*, (2003) mencionaron que el uso de fertilizantes orgánicos junto con fertilizantes químicos, en comparación con la adición de fertilizantes orgánicos solos, tenía un mayor efecto positivo en la biomasa microbiana y por lo tanto en la salud del suelo.

4.6. Clasificación taxonómica de la calabacita (Pérez *et al.*, 1997)

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Tribu: Cucurbitineae

Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita* spp.

4.7. Importancia de la calabacita

Con respecto a las cucurbitáceas la calabacita ocupa el primer lugar por la superficie sembrada así como por su redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Valadez, 1994).

Cuadro 4.3. Principales estados productores de la república, superficie sembrada y rendimiento promedio por hectárea.

Estado	Superficie (ha)	Rendimiento □ (t ha ⁻¹)
Sinaloa	4108	12.0
Sonora	3288	12.3
Hidalgo	2445	7.2
Morelos	1805	7.9
Tamaulipas	1020	4.2
Baja california norte	890	10.4
Puebla	651	11.8
Michoacán	629	10.8
Jalisco	493	9.2
Otros	682	10.8

(Valadez, 1994)

4.8. Requerimientos del cultivo

4.8.1. Clima

Las cucurbitáceas se cultivan en climas templados subtropicales y tropicales, los cultivos resisten bien el calor y la falta temporal de agua, pero no soportan heladas, se desarrollan bien en climas cálidos con temperaturas óptimas de 18 - 25°C, máximas de 32 y mínimas de 10°C, a una temperatura menor a 10°C las plantas no prosperan, para que haya una adecuada germinación la temperatura del suelo debe ser mayor de 15 °C. (Mondoñedo *et al.*, 1981).

Es una hortaliza de clima cálido por lo cual no tolera heladas es insensible al fotoperiodo, la temperatura para la germinación de las semillas debe ser mayor de 15°C siendo el rango óptimo de 22 a 25 °C , la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35 °C se ha comprobado que temperaturas altas de (35°C) y días largos con alta luminosidad tienden a formar mas flores masculinas y con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas (Thompson y Kelly, 1959; Whitaker y Davis, 1962; Guenko, 1983)

4.8.2. Suelo y fertilización

Las calabazas son plantas muy exigentes por lo que requieren de terrenos bien labrados y blandos con grandes cantidades de materia orgánica y una exposición muy cálida. (Tamaro, 1974)

La calabacita prospera en cualquier tipo de suelo prefiriendo los ricos en materia orgánica y profundos, en cuanto a pH está catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH 6.8 - 5.5 en lo que se refiere a la salinidad se reportan como medianamente tolerante alcanzando valores de 3840 a 2560 ppm (6 a 4 mmho) (Richards, 1954; Maas 1984).

Para el cultivo de cucurbitas se prefieren suelos fértiles y sueltos no muy ácidos, suelos mal drenados, así como los que son muy arenosos que no retiene nada de humedad, no son convenientes. El pH más adecuado está entre 6,0 y 6,8 en suelos muy ácidos debe agregarse cal hasta ajustar el pH.

Cuadro 4.4. Extracción de nutrimentos del suelo con relación a la parte de la planta de calabacita y su rendimiento.

Parte de la planta	Rendimiento (ton/ha)	Kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
Fruto	19.71	20.16	7.84	34.72	6.72	3.36
Hojas y tallos	19.48	62.72	7.84	79.52	186.0	23.52

(Valadez, 1994).

4.8.3. Densidad de siembra y población

En lo concerniente a la densidad de siembra, comercialmente se aplica una dosis de semilla de 4 a 6 kg/ha, y se utiliza por lo general siembra directa, sin embargo en la actualidad se utiliza también el trasplante con mucha efectividad en prendimiento en campo, siempre y cuando se utilicen charolas de plástico o poliestireno de 200 cavidades, debido a su amplio sistema de raíces y trasplantando las plántulas cuando tengan de dos a tres hojas verdaderas, en el cultivo de calabacita se obtienen poblaciones de 10,000 a 14,000 plantas/ha con distancia entre surcos de .92 a 1.00 m y distancia entre plantas de .45 a 1.00 m y a una hilera (Valadez, 1994).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del sitio

El presente experimento se llevo a cabo durante los meses de Mayo – Agosto de 2012 a campo abierto en el área de invernaderos perteneciente al Departamento de Fítomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Saltillo, Coahuila, México, a 25° 23' latitud Norte, 101° 01' longitud Oeste, a una altitud de 1743 msnm, la temperatura media anual es de 19.8°C.

5.2. Clima

Los meses más cálidos son junio, julio y agosto, con temperaturas que alcanzan hasta 39°C, mientras que en los meses de diciembre y enero, se registran las temperaturas más bajas, de hasta -13°C, presentándose heladas regulares en el período de noviembre a marzo. El fotoperiodo medio anual es de 11.99 horas. La precipitación media anual es de 350 a 450 mm, siendo los meses más lluviosos julio, agosto y septiembre; en la época de invierno, las lluvias que se presentan son moderadas. (Estación meteorológica UAAAN), Tipo de clima: BWhw (x')(e): clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, con lluvias de verano y precipitación invernal al 10% del total anual (Vidal, 2005).

El suelo del área de acuerdo con la clasificación de la FAO es Xerosol háplico con pendientes entre 8 a 20%.

5.3. Diseño experimental

Este experimento se llevó a cabo con un diseño de bloques aleatorios con siete tratamientos y tres repeticiones tomando 10 plantas por tratamiento en cada bloque.

Los Tratamientos fueron:

Tratamiento 1 = una formulación 226 N-138 P₂O₅ -0 K+ 230 S, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 2 = una formulación 226 N-138 P₂O₅-0 K+230 S+ 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 3 = una formulación 226 N-138 P₂O₅-0 K+230 S+100 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 4 = una formulación 158 N-97 P₂O₅-0 K+161 S+ 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 5 = una formulación 158 N-97 P₂O₅-0 K+161 S+ 100 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 6= una formulación 113 N-69 P₂O₅ -0 K-15S+ 150 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, utilizando SAM y MAP como fuentes fertilizantes.

Tratamiento 7= 5,555.5 kg ha⁻¹ de composta +200 L ha⁻¹ de líquido de lombriz.

5.4. Preparación del suelo

Para preparar el suelo se realizó un mullido, mediante un tractor, posteriormente se realizaron 6 surcos de 17.5 metros cada uno, a una distancia de 90 centímetros entre surcos para esto se utilizó una pala, un azadón y una carretilla, los surcos se hicieron con una altura de 35 cm, después se instaló un sistema de riego por goteo a lo largo de cada surco, en seguida se colocó acolchado con un plástico bicolor y se realizó un riego de pre-siembra.

5.5. Siembra

El 31 de mayo del año 2012, se procedió a sembrar de manera directa las semillas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Var. Gray Zucchini, depositando dos semillas en cada cavidad a una profundidad de dos centímetros, y dejando una distancia de 50 centímetros entre cavidad, con un total de 35 cavidades para una densidad de población de 22,222 plantas ha⁻¹. Después de la siembra se realizaron riegos cada tercer día hasta que las plantas emergieron y posterior a la emergencia los riegos se realizaron cada vez que fue necesario para las plantas. Una vez que las plantas alcanzaron un tamaño de aproximadamente 15 centímetros se procedió a eliminar una de cada cavidad de manera que quedara una sola en este caso la más grande y sana.

5.6. Aplicación de los tratamientos

Para los tratamientos se utilizó como fuente fertilizante, Fosfato Monoamónico (MAP), Sulfato de Amonio (SAM), líquido de lombriz y composta. 15 días después de la siembra, cuando las plantas habían emergido, se pesaron los fertilizantes químicos y la composta mediante una balanza digital marca Sartorius y se realizó la primera aplicación de los tratamientos de manera directa, para la aplicación del líquido de lombriz se utilizó una pipeta. 20 días después de la primera aplicación de los tratamientos, se realizó una segunda para completar el total de los tratamientos (Cuadro N°1).

5.7. Cosecha

Después de un mes y siete días de la siembra se realizó la primera cosecha del cultivo, y posteriormente cada tercer día, la cosecha se realizó de manera manual, utilizando una navaja

y fueron colocadas en rejas de plástico de manera separadas para después contarlas y pesarlas mediante una balanza digital marca Sartorius.

5.8. Variables evaluadas

Número de cortes por tratamiento

Para esto se registraron el número de cortes que se realizaron en cada tratamiento.

Número de frutos por planta

Para esta variable se contabilizaron los frutos por cada repetición en cada cosecha y al final se dividió entre el total de plantas cosechadas de cada repetición para sacar un promedio y poder realizar el análisis de varianza de esta variable.

Vida de anaquel en peso perdido

Para medir esta variable se seleccionaron 2 frutos por cada repetición de la última cosecha, se pesaron mediante una balanza y después se colocaron en un lugar oscuro y fresco a temperatura ambiente ,15 días después se peso por segunda vez cada uno de los frutos para poder obtener la pérdida de peso durante este periodo y de esta manera convertir en porcentaje el peso perdido.

Rendimiento

Para medir esta variable se obtuvieron los pesos promedios por planta de cada repetición de los tratamientos, para posteriormente convertirlo a toneladas por hectárea. .

Cuadro 5.1. Fechas de aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Primera aplicación 15 días después de las siembra (15/06/2012)	Segunda aplicación 20 días después de la primera (5/07/2012)
1	267 Kg ha ⁻¹ de MAP + 273 Kg ha ⁻¹ de SAM	667 Kg ha ⁻¹ de SAM
2	267 Kg ha ⁻¹ de MAP + 273 Kg ha ⁻¹ de SAM y 50 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz	667 Kg ha ⁻¹ de SAM y 50 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz
3	267 K ha ⁻¹ de MAP + 273 K ha ⁻¹ de SAM y 100 L ha ⁻¹ de liquido de lombriz	667 K ha ⁻¹ de SAM y 100 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz
4	187 Kg ha ⁻¹ de MAP+191 Kg ha ⁻¹ de SAM y 50 L ha ⁻¹ de liquido de lombriz	467 Kg ha ⁻¹ de SAM y 50 L ha ⁻¹ de liquido de lombriz
5	187 K ha ⁻¹ de MAP +191 K ha ⁻¹ de SAM y 100 L ha ⁻¹ de liquido de lombriz	467 Kg ha ⁻¹ de SAM y 100 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz
6	133.5 Kg ha ⁻¹ de MAP +136.5 Kg ha ⁻¹ de SAM +150 L ha ⁻¹ de liquido de lombriz	333.546 Kg ha ⁻¹ de SAM y 150 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz
7	200 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz+555.5 Kg ha ⁻¹ de composta	200 L ha ⁻¹ de líquido de lombriz

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias no mostraron diferencias significativas ($p=0.05$) en las variables evaluadas, sin embargo si se observan diferencias numéricas importantes (Cuadro 6.1).

Cuadro 6.1. Análisis de varianza y comparación de medias del efecto de la fertilización química, orgánica y combinada en las variables agronómicas de un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L) var. Gray Zucchini.

Tratamientos	Variables			
	Número de Cortes	Frutos por planta	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)	Vida de anaquel (%)
Testigo Q100%	10.666	4.466	19.273	77.090
Q100%+ 50 L ha^{-1} LL	12.333	6.833	28.047	67.313
Q100%+100 L ha^{-1} LL	11	4.866	19.978	63.304
Q70%+50 L ha^{-1} LL	13	6.333	26.690	55.731
Q70%+ 100 L ha^{-1} LL	11.333	5.3	22.127	69.059
Q50%+ 150 L ha^{-1} LL	11.666	4.6	19.013	72.690
O100%	12	5.466	23.394	69.941
C.V.(%)	11.2	18.92	25.15	11.35
S.E.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

C.V.= Coeficiente de variación, S.E=Significancia estadística, N.S.= No significativo ($P=0.05$) Testigo Q100% = 226 N-138 P2O5-0 K+230 S, Q75% = 158 N-97 P2O5-0 K +161 S, Q50% =113 N-69 P2O5-0 K+115 S, O100%= 5.55 $t\ ha^{-1}$ Composta+200 L ha^{-1} de líquido de lombriz (LL)

6.1. Número de cortes

En la variable número de cortes no se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos, sin embargo, si existe una diferencia numérica, como se puede observar (figura 6.1) con el tratamiento con fertilización química al 70% y 50 litros por hectárea de líquido de lombriz fue con el que se obtuvo mayor número de cortes, respecto al testigo tratado con fertilización química al 100%, además se puede apreciar que los demás tratamientos también superaron al testigo.

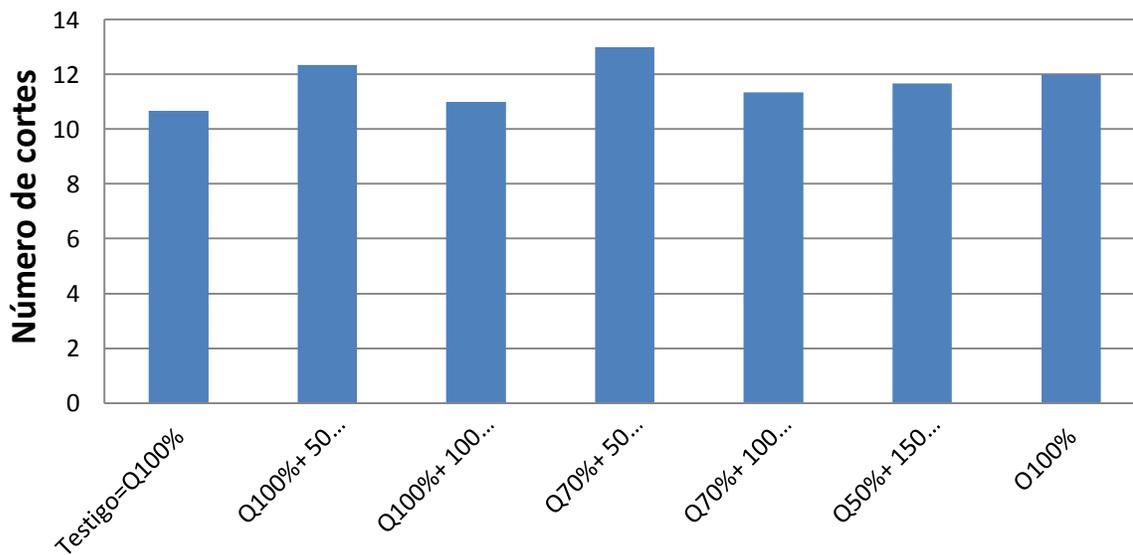


Figura 6.1. Número de cortes por tratamiento obtenidos con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada en un cultivo de calabacita. TestigoQ100%= 226 N - 138 P2O5 - 0 K+230 S, Q75%= 158N - 97 P2O5- 0 K +161 S, Q50%=113N - 69 P2O5 - 0 K -115 S, O100%= 5.55 t ha⁻¹ Composta+200 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (LL)

6.2. Frutos por planta

En la variable frutos por planta tampoco se presentaron diferencias estadísticas significativas sin embargo se puede ver que existen diferencias numéricas, ya que con las plantas tratadas con fertilización química al 100% mas 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz se obtuvo el mayor número de frutos que fueron 6.8, mientras que el menor número fue de 4.4 que se obtuvo con las plantas tratadas con el testigo, resultados similares fueron reportados por Sedano *et al.* (2005) quienes reportaron que su mayor número de frutos fue de 7.25 al aplicar fertilización química en un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) híbrido Tala. En la figura 6.2 se puede observar claramente los resultados obtenidos en esta variable.

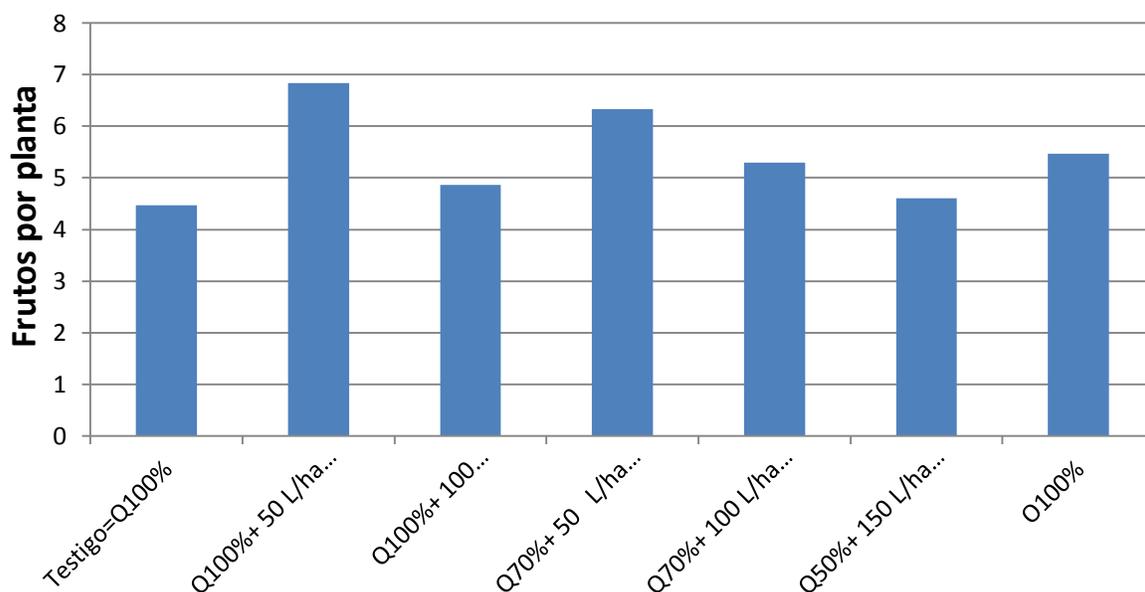


Figura 6.2. Frutos por planta obtenidos en un cultivo de calabacita con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada. Testigo Q100%= 226 N - 138 P₂O₅ - 0 K +230 S, Q75%= 158N - 97 P₂O₅- 0 K +161 S, Q50%=113N - 69 P₂O₅ - 0 K -115 S, O100%= 5.55 t ha⁻¹ Composta+200 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (LL).

6.3. Rendimiento

El análisis de varianza y la comparación de medias en la variable rendimiento, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. En la figura 6.3 se muestra claramente los resultados para rendimiento donde se observa que a pesar de no haber diferencias significativas, si se presentaron diferencias numéricas importantes, donde los más altos rendimientos se obtuvieron al aplicar fertilización química al 100% y una adición de 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz y fertilización química al 70% mas 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz, estas seguidas de la fertilización 100% orgánica, con una producción de 28.047 , 26.690, y 23.394 t ha⁻¹, superando al testigo en un 31.29, 27.79 y 17.62 % respectivamente, ya que con éste solo se obtuvo 19.273 t ha⁻¹, estos resultados muestran que al aplicar una adición de fertilización orgánica se logró aumentar el rendimiento, sin embargo también podemos ver que

al reducir la fertilización química a 70% y adicionar 50 L ha⁻¹ de líquido de lombriz el rendimiento también es superior que al aplicar fertilización química al 100% lo cual indica que existe una buena interacción entre los fertilizantes, es muy importante también resaltar que con la fertilización orgánica al 100% se obtuvo un mejor rendimiento que con el testigo.

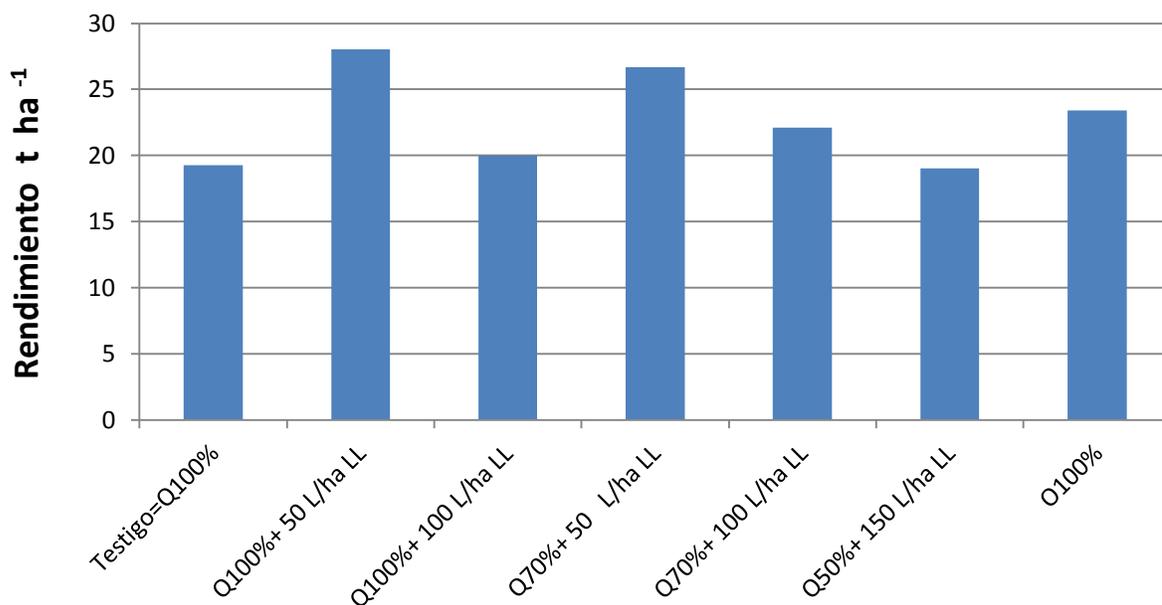


Figura 6.3. Rendimiento en toneladas por hectárea de un cultivo de calabacita obtenido con la aplicación de fertilización química, orgánica y combinada. TestigoQ100%= 226 N - 138 P2O5 - 0 K+230 S, Q75%= 158N - 97 P2O5- 0 K +161 S, Q50%=113N - 69 P2O5 - 0 K -115 S, O100%= 5.55 t ha⁻¹ Composta+200 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (LL).

Los resultados obtenidos en este experimento fueron superiores a los obtenidos por Merino (1998) al aplicar diferentes dosis de fertilización química y orgánica en un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini, ya que su rendimiento más alto fue de 14.63 t ha⁻¹ el cual obtuvo con la aplicación de una formula 60–70 de N-P y una adición de 15 ton ha⁻¹ de estiércol bovino, Rosas (2007) al aplicar fertilización química en dos variedades da calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini y var. Round, solo obtuvo un rendimiento

máximo de 3.8 t ha⁻¹, sus resultados fueron muy inferiores a los obtenidos en este trabajo. Sedano *et al.* (2005) reportan que con la aplicación de altas dosis de nitrógeno y potasio en un cultivo de calabacita *Cucurbita pepo* L). var. Tala obtuvieron un rendimiento de 21.794 t ha⁻¹ lo cual también es inferior al obtenido en este trabajo. Al evaluar cuatro dosis de fertilización en un cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini.

Jiménez (2011) obtuvo con la dosis más alta (180-150-80) de fertilización química un rendimiento máximo de 6.915 Ton ha⁻¹ sin embargo este resultado es 4 veces menor al obtenido en este trabajo.

Rivera, (2004) al evaluar la interacción entre acolchado plástico y diferentes fuentes de fertilización, reporto que independientemente del acolchado plástico, con la fertilización mixta logró su mayor rendimiento que fue de 21 t ha⁻¹ seguida de la fertilización orgánica con 19.57 t ha⁻¹ y con la fertilización completamente química sus rendimientos fueron los mínimos ya que solo obtuvieron 10.8 t ha⁻¹, estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio, también, son similares a los obtenidos por Añez y Espinoza (2002) que obtuvieron su mayor rendimiento en un cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L. var. Colmar) al aplicar fertilización química en combinación con orgánica que al aplicarlas por separado pudiendo sustituir con fertilización orgánica hasta 1/3 de la fertilización química sin bajar significativamente el rendimiento de su cultivo, lo cual también pudo observarse claramente en los resultados de este experimento. Romero *et al.* (2012) también obtuvieron un mayor rendimiento en un cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero al aplicar fertilización orgánica – mineral que al aplicar fertilizantes orgánicos solos.

Castañeda y Martínez (2011) reportan un mayor rendimiento en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. Victoria, al aplicar fertilización orgánica y combinada que cuando aplicaron solamente fertilización química, estos resultados también concuerdan con los obtenidos en este trabajo. Ávila *et al*, (2012) en su experimento en un cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) obtuvieron mayor rendimiento en las plantas cuando aplicaron fertilización orgánica que al aplicar fertilización química.

6.4. Vida de anaquel

En la variable vida de anaquel tampoco se encontraron diferencias estadísticas, ya que todos los tratamientos fueron muy similares entre sí como se puede observar en la figura 6.4.

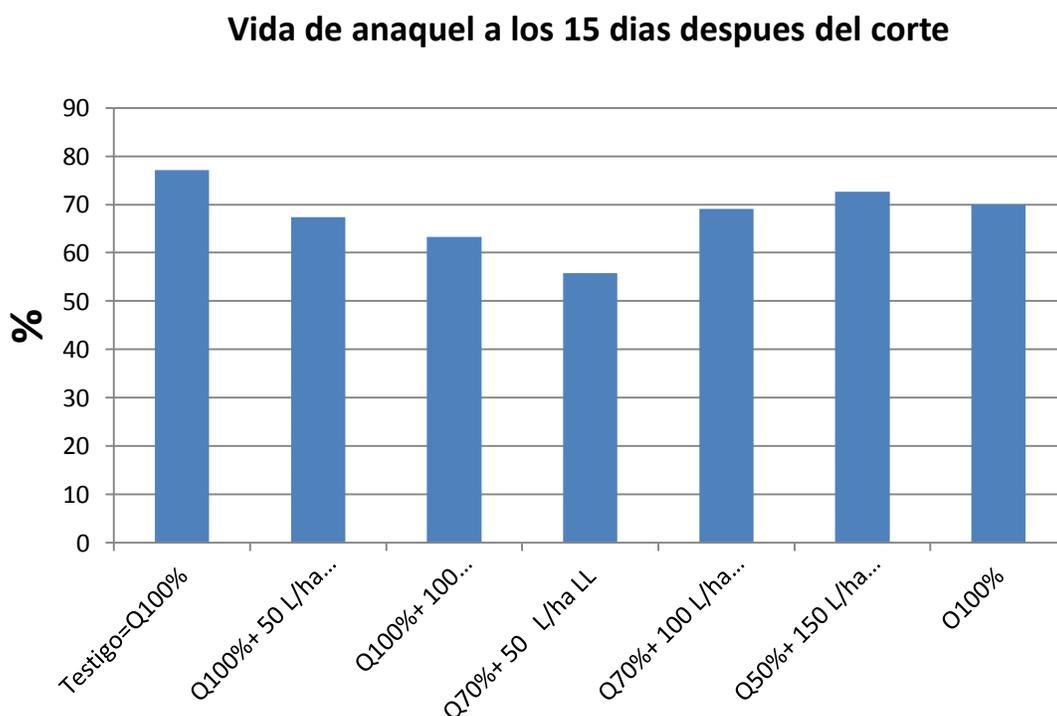


Figura 6.4. Vida de anaquel de los frutos cosechados de un cultivo de calabacita con aplicación de fertilización orgánica química y combinada. Testigo Q100%= 226 N - 138 P2O5 - 0 K+230 S, Q75%= 158N - 97 P2O5- 0 K +161 S, Q50%=113N - 69 P2O5 - 0 K -115 S, O100%= 5.55 t ha⁻¹ Composta+200 L ha⁻¹ de líquido de lombriz (LL)

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este experimento permiten concluir lo siguiente:

Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, con la fertilización orgánica se logro tener un mayor rendimiento que con la fertilización química.

Con la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos se pude tener un mayor rendimiento en el cultivo de la calabacita que al aplicarlos por separado.

Es posible disminuir en un porcentaje importante la fertilización química mediante la adición de fertilizantes orgánicos.

Los resultados de este experimento muestran que los fertilizantes orgánicos solos o en combinación con químicos pueden ser una alternativa para los agricultores, ya que podrían reducir la dependencia de fertilizantes químicos y al mismo tiempo contribuir a mejorar las propiedades físicas químicas y biológicas de sus suelos.

8. LITERATURA CITADA

- Acuña, N. O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura. *En* Meléndez, G., G. Soto (eds) Taller de abonos orgánicos. Centro de investigaciones agronómicas de la universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. 67-75 pp.
- Aguirre, J. F., M. B. Irizar, A. Duran, O. A. Grageda, M. De A. Peña, C. Loredo y A. Gutiérrez. 2009. Los biofertilizantes microbianos, alternativa para la agricultura en México. INIFAP Folleto técnico N° 5. Chiapas México. 80 p.
- Aguirre, Z. e International, Institute, of Rural Reconstruction. 1996. Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos. Editorial BYA AYALA. Ecuador. 302p.
- Añez, B. y W. Espinoza. 2002. Fertilización química y orgánica. ¿Efectos interactivos o independientes sobre la producción de zanahoria? *Revista Forestal Venezolana*. 46 (2):47-54. Venezuela.
- Arrieché, I. E. 2008. Efecto de la fertilización orgánica y química en suelos degradados cultivados con maíz (*Zea mays* L.) en el estado Yaracuy, Venezuela .Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Yaracuy, Venezuela. 210p.
- Aruani, M.C., P. Gili, L. Fernández, R. González, P. Reeb y E. Sánchez. 2008. Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquén – Argentina. *AGRO SUR*. 36(3):147-157. Argentina.

- Ávila, J. A., M. A. Arciniega, C. Vázquez, J. L. García, y R. Félix. 2012. Caso de estudio: Producción orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en la Comarca Lagunera. Recursos Naturales y Sistemas Productivos. 1^{ra} Edición. México. 254p.
- Buresh, R. J., P. A. Sanchez and F. Calhoun. 1997. Replenishing Soil Fertility in Africa. Soil Science Society of American. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- Carlos, R. 2012. Fertilización orgánica Vs mineral en el rendimiento y contenido de capsaicina en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. De México. 95p.
- Castañeda, E y M. A. Martínez. 2011. Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) cv. Victoria en condiciones controladas. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Xalapa de Enríquez Veracruz. 37 p.
- Chand, S., M. Anwar y D. D. Patra. 2006. Influence of long- term application of organic and inorganic fertilizer to build up soil fertility and nutrient uptake in mint mustard cropping sequence. Communications in soil science and plant analysis. 37: 63-76.
- Chaverri, R. 1995. El cultivo del tabaco. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 163p.
- Conil, P. 2010. Las bases de la fertilización orgánica. Curso internacional sobre fertilización de caña. TECNICAÑA-CIAT. Cali, Colombia .6p.

- Cubero, D. y M. J. Vieira. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿Compatibles con la agricultura? XI Congreso Nacional Agronómico y III Congreso Nacional de Suelos. San José, Costa Rica. 67p.
- De las Heras, J., C. Fabeiro y R. Meco. 2003. Fundamentos de agricultura ecológica. Ediciones de la universidad de Castilla- La Mancha. Cuenca, España. 376p.
- Dutta, S., R. Pal, A. Chakraborty, y K. Chakrabarti. 2003. Influence of integrated plant nutrient supply system on soil quality restoration in a red and laterite soil. Archives of Agronomy and Soil Science. 49(6): 631-637.
- Fajardo, D. 2001. Agricultura orgánica. IICA. Venezuela. 33p.
- FAO e IFA. 2002. Los fertilizantes y su uso. 4^{ta} edición. FAO e IFA. Roma. 77p.
- FAO. 2011. Buenas prácticas. FAO .Guatemala, Guatemala. 10 pp.
- Félix, J. A., R. R. Sañudo, G. E. Rojo, R. Martínez y V. Oalde. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai. 4(1): 57-67. México.
- Figueroa-Viramontes, U., G. Núñez- Hernández, J. A. Delgado, J. A. Cueto- Wong y J. P. Flores- Margez. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fosforo y potasio por bovino lechero en la comarca lagunera. Agricultura orgánica. 2^{da} Edición. Gómez palacio, Mexico. 504p.
- Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial reverté, s.a. Barcelona. España. 450p.

- Gómez, E. J. y Stechauner, R. 2012. Propiedades y características del humus líquido. Universidad de la Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Agropecuaria. Popayán. 7pp.
- Gros, A., Lefèvre, y A. Domínguez. 1981. Guía práctica de la fertilización. Mundi- Prensa. 526p.
- Guenko, G. 1983. Fundamentos de la horticultura cubana. Editorial pueblo y educación. La Habana Cuba.
- Hshuan, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. Thailand.11 p
- Jiménez, J.A. 2011. Evaluación de cuatro dosis de fertilización en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en Caracha Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México.36p.
- Labrador, J. 2002. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 293p.
- Labrador, J., A. Guiberteau, L. López y J. L. Reyes. 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas, manejo y utilización. Hojas divulgadoras N° 3. 44p.
- Lesur, L. 2006. Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola. Editorial. Trillas s.a. De c. v. México. 64pp.

- Ludwick, A. E., K.B. Campbell, R. D. Johnson, L. J. Meclain, R. M. Millaway, S. L. Purcell, I. L. Phillips, D.W. Rush y J. A. Waters. 2003. Manual de Fertilizantes Para Horticultura. Editorial LIMUSA Grupo Noriega Editores. México, DF. Mexico.297p.
- Luna, L. A. y M. M. Bolaños. 2007. Producción de abonos orgánicos de buena calidad. Boletín técnico. Editorial Produmedios. Colombia. 27p.
- Maas, E. V.1984.Crop Tolerance. En: California Agriculture. Vol 38(10): 20-21.
- Merino, A.L.1998.Evaluacion de la aplicación de nitrógeno fósforo y estiércol bovino en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) variedad Gray Zucchini. Tesis de Licenciatura. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla. 66p.
- Mondoñedo, J. R., F Kirchner, J. Medina. 1981. Cucurbitáceas. Editorial Trillas. México.56p.
- Moreno, J. y R. Moral. 2008. Compostaje. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 570p.
- Motato, N., G. Solórzano y J. Cedeño. 2008. Elaboracion y uso de abonos orgánicos para el cacao que se cultiva en Manabí. Boletín divulgativo N° 334. NEOGRAFIK. Manabí, Ecuador. 14pp.
- Navarro, G. y S. Navarro. 2013. Química agrícola. 3^{ra} Edición. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 508p.
- Núñez, J. 2001. Manejo y conservación de suelos. Editorial Universidad estatal a distancia. San José Costa, Rica.288p.
- Ortega, P., 2012. Producción de bocashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador. 52pp.

- Ortuño, N., J. Velasco y G. Agirre. 2012. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en hidroponía. FUNDACION PROINPA. 20p.
- Pérez, M. J. y Equipos agrícolas MCCH. 2014. Fertilización orgánica. MAQUITA CUSHUNCHIC. Quito, Ecuador. 11pp.
- Pérez, M., Márquez F., Peña A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Imprenta universitaria Uach. México. 380 p.
- Pizarro, N., A. Enríquez, J. M. Sánchez y J. M. Gonzalez. 2007. Seguridad en el trabajo. 2^{da} Edición. Editorial FUNDACION CONFEMETAL. Madrid, España. 753pp.
- Richards. L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali Soils. Handbook N°. 60. U.S.D.A., U.S.A.
- Rivera, A. R. 2004. Evaluación de la interacción entre dos tipos de acolchado plástico y diferentes fuentes de fertilización en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 106p.
- Romero. M. Del R., A. Trinidad, R. García y R. Ferrera. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia. 13(3): 261-269. México
- Romero-Romano, C. O., J. Ocampo- Mendoza, E. Sandoval-Castro y J. R. Tobar- Reyes. 2012. Fertilización Orgánica-Mineral y Orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai. 8(3):41-49. México.

- Rosas, G.2007. Evaluación de dos variedades de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y Silifertidol
® En Santa Rosa, Municipio de Uruapan. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana
de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán México. 34p.
- Ruda, E. E., A. Monguiello, y A. Acosta. 2004. Contaminación y Salud en el suelo. Ediciones
UNL. Santa fe, Argentina. 99p.
- Schuldt, M. 2006. Lombricultura. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. 307p.
- Sedano- Castro, G., V.A. González- Hernández, E. M. Engleman y C. Villanueva –Verduzco.
2005. Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita.
Revista Chapingo serie Horticultura. 11(2): 291-297. México.
- Shankar. J., V. Chandra, y D. P. Singh. 2011. Efficient Soil microorganisms: new dimension
for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, ecosystems &
Environment. Elsevier. 140(39): 339-353.
- Shaxson, F. 2000. Nuevos conceptos y enfoques para el manejo de suelos en los trópicos con
énfasis en zonas de ladera. Boletín de suelos de la FAO, N° 75.FAO. Roma, Italia. 136p.
- Silva, G. M., G. H. Gámez, G. F. Zavala, H. B. Cuevas y G.M. Garcidueñas. 2001. Efecto de
cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. Ciencia –
UANL.4 (1):69-75.
- Tamaro, D.1974. Manual de horticultura. Editorial Gustavo Gili S. A. Barcelona
España.510pp.
- Thompson. H. C. and Kelly, W. C. 1959. Vegetable crops. Fifth Edition. McGraw. Hill Book
Co. New York, U.S.A.

Valadez, A. 1994. Producción de hortalizas. Limusa, Grupo Noriega editores. México. 298p.

Vidal, R. 2005. La regiones climáticas de México 1.2.2.UNAM.Mexico D.F. México. 212p.

Whitaker, T. W. and Davis, G. N. 1962. Cucurbits. Botany, cultivation and utilization.
Leonard Hill Books Ltd. England.

Wightman, K. E., Cornelius, J.P. y Ugarte, L. J. 2006. Plantemos madera. Manual técnico N°
4. ICRAF. Lima, Perú. 193p.

Yugsi, L. 2011. Elaboración y uso de abonos orgánicos. Módulos de capacitación para
capacitadores. Modulo 1.Activa Diseño Editorial. Quito, Ecuador. 36p.