

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL EN LA
PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* L. var.
Fordhook Giant) BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

POR:

FRANCISCO JAVIER GÓMEZ MOLINA

T E S I S

Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Junio del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Evaluación del Rendimiento y Calidad Nutricional en la Producción de un
Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook Giant) Bajo Dos Sistemas de
Producción Agrícola.

Por

FRANCISCO JAVIER GÓMEZ MOLINA

T e s i s

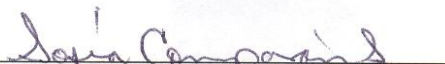
Presentado como requisito para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA


Aprobada




Dr. José Francisco Rodríguez Martínez
Asesor Principal



M.C. Sofía Comparán Sánchez
Coasesor



Dra. Silvia Judith Martínez Amador
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, Mexico

Junio del 2012

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y calidad nutricional en la producción de un cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción agrícola. La investigación se llevo a cabo en el campo experimental llamado el “Bajo” perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ubicada en los 25°22'27.72” de latitud norte y 101°02'24.68” de longitud oeste con una altitud de 1733 msnm, durante el periodo otoño – invierno. La distribución de los tratamientos fue realizado mediante un diseño completamente al azar, dos tratamientos y tres repeticiones que comprendió de unidades experimentales de 3.33 m² por cada tratamiento, las variables evaluadas fueron rendimiento, análisis bromatológico donde se evaluaron: Materia seca total, Humedad, Energía calorífica, Proteína Cruda, Grasa, Carbohidrato, Ceniza, Fibra cruda; Análisis de minerales donde se determino: Calcio, Fosforo, Potasio, Hierro, Sodio, Zinc, Magnesio, Manganeso y Cobre. Los resultados se le realizó un análisis de varianza y comparación de medias (DMS) donde la variable rendimiento mostro diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) el sistema biointensivo tuvo rendimientos superiores equivalentes al 47.3% en la primera cosecha y 64% en la segunda, en comparación al sistema convencional, el análisis bromatológico realizado para ver la calidad nutritiva se encontró diferencias altamente significativas para Proteína Cruda y Carbohidratos Totales, mientras que las demás variables no mostraron diferencias entre los tratamientos; el análisis de minerales indico diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para P, Na, Cu, Fe y Zn y altamente significativa para Ca entre los tratamientos. Se concluye que el sistema biointensivo incrementa el rendimiento en un 50% más que el sistema convencional, como a la vez mejora la calidad nutritiva al contener un mayor contenido de minerales en comparación a los encontrados en el sistema convencional.

Palabras claves: Sistema Biointensivo, Sistema Convencional, Rendimiento, Calidad Nutritiva, Análisis de Minerales, Análisis Bromatológico

DEDICATORIA

A mí madre y padre por haberme brindado la vida y tener la oportunidad de escribirles las más sencillas pero sinceras palabras:

A mi madre por la fortaleza para no rendirse y pelear constantemente en cada paso de la vida, por la responsabilidad brindada hacia a mi, por su forma única de decir TE AMO, por el amor que jamás nadie llegara a remplazar. A mi padre por su nobleza y humildad que forma parte de su ser, por ser un hombre inteligente y saber el significado de la FAMILIA, por el amor que nos brinda cada día.

Ha mis hermanos, por ser mis Alegrías y todo el tiempo que hemos compartidos juntos, por el amor de hermanos que es único e irremplazable.

A tres personitas que se anexaron a mi vida brindándome toda la alegría y amor que solo ellos saben dar. Diego, vale y Kelly, gracias por regalarme esa oportunidad de tenerlos conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme brindado la oportunidad de estar dentro de esta gran casa de estudios, que siempre llevaré presente en mi corazón y cual defenderé con orgullo "Mi Alma Terra Mater".

A cada uno de los maestros que formaron parte importante de mi desarrollo profesional, por compartir cada uno de sus conocimientos que forman parte de mí, como profesionista.

A mi asesor Dr. José Francisco Rodríguez Martínez que antes que ser mi maestro, por ser un gran amigo, por cada uno de sus consejos y enseñanzas brindadas. A mi asesoras MC. Sofía Comparan Sanchez y Dra. Silvia Judith Martínez Amador por su dedicación y su revisión a este trabajo.

A mis hermanos Juan Carlos, Claudia Patricia por brindarme las fortalezas necesarias para terminar esta etapa de mi vida, a mis primos, Lalo, Elva, Toni, Caro, Yesi, Diego, Toñi que son parte fundamental en mi familia.

A mis grandes amigos que siempre estarán presente dentro de mí, por la amistad que es única e inolvidable que se lucha para poder alcanzarla y más por conservarla, por la sinceridad brindada y por saber que siempre contare con ellos gracias: Hugo, José Luis, Romeo, Beltrán, Jonni, Andrés, Ángel, Lupita, Elizabeth, Maguis, Flor. Y por aquellas personas que siempre me tienen presente y siempre me desean lo mejor en mi vida. Gracias a todos.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO GENERAL	3
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. HIPÓTESIS	4
4. REVICION DE LITERATURA	5
4.1 AGRICULTURA ORGANICA	5
4.1.1 Agricultura orgánica en Mexico	6
4.1.2 Situación de la agricultura orgánica en México	7
4.1.2.1 Importancia económica	7
4.1.3.2 Importancia ecológica	9
4.1.2.2 Importancia social	10
4.2 RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRITIVA EN LA AGRICULTURA ORGANICA vs AGRICULTURA CONVENCIONAL	
4.2.1 Rendimiento	11
4.2.2 Calidad nutritiva	12
4.3 MÉTODO BIOINTENSIVO DE CULTIVO	14
4.3.1 Historia y filosofía del método biointensivo de cultivo	14
4.3.2 Técnicas del método biointensivo de cultivo	16
4.3.3 Preparación del suelo	17
4.3.3.1 Doble excavación	17
4.3.3.2 Ventajas de la doble excavación	18
4.3.4 La fertilización	19
4.2.4.1 La composta	19
4.3.5 Siembra cercana	21
4.3.6 Rotación de cultivo	21
4.3.7 Asociación del cultivos	23
4.3.8 Producción de carbono en el huerto	23

4.3.9	Producción de semillas de polinización abierta	25
4.3.10	Producción de calorías	26
4.4	EL CULTIVO DE ACELGA	27
4.4.1	Variedades mas populares	27
4.4.2	Cosecha y comercialización	27
4.4.3	Plagas y enfermedades	28
4.4.4	Importancia económica y alimenticia	28
5.	MATERIALES Y MÉTODO.....	29
5.1	Descripción del área de trabajo	29
5.2	Características climáticas	29
5.3	Procedimiento.....	29
5.3.1	Preparación de las camas para cada sistema	31
5.3.2	Fertilización	32
5.3.3	Siembra	32
5.3.4	Labores culturales	33
5.3.5	Cosecha	34
5.4	Diseño experimental	34
5.5	Variables dependientes	34
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
6.1	Rendimiento	36
6.2	Calidad nutritiva	39
6.3	Análisis de minerales	44
7.	CONCLUSIÓN	49
8.	LITERATURA CITADA	50

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Fig. 1. Distribución de los tratamientos en la evaluación del rendimiento y calidad nutricional del cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant).	30
Cuadro.1. Análisis de Bromatológico realizado en el departamento de Ciencia Básicas (UAAAN) con sus respectivos métodos para su determinación.	35
Cuadro.2. Análisis de minerales realizado en el Departamento de Nutrición Animal (UAAAN) con sus respectivas técnicas para su determinación.	35
Cuadro.3. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la primera cosecha en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant).	36
Cuadro. 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la segunda cosecha en el cultivo de la acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant).	37
Cuadro.5. Comparación de medias (DMS) en el rendimiento del cultivo de la acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant).	37
Grafica.1. Comportamiento del Rendimiento/3.33 m ² de la acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.	38
Cuadro.6. Análisis de varianza para un diseño completamente al azar para evaluar la calidad nutritiva en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.	40

Cuadro. 7. Comparación de medias (DMS) para el extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y humedad en la acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción	.....	41
Grafica.2. Comportamiento de proteína y carbohidratos totales en la acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción	.....	42
Cuadro. 8. Comparación de medias (DMS), materia seca total, Cenizas, Carbohidratos y energía calorífica en el cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción	.....	43
Grafica.3. porcentaje de las variables evaluadas en el análisis bromatológico en el cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.	.....	44
Cuadro. 9. Comparación de medias (DMS) para los macro elementos del cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.	.....	45
Grafica.4. Porcentaje de macro elementos en el cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción agrícola.	.....	46
Cuadro.10. Comparación de medias (DMS) para los micro elementos del cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.	.....	47
Grafica.5. comportamiento de Extracto Etéreo, Masa Seca Total, y Cenizas en el cultivo de acelga (<u>Beta vulgaris</u> L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.	.....	48

1. INTRODUCCIÓN

La civilización se funda en la agricultura, que sigue siendo tan importante hoy en día como cuando nació hace 11 000 años. En las estadísticas comerciales se considera la agricultura únicamente como una actividad económica. La agricultura como forma de vida, patrimonio, identidad cultural, pacto ancestral con la naturaleza, carece de un valor monetario (FAO, 2005). En la medida en que la modernización agrícola avanzó, la relación entre la agricultura y la ecología fue quebrada en la medida en que los principios ecológicos fueron ignorados y/o sobrepasados, dando lugar a la transición a nuevos modelos de producción (Altieri y Nicholls, 2000).

Este proceso de intensificación permitió pasar en muy poco tiempo de una agricultura elemental y rudimentaria a otra extremadamente sofisticada que se parece cada vez más a los procedimientos que dominan en la industria. A este nuevo tipo de agricultura, algunos han dado en llamarla “agricultura industrial” (Pretty, 2001; Shiva, 2000); fundamentada principalmente en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto uso de insumos externos, donde el manejo monocultivista se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo (Rosset, 1997; Altieri, 1999; FIDA, 2003).

Este tipo de agricultura, aunque ha conseguido un aumento de productividad, hoy ya es insostenible y las pérdidas que genera desde el punto de vista social, económico y ambiental son muy importantes (Lassaletta y Rovir, 2005). Esto ha llevado a plantear nuevos modelos científicos que haga frentes a los problemas ecológicos, económicos y sociales provocados por la agricultura moderna, es decir pasar del paradigma dominante antropocentrista, a un paradigma del tipo ecocéntrico, que vincule la armonía con la naturaleza y la relación con el ser humano (Toledo, 1992; Vozmediano y Cesar, 2005).

En contraste con la agricultura industrial, desde hace unos años ha comenzado a tomar fuerza un nuevo tipo de agricultura basada en principios más naturales y seguros para el

ambiente y la sociedad; a este enfoque alternativo se lo conoce como “agricultura orgánica” (Rigby y Cáceres, 2000; Cáceres, 2003). Se trata de un enfoque holístico de la agricultura pues considera la profunda interrelación existente entre la producción y el ambiente (Cáceres, 2003).

El desafío inmediato para nuestra generación es transformar la agricultura industrial e iniciar la transición de los sistemas alimentarios a otros que no dependan del petróleo y que en lugar de estimular las exportaciones, más bien fortalezcan la producción doméstica por parte de los pequeños agricultores (Altieri y Nicholls, 2010). En la actualidad el perfeccionamiento de las técnicas agrícolas, tiene una importante relevancia en el cuidado del ambiente y en el mejoramiento de la seguridad alimentaria, una de las alternativas de perfeccionamiento es la transformación de los sistemas agrícolas convencionales en sistemas sostenibles.

Uno de estos sistemas sostenibles es el cultivo de hortalizas aplicando el Método Biointensivo de Cultivo. El Método Biointensivo de Cultivo es una alternativa que utiliza técnicas adecuadas para cultivar en pequeños espacios de suelo, es económicamente productivo, nutre la vida del suelo, favorece el reciclaje de nutrientes, aprovechando sosteniblemente los recursos naturales renovables (Jeavons, 2010).

Bajo toda la problemática que enfrentamos en la actualidad enfrentamos esa búsqueda de sistemas sostenibles que nos proporcione la posibilidad de adquirir nuestros alimentos de manera que no sigamos desequilibrando la estabilidad del planeta. Además, que estos nos provean los más altos rendimientos y valor nutricional como sea posible, por tal motivo en esta investigación se pretende comparar estos últimos parámetros bajo los sistemas propuestos con anterioridad.

2. OBJETIVOS GENERAL

- Evaluar el rendimiento y calidad nutricional en la producción de un cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción agrícola: agricultura convencional y agricultura biointensiva.

2.1.OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Comparar el rendimiento obtenido bajo la agricultura biointensiva y la obtenida en la agricultura convencional.
- ✓ Realizar el análisis bromatológico para comparar la calidad nutritiva de la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) dentro de cada sistema agrícola evaluado.
- ✓ Monitorear el desarrollo del cultivo en las distintas etapas fenológicas con el fin de apreciar el mejor desarrollo de los sistemas agrícolas evaluados.

3. HIPOTESIS

Ho. La agricultura biointensiva proporciona mayor producción incrementando el rendimiento con un alta calidad nutritiva en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook Giant) en comparación a la producción convencional.

Ha: el sistema convencional proporcionara una mayor rendimiento y calidad nutritiva en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook Giant) en comparación al sistema biointensivo.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. LA AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica se define mejor como aquellos sistemas holísticos de producción que promueven y mejoran la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiere el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos, toma en cuenta las condiciones regionales que requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales, lo que se logra al utilizar en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex Alimentarius, 1999; Gómez, 2000).

Espinoza *et al.* (2007), Señalan que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa. Por su parte Gómez *et al* (2008), mencionan que la agricultura orgánica surgió como una alternativa para proteger el medio ambiente y las diferentes especies de plantas y animales de los peligros de la agricultura convencional o moderna

La agricultura orgánica se practica desde el nacimiento de la agricultura; sin embargo, la agricultura orgánica moderna comienza en Europa en 1920 y lucha en sus primeros años frente al grupo de poder del movimiento químico de la agricultura convencional o moderna, (Remmers, 1993; FIRA, 2003). La agricultura orgánica es el resultado de una serie de reflexiones y de varios métodos alternativos de producción que se han

desarrollando desde comienzos del siglo XX, básicamente en el norte de Europa (Calderón, 2004).

Según Queitsch (2002), tres son las corrientes de pensamientos que cabe mencionar aquí.

- La agricultura biodinámica, aparecida en Alemania bajo el impulso de Rudolf Steiner.
- La agricultura orgánica (Organic farming), nacida en Inglaterra a partir de la tesis desarrollada por Sir Howard en su “Testamento Agrícola” (1940).
- La agricultura biológica, desarrollada en Suiza por Hans Peter Rusch Y H. Muller.

A la agricultura orgánica también se le conoce como agricultura ecológica o biológica dependiendo principalmente del país del cual se trate (en Europa continental se usa más el término “biológica” mientras que en los países anglosajones se usa más el de “orgánica”), diferenciándose poco de la agricultura con bajo uso de insumos o sistemas LISA (Low Input Sustainable Agriculture); de la agricultura biointensiva (uso de camas biointensivas), y de la agricultura biodinámica (que inserta la antroposofía en la agricultura y considera la influencia energética de los planetas en el desarrollo de los seres vivos) (Gómez y Gómez, 1996).

4.1.2. Agricultura orgánica en México

A nivel mundial se observa un interés creciente por los productos orgánicos, debido a que los consumidores prefieren alimentos más sanos, libres de residuos tóxicos y sobre todo que provengan de sistemas productivos que no degraden el ambiente (FIRA, 2003). La agricultura orgánica ha despertado gran interés no solo en los sectores que están

relacionados con el sector agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad (ASERCA, 2005).

En México, ante un sector rural impactado por condiciones meteorológicas, económicas y sociales, y un deterioro creciente de los recursos naturales, se han emprendido acciones productivas plenamente armonizadas con el medio ambiente, como es, entre otras, el desarrollo de la agricultura orgánica (FIRA, 2003).

4.1.3. Situación de la agricultura orgánica en México

4.1.3.1. Importancia económica

El desarrollo de la agricultura orgánica en México ha sido sorprendente. Surgió desde la década de los ochenta en solo algunos lugares y pocos años se ha extendido a muchos otros lugares, multiplicando su superficie e incursionado cada vez más en nuevos productos, constituyéndose en una opción económica viable para miles de productores campesinos e indígenas de escasos recursos (Calderón, 2006).

Según Gómez y Gómez (1996), menciona que la agricultura orgánica se inició en la Región del Soconusco en 1963, en la Finca Irlanda localizada en Tapachula, Chis; con la producción de café orgánico, y la cual recibió su primer certificación internacional en 1967. A partir de ese año, dicha empresa produce café certificado. Posteriormente otras fincas tales como la Finca San Miguel y Rancho Alegre obtuvieron su correspondiente certificación de café orgánico en 1986 y 1988 respectivamente. Siguiendo los ejemplos anteriores; aparecieron otros interesados, algunos motivados por el concepto de producción natural y saludable y otros por el aumento en el precio de su producto (FIRA, 2003).

Gómez *et al.*, (2005) menciona que entre los factores que han favorecido el crecimiento de la agricultura orgánica en México se encuentra el conocimiento tradicional indígena que se incorpora a la recuperación de los recursos naturales y que se manifiesta en el amor por la madre tierra, como parte de la cosmovisión de los productores; el desarrollo de estructuras de organización que permiten desarrollar capacitación y brindar asesoría técnica entre sus miembros, contar con sistema de control interno y tener acceso a la certificación; la creciente demanda internacional de productos orgánicos y obtención de precios Premium.

Sumamente importante es la participación de los productores más desprotegidos del país, los indígenas, quienes representan poco más del 58 % de los productores orgánicos. Los grupos étnicos que encontramos representados en este tipo de agricultura son: mixtecos, cuicatecos, chatinos, chinantecos, zapotecos, tlapanecos, tojolabales, chontales, totonacos, amusgos, mayas, tepehuas, tzotziles, nahuas, otomíes, y tzeltales, ubicados principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero (Gómez *et al.*, 2006).

Existen 262 zonas de producción orgánica, distribuidas en 28 estados de la República Mexicana, entre los que destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero. Hoy se cultivan de manera orgánica alrededor de 40 productos diferentes, destacando el café orgánico con más de 71,000 ha y del cual México es líder exportador; le siguen el maíz, el ajonjolí, las hortalizas y frutas tropicales.

El café orgánico se produce en 8 estados de la República Mexicana (Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Jalisco y Colima), entre ellos Chiapas ocupa el primer lugar. Se tiene un total de 55 grupos de productores de los cuales 44 pertenecen a organizaciones sociales y 11 son productores privados. Actualmente, 46 grupos (35 organizaciones sociales y 11 empresas privadas) están certificados y otros 9 que pertenecen a organizaciones sociales se encuentran en periodo de transición a orgánico (Cruz *et al.*, 2000; Gómez y Gómez, 1999).

Respecto a las hortalizas, en México existen 42 zonas de producción de hortalizas y hierbas orgánicas distribuidas en 14 estados: Baja California, Baja California Sur, Colima, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Morelos, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Yucatán, siendo los principales estados productores Baja California Sur, Guanajuato y Sinaloa (Cruz *et al*, 2000; Gómez y Gómez, 1999).

En resumen, se puede decir que la importancia económica de la agricultura orgánica en México radica en que es cada vez mayor por el dinamismo que presenta en nuevos lugares, más superficie destinada a esta actividad, nuevos cultivos, desarrollo de métodos, mayor empleo requerido por hectárea, mayor equidad en el reparto de los ingresos, mayores divisas que se generan; además de ser una agricultura que se puede vincular con los productores mayoritarios y generar efectos multiplicadores y dinamizadores en la economía del sector rural del país (Gómez y Gómez, 1996).

4.1.3.2. Importancia ecológica

La importancia ecológica de la agricultura orgánica estriba en que evita la contaminación de la tierra, del agua y del aire; preserva y valoriza los recursos naturales como base de las explotaciones agrícolas; protege la fertilidad natural de los suelos a largo plazo; desarrolla métodos de producción respetuosos del ambiente; permite el aumento de la diversidad biológica tanto al nivel de flora como de fauna; mantiene un uso óptimo de los recursos naturales locales y de los recursos naturales renovables; evita la erosión hídrica y eólica, la salinidad y la degradación física y biológica de los suelos; conserva el agua; favorece los ciclos biológicos en el agrosistema, y evita la erosión genética (Calderón, 2006).

4.1.3.3. Importancia social

Los sistemas de producción orgánica en el mundo se fundamentan en el conocimiento profundo de los ciclos naturales y la biodiversidad de cada localidad por lo cual favorece a los habitantes nativos para su implementación y de esta manera los protege de incursiones transnacionales (Altieri, 2000; Toledo, 2002). Sumado a lo anterior, los sistemas orgánicos requieren de mucha mano de obra, tanto familiar como asalariada y considerando los precios recibidos actualmente por sus productos, esto ayuda a mejorar la calidad de vida en el campo y por lo tanto al arraigo de la población rural. Por esto es notable la participación de las diversas etnias de México en estos sistemas de producción la cual les ha permitido engarzarse con los mercados mundiales (Calderón, 2006; Gómez y Gómez, 1996).

Al reducirse la compra de insumos externos al sistema orgánico, se reduce la transferencia de recursos del campo y por tanto también mejoran los ingresos netos de los productores rurales. Además, con la eliminación de los insumos sintéticos tóxicos se ha reducido el número de accidentes mortales entre los productores y sus trabajadores agrícolas. Por esta misma razón los productores orgánicos disfrutan de un ambiente limpio y armónico donde transcurre su vida y la de sus familias (Altieri, y Nicholls, 2000; Toledo, 1996).

A todo esto, a través de la conservación de la biodiversidad, el agua y el paisaje en general, muchas áreas rurales vienen percibiendo ingresos por guiar actividades de ecoturismo, captura de CO₂, campismo y otras (FIRA, 2003).

4.2. RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRITIVA EN LA AGRICULTURA ORGANICA vs AGRICULTURA CONVENCIONAL.

4.2.1 Rendimiento

La especialización de las unidades de producción nos ha llevado a creer que la agricultura industrial es un milagro moderno en la producción de alimentos. La importación de insumos externos al agroecosistema ha desestabilizado completamente los procesos ecológicos que se llevan a cabo dentro del mismo, mostrando así la declinación de la productividad en los sistemas agrícolas (Altieri y Nicholls, 2000). En contraste con la agricultura industrial, desde hace unos años ha comenzado a tomar fuerza un nuevo tipo de agricultura basada en principios más naturales y seguros para el ambiente y la sociedad; a este enfoque alternativo se lo conoce como “agricultura orgánica (Rigby y Cáceres, 2000).

Una de las técnicas que sustentan la agricultura orgánica es la fertilización orgánica, la cual provee una menor pérdida potencial de nutrientes y la posibilidad de realizar una única fertilización durante el ciclo de cultivo; resultando en mayor actividad microbiana debido a las mejoras en la fertilidad física, química y biológica del suelo (Cervantes, 2004). Bulluck III *et al.* (2002) mencionan que es posible obtener rendimientos equivalentes o superiores en producción orgánica respecto a los obtenidos con manejo convencional del suelo; debido a las mejoras edáficas que esta genera.

Espinosa *et al.* (2009) al evaluar la Fertilización orgánica y prácticas de conservación sobre el rendimiento de sorgo de temporal, encontraron que las parcelas donde se realizaron labores de conservación (diques y subsoleo) presentaron mayor rendimiento de sorgo que aquellas donde solo se realizaron labores superficiales (rastreo continuo). De igual modo, independientemente de la labor de preparación, la fertilización orgánica (gallinaza) incrementó el rendimiento de sorgo hasta 10 %. Por su parte Zamora *et al.*

(2008), al evaluar cinco fuentes orgánicas (estiércol de chivo; estiércol de res; fertipollo ; biofertilizante "La Pastora"; cáscara de café y fertilización química) sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa, obtuvieron un mayor desarrollo vegetativo y rendimiento en los tratamientos donde se aplicó fertipollo y estiércol de chivo siendo superiores al resto de los abonos orgánicos aplicados e inclusive superiores que donde se aplicó la fertilización química.

Romina *et al.* (2009), encontraron diferencias en algunas variables edáficas, rendimiento del cultivo y contenido de nutrientes absorbidos en materia seca vegetal, al aplicar enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo y rendimiento en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla). Sanchez (1999), al evaluar el rendimiento, calidad nutritiva, en un cultivo de calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) Var. Zucchini Gray. bajo dos sistemas de producción, encontró rendimientos del 102 y 159 % al aplicar los principios de la agricultura biointensiva sostenible en comparación al sistema convencional. También Gómez-Álvarez *et al.* (2008), al evaluar el rendimiento en el cultivo del rábano bajo el uso de composta y sin composta bajo el sistema biointensivo, encontró rendimientos de 149% mayor en comparación al testigo.

4.2.2. Calidad Nutritiva

Las plantas para desarrollarse necesitan un suelo fértil y, a su vez, éste necesita de las plantas para mantener su fertilidad natural. Ello constituye una interrelación cíclica suelo-planta que consiste en un eterno crecer y morir y que en la naturaleza permite la existencia de ecosistemas estables (Kolmans y Vásquez, 1999). Cuando se incorporan a la practica agraria insumos (fertilizantes, fitosanitarios, hormonas, pesticidas , etc.) en exceso o no seguros por las contaminaciones y toxicidades que pueden ocasionar, modifican la bioquímica de la planta, como de las propiedades del suelo y por lo tanto, la calidad de los alimentos (García *et al.* 2011.).

Lester y Saftner (2011), mencionan en relación a la calidad nutricional en sistemas orgánicos frente a los convencionales, las tasas de nitrógeno aportados al suelo afectan en gran medida la calidad nutricional de los cultivos. Una gran cantidad de datos muestran que el contenido de nitratos y nitritos es notablemente superior en los sistemas cultivados convencionalmente que los cultivos orgánicos. Es importante, porque los nitratos se pueden convertir fácilmente en nitritos, que puede causar una enfermedad peligrosa llamada metahemoglobinemia en niños lactantes y personas ancianas (Leu, 2004). Por su parte Domínguez *et al.* (2003), mencionan que el uso abusivo de fertilizantes nitrogenados provoca la disminución de ácidos esenciales en las proteínas así como la disminución de ácido ascórbico y carotenos.

En varios estudios analizados en la producción de proteína cruda en sistemas orgánicos se ha encontrado porcentajes mucho menores en comparación a los convencionales, pero los orgánicos poseen una calidad mucho mejor debido al contenido de aminoácidos esenciales. La proteína producida en respuesta a los altos niveles de nitrógeno contiene cantidades menores de ciertos aminoácidos esenciales tales como lisina y por lo tanto tiene una calidad inferior con respecto a la nutrición humana (Worthington, 2001). Rembiałkowska (2007) menciona que las frutas y verduras cultivadas orgánicamente tienen un mejor sabor y olor. Este se encontró para las zanahorias y las papas, el apio y repollo, tomates, así como para las manzanas y cerezas entre otros.

Leu (2004), realizó en una comparación nutritiva entre los alimentos orgánicos y convencionales en cultivos como manzanas, patatas, peras, trigo y maíz dulce donde se analizaron el contenido de minerales. Los alimentos orgánica fueron en promedio 63 % más altos en Calcio, el 73% mayor en hierro, 118 % más alto en magnesio, 178 % más alto en molibdeno, el 91 % más altos en fósforo, 125 % más alto en potasio, y mayor del 60 % en zinc. Escamilla *et al.* (2003) encontraron las mayores concentraciones de calcio en hojas de plantas con fertilización orgánica (22.4 $\mu\text{g g}^{-1}$), y boro (0.133 $\mu\text{g g}^{-1}$).

4.3. MÉTODO BIOINTENSIVO DE CULTIVOS

Para Martínez (1994), el Método Biointensivo de Cultivo es una recopilación de una serie de técnicas y principios de formas de producción ancestral que se han venido desarrollando a través del tiempo durante miles de años por las culturas china, griega, maya y azteca, fundamentadas y validadas científicamente; las cuales han sido consideradas, por algunos técnicos, como prácticas caseras y tradicionales sin bases científicas. EcoBASE (2008), define al El Método de Cultivo Biointensivo como un método de agricultura ecológica sustentable de pequeña escala enfocado al autoconsumo y a la mini-comercialización.

Por su parte Beeby (2006), menciona que la agricultura Biointensiva es un medio para satisfacer las necesidades de los pobres y marginados, la razón es porque esta utiliza herramientas sencillas y de tracción humana, las semillas de polinización abierta y una colección de técnicas ecológicas que permiten al agricultor producir alimentos e ingresos de manera sostenible en áreas de tierras relativamente pequeña (<0,05 ha). Jeavons *et al.* (2006), menciona que una de las ventajas del cultivo biointensivo de alimentos es que proporciona un acercamiento general completo a la horticultura a pequeña escala.

4.3.1. Historia y filosofía del cultivo biointensivo de alimentos

Jeavons (2002), en el libro Cultivo biointensivo de alimentos, más alimentos en menos espacio, menciona que el método biointensivo es una combinación de dos formas distintas de agricultura que se generaron en Europa a fines del siglo XIX y principios del XX (1890); en los alrededores de París, se desarrollaron las primeras técnicas de cultivo intensivo, aplicando la remoción de suelo a 0.45 m de profundidad, el uso del estiércol de caballo como fertilizante, la siembra a distancias más cercanas a lo habitual

propiciando que las hojas de las plantas se toquen entre ellas cuando crezcan, generando un micro clima adecuado y un mulch viviente que reducía el crecimiento de malezas y mantenía la humedad del suelo.

En 1920, Rudolf Steiner, pionero en la agricultura orgánica, relacionó la baja de los rendimientos productivos con el uso de los fertilizantes y pesticidas químicos, observando en los cultivos un incremento en el ataque de plagas y enfermedades. Para limitar estos daños Steiner desarrolló el Método de Cultivo Biodinámico Francés, el cuál recuperaba técnicas ancestrales de cultivo como: las camas elevadas, que permiten el mejor crecimiento radical de las plantas y el aprovechamiento de aire, humedad, calor y nutrientes presentes en el suelo, además del abonado orgánico, la siembra cercana entre plantas, la asociación con flores y plantas aromáticas con la finalidad de minimizar el ataque de plagas y enfermedades (Jeavons, 2002; Martínez, 1994).

Alan Chadwick (1920 – 1980), el pionero del método en el continente americano combinó las técnicas biodinámicas con las intensivas francesas dando lugar al método biodinámico/intensivo o simplemente método biointensivo. Durante la década de los sesentas Chadwick y algunos seguidores aplicaron estas técnicas de cultivo en una ladera con un suelo arcilloso y pobre (California), en el que no crecía ningún tipo de vegetal. Después de 2 a 3 años de intervención lograron obtener un suelo fértil; según Chadwick este cambio ocurrió debido al uso extensivo de la composta como abono mejorador de suelos, permitiendo el crecimiento de plantas sanas y resistentes al ataque de plagas y enfermedades, incrementando los rendimientos en cuatro veces más relacionándolos con los obtenidos en la agricultura convencional (Alan Chadwick citado por Jeavons, 1991).

Desde 1972, Ecology Action, investiga todas las técnicas desarrolladas por Chadwick y los beneficios que brinda este método de cultivo en el mejoramiento de suelos y el incremento de los rendimientos por unidad de área (Jeavons, 2001). Paralelamente a este

proceso de investigación Ecology Action difunde el Método Biointensivo de Cultivo a nivel internacional en más de 140 países por cuatro décadas, o más en algunos casos (Beeby *et al*, 2010). El Método Biointensivo de producción ofrece una alternativa viable para el uso de energía, las prácticas actuales de producción y pueden contribuir a un desarrollo más sostenible (Jeavons, 2002; Moore, 2010).

4.3.2. Técnicas del método del cultivo biointensivo de alimentos

Moore (2010), Resalta que históricamente las técnicas del método biointensivo provienen de prácticas ancestrales desarrolladas por muchas culturas antiguas (por ejemplo, chino, griego y maya), se han basado en el trabajo humano y biológico intensivo (Biointensivo). Entre las prácticas de producción desarrolladas hace miles de años se encuentran: la preparación profunda o doble excavación, el uso de composta como abono, el espaciamiento cercano entre plantas o siembra cercana, la rotación y asociación de cultivos, la siembra de cultivos eficientes en la producción de carbono (materia orgánica) y/o calorías, la producción de semillas de polinización abierta (Jeavons y Bruneau, 1994; Beeby, 2006; Moore, 2010).

Las técnicas enunciadas permiten mejorar el aprovechamiento de espacios de suelo, en áreas donde su disponibilidad es muy baja, la producción se basa en la aplicación de abonos orgánicos (composta) y la utilización de preparados botánicos para el control de plagas y enfermedades, obteniendo alimentos sanos y nutritivos libres de productos y pesticidas químicos (Beeby, 2006; Moore, 2010). Sin embargo Jeavons (1995), menciona que el cultivo biointensivo por sí solo no es la respuesta, el uso por separado de sus técnicas tiene un efecto devastador sobre el suelo, debilitándolo con más rapidez que las prácticas convencionales, sucede lo contrario si se aplica adecuadamente, puede reconstruir rápidamente el suelo y mantener su fertilidad constantemente.

Fernando (2006), en investigaciones realizadas en el CIENSA (Centro de Investigación y Enseñanza en Agricultura Sostenible) de Argentina, ha demostrado que para proporcionar una dieta para una persona es posible realizarlo sosteniblemente en tan solo una superficie de tierra de sólo 400 m², aumentando la fertilidad del suelo y el mejoramiento de los mismos en condiciones degradadas. Por el contrario, de 1.000 a 6.000 m² se necesitan para elevar la comida para una persona en la Argentina bajo las actuales prácticas agrícolas.

4.3.3. Preparación del suelo

La preparación del suelo es uno de los pasos más importantes del método biointensivo, con ello, las plantas tienen un sano crecimiento y una mayor asimilación de nutrientes. Las prácticas de producción Biointensiva utilizan suelo profundo (subsuelo), mayor labor humana permitiendo así la reducción en el uso de energía fósil y una mayor de energías renovables (energía del hombre) en la producción intensiva de alimentos (Moore, 2010).

En un estudio hecho por Stone (1982), se examinó cómo el aspecto del doble cavado del método intensivo (aflojando la cama de siembra a 50 cm de profundidad), contribuyó a la productividad de los cultivos y la absorción de nutrientes en el frijol arbustivo comparado con el método convencional.

4.3.3.1. Doble excavado

Para Martínez, (2002), la doble excavación es una técnica que facilita la preparación del suelo a 0.60 m de profundidad, dando a las plantas la oportunidad de un mayor desarrollo sin el gasto extra de energía que utilizan normalmente las raíces para perforar el suelo, utilizándola para nutrirse y crecer sanas, con mayor resistencia a las plagas.

El objetivo de la doble excavación es mejorar la estructura del suelo, ampliar los espacios porosos, oxigenar y abrir espacios en el suelo permitiendo que las raíces respiren y absorban fácilmente los nutrientes y minerales (Stone, 1982; Jeavons, 2010; Moore, 2010). Stone (1982), en un estudio realizado a una propiedad del método intensivo (el doble excavado) encontró que este contribuyó a la productividad de los cultivos y la absorción de nutrientes en el frijol arbustivo (1994 y 1995) y la remolacha roja (1995).

4.3.3.2. Ventajas del doble excavado

La razón principal para la labranza profunda o doble excavado es romper la capa más densa, natural, de modo que las raíces y el agua pueden entrar libremente en el subsuelo (Schriefer, 2000). La doble excavación está diseñada para mejorar la estructura de los suelos, por lo que se mencionan las siguientes ventajas (Jeavons, 2010):

- ✓ Activa la vida del suelo, contribuyendo a acelerar la descomposición de materia
- ✓ Mejora la actividad micro y macro del suelo y la consecuente absorción de nutrientes en los cultivos (Schriefer, 2000).
- ✓ Incremento de la producción estimada hasta cuatro veces más que los métodos convencionales.
- ✓ Economiza el uso de agua hasta un 70 %, actuando el suelo como una esponja que retiene la humedad, evitando que el agua se evapore fácilmente.
- ✓ Incrementa la biodiversidad del suelo y en consecuencia amortigua el ataque de plagas y enfermedades en los cultivos

4.3.4. La fertilización

Para Jeavons (1991), el objetivo primordial de la fertilización es la incorporación de abonos orgánicos al suelo estableciendo un nivel adecuado y equilibrado de nutrientes que permite el crecimiento de plantas sanas y la recuperación de su fertilidad, haciéndolo un suelo vivo mucho más rápido de lo que se demora la naturaleza en reconstruirlo. El objetivo de utilizar abonos es mejorar la calidad de nuestro suelo año con año, cuando fertilizamos la cama de cultivo (SEMARNAT, 2010).

Nicholls y Altieri (2008), explican que los suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad, así como cadenas tróficas complejas y organismos benéficos abundantes que previenen la infección. Según Magdoff (2007), esto permitirá que “las plantas crezcan y desarrollen sanas, tenga buenas capacidades de defensa ante patógenos, haciendo hincapié en las plagas, y mejora de las poblaciones de organismos benéficos”. Por otra parte Beeby *et al* (2010) señalaron que el método biointensivo de alimentos promueve que cada área produzca sus propios cultivos para composta, a fin de poder generar suficiente material para esta y así mantener los niveles de materia orgánica y la fertilidad del suelo.

4.3.4.1. La composta

Imitando a la naturaleza el hombre puede producir este abono a un costo muy reducido y de manera más rápida, de manera sana para el ambiente y sostenible, a condición de usar adecuadamente las técnicas para cultivar los materiales necesarios para producir alimentos, carbono y calorías en su propio huerto, este abono natural es la composta (Jeavons *et al.* 2006). Muchos minerales y nutrientes los podemos encontrar en algunos tipos de abonos o en la composta, que es el mejor abono que podemos producir en nuestro huerto familiar biointensivo (SEMARNAT, 2010).

De acuerdo con Jeavons (1991), la composta naturalmente se encuentra en: la producción de estiércol (proceso de digestión animal); en la descomposición de plantas (desintegración de raíces, pelos radicular) y animales (microorganismos y macroorganismos) dentro y fuera del suelo; facilitando la provisión de sustancias saludables utilizadas por las plantas para su crecimiento. Jeavons *et al.* (2006) en su manual del Método de Mini-Cultivo Biointensivo Sustentable expone las ventajas de uso de la composta.

1. Mejora la estructura del suelo: Tanto de suelos arenosos como arcillosos.
2. Retiene la humedad: El humus retiene 6 veces su peso en agua, como una esponja, y lo más importante, la libera poco a poco, conforme las plantas la necesitan.
3. Nutre a las plantas: La composta es un almacén de nitrógeno, lo retiene hasta que las plantas lo requieren, la composta contiene también fósforo, potasio, magnesio y azufre, aunque su mayor ventaja es permitirnos devolver al suelo los materiales que no usamos para alimentarnos.
4. Favorece y alimenta la vida del suelo: La composta es el medio ideal para que las lombrices, los hongos y la vida microbiana se desarrollen en condiciones saludables.
5. Libera nutrientes: Sus ácidos disuelven los minerales del suelo y los hacen disponibles para las plantas y los microorganismos.
6. Contribuye a estabilizar el efecto del pH del suelo: Ayuda a que las plantas resistan los efectos de la acidez o alcalinidad excesivas.
7. Reduce la erosión: La estructura que adquieren los suelos con materia orgánica, les permite resistir mejor la erosión causada por el agua y el viento.
8. Neutraliza toxinas del suelo: Las plantas cultivadas en suelos abonados con composta asimilan menos plomo, metales pesados y otras toxinas del suelo, en comparación con las plantas cultivadas en suelos sin composta.

La receta del método biointensivo para la preparación de una pila de composta recomendada por Jeavons (2002) es: 1/3 de vegetación seca, 1/3 de vegetación verde, 1/3 de tierra, que para suelos arcillosos su proporción sea menor.

4.3.5. Siembra cercana

Las camas Biointensivas se siembran sin surcos, con un patrón triangular (tresbolillo), en el cual la distancia entre todas las plantas (centros) es la misma pero diferente a la usada en la agricultura comercial, la regla es sembrar las plantas tan cerca unas de otras que cuando maduren, sus hojas se toquen y no dejen espacios vacíos en la cama (Jeavons *et al.* 2006). Jeavons y Bruneau (1994), mencionan que el espaciamiento al sembrar y trasplantar es muy importante en el cultivo biointensivo, este imita a la naturaleza en el aprovechamiento del espacio, con la finalidad de obtener altos rendimientos por unidad de área y crear un microclima o cubierta protectora.

Al igual que la siembra cercana el trasplante permite el aprovechamiento del espacio de suelo en una cama doblemente excavada, la selección de plantas mejor conformadas y el ahorro de semillas (Jeavons *et al.* 2006, Moore, 2010). La técnica utilizada para la siembra y el trasplante es el arreglo espacial en tresbolillo, que permite una disposición de las plántulas y semillas que cubran totalmente la cama de cultivo. Jeavons (2001), recomienda la aplicación de 2 kg/m² de composta al momento de la siembra para que las plantas no sufran stress al cambio de suelo.

4.3.6. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es un sistema en el cual éstos se siembran en una sucesión reiterativa y en una secuencia determinada sobre un mismo terreno (Altieri, 1999). Una rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción

diversificados que aseguren la sostenibilidad del suelo promoviendo cultivos que se alternen año con año para que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión. Toda rotación de cultivos debe considerar los recursos y las necesidades de los productores (Fernando, 2006; Moore, 2010; SEMARNAT, 2010).

Los Objetivos de las rotaciones de cultivo (SEMARNAT, 2010) son:

- ❖ Incrementar los rendimientos de los cultivos en relación con los monocultivos.
- ❖ Mantener y mejorar los contenidos de materia orgánica del suelo.
- ❖ Mejorar la fertilidad del suelo y mantener un balance de los nutrimentos disponible para las plantas.
- ❖ Reducir la erosión hídrica y eólica.
- ❖ Mejorar la adaptación de la labranza de conservación en comparación con los monocultivos.
- ❖ Mejorar el drenaje, la aireación del suelo, y el tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo.
- ❖ Reducir la incidencia de malezas, insectos y enfermedades en los cultivos.

Las plantas tienen diferentes hábitos de alimentación y crecimiento, hay algunas que “comen mucho” y si se ponen dos veces en el mismo suelo agotan “la comida”, es decir, los nutrientes del suelo y entonces a la tercera temporada (o antes), las cosechas son muy pobres (Jeavons, 2002). En el método biointensivo se recomienda la siembra de un cultivo que extrae muchos nutrientes, seguidos por cultivos donantes de nutrientes y posteriormente se siembra cultivos que son consumidores ligeros de nutrientes.

Según Jeavons (2002) El Método Biointensivo de Cultivo, clasifica a las plantas en 3 grupos:

1. Donantes (leguminosas como frijol, habas, alfalfa, veza de invierno, lentejas, por ejemplo), que ayudan a abonar el suelo.
2. Consumidoras ligeras (lechugas, rábano, betabel, zanahoria, hierbas y plantas de olor, entre otras), que no requieren muchos nutrientes del suelo.
3. Voraces (papa, jitomate, maíz, calabaza, chile, ajo, girasol, avena, sorgo, ajo, cebolla, granos como trigo y centeno, por citar algunas), que necesitan una alta cantidad de nutrientes para desarrollarse y que pueden agotar el suelo.

4.3.7. Asociación de cultivos

Según Jeavons (1991), la asociación de cultivos es la siembra conjunta de plantas que tienen demandas físicas complementarias. Dentro de la asociación de cultivos se incluye la siembra de hortalizas, cultivos de ciclo corto, arbustos, árboles de porte bajo, plantas ornamentales y medicinales.

Las principales razones y beneficios identificados por la aplicación de la asociación de cultivos son: mejorar el sabor, salud, crecimiento y nutrición de los cultivos; proteger y estimular la vida en el suelo; evitar el agotamiento de los nutrientes del suelo; incrementar la biodiversidad; limitar y controlar el ataque de plagas y enfermedades propiciadas por el monocultivo (Martínez, 2002).

4.3.8. Producción de carbono en el huerto

De acuerdo con Martínez (2002), el “secreto” para cultivar un huerto saludable y productivo es la composta. Para producirla se requiere grandes cantidades de materia

orgánica verde, seca, suelo y agua, que por lo general, se encuentran disponibles en el huerto a excepción de los dos últimos elementos, la dificultad se presenta con frecuencia para la recolección de materia orgánica, sobre todo la seca (carbono), por lo que es recomendable producirla en el huerto y en las camas de cultivo.

En el Método Biointensivo de Cultivo los principales cultivos productores de calorías, carbono y materia seca son: girasol, haba, trigo, avena, cebada, arroz, centeno, maíz, amaranto, quinua y arbustos forrajeros como la morera, botón de oro, nacedero, fréjol canavalia, guandul o fréjol de palo y otras especies.

El método biointensivo ha desarrollado una fórmula muy sencilla para producir carbono dentro del huerto familiar, se denomina el 60-30-10, su propósito es cultivar varios productos con la finalidad de producir materia orgánica para la elaboración de composta y aprovechar la parte comestible para el consumo humano, esta fórmula está constituida de la siguiente manera:

El 60% del área del huerto, se destina al cultivo de cereales (trigo, maíz, centeno, avena, sorgo, quinua), granos (girasol, habas) y algunos arbustos con resistencia a la poda drástica y capacidad de rebrote rápido, estos cultivos aparte de producir alimento para la dieta diaria, cumplen con el propósito de producir calorías y carbono como materia orgánica seca, para la elaboración de la composta.

30% del huerto se destina a la producción de cultivos de raíz ricos en calorías (energía), estos cultivos son eficientes en la producción de calorías (alta producción de alimento en un área pequeña) por unidad de área (papas, camotes, maní, cebolla, ajo, fréjol, soya, yuca).

El restante 10% del área del huerto se destina al cultivo de vegetales (hortalizas), que permiten agregar a la dieta vitaminas y minerales. Dentro de este grupo se encuentran hortalizas y algunos cultivos para mejorar el ingreso familiar (Jeavons, 2002).

4.3.9. Producción de semillas de polinización abierta

Las semillas de polinización abierta son semillas que no han sido manipulados para que no sean estables; es decir, semillas no híbridas ni transgénicas. Estas semillas se pueden guardar para sembrar año a año, seleccionándolas de las mejores plantas y así preservando la genética que mejor se adapta a los cambios climáticos (Jeavons, 2001; Moore, 2010)

La producción de nuestros alimentos depende ahora de las semillas híbridas, de unas cuantas variedades que surten unas pocas compañías transnacionales (Jeavons *et al.* 2006). Ciertamente que los rendimientos que se obtiene a partir de estas semillas son altos en la agricultura convencional, pero su cultivo requiere de grandes cantidades de agua, fertilizantes e insecticidas, insumos cada vez más escasos y los dos últimos más costosos y causantes de problemas ambientales (Rosset, 1997; Altieri y Nicholls, 2000).

En el Método Biointensivo los cultivos se desarrollan a partir de semillas de polinización abierta, perfectamente adaptadas a las condiciones ambientales y que tienen una mejor resistencia al ataque de plagas y enfermedades (Martínez, 2002). La FAO estima que 1.4 billones de habitantes rurales dependen de la semilla adaptada a condiciones ambientales particulares a una zona, la cual se almacena para mantener la seguridad alimentaria familiar.

Los procedimientos para producir semillas a partir de la polinización abierta en los huertos biointensivo se basa en la selección de individuos más fuertes y sanos, en los cuales el productor puede controlar: la formación, maduración, recolección y selección

de frutos, selección. Además de la selección, secado y almacenamiento de semillas (ADYS Y ECOPOL, 2001).

4.3.10. Producción de calorías

En 2009, la FAO calculó que había más de mil millones de personas con hambre en el mundo y dos mil millones que sufren de desnutrición (FAO, 2009). En base lo anterior hoy en día se impone la necesidad de buscar alternativas que contribuyan a mejorar la alimentación a nivel familiar, el consumo de vegetales frescos tiene una importancia relevante a nivel nutricional, dado el papel que desempeñan las verduras y legumbres en la dieta familiar, debido a su riqueza en vitaminas, sales minerales y fibras, así como por sus cualidades gustativas, que mejoran el apetito y ayudan a digerir los alimentos (Beeby *et al*, 2010; Jeavons, 2010).

Según la FAO (1991), una dieta bien balanceada debe incluir el consumo de 200 a 300 g de hortalizas/día, esto equivale a un consumo anual de 110 kg per cápita. En estudios realizados en América Central y el Caribe el consumo de hortalizas exhibe niveles que no superan el per cápita aspirado, tal es el caso de Costa Rica y Honduras que alcanzan niveles de consumo de 21.9 kg y 19.2 kg anuales por individuo.

4.4. EL CULTIVO DE ACELGA

La Acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla), pertenece a la familia de las Quenopodiáceas es una planta herbácea bianual cultivada como anual, con hojas grandes, de color verde brillante a amarillo claro. Los tallos (llamados pencas) son de color blanco, amarillento o incluso rojizo, según la variedad. Es originaria de los países europeos de la Costa Mediterránea y del norte de África (Macua *et al*, 2010).

La acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) está estrechamente relacionada con la remolacha (var. Cicla). Sin embargo, a diferencia de la remolacha, sólo las hojas de acelga se cosechan en lugar de las raíces. La acelga es en realidad un cultivo hortícola antiguo cultivada en los jardines de Roma y Grecia (Jett, 2010).

4.4.1. Las variedades más populares.

Estas son: “Bright Lights”, una mezcla multicolor; “Fordhook Giant”, amplio tallos blancos, “Lucullus”, de color amarillento, hojas verdes y tallos blancos amarillentos; “Rhubard”, tallos y hojas rojas carmesí de pasta (White *et al*, 2005).

4.4.2. Cosecha y comercialización

El cultivo puede ser comercializado a partir de unos dos meses, cuando las hojas han alcanzado un buen tamaño. La acelga puede ser cosechada después de que las hojas exteriores alcanzan 4.5 pulgadas de largo (11.43 cm). Para un mejor sabor, espere al menos 60 días. Generalmente se cortan con un cuchillo afilado alrededor de 5 cm por encima del suelo, teniendo cuidado de no dañar las hojas más jóvenes, o simplemente

arrancándola de la planta con un giro hacia un lado. Se enfrían rápidamente después de la cosecha si es necesario el almacenamiento (Howard y Malcolm, 1999).

4.4.3. Plagas y enfermedades

Los áfidos y pulgones son a veces una molestia menor y se controlan fácilmente con aerosoles de cítricos (Howard y Malcolm, 1999). La mayoría de las acelgas son de crecimiento rápido y por lo general no son muy susceptibles a problemas de plagas y enfermedades. Con un buen manejo agronómico como rotación de cultivo por año ayuda a controlar la mayoría de la plagas y enfermedades que le pudieran afectar (Drost, 2010).

4.4.4. Importancia económica y alimenticia

La acelga, a diferencia de la espinaca y el brócoli, no se amargan o perno durante el tiempo caliente. Ellen Ogden, escritor de libros de cocina y co-fundador del catálogo de “The Cook's Garden”, alaba la acelga como la quinta esencia de la cocina de plantas de jardín, debido a su larga temporada de crecimiento y facilidad de uso en una variedad de recetas (Sloane, 2010).

La acelga goza de numerosas aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva. Se emplea con éxito la decocción de las hojas en las inflamaciones de la vejiga y contra el estreñimiento. Igualmente presta valiosos servicios en las hemorroides y en las enfermedades de la piel (<http://www.infoagro.com>, 2012).

La acelga no tiene grasa, es baja en calorías y colesterol, y es una buena fuente de fibra, vitaminas A, C, calcio, hierro, magnesio, potasio y ácido fólico; es baja en calorías (21 calorías por 100 g) y grasas. Una taza de acelga cocida contiene 3 gramos de proteínas, 7 gramos de carbohidratos. Sorprendentemente, esta verdura verde es también muy alta en sodio, de 313 miligramos por taza (Sloane, 2010).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Descripción del área de trabajo

La presente investigación se llevo a cabo en el campo experimental llamado el “Bajío” perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada en los 25°22'27.72” de latitud norte y 101°02'24.68” de longitud oeste con una altitud de 1733 msnm, durante el periodo otoño – invierno. La topografía que presenta el sitio experimental es de forma regular casi plana con una pendiente mínima.

5.2. Características climáticas

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1988), adaptada a la República Mexicana en particular, el clima de la región comprendida para Buenavista, Saltillo, Coahuila es representado por BSO K(x') (e); donde los términos significan; Bso.- Es el más seco de los BS, con un coeficiente de P/T de 385 ; K.- Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°, la del más frio entre -3 y 18° C y la del mes más caliente de 18°C; x'.- régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno; e.- extremoso con oscilación entre 7 y 14°C y la precipitación media anual es de 345 mm/ año.

5.3. Procedimiento

Se preparo el área donde se realizo esta investigación deshierbando dentro del margen donde se correspondientes a las camas, nivelando completamente el terreno para facilitar la homogeneidad de las camas biointensivas como convencionales al realizar los surcos.

Posteriormente se trazo el área de trabajo con dimensiones de 6.97 m de largo * 4.0 m de ancho comprendiendo un área total donde se desarrollo la investigación de 28.0 m².

Del área total se trazo dos camas de 10 m² colocando estacas en cada esquina conformando un rectángulo con dimensiones de 1.5 m ancho* 6.97 m largo para cada tratamiento dejando un espacio interno de 30 cm de separación entre camas y 30 cm en los bordes; posteriormente se extendió una hilo de 20 m para conformar en contorno de las camas para ambos tratamientos como se representa en la siguiente esquema (figura.1).

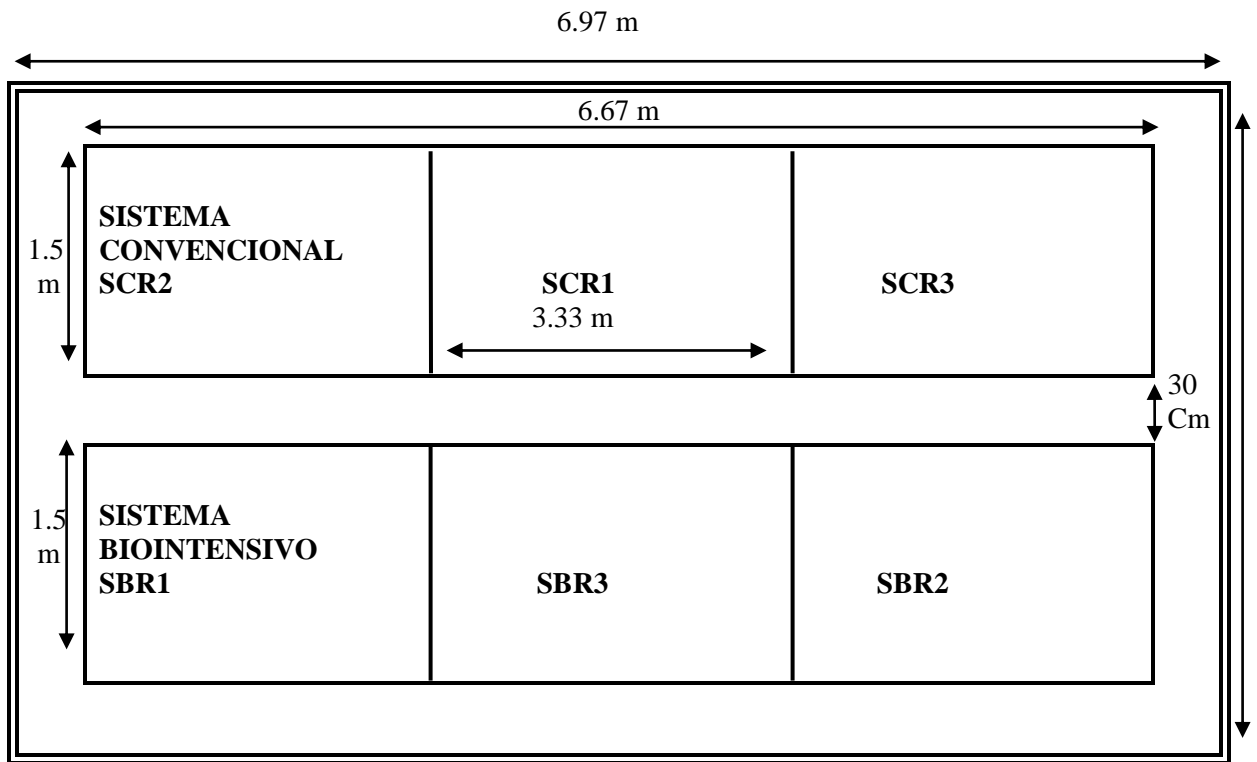


Fig. 4. Distribución de los tratamientos en la evaluación del rendimiento y calidad nutricional del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant).

5.3.1. Preparación de las camas para cada sistema.

Para la preparación de las camas en el sistema biointensivo se humedeció el terreno por media hora durante un periodo de tres días para facilitar la excavación; posteriormente se elaborarían las camas. El proceso de doble excavación se realizó mediante una serie de pasos, para realizarla se necesitó como apoyo una pala recta, el bieldo jardinero, un pico, el rastrillo, el cultivador largo y una tabla (Jeavons, 2002).

1. Se inicio cavando la parte superior de la primera zanja de la cama biointensiva en un tramo de a próximamente 30 cm de largo, el suelo extraído de esta primera zanja se apilo a un costado de la cama con el fin de que más adelante fuera utilizado para llenar la última zanja después de terminar la doble excavación en toda el área correspondiente a la cama biointensiva.
2. Con el bieldo se aflojo otros 30 cm el suelo de esta zanja en la parte inferior, enterrando todo el bieldo en el suelo (o tan profundo como fue posible) y con movimiento hacia los lados y hacia abajo empujando del mango del bieldo tratando de que los picos aflojaran bien el suelo y así asegurar una buena aereación.
3. Se excavo con la pala la parte superior de la segunda zanja, 30 cm de profundidad y 30 cm de ancho, Clavando la pala completamente (o hasta donde fue sea posible), haciendo movimientos hacia delante y hacia abajo, posteriormente la tierra extraída de esta segunda zanja se deposito sobre la primera zanja, hasta retirar completamente el suelo de la misma.
4. Posteriormente se aflojaron los siguientes 30 cm de la segunda zanja con el bieldo. Se repitió el procedimiento con los siguientes tramo faltante de la cama.
5. Una vez terminada la tercera o cuarta zanja (y cada tercera o cuarta zanja después de éstas), con el rastrillo se anivelo la cama biointensiva.

Para la cama convencional con la ayuda de un pico se aflojo el suelo correspondiente al área marcada para este sistema a una profundidad de 20 cm. Posteriormente de haber

sidó totalmente removido el suelo se procedió a trazar filas de 40 cm de distancia en lo ancho de la cama para conformar tres filas hacia el largo de la cama según recomendaciones para el cultivo de acelga (Sloane, 2010). Posteriormente con el apoyo de una pala se realizaron los camellones donde se trazaron tres surcos en toda el área correspondiente a la cama convencional.

5.3.2. Fertilización.

En el sistema convencional se realizara al momento de la siembra, mediante la aplicación de fertilizante a base de **triple 17** (17-17-17) y completando con **Urea** (40-0-0). Incorporándola en cada uno de los surcos en bandas hacia el largo de la cama convencional. Se realizo un total de dos fertilizaciones, la segunda cuando el cultivo comprendió 30 días de desarrollo de su etapa fenológica.

Para la fertilización del sistema biointensivo fue previamente elaborada la cama mediante la técnica propuesta por Jeavons, (2002) se le aplicó 45.35 kg de lombricomposta en toda la cama esparciéndola uniformemente sobre esta. Con un rastrillo se le incorporara al suelo de manera que la composta quede totalmente distribuida y con el bieldo se incorporo al suelo a una profundidad de 10 a cm de profundidad. Posteriormente se le dio un riego con la intención de mantener la humedad al realizar la siembra.

5.3.3. Siembra.

La siembra en el sistema convencional fue de forma directa, depositando tres semillas por golpe cada 30 cm de distancia entre planta y 40 cm entre surcos, el día 24 de septiembre del 2011. Cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 cm se desahijaran con la intención de que solo quedara una sola planta y mantener una densidad de 100 plantas en toda el área. La siembra en el sistema biointensivo fue de la misma manera que le sistema convencional de forma directa, depositando 3 semillas por

cada golpe mediante la técnica de tres bolillo recomendado por Jeavons (2002) especialmente para el sistema biointensivo. Se desahíjo cuando las plántulas tuvieron 10 cm de altura para conformar una densidad de 66 plantas en los 10 m² correspondiente al tratamiento.

5.3.4. Labores culturales.

Los riegos que se realizaron en ambos sistemas se aplicaron cuando estos los requirieron midiendo la cantidad de humedad presente en cada cama mediante un medidor de humedad (MOISTURE METER). La manera de medir fue introduciendo dentro del suelo a una profundidad de 10 cm y se procedió al leer la cantidad marcada de humedad bajo los parámetros marcados dentro del medidor y cuando este se encontraba por debajo del nivel que comprende un suelo se le aplico el riego rodado evitando la marchites y que pudiera afectar su desarrollo productivo por la deficiencia de agua. Los riegos comprendieron aproximadamente cada entre 8 a 15 días dependiendo de las condiciones climáticas prevalecientes durante el desarrollo de la investigación (insolación, viento, humedad, etc.).

El control de malezas en el sistema convencional se realizó mediante la aplicación de un pre emergente recomendado antes de la siembra y durante el desarrollo fue de forma manual hasta la cosecha aproximadamente cada 5 a 10 días después de la siembra dependiendo del crecimiento de las mismas; para el control de plagas se realizó de forma química mediante plaguicidas recomendado para el cultivo de acelga específicamente.

En sistema biointensivo el control de malezas fue de forma manual de manera constante tratando de no entrar en la cama y compactar el suelo, cada que estas hacían uso de presencia, como también de la ayuda de un azadón para quitar las malezas que estaban fuera del alcance; para el control de plagas y enfermedades se le aplico insecticida natural a base de extracto de planta (chile, ajos, composta, etc.) además del control manual que se llevo a cabo de manera constante.

5.3.5. Cosecha

Se realizaron dos cosechas o cortes dentro del periodo fenológico del cultivo de la acelga, la primera correspondió a los 60 días después de la siembra, que se realizó el día 27 de noviembre del 2011, cortando las hojas ya cosechables de aproximadamente 25 cm de longitud en delante de cada tratamiento y posteriormente fueron colocados en bolsas con sus respectivas etiquetas y repeticiones de cada tratamiento para luego ser llevados al laboratorio de Biología del departamento de Botánica de la UAAAN para cuantificar el rendimiento; como también secar la muestras que se le realizarían el análisis bromatológico. El segundo muestreo se llevo a cabo el día 12 de diciembre del 2011 a los 15 días después del primer corte para cuantificar solamente el rendimiento de cada tratamiento.

5.4. Diseño experimental.

La distribución de los tratamientos área experimental fue llevada a cabo mediante un diseño completamente al azar, dos tratamientos y tres repeticiones que comprendió de unidades experimentales de 3.33 m² por cada tratamiento evaluado para cada muestreo. A los resultados se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias entre tratamientos con el paquete estadístico de la UANL.

5.5. Variables dependientes.

Las variables que se evaluaron fueron rendimiento y calidad nutritiva para cada tratamiento; para el rendimiento se midió con una balanza granataria y representada en kg/ m². Para el análisis de la calidad nutricional se realizó mediante un análisis bromatológico en los laboratorios de bioquímica del Departamento de Ciencias Básica de la UAAAN (cuadro. 1) Mientras que el análisis de minerales (cuadro. 2.) fueron analizados en el laboratorio de nutrición mediante un Espectrofotómetro de absorción

atómica Modelo VARIAN-AA-1275 del Departamento de Nutrición Animal de la UAAAN.

Cuadro. 1. Análisis bromatológico realizado en el departamento de ciencias básicas con sus respectivos métodos para la determinación (métodos oficiales por la AOAC).

VARIABLES MEDIDAS	METODO
Materia seca total	Balanza analítica
Humedad	Desecación en estufa
Energía calorífica	Bomba calorimétrica
Proteína	Kjeldahl
Grasa	Soxhlet
Carbohidrato	Weende
Ceniza	Incineración en mufla
Fibra cruda	Weende
Rendimiento	Balanza granataria

Cuadro.2. Análisis bromatológico realizado en el departamento de nutrición con sus respectivos métodos para la determinación.

VARIABLES MEDIDAS	METODO
Calcio	Espectrofotómetro de absorción atómica
Fosforo	Colorimétrico
Potasio	Espectrofotómetro de absorción atómica
Hierro	Espectrofotómetro de absorción atómica
Sodio	Espectrofotómetro de absorción atómica
Zinc	Espectrofotómetro de absorción atómica
Magnesio	Espectrofotómetro de absorción atómica
Manganeso	Espectrofotómetro de absorción atómica
Cobre	Espectrofotómetro de absorción atómica

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos durante las evaluaciones para las variables: Rendimiento, Materia seca total, Humedad, Energía calorífica, Proteína cruda, Grasa, Carbohidrato, Ceniza, Fibra cruda, Calcio, Fosforo, Potasio, Hierro, Sodio, Zinc, Magnesio, Manganeso y Cobre fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, dos tratamientos y tres repeticiones. A los resultados se les realizo un análisis de varianza y comparación de medias entre tratamientos con el paquete estadístico de la UANL.

6.1. Rendimiento

El análisis de varianza realizado fue un diseño completamente al azar, dos tratamientos y tres repeticiones en la variable rendimiento en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción, demostró que existen diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) (cuadro. 3). El análisis de comparación de medias (DMS) indico que durante el periodo de la siembra, hasta la primera cosecha realizado el 27 de noviembre del 2011, el sistema biointensivo mostro el mejor tratamiento con 5.1409 kg/3.33 m² en comparación con el sistema convencional donde se cosecharon 2.5202 kg/3.33 m² (cuadro. 4). La diferencia de rendimiento del sistema convencional es equivalente al 50.6% menor en comparación al sistema biointensivo (grafico.1).

Cuadro.3. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la primera cosecha en el cultivo d acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant).

F.V	GL	SC	CM	FC	F tablas	
					0.05	0.01
tratamientos	1	10.302109	10.302109	453.5073	7.71	21.20**
EE	4	0.090866	0.022717			
Totales	5	10.392975				
C.V (%)	3.93					

La comparación del segundo muestreo llevado a cabo el 12 de diciembre del 2011, 15 días después de haber realizado la primera evaluación, el análisis de varianza mostro también alta diferencia significativa ($p \leq 0.01$) (cuadro.4), además ambos sistemas mostraron una tendencia a la disminución en el rendimiento, en comparación con el primer muestreo respectivamente (cuadro.5). El sistema biointensivo presento una reducción de 50.2 % en el rendimiento para la segunda fecha mientras que el sistema convencional un 70.6 %, en relación con el rendimiento mostrado en el primer muestreo. Sin embargo la comparación de rendimiento en la misma fecha, indicó que el sistema biointensivo obtuvo 2.1478 kg/3.33 m² siendo éste el mejor, mientras que el sistema convencional 0.7401 kg/3.33 m² mostrando un 65.5 % menos en rendimiento en comparación al sistema biointensivo (grafica. 1).

Cuadro. 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la segunda cosecha en el cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant).

F.V	GL	SC	CM	FC	F tablas	
					0.05	0.01
tratamientos	1	2.972287	2.972287	283.5333	7.71	21.20**
EE	4	0.041932	0.010483			
Totales	5	3.014219				
C.V (%)	7.09					

Cuadro.5. Comparación de medias (DMS) en el rendimiento del cultivo de la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant).

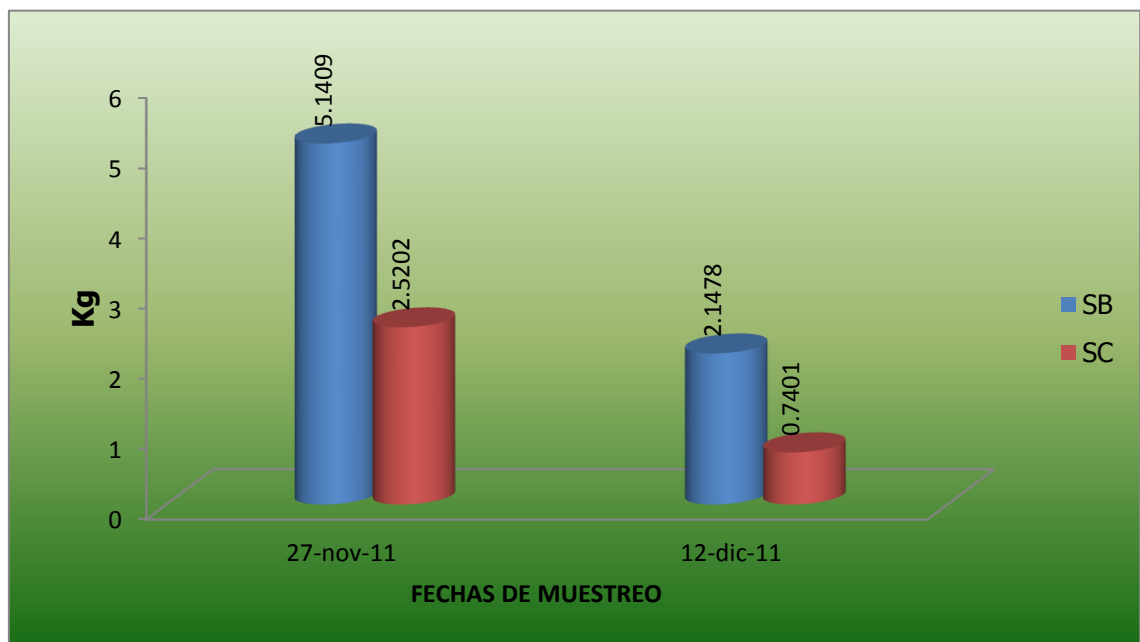
Tratamiento	variable	Fecha de muestreo	
		27/Nov/2011	12/Dic/2011
SB	Rendimiento	5.1409 A	2.1478 A
SC	Rendimiento	2.5202 B	0.7401 B
C.V		3.93	7.09
		**	**

SB, SC= Sistema biointensivo, sistema convencional

C.V.= Coeficiente de variación

**= altamente significativas ($p \leq 0.01$)

Los resultados obtenidos en el incremento del rendimiento coinciden con los de Gómez-Álvarez *et al.* (2008), al evaluar el rendimiento en el cultivo del rábano bajo el uso de composta y sin composta en el sistema biointensivo, mostrando un incremento en el ancho de la hoja con relación al tratamiento sin abono orgánico del 40 %, la altura de la planta del 48 %, la longitud del bulbo del 34 %, el diámetro del bulbo del 19% y el rendimiento del 149 % con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los dos tratamientos. Para el cultivo del fríjol se estimaron incrementos significativos ($p \leq 0.05$) en la altura de la planta del 23 %, 21% en el ancho de la hoja, 67% en el número de vainas y un 50% en los rendimientos en grano. Sanchez (1999), al evaluar el rendimiento, calidad nutritiva, impacto sobre el suelo y costos de producción de la calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) Var. Zucchini Gray. bajo dos sistemas de producción, encontró rendimientos de 102 y 159 % en el sistemas biointensivo evaluado en comparación al sistema convencional.



Grafica.1. comportamiento del Rendimiento/3.33 m² de la acelga (Beta vulgaris L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.

Por su parte Romina *et al.* (2009), al evaluar el efecto de la aplicación de dos distintos enmiendas orgánicas de compost-lombricompuesto (LC) y harina de hueso (HH) en la producción de acelga y su impacto en las propiedades físicas y químicas del suelo, encontró que ambos tratamientos produjeron altos rendimientos, sin embargo la combinación de ambos produjo una diferencia significativa de 3.85 kg/m². Stone (1982), en un estudio realizado a una propiedad del método intensivo (el doble excavado) encontró que este contribuyó a la productividad de los cultivos y la absorción de nutrientes en el frijol arbustivo (1994 y 1995) y la remolacha roja (1995).

Por otra parte Jeavons (2002), menciona que los rendimientos obtenidos en los cultivos y sus incrementos se pueden explicar por la tecnología utilizada en los huertos orgánicos biointensivos, donde se siembran las plantas a distancias más cercanas que cuando se siembran en condiciones normales de campo y a la alta fertilización orgánica utilizada, lo que hace que la planta disponga de todos los nutrientes en la zona donde se encuentran las raíces, lo que favorece la elevación de los rendimientos. Moore (2010), señala que el método biointensivo se justifica, debido al gran potencial que tiene para mejorar la sostenibilidad en los agroecosistemas, aumento de producción alimentaria actual y futura.

6.2. Calidad Nutritiva

El análisis de varianza realizado para un diseño completamente al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones, en la evaluación de la calidad nutritiva en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) demostró que existen diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los sistemas de producción evaluados (cuadro.6). El análisis de comparación de medias (DMS) indico que la proteína cruda en el sistema convencional con un 16.6120 % mostro el mayor contenido en comparación con el sistema biointensivo donde solo fue 1.5140 %. La diferencia existente es del 90.9 % inferior al sistema convencional. Mientras que para los carbohidratos totales, el

sistema biointensivo presento los mayores aumentos, siendo estos de 60.1163 % (cuadro. 7.) superando al sistema convencional que presento un contenido del 44.7417 %. Esto representa el 25.6 % menor, al mostrado por el sistema biointensivo (grafica.2).

Cuadro.6. Análisis de varianza para un diseño completamente al azar para evaluar la calidad nutritiva en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.

Variables	F Calculada	F Tabla		C.V (%)
(%)		0.05	0.01	
Materia Seca Total	0.0157	NS	NS	0.53
Humedad	0.0005	NS	NS	8.62
Cenizas	0.0264	NS	NS	13.0
Extracto Etéreo	0.2154	NS	NS	12.98
Proteína Cruda	319.8772	7.71	21.20**	11.41
Fibra Cruda	0.1964	NS	NS	7.66
Carbohidratos Totales	26.4176	7.71	21.20**	6.99
Energía C. (Kcal/100 g)	0.0479	NS	NS	6.09
(%)		Macro elementos		
Potasio	15.500	7.71*	21.20	6.77
Fosforo	0.1840	NS	NS	3.89
Sodio	7.9477	7.71*	21.20	7.9477
Magnesio	0.4418	NS	NS	10.62
Calcio	61.3234	7.71	21.20**	10.32
(ppm)		Micro elementos		
Cobre	16.0001	7.71*	21.20	10.65
Fierro	12.4507	7.71*	21.20	15.85
Molibdeno	3.5122	NS	NS	6.48
Zinc	11.3056	7.71*	21.20	6.95

C.V = Coeficiente de variación

*, **, NS = significativo, altamente significativo y no significativo

ppm = partes por millón

Los resultado en el contenido de proteína coinciden con los encontrados por Wingching *et al.* (2005), en su investigación sobre la aplicación del nitrógeno orgánico y químico en el sorgo negro, donde al aplicar la fertilización química hubo un mayor contenido de proteína cruda ($p \leq 0.05$), en comparación con las fertilizaciones orgánicas; no fueron significativos. Resultados contrarios encontraron Gonzales *et al.* (1996) al cuantificar contenidos de proteína cruda mayores en parcelas de forma orgánica que en parcelas en diferente fertilización. Por su parte Leu, (2004) menciona que el uso de fertilizantes químicos solubles ha dado lugar a altas concentraciones de nitratos en muchos alimentos cultivados convencionalmente, especialmente en frutas y verduras.

Para el contenido de carbohidratos los resultados coinciden con los encontrados por Sanchez (1999), al encontrar diferencias altamente significativas en el sistema biointensivo en comparación al sistema convencional. Los resultados obtenidos por Rangel (1997), difieren completamente al no encontrar diferencias significativas en el contenido en carbohidratos al evaluar el efecto en el rendimiento, calidad nutritiva, impacto sobre el suelo y costos de producción, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Monserrat, bajo tres sistemas de producción agrícola.

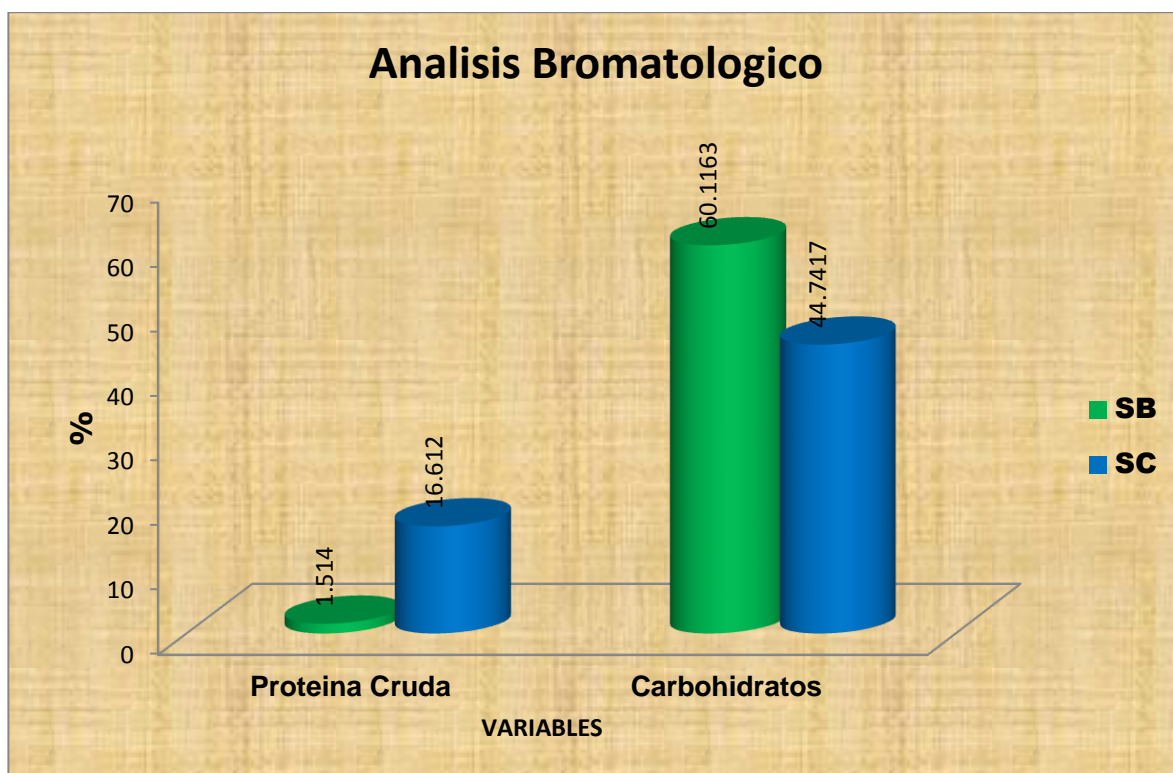
Cuadro. 7. Comparación de medias (DMS) para el extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y humedad en la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.

Tratamiento	Variables			
	Extracto etéreo	Proteína cruda	Fibra cruda	Humedad
S.B	1.434333	1.5140 B	9.7770	5.79333
S.C	1.506667	16.6120 A	9.5097	5.785333
C.V (%)	12.98	11.41	7.66	8.62
	NS	**	NS	NS

SB, SC= Sistema biointensivo, sistema convencional

C.V.= Coeficiente de variación

**, NS= altamente significativas ($p \leq 0.01$), no significativo



Grafica.2. Comportamiento de proteína y carbohidratos totales en la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción

Por su parte Worthington (2001), menciona que una gran cantidad de nitrógeno en la planta aumenta la producción de proteína y reduce la producción de hidratos de carbono (carbohidratos). Por su parte Pozo *et al* (2002) atribuyen que el contenido de carbohidratos solubles y estructuras está determinado, en alto grado, por factores metabólicos relacionados con la fotosíntesis, respiración y distribución y puede modificarse en correspondencia con el status de nitrógeno en la planta.

Las variables de extracto etéreo, materia seca total y cenizas no mostraron diferencias significativas, sin embargo muestran una diferencia mínima numérica indicando al sistema convencional mejor que el sistema biointensivo (Grafica.3). Sin embargo para las variables de fibra cruda, humedad y energía calorífica, el sistema biointensivo

numéricamente mostro el mejor resultado en comparación con el sistema convencional (Cuadro.8). Gaviola (1996), menciona que el contenido total de fibra y ácido ascórbico en cabezas de repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata L.), decrecen en relación al incremento de las dosis de nitrógeno, en un estudio sobre la influencia de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en diferentes niveles y combinaciones.

Cuadro. 8. Comparación de medias (DMS), materia seca total, cenizas, carbohidratos y energía calorífica en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.

Tratamiento	Variables			
	Masa Seca Total	Cenizas	Carbohidratos	E. Calorífica
S.B	94.206065	27.158335	60.1163 A	276.382660
S.C	94.214668	27.630333	44.7417 B	266.134003
C.V (%)	0.53	13.0	6.99	6.09
	NS	NS	**	NS

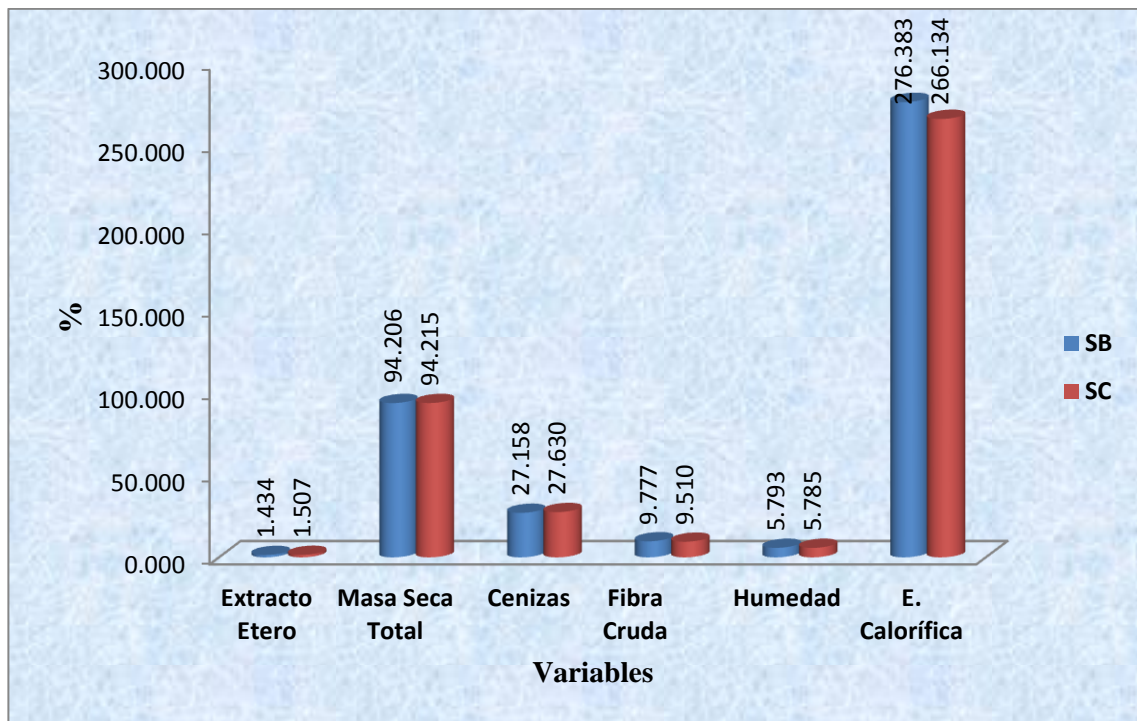
SB, SC= Sistema biointensivo, sistema convencional

C.V.= Coeficiente de variación

**, NS= altamente significativas ($p \leq 0.01$), no significativo

Los resultados encontrados por Rangel (1997), coinciden con los encontrados en esta investigación, en cuanto a contenido de fibra cruda, energía calorífica, pero estos difieren en cuanto al contenido de extracto etéreo y cenizas donde fueron significativas a favor del sistema convencional. Por otra parte Sanchez (1999) también encontró diferencias estadísticas en cuanto al porcentaje de fibra cruda en el cultivo de la calabacita mientas que en las demás variables no hubo diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados pero si numérica entre los tratamientos. Los resultados por Soto *et al.* (2005) difieren el contenido de cenizas al observar una disminución en este, sin embargo coinciden en el incremento en el Extracto etéreo al probar del nivel de

fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).



Grafica.3. porcentaje de las variables evaluadas en el análisis bromatológico en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.

6.3. Análisis de minerales

El análisis de varianza realizado para un diseño completamente al azar, dos tratamientos y tres repeticiones, para evaluar la calidad nutritiva en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) demostró que existen diferencias significativas y altamente significativas (cuadro.6.). El análisis de comparación de medias (DMS) correspondiente al periodo de desarrollo de la acelga se encontró un mayor contenido de fosforo en el sistema convencional con un 18.2% más que el sistema biointensivo. Por el contrario se

observó que el contenido de sodio y calcio fue mayor para el sistema biointensivo con el 5 y 49% respectivamente, en comparación con el sistema convencional (cuadro.9). Estos resultados difieren con los encontrados por Sanchez (1999) al evaluar la calidad nutritiva en la calabacita ya que no encontró diferencias significativas en el % de fosforo, calcio y sodio dentro de los sistemas evaluados. Por su parte Rangel (1977) en la evaluación de la calidad nutritiva en la papa encontró diferencias significativas en el porcentaje de fosforo presente en los tubérculo en el sistema biointensivo en comparación con el sistema convencional.

Cuadro. 9. Comparación de medias (DMS) para los macro elementos del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.

Tratamiento	Variables				
	K (%)	P (%)	Na (%)	Mg (%)	Ca (%)
S.B	3.196667	0.4233 B	3.2667 A	1.066667	2.2633 A
S.C	3.153333	0.5267 A	3.1033 B	1.130000	1.1400 B
C.V (%)	3.89	6.77	2.23	10.62	10.32
	NS	*	*	NS	**

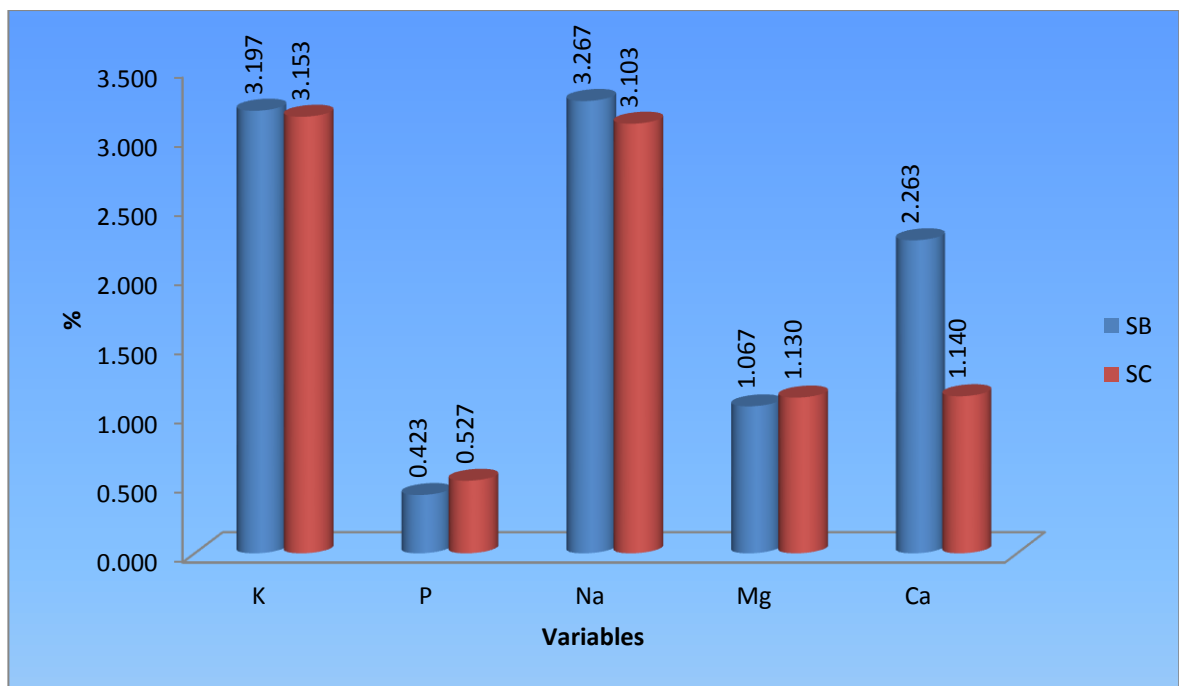
SB, SC= Sistema biointensivo, sistema convencional

C.V.= Coeficiente de variación

*,**, NS= significativas ($p \leq 0.05$), altamente significativas ($p \leq 0.01$), no significativo

Mientras que para las variables de potasio y magnesio no hubo diferencias significativas, pero numéricamente se observó una diferencia en la variable de potasio a favor del sistema biointensivo; respecto al contenido de magnesio el sistema convencional presentó resultados que el sistema biointensivo (grafica.4). Estos resultados coinciden con los encontrados por Escamilla *et al.* (2003) donde se presentó mayores concentraciones de calcio en hojas de plantas con fertilización orgánica ($22.4 \mu\text{g g}^{-1}$) sobre Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol.

El análisis de varianza realizado para evaluar la calidad nutritiva en el contenido de minerales menores o micro elementos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) demostró que existen diferencias significativas (cuadro.6.). El análisis de comparación de medias (DMS) mostro que las variables cobre, fierro y zinc se presento un mayor porcentaje en el sistema biointensivo en comparación con el sistema convencional, mientras que para el contenido de manganeso no hubo diferencias estadísticamente, sin embargo se puedo apreciar una diferencia numérica a favor del sistema biointensivo con respecto al sistema convencional (cuadro. 10). Para la variable cobre el sistema biointensivo mostro el 29.6% superior al sistema convencional mientras que para fierro y zinc el sistema biointensivo presento 37.2 y 17.4 % por encima del sistema convencional respectivamente (grafica.5).



Grafica.4. Porcentaje de macro elementos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción agrícola.

Cuadro.10. Comparación de medias (DMS) para los micro elementos del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos diferentes sistemas de producción.

Tratamiento	Variables			
	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SB	9.000	402.667	84.667	59.333
SC	6.333	253.000	76.667	49.000
C.V (%)	10.65	15.85	6.48	6.95
	*	*	NS	*

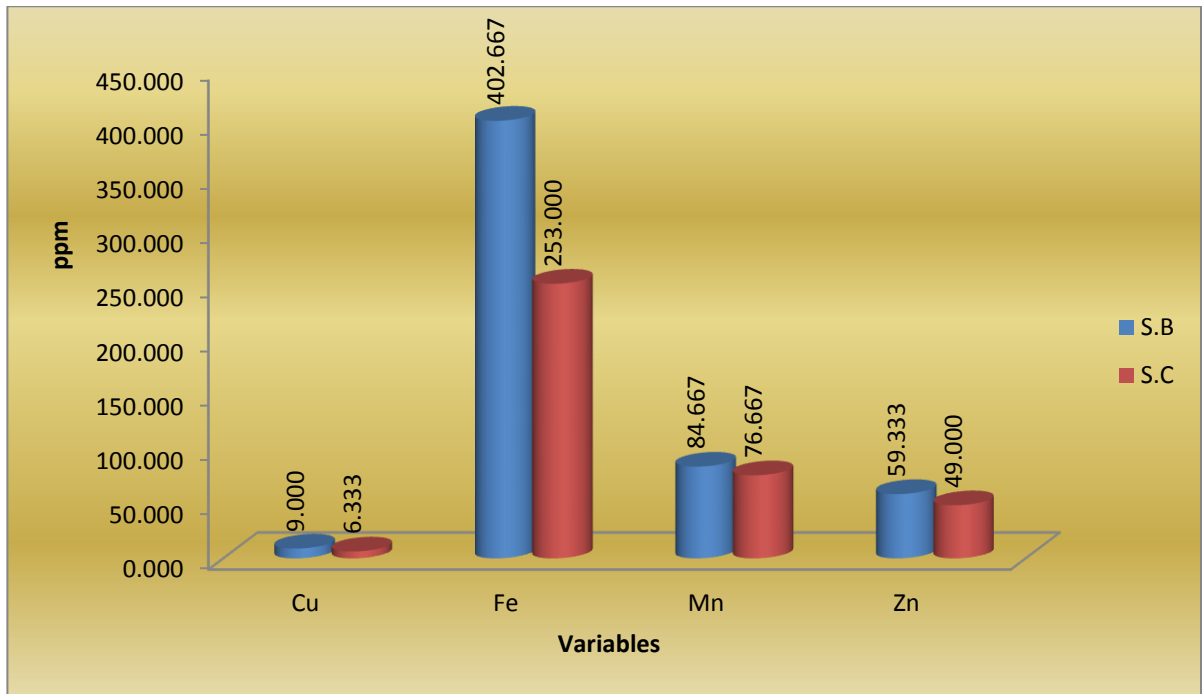
SB, SC= Sistema biointensivo, sistema convencional

C.V.= Coeficiente de variación

*, NS= significativas ($p \leq 0.05$), no significativo

Leu (2004), realizó en una comparación nutritiva entre los alimentos orgánicos y convencionales en cultivos como manzanas, patatas, peras, trigo y maíz dulce donde se analizaron el contenido de minerales. Los alimentos orgánica fueron en promedio 63 % más altos en calcio, el 73% mayor en hierro, 118 % más alto en magnesio, 178 % más alto en molibdeno, el 91 % más altos en fósforo, 125 % más alto en potasio, y mayor del 60 % en zinc. Además, los alimentos orgánicos presentaron en promedio 29 % menos mercurio que los alimentos convencionales. Los resultados obtenido por Rangel (1997) y Sanchez (1999) difieren completamente ya que sus evaluaciones en la calidad nutritiva no hubo diferencias estadísticas en los micro elementos bajo los sistemas evaluados.

Por su parte Domínguez *et al.* (2003), mencionan que el contenido de minerales y oligoelementos presentes en los productos orgánicos es mayor que en los convencionales. Esto se debe al tipo de abonado que estos últimos reciben, centrando el abono únicamente en el porte de nitrógeno, fosforo y potasio; además, se producen efectos antagónicos como consecuencia de la utilización de estos fertilizantes inorgánicos, causando desequilibrios en los productos y en los suelos.



Grafica.5. comportamiento de Extracto Etéreo, Masa Seca Total, y Cenizas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant) bajo dos sistemas de producción.

7. CONCLUSION

Para el rendimiento se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en ambas fechas de muestreo de los sistemas evaluados en la acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook Giant). Los resultados demuestran que el sistema biointensivo proporciono los más altos rendimiento por área experimental (3.33 m^2), doblando dicho rendimiento en casi el 50% más en comparación al sistema convencional.

En cuanto a las variables evaluadas en el análisis bromatológico se observo un mayor contenido de proteína cruda dentro del sistema convencional y porcentajes mejores en el contenido de carbohidratos, ambos mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$). Aunque para las demás variables no mostraron diferencias significativas, las diferencias numéricas indicaron mayores porcentajes de variables importantes tales como: fibra cruda, humedad y energía calorífica; esto pone en claro que el sistema biointensivo también proporciona una mejor calidad nutritiva a diferencia del sistema convencional.

Para el análisis de minerales realizado para saber el contenido de macro elementos, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde el porcentaje de fósforo en el sistema convencional fue mayor al sistema biointensivo, sin embargo el contenido de sodio y calcio fue más alto en el sistema biointensivo, mostrando este último diferencia altamente significativas ($p \leq 0.01$), en comparación al sistema convencional. Los micro elementos mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en cobre, hierro y zinc presentando mayores concentraciones el sistema biointensivo. Esto permite hacer hincapié en la calidad nutritiva que alberga los alimentos orgánicos en especialmente el sistema biointensivo ya que estos nos provee los mayores contenidos de minerales que todo ser humano necesita en la alimentación.

8. LITERATURA CITADA.

- ADYS (Autogestión, Desarrollo y Sociedad) y ECOPOL (Ecología y Población). 2001. Método Biointensivo de Cultivo, Serie Educativa Nos. 1 – 3, Quito Ecuador.
- ALTIERI, M. A. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?”. In: Revista Agroecología y desarrollo. Año 1, número 1, marzo de 1991. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Santiago de Chile, pp. 16-24.
- ALTIERI, M. A. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo Uruguay. 338 p.
- ALTIERI, M. A. 2000. The ecological impacts of transgenic crops on agroecosystem health. *Ecosystem Health* 6: 19-31
- ALTIERI, M. A y NICHOLLS, C. L. 2000. Agroecología: Bases teóricas para agricultura sustentable. 1a edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F. 250 pp.
- ALTIERI, M. A y NICHOLLS, C. L. 2010. Agroecológica: potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la seguridad alimentaria en el mundo. *Revista de economía crítica* n. 10. Segundo semestre. pp.64 – 74.
- ASERCA. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades agropecuarias*, n° 140. México, D.F. pp, 58.
- BEEBY, J. 2006. Biologically Intensive Agriculture - Renewing Earth and Its People. The 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia, Pennsylvania, USA

- BEEBY, J; MOORE, S; JEAUVONS, J. 2010. Cambio Climatico y la Agricultura Biointensiva: Perspectiva de Ecology Action. Via Organica. (URL: <http://viaorganica.org/climatico-y-agricultura-biointensiva/>).
- BULLUCK III, L. R; BROSIUS, M; EVANYLO, G.K ; RISTAINO, J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physicals and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19: 147-16.
- CACERES, D. Agricultura Orgánica versus Agricultura Industrial: Su Relación con la Diversificación Productiva y la Seguridad Alimentaria. *Agroalim*, 8 (16): 29-39.
- CALDERÓN, P. J. 2004. Agricultura orgánica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano. *El cotidiano*, vol. 20, núm. 127. pp. 95-100.
- CALDERÓN, P. J. 2006. La política de fomento a la agricultura orgánica. *El cotidiano*, Vol. 21, Num 139. pp 101-106.
- CARSON, R. (1980). *Primavera Silenciosa*. Barcelona: Grijalbo.
- CERVANTES, F. M. 2004. *Abonos Orgánicos*. Centro de Formación Profesional Agraria. E.F.A. CAMPOMAR. [http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com).
- CODEX ALIMENTARIUS. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32 – 1999. Rev. 2001.
- CRUZ, J. E; GONZÁLEZ, V. J; GUZMÁN, S. J. C. 2000. Desarrollo de la agricultura orgánica en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOP. ExHacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San

Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.

DOMÍNGUEZ, G. A.; RAIGÓN, M. D; SOLER, S. D. 2003. Hacia la citricultura de calidad con la producción ecológica. Vida Rural. Mayo. 36-40.

DROST, D. 2010. Swiss Chard in the Garden. Home Gardening. cooperative extension, Utah State University,. Disponible en:

http://extension.usu.edu/files/publications/publication/HG_Garden_2005-14.pdf

ECOBASE (Educación con Base en la Agricultura Sustentable y Ecológica). 2008. Manual de campo del Método de cultivo biointensivo. Disponible en la página web: www.cultivobiointensivo.net/EcoBASE.

ESCAMILLA, G. J; SAUCEDO, V. C; MARTÍNEZ, D. M; MARTÍNEZ, G. A; SÁNCHEZ, G, P; SOTO, H. R. 2003. Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. Terra Latinoamericana, 21(2): 157-166.

ESPINOSA, R. M; CASTRO, M. P; RIVERA, O. 2009. Fertilización orgánica y prácticas de conservación sobre el rendimiento de sorgo de temporal. Avances en estudios Sobre Desertificación. Murcia, España. 09/2009.

ESPINOZA V. J. L., PALACIOS E. A., ÁVILA S. N., GUILLÉN T. A., DE LUNA P DE LA R., ORTEGA P. R. Y MURILLO A. B. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México. Una revisión. INCI 32 (6): 385-390.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1991. Hojas de Balance de Alimentos Promedio Período 1984- 1986, Roma. En: Lok, R. (Ed). Huertos caseros tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. CATIE/AGUILA/IDCR/ETC Andes.Turrialba, Costa Rica.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Agricultura Y Dialogo De Culturas: Nuestro patrimonio común. 25° Aniversario de la alimentación, 16 de octubre del 2005. Roma, Italia.

FAO, State of Food Insecurity in the World (2009)

FERNANDO, J. 2006. “CIESA Project, a Biointensive Model for Food Security in Argentina”. The 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia Pennsylvania, USA.

FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola). 2003. La adopción de la agricultura orgánica por parte de los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe Evaluación Temática (Informe No. 1337).

FIRA (Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura) .2003. Agricultura orgánica: una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín informático, n°32, vol. 31.pp 124.

GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Offset Larios S.A. México D.F. p.46-52.

GARCIA, Q. D; SANTIAGO, G. M; SANTIAGO, G. A. 2011. ALIMENTOS ECOLOGICOS, ALIMENTACION SANA. DISPONIBLE EN:

<http://www.aceiteyolivos.com/buzon/documentos/documentos/ALIMENTOS%20ECOLOGICOS.%20ALIMENTOS%20%20SANOS%20PDF.pdf>

GAVIOLA, S. 1996. Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas. Avances en horticultura 1:4-18.

GÓMEZ, A. 2000. Agricultura Orgánica en el Codex Alimentarius. Seminario Protección del Consumidor desde las ONG's y el Codex Alimentarius. CEADU. Montevideo. <http://internet.com.uy/rusinek/tf/04agroecologia/agr01.htm>.

GÓMEZ-ÁLVAREZ, R; LÁZARO-JERÓNIMO, G; LEÓN-NÁJERA, J.A. 2008. Producción de Frijol (*phaseolus vulgaris* l.) y Rábano (*rhabanus sativus* l.) En Huertos Biointensivos en el Trópico Húmedo de Tabasco. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 24(1):11-20.

GÓMEZ, C. M. A; GÓMEZ, T. L. 1999. El mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.

GÓMEZ, C. M. A; GÓMEZ, T. L. 1996. Expectativas de la agricultura orgánica en México. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.

GÓMEZ C. M. Á; SCHWENTESIUS R. R; GÓMEZ T. L; LOBATO, G. A. J. 2005. Agricultura orgánica en México ¿un panorama verde? III Encuentro mesoamericano y del Caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. 3 – 5 de octubre. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. p.8.

GÓMEZ, C. M. A; SCHWENTESIUS, R. R; GÓMEZ, T. L. 2006. Agricultura Orgánica en México. En: Agricultura Orgánica de México. Ed. CUESTAAM-UACH, CONACYT, SAGARPA, RAPAM, Falls Brook Centre, Soyitz. México. 194 pp.

GONZALES, S.A; EGUIARTE V; GLINA, M. 1996. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad de buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Texas-4464) en el trópico seco. Pastos y forrajes, 19:147-159.

HOWARD, G. J; MALCOLM, B. C. 1999. Texas Organic Vegetable Gardening: The total guide to growing vegetables, fruits herbs, and other edible plants the natural way. Gulf publishing Company. Houston, Texas. 220 pp.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/accelga.htm>. consultado el día 25 de mayo del 2012.

IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). 2005. Los principios de la agricultura orgánica: preámbulo. Germany. Disponible en: http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_spanish.pdf.

JEAVONS, J. (1989). Minicultivo Biointensivo, una Perspectiva de 17 años. En: Seminario de Investigación, Agricultura Biointensiva Sostenible en el Minifundio Mexicano (Una Alternativa para la Producción de Alimentos y el Manejo Ecológico del Suelo). Folleto No. Marzo 1991. UACH, U. de Ohio, Ecology Action, Grupo de Conservación del Suelo AC., ECOPOL AC.

JEAVONS, J., B. BRUNEAU. 1994. Investigando en el Huerto. Mini Serie de Auto enseñanza No. 17, Ed. en Español. ECOPOL México DF. México.

JEAVONS, J. 1995. Ecology action: Una Perspectiva para el Futuro. Concepto de Sustentabilidad. Boletín informativo. Ecology Action, Willits, EEUU.

- JEAVONS, J. 2001. Biointensive Sustainable Mini-Farming: I. The Challenge. *Journal of Sustainable Agriculture*, 19 (2), 65-76.
- JEAVONS, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Una publicación de CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE, M.R. 6ª edición revisada. Ecology Action. Willits, California USA
- JEAVONS, J; TORRES, M; MARTÍNEZ, J. 2006. Método de Mini-Cultivo Biointensivo Sustentable Manual de Capacitación. Suplemento. Ecology Action. Willits, California USA
- JEAVONS, J. 2010. Agricultura biointensiva: Una Revolución Más Verde. Willits, California USA. 12 pp.
- JETT, W. J. 2010. Swiss chard: A New Look At An Old Crop. *Horticulture Specialist*, West Virginia University, Agriculture and Natural Resources. Disponible en: http://anr.ext.wvu.edu/commercial_horticulture/production_guide/swiss_chard.
- KOLMANS, E Y VÁSQUEZ, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica: Una introducción a los principios básicos y su aplicación. 2º edición, Grupo de Agricultura Orgánica de ACTAF. Ciudad de La Habana, Cuba. 148 pp.
- LASSALETTA, L Y ROVIR, J. V. 2005. La agricultura industrial y cambio climático. *El ecologista* 4: 52 – 55.
- LESTER, E. G AND SAFTNER, A. R. 2011. Organically versus Conventionally Grown Produce: Common Production Inputs, Nutritional Quality, and Nitrogen Delivery between the Two Systems. *J. Agric. Food Chem*, 59 (19): 10401–10406.
- LEU, A. 2004. The Benefits of Organic Food A Growing Body of Scientific Evidence. *ACRES usa, the voice of eco-agriculture*, volume 4, No. 5

- MACUA, I. J; Lahoz, I; calvillo, S; Jiménez, E; Diaz, E. 2010. Acelga para industria - Influencia de la densidad de plantación-. Navarra agraria. Disponible en: <http://www.navarraagraria.com/n181/aracelga.pdf>.
- MAGDOFF, F .2007. Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints . Renewable Agriculture and Food Systems, 22 (02):109-117.
- MARTINEZ, J. 1994. Huertos Familiares. Temas de Salud Rural y Planificación Familiar, AMIDEM, IMSS, Programa Menos y Mejores, México DF., México.
- MARTÍNEZ, J. M. 2002. El Método Biointensivo de Cultivo. ECOPOL AC. México DF. México.
- MOORE, S. 2010. Energy efficiency in small-scale Biointensive organic onion production. Renewable Agriculture and Food Systems, 25(3); 181–188
- NICHOLLS, C. I; ALTIERI, M, A. 2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. leisa revista de agroecología.
- POZO, P.P. DEL, HERRERA, R.S. Y GARCÍA, M.. 2002. "Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con aplicación de nitrógeno y sin ella". Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 36(3): 275-280.
- PRETTY, J. 2001. "The real costs of modern agriculture", Resurgence 205: 7-9.
- QUEITSCH, J. 2002. "Esencia de la agricultura ecológica" en Boletín Cuadernos Agroecológicos, No. 2, Chapingo, México. p 2.
- RANGEL, B. J. 1997. Efecto en el rendimiento, calidad nutritiva, impacto sobre el suelo y costos de producción, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var.

Monserrat, bajo tres sistemas de producción agrícola: agricultura Convencional, agricultura Biointensivo y Agricultura orgánica. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitositología. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Saltillo, Coahuila, Mexico.

REMBIAŁKOWSKA, E. 2007. Review Quality of plant products from organic agriculture *Journal of the Science of Food and Agriculture* , 87:2757–2762.

REMMERS, G. 1993. “Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes”. En *agricultura y sociedad*, n° 66, pp: 201-220.

ROMINA V. 1, MIRTA G; MARTA E; COMESE, R; GONZÁLEZ, M; CONTI, M. 2009. Cambios en las Propiedades de Suelo de Huerta y Rendimiento de *Beta vulgaris* var. Cicla (l) por el uso de Enmiendas Orgánicas. *Ci. Suelo (argentina)*, 27(2): 271-275.

RIGBY, D; CÁCERES, D. 2000. “The sustainability of agricultural systems. *Agricultural System*, 68(2001): 21-40.

ROSSET, P. M. 1997. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. *Revista CLADES: agroecológica y desarrollo*, N. 11.

SANCHEZ, M. Y. 1999. Comparación de rendimiento, calidad nutritiva, impacto sobre el suelo y costos de producción de la calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) Var. Zucchini Gray. Bajo dos sistemas de producción. Tesis de Licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Saltillo, Coahuila, Mexico.

SCHRIEFER, D. 2000. Digging Deep: Proper Subsoiling Means Penetrating Hardpan without Over-Tilling. *ACRES, A Voice For Eco-Agriculture*, 30 (10): 17.

- SEMARNART (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. El huerto Familiar Biointensivo: Introducción Al Método De Cultivo Biointensivo, Alternativa Para Cultivar Mas Alimento En Menos Espacio Y Mejorar El Agua. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México, D.F. pp 39
- SHIVA, V. 2000. Stolen harvest. The hijacking of the global food supply. Cambridge: South End Press.
- SLOANE, L. 2010. Homegrown Favorite: Swiss Chard. A delicious and interesting alternative to leafy vegetables like spinach and lettuce. Organic Gardening. Disponible en: <http://www.organicgardening.com/learn-and-grow/homegrown-favorite-swiss-chard>.
- SOTO, C; VALENCIA, A; GALVIS, D. R; CORREA, J. H. 2005. Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Rev Col Cienc Pec, 18:1.
- STONE, D. A. 1982. The effects of subsoil loosening and deep incorporation of nutrients on yield of broad beans, cabbage, leek, potatoes and red beet. Journal of Agricultural Science 98:297–306.
- TOLEDO, V.M. (1992): Utopía y Naturaleza: el nuevo movimiento ecológico de los campesinos e indígenas de Latinoamérica. Nueva Sociedad No 122: 72-85.
- TOLEDO, V.M. 1996. Saberes indígenas y modernización en América Latina: historia de una ignominia tropical. Etnoecológica , 3 (4-5):135-147.
- TOLEDO, V. M. (2002). “Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar”. Revista Artigo, Agroecol. E Desenv. Rur. Sustent. No.2, Vol.3, Porto Alegre, Brasil.

- VOZMEDIANO, L Y CÉSAR, J. G. 2005. Escala Nuevo Paradigma Ecológico: propiedades psicométricas con una muestra española obtenida a través de Internet. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 6(1), 37-49.
- WHITE, H; SANCHEZ, H. J; BOOKS, S. 2005. *The Edible Garden*. Sunset publishing Corporation, Menlo Park, California. 192 pp.
- WING CHING, J. R; ROJAS-BOURRILLON, A; QUAN, A. 2005. Nitrogeno organico y quimico en sorgo negro con cobertura permanente de mani forrajero.I. características nutritivas y de producción. *Agronomía Costarricense*, 29(1): 29-39.
- WORTHINGTON, V. 2001. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 7(2): 161-173.
- ZAMORA, F; DOMINGO, T; Y DUILIO, T. 2008. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa, *Agronomía Trop*. 58(3): 233-243.