

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**



**Comparación de Rendimiento, Calidad Nutritiva, Impacto
Sobre el Suelo y Costos de Producción de la Calabaza
(Cucurbita pepo L.) Var. Zucchini Gray. Bajo Dos
Sistemas de Producción.**

**Tesis sometida a la División de Agronomía como
Requisito Parcial para el Grado de Ingeniero Agrónomo
en Horticultura.**

Por:

Yanina Sánchez Molina.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre, 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.



**Comparación de Rendimiento, Calidad Nutritiva, Impacto
Sobre el Suelo y Costos de Producción de la Calabaza
(Cucurbita pepo L.) Var. Zucchini Gray. Bajo Dos
Sistemas de Producción.**

**Por:
Yanina Sánchez Molina.**

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.



**Comparación de Rendimiento, Calidad Nutritiva, Impacto
Sobre el Suelo y Costos de Producción de la Calabaza
(Cucurbita pepo L.) Var. Zucchini Gray. Bajo Dos
Sistemas de Producción.**

**Por:
Yanina Sánchez Molina.**

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA.**

**Comparación de Rendimiento, Calidad Nutritiva, Impacto Sobre el Suelo y
Costos de Producción de la Calabaza (Cucurbita pepo L.) Var. Zucchini Gray.
Bajo Dos Sistemas de Producción.**

Por: Yanina Sánchez Molina.

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero
Agrónomo en Horticultura.**

Aprobada.

**Dr. José F. Rodríguez Martínez.
Presidente.**

**M.C. Reynaldo Alonso Velasco.
Coordinador de la División de Agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA.**

**Comparación de Rendimiento, Calidad Nutritiva, Impacto Sobre el Suelo y
Costos de Producción de la Calabaza (Cucurbita pepo L.) Var. Zucchini Gray.
Bajo Dos Sistemas de Producción.**

**Por:
Yanina Sánchez Molina.**

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo en Horticultura.**

APROBADA.

**Dr. José F. Rodríguez Martínez.
Presidente del H. jurado.**

**M.C. Alfredo Sánchez López
Sinodal**

**M.C. M^a. Elena García Hernández
Sinodal**

**M.C. Emilio Padrón Corral.
Sinodal**

**M.C. Reynaldo Alonso Velasco.
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 1999.

Dedicatoria

A los campesinos y mexicanos
que trabajan y luchan por
un mundo donde quepan muchos
mundos.

Reconocimientos.

Primero quiero agradecer a mis padres y a mi familia por haberme permitido ser quien yo quise; por su confianza, amor y apoyo mis más grandes reconocimientos al Sr. Benito Sánchez Meléndez y Ranu Molina de Sánchez; a mis hermanos: Adri, Diana, Benito y a mi sobrino Juan de Dios.

A Eduardo Aguilar Monterrosas (tss) por estar siempre conmigo, y por ser quien es, aprovecho para decirle que: será un verdadero placer, compartir mi vida contigo.

A mis amigos y compañeros los mismos de siempre: Eduardo (c.r), Idalia, Martell, Lemus, Itzé y serafín; gracias por su amistad y apoyo; tomen en cuenta que:

“la flor de la palabra no morirá, aunque en silencio caminen nuestros pasos”.

Al Dr. J. Francisco Rodríguez Martínez por la asesoría en esta tesis; al M.C. Alfredo Sánchez, la M.C. M^a. Elena García y al M.C. Emilio Padrón Corral por su colaboración, asesoría y revisión de la presente.

ii
INDICE GENERAL.

	Página
LISTA DE ILUSTRACIONES. -----	v
LISTA DE CUADROS. -----	vi
LISTA DE ABREVIATURAS. -----	x
RESUMEN. -----	xi
 INTRODUCCION. -----	 1
Objetivos.-----	2
Hipótesis.-----	2
 REVISION DE LITERATURA.	

Agricultura Orgánica.

Definición de Agricultura Orgánica.-----	3
Historia de la Agricultura Orgánica.-----	5
La Agricultura Orgánica en México.-----	6
Agricultura Biointensiva.	
Definición de Agricultura Biointensiva.-----	7
Características y principios del Método Biointensivo.-----	8
Control de plagas y enfermedades.-----	13
La composta.-----	15
Manejo del suelo en el Método Biointensivo.-----	19
Ventajas del Método Biointensivo.-----	21
Ventajas de la hortaliza biointensiva.-----	21
Comparación entre Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensiva.-----	22
Costos de producción.-----	25

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización del experimento.-----	29
Características climatológicas.-----	29
Material vegetativo.-----	30
Actividades a desarrollar.	
Elaboración de las compostas.-----	30
Preparación del terreno.-----	32
Doble excavación.-----	33

Manejo del cultivo.

Fertilización.-----	34
Siembra.-----	34
Riegos.-----	35
Deshierbes.-----	35
Aclareo.-----	35
Aporque.-----	35
Parámetros a evaluar.-----	36
Diseño experimental.-----	38

RESULTADOS.

Rendimiento.-----	42
Análisis bromatológico.-----	43
Análisis de suelos.-----	53
Análisis de costos.-----	54

DISCUSION.

Rendimiento.-----	55
Calidad nutricional.-----	57
Suelo.-----	60
Costos de producción.-----	61

CONCLUSIONES.-----	65
--------------------	----

LITERATURA CITADA. -----	65
APÉNDICE. -----	69

LISTA DE ILUSTRACIONES.

	Página
Figura 1. Diseño de siembra en el método biointensivo.-----	39
Fig. 1.1 Rendimiento promedio de los tratamientos. Medias-----	43
Fig. 1.2 Contenido de nitrógeno y fibra cruda en la calabaza en Cada tratamiento. Medias.-----	46
Fig. 1.3 Contenido de zinc en la calabaza en cada tratamiento. Medias.-----	47
Fig. 1.4 Contenido de energía calorífica en la calabaza. Medias.-----	48
Fig. 1.5 Contenido de ceniza y grasa en la calabaza. Medias.-----	50

Fig. 1.6 Contenido de proteína en la calabaza en cada tratamiento.	
Medias.-----	51

Fig. 1.7 Contenido de extracto libre de nitrógeno y n_2 en la calabaza.	
Medias.-----	52

LISTA DE CUADROS.

	Página
Cuadro 1. Condiciones climatológicas Agosto – Octubre de 1998.-----	30
Cuadro 2. Materiales utilizados en la elaboración de las compostas.-----	31
Cuadro 3. Composición química de la composta.-----	32
Cuadro 4. Riegos aplicados y precipitación pluvial presentada durante el desarrollo del cultivo.-----	35
Cuadro 5. Determinación y métodos utilizados en el análisis bromatológico de la calabaza.-----	36
Cuadro 6. Determinación y métodos utilizados para el análisis de suelo.-----	37

Cuadro 7. ANVA para la variable de respuesta rendimiento en los tres tratamientos.-----	40
--	----

Cuadro 8. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta rendimiento.-----	41
--	----

Cuadro 9. ANVA para las variables de respuesta que corresponden a la calidad nutritiva en los tres tratamientos.-----	42
--	----

v

Página

Cuadro 10. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta nitrógeno.-----	43
---	----

Cuadro 11. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta fibra cruda.-----	44
---	----

Cuadro 12. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta zinc.-----	45
--	----

Cuadro 13. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta energía calorífica.-----	46
--	----

Cuadro 14. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta ceniza.-----	47
--	----

Cuadro 15. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta grasa.-----	47
---	----

Cuadro 16. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta proteína.-----	48
--	----

Cuadro 17. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta extracto libre de nitrógeno.-----	49
---	----

Cuadro 18. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta n_2 (%).-----	50
---	----

Cuadro 19. ANVA para las variables de respuesta correspondientes al análisis de suelo “antes”.-----	51
--	----

Cuadro 20. ANVA para las variables de respuesta correspondientes al análisis de suelo “después”.-----	52
--	----

Cuadro 21. Prueba de homogenidad de medias para la variable nitrógeno en el suelo, en cada tratamiento.-----	52
---	----

Cuadro 22. Prueba de homogenidad de medias para la variable fósforo en el suelo, en cada tratamiento.-----	52
---	----

Cuadro 23. Prueba de homogenidad de medias para la variable materia orgánica en el suelo, en cada tratamiento.-----53

Cuadro 24. Costo del fertilizante aplicado en la agricultura convencional y agricultura biointensiva.-----54

Cuadro 25. Costo de la mano de obra en la agricultura convencional y agricultura biointensiva.-----54

vii

APÉNDICE.

Página

Cuadro 26. Resultados de rendimiento de la calabaza Var. Zucchini gray en los tres tratamientos.-----73

Cuadro 27. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.-----73

Cuadro 28. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: zinc, fierro, manganeso y cobre.-----74

Cuadro 29. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: energía calorífica, humedad, ceniza y grasa.-----74

Cuadro 30. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional)

de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: proteína,
fibra cruda, n₂, extracto libre de nitrógeno.-----75

Cuadro 31. Resultados del análisis de suelo para las variables:
materia orgánica, antes y después de establecido
el experimento.-----75

Cuadro 32. Resultados del análisis de suelo para las variables: fósforo
y textura, antes y después de establecido el experimento.-----76

Cuadro 33. Resultados del análisis de suelo para la variable textura.----- 76

viii

LISTA DE ABREVIATURAS.

Abreviaturas	
AC	Agricultura Convencional.
AB₁	Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta 32 días antes de la fecha de siembra.
AB₂	Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta al momento de la siembra.
AO	Agricultura Orgánica.
CEA	Confederación de Educadores Americanos.
CIAL	Centro de Investigaciones de América Latina.
CLADES	Consejo Latino Americano para el Desarrollo de Estudios Sustentables.
CRIE	Centro Rural de Información Europea.
FAO	Organización para la Agricultura y producción de Alimentos.
IIRR	Instituto Internacional de Reconstrucción Rural.
NRC	Consejo Nacional de Investigaciones (EEUU)

UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo.
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México.
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Presentación

Ventana sobre la utopía

Ella está en el horizonte - dice Fernando Birri -; me
Acerco dos pasos, ella se aleja dos pasos. Camino diez
Pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Por
Mucho que yo camine, nunca la alcanzaré. ¿Para qué sirve
la utopía? Para eso sirve: para caminar.

De Eduardo Galeano, en *Las palabras Andantes*.

RESÚMEN

Mantener el equilibrio entre producción de alimentos, crecimiento socioeconómico y protección al medio ambiente constituye uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la sociedad actual. Con el fin de contribuir al movimiento por el manejo de una agricultura alternativa, ecológica, económica y socialmente justa; esta investigación fue conducida primordialmente para: 1) Evaluar rendimiento, calidad nutricional, impacto sobre el suelo y costos de producción del cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo.*), bajo dos sistemas de producción agrícola: Agricultura Convencional (AC) y Agricultura Biointensiva (AB). 2) Evaluar rendimiento, calidad nutricional y el impacto sobre el suelo del cultivo de la calabaza (*Cucurbita p.*), en el método biointensivo con dos fechas diferentes de aplicación del fertilizante: 32 días antes de la fecha de siembra (AB₁) y al momento de la siembra (AB₂).

Se utilizó el modelo bloques al azar con tres tratamientos (AC, AB₁, AB₂) y cuatro repeticiones. Se obtuvo el rendimiento en kilogramos. Se realizó un análisis bromatológico; y análisis de suelo antes y después de la investigación. Finalmente se calcularon los costos de materia prima y mano de obra en la AC y AB.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el ANVA respectivo; y en aquellas variables que resultaron con diferencias estadísticas se aplicó la prueba de comparación de medias. En rendimiento se encontraron diferencias altamente significativas. Para calidad nutricional se encontraron diferencias estadísticas en las variables nitrógeno, fibra cruda, zinc, energía calorífica, ceniza, grasa, proteína

extracto libre de nitrógeno y N_2 . En los resultados de suelo no se encontraron diferencias estadísticas en las variables de respuesta. La AB resultó más costosa que la AC.

La AB presentó el mayor rendimiento; entre la AB_1 y AB_2 no existieron diferencias estadísticas. En contenido de proteína, grasa, energía calorífica, y extracto libre de nitrógeno la AB_2 fue el mejor tratamiento. En ceniza la AB_1 y AB_2 fueron iguales pero superiores a la AC. En porcentaje de N_2 la AC fue superior. En contenido de fibra cruda, la AB_2 fue igual a la AB_1 y ambos superiores a la AC. En nitrógeno y zinc, la AC fue igual a la AB_1 y ambas superiores a la AB_2 . En las variables nitrógeno, fósforo y contenido de materia orgánica del suelo no existieron diferencias estadísticas entre sistemas, probablemente estos resultados se debieron principalmente por el tiempo transcurrido entre la toma de muestras y las determinaciones. Los costos de producción fueron mayores en la AB, pero las utilidades no fueron calculadas ni el impacto que se provoca en el medio ambiente y en la sociedad, concluyendo que la AB es una inversión para el futuro y en el presente es una alternativa ecológica, económica y socialmente aceptable.

INTRODUCCION.

La agricultura es el sistema que sustenta la vida de la humanidad, es también una fuerza ecológica dominante que puede promover cambios sistemáticos globales como los que se han venido presentando a través del tiempo. Hoy, la humanidad se enfrenta a importantes desafíos que se relacionan con el incremento de la población mundial, que pone en tensión la producción de alimentos; el agotamiento de la energía fósil, sobre la cual se han desarrollado las tecnologías de todo tipo de la sociedad moderna; la necesidad de un desarrollo social, conjuntamente con el económico, que permita a millones de personas garantizar sus necesidades alimentarias y a un fuerte deterioro del ambiente provocado por la actividad del hombre y sus tecnologías antiambientales desarrolladas en los últimos 150 años. La agricultura se encuentra en el centro de este desafío por ser ella la fuente de gran parte de los alimentos. Mantener el equilibrio entre producción de alimentos, crecimiento socioeconómico y protección al medio ambiente constituye uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la sociedad actual.

En base a lo anterior y considerando que el modelo imperante ha marginado al 90% de la población campesina, y que la situación se agrava con la aplicación de

REVISION DE LITERATURA.

Agricultura Orgánica.

Definición de Agricultura Orgánica.

Según el informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos sobre Agricultura Orgánica (USDA 1980), la agricultura orgánica es un sistema de producción que se apoya, hasta donde es posible, en la rotación de cultivos, abonos animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos externos al predio, labranza mecánica, rocas minerales y aspectos de control biológico de plagas para

mantener la productividad y fertilidad del suelo y, controlar los insectos, malezas y enfermedades. Los agricultores orgánicos evitan o restringen en gran medida los fertilizantes y pesticidas químicos sintéticos, así como los reguladores de crecimiento y los aditivos al forraje del ganado (Parr. et al. 1983; citado por Sebastián 1997).

García (1995), define a la agricultura orgánica como una concepción agroecológica, la cual utiliza una variedad de opciones tecnológicas con empeño de producir alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos.

MATERIALES Y METODOS.

Localización del Experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides", adscrito al Departamento de Botánica, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"; la cual se localiza en los terrenos de la ex hacienda de Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, México.

Altitud: 1743 msnm.

Latitud: 25 22 4" Latitud Norte.

Longitud: 101 00 00" Longitud Oeste.

Características Climatológicas.

El clima del lugar se ubica dentro de la clasificación del tipo Bwhw (x')(e), seco, semicálido, con invierno fresco extremoso y templado, con lluvias principalmente en verano.

La temperatura media anual es de 19.8°C con una oscilación de 10.4°C. Los meses mas cálidos son junio, julio, y agosto con temperaturas máximas de hasta 37°C. Durante enero y diciembre se registran las temperaturas mas bajas, de hasta 10°C bajo cero.

RESULTADOS.

Rendimiento.

La cosecha se inició el 30 de Septiembre en los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y Agricultura Biointensiva 2 (AB₂); en el tratamiento Agricultura Convencional (AC) la cosecha se inició el 11 de Octubre. Para la variable rendimiento solamente se cuantificaron los primeros tres cortes por planta de cada tratamiento y de cada repetición (Cuadro 26. Apéndice).

Los resultados se analizaron estadísticamente obteniendo el ANVA en el cual se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANVA para la variable de respuesta rendimiento en los tres tratamientos.

Fv	Gl	Sc	Cm	F calculada	F tabla 0.05 0.01
Tratamientos	2	144.471924	72.235962	15.3410 **	5.14 10.92
Bloque	3	8.594482	2.864827	0.6084 ns	4.76 9.78
Error	6	28.252197	4.708700		
Total	11	181.318604			

C.V = 21.99%

DISCUSION.

RENDIMIENTO.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico ANVA y comparación de medias revelan que en rendimiento; la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) son superiores a la Agricultura Convencional. En la Agricultura Biointensiva 2 se obtuvo aproximadamente 102% más rendimiento y en la Agricultura Biointensiva 1 se obtuvo un rendimiento superior de aproximadamente 159%; ambas en relación a la Agricultura Convencional.

Esto coincide con lo señalado en el No. 6 de Organic Agriculture (1996), donde se reporta que en los casos en que se ha hecho la conversión de Agricultura Convencional a la Agricultura Alternativa, no es raro encontrar aumentos de producción de un 50 a un 100 porciento.

También en los estudios realizados por Trapaga et al. (1994), reportan que en 1993 en Valle de Ojos Negros B.C.S. en el cultivo de la calabaza obtuvieron un rendimiento mayor en Agricultura Alternativa (orgánica) siendo de 17.2 ton/ha., mientras que en la Agricultura Convencional obtuvieron un rendimiento menor de 16.1 ton/ha.

LITERATURA CITADA.

Altieri, M.A. 1984. Agroecología: Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. CIAL. Santiago de Chile.

et al. 1994. Hojas divulgadoras No. 6-7. Manejo y Diseño de Sistemas Agrícolas Sustentables.

1995. Artículo. El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. UC Berkeley – CLADES.

Caballero, C.A. et al. 1997. Agricultura Sostenible. Un acercamiento a la Permacultura. PRAXIS, A.C. Universidad Autónoma de Tlaxcala.

CLADES. 1992. Incorporando la Agroecología al Curriculum Agronómico. FAO. Santiago, Chile.

Confederación de Educadores Americanos. 1997. Educación y Desarrollo
Sutentable. Cuaderno de trabajo No. 1. UNESCO.

apéndice.

políticas económicas neoliberales; se hace necesario revalorar y elevar el estatus de la agricultura, para que ella recupere el papel, que nunca debería haber perdido, como eficiente solucionadora de los grandes problemas nacionales. Por lo cual en la presente investigación con el fin de contribuir al movimiento por el manejo integrado de una agricultura que sea más eficiente en el uso de la energía, que minimice el daño que se hace al medio ambiente, que sea económicamente viable y socialmente aceptable, se plantean los siguientes:

Objetivos.

Evaluar rendimiento, calidad nutricional, impacto sobre el suelo y costos de producción del cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.), bajo dos sistemas de producción agrícola: Agricultura Convencional y Agricultura Biointensiva.

Evaluar rendimiento, calidad nutricional y el impacto sobre el suelo del cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.), en el método biointensivo con dos fechas diferentes de aplicación del fertilizante (composta): un mes antes de la fecha de siembra y al momento de la siembra.

Hipótesis:

La Agricultura Biointensiva es más productiva que la Agricultura Convencional, ya que en la primera se obtienen mayores rendimientos y calidad nutritiva en el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.); el impacto sobre el suelo es casi nulo y los costos de producción son menores.

Con la incorporación de la composta un mes antes de la fecha de siembra se obtienen mayores rendimientos y calidad nutritiva en el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.) el impacto favorable sobre el suelo es mayor que en la incorporación al momento de la siembra en el Método Biointensivo.

Gómez et al. (1997), definen a la agricultura orgánica como un sistema de producción orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes; que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva, de manera que promueve la vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora del suelo, fauna y planta; mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua y toda la vida en ésta, donde, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin uso de insumos químicos de síntesis industrial.

Claud Aubert (1972; citado por Sebastián 1997), uno de los principales promotores de la agricultura biológica u orgánica la define como "agricultura basada en la observación y las leyes de vida; que consiste en alimentar a las plantas no directamente con abonos solubles sino mediante elementos elaborados por los microorganismos para el desarrollo de las plantas". En Francia, en general, se considera como una "agricultura que no utiliza químicos de síntesis".

La agricultura orgánica pone énfasis en la recuperación de los suelos, la diversificación de plantas y animales, control de plagas y enfermedades de las cosechas y el ganado por medios naturales. Además, trata de reemplazar en lo posible, los suministros externos; principalmente químico - industriales y energía fósil, por recursos internos o que se puedan obtener cerca de la granja.

Altieri et al. (1994), Mencionan que la diferencia más importante entre la agricultura orgánica y, la convencional es que los agricultores orgánicos evitan o restringen el uso de fertilizantes y pesticidas químicos en sus operaciones agrícolas; los agricultores orgánicos usan maquinaria moderna, variedades de cultivo recomendadas, semillas certificadas, técnicas modernas del manejo del ganado,

prácticas recomendadas para la conservación del suelo y el agua y, métodos innovadores de reciclaje de desechos orgánicos y residuos.

La agricultura orgánica hace énfasis en la optimización a nivel del sistema agroecológico, en lugar de la maximización de una cosecha o componente del sistema (Altieri et al. 1994).

El concepto de suelo bajo agricultura orgánica es considerado como un sistema vivo, el cual puede ser "aumentado" en una forma tal que no restrinja las actividades benéficas de los microorganismos, necesarios para reciclar, los nutrientes y producir humus.

Historia de la Agricultura Orgánica.

En los Estados Unidos, Europa y Asia, después de algunos años que la agricultura comienza a generar plusvalía para la industria, gran número de publicaciones aparecen favoreciendo la emergencia de la agricultura orgánica (Silguy 1991; citado por Sebastián 1997).

En 1924 Rudolf Steiner filósofo y educador Austriaco pone las bases de la agricultura biodinámica. El botánico y agrónomo inglés Sir Albert Howard da el nombre de agricultura orgánica a sus teorías desarrolladas en 1940 en su "testamento agrícola"; donde da al humus un papel fundamental en el equilibrio biológico y en la fertilidad de la tierra. La agricultura orgánica se sigue desarrollando en la década de 1940 por Robert Rodale, mismo que inicia la publicación de la revista "Organic Gardening".

Posteriormente se crea el Instituto de Investigaciones de Rodale en Emmaus Pennsylvania, que es una de las principales estaciones mundiales de investigación de horticultivos orgánicos; el cual estimula las prácticas agrícolas que favorecen el bienestar económico y social en un ambiente sano (Rangel 1997).

La Agricultura Orgánica en México.

Según Trapaga et al. (1994), en México la producción orgánica tiene sus inicios en la década de los 80's con la finalidad de obtener productos sanos. Existen 13,000 productores orgánicos, el 97.5% de estos pertenecen al sector social y el 2.5% esta ocupado por el sector privado. En su mayoría, los productos son para el comercio exterior, por lo que además son una fuente importante generadora de divisas. Los productos que destacan son: el café, piña, plátano, manzana y hortalizas.

La producción orgánica representa ya un rubro relevante en nuestro país, cubre 23.000 has y genera 34 millones de dólares de divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional (como en el caso del café), la generación de empleos (3.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos para los productores bajo un sistema de producción sustentable. En la actualidad existen en México 76 zonas productoras de agricultura orgánica, distribuidas en 22 estados, con un total de 23,000 has., las cuales representan el 0.11% de la superficie cultivada en el país, destacando los estados de Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Jalisco y Guerrero, que en conjunto participan con el 92% del total de la superficie orgánica (Gómez et al. 1997).

AGRICULTURA BIOINTENSIVA.

Definición de Agricultura Biointensiva.

Martínez (1996), define a la agricultura biointensiva como un método que consiste en aprovechar en forma óptima e intensiva los recursos necesarios a la agricultura, sin causar impactos negativos en el medio ambiente. Es una alternativa viable a la inminente crisis alimentaria, pues cualquier persona, con deseos de aprender puede producir sus propios alimentos con los recursos naturalmente disponibles en cualquier comunidad.

Jeavons (1991), define al método biointensivo como "Un arte viviente de cultivo orgánico que nos ayuda a comprender nuestro lugar en el universo y nuestra relación con el "es el poder crear "vida" abundante en poco espacio por medios naturales".

Una de las ventajas de este método es que se trata de un acercamiento general de la agricultura de pequeña escala, ha miniaturizado la agricultura orgánica y la ha hecho más eficiente y productiva, creando al mismo tiempo suelos saludables.

Características y Principios del Método Biointensivo.

Según Martínez (1996), el método biointensivo va mas allá de la agricultura orgánica porque se enfoca en mejorar el suelo para hacerlo más saludable y productivo y lograr la sostenibilidad "completa".

Ruiz Figueroa (1996), menciona que la producción de un huerto cultivado con el método biointensivo es de 2 a 6 veces mayor que la agricultura convencional y orgánica usando un 67 a 88% menos de agua, del 50 al 100% menos de fertilizantes sintéticos y un 99% menos de energía. El mismo autor describe los principios sencillos pero sofisticados en los que se basa el método biointensivo; se pueden resumir en cinco pasos.

- ♦ La doble excavación.
- ♦ El uso de compostas.
- ♦ La siembra cercana.
- ♦ Plantas compañeras o asociadas.
- ♦ Integración de los principios o sinergismo de los componentes.

1. **Doble excavación** (preparación de la cama).

Como indica Jeavons (1991), la preparación de la cama elevada es el paso más importante del cultivo biointensivo. Las camas elevadas son derrumbes simulados. La tierra suelta y fértil permite que las raíces penetren fácilmente y que una corriente continua de nutrimentos fluya hacia el tallo y las hojas.

Las hortalizas se siembran en camas; las dimensiones que el método recomienda para la elaboración de estas son de largo, seis metros y de ancho un metro con cincuenta centímetros, aproximadamente una superficie de diez metros cuadrados; y

una profundidad de sesenta centímetros. El objetivo de la doble excavación es aflojar el suelo a una profundidad de 60 cm.; lo que permite una adecuada penetración del aire, humedad, calor, nutrientes y raíces. El ancho de la cama permite con relativa facilidad abonar, plantar, deshierbar y cosechar desde los lados. También el control de plagas puede realizarse sin caminar sobre las camas. Esta anchura permite que se establezca un microclima apropiado bajo las plantas, cuando se usan espaciamientos reducidos.

Una vez que se han preparado las camas se trata de no pisarlas, porque con el peso se compacta el suelo y se dificulta el crecimiento de las plantas. Si es necesario caminar sobre una cama se debe usar una plataforma de madera; de esta manera el peso se repartirá en una superficie mayor y el daño es menor. La meta de la doble excavación está en un suelo suelto y en una estructura adecuada.

2. *Uso de la composta.*

Jeavons (1991), afirma que una buena composta aerúa el suelo, desdobra las arcillas, aglomera la arena, mejora el drenaje del suelo, evita o disminuye la erosión, neutraliza las toxinas, retiene la humedad; alimenta a los microorganismos del suelo y libera nutrientes esenciales; creando condiciones favorables para el desarrollo de antibióticos naturales, de lombrices de tierra y de hongos benéficos. Cada año conviene aplicar a las camas una capa de 2.5 cm de composta (aproximadamente 12 Kg por m²), y en un huerto nuevo se puede aplicar una capa de hasta 7.5 cm. Además se puede complementar con otros abonos orgánicos como lo son los estiércoles; harina de hueso, que proporciona a las plantas, fósforo y calcio; ceniza

de madera, fuente de potasio; harina de sangre, que proporciona nitrógeno; entre otros

El método biointensivo utiliza cantidades de fósforo y potasio iguales o superiores a las de nitrógeno; de esta manera se obtienen plantas más vigorosas y sanas. una proporción desequilibrada a favor del nitrógeno, provoca que con el tiempo las plantas "se vayan en pura hierba", esto crea un estado de debilidad que proporciona una mayor susceptibilidad a las plagas y enfermedades.

3. *La siembra cercana*

Jeavons (1991), indica que la disposición de las semillas debe hacerse de tal forma que las distancias entre una de ellas y las que la rodean sean todas iguales. Esta equidistancia se logra con un patrón en "tresbolillo" (triangular). Las distancias de siembra se calculan de modo que en su etapa de desarrollo máximo, las hojas de cada planta estén rozando las de plantas vecinas, lo que permitirá que se forme bajo las hojas un microclima adecuado para un crecimiento equilibrado e ininterrumpido. En general los espaciamientos coinciden con las indicaciones que aparecen en los sobres de semillas respecto a la distancia entre plantas.

Con el método biointensivo no se necesita realizar los deshierbes con tanta frecuencia como en otros métodos; en general solo se necesita un deshierbe, aproximadamente un mes después de la siembra (Rangel 1997).

Investigaciones realizadas por instituciones académicas demuestran que, cuando en la capa superior de un suelo (hasta los 28 cm de profundidad) se incorpora composta viva en una proporción de 2% de volumen; puede reducirse el requerimiento de riego, hasta en un 75%, en relación con un suelo de bajo contenido de composta (Rangel 1997).

4. *Plantas complementarias o asociadas.*

Existen algunas plantas que cumplen con una acción benéfica, tal es el caso de la valeriana, que ayuda a casi todas las hortalizas a crecer y concentra el fósforo; la manzanilla es especialista en calcio; el frijol ejotero y las fresas crecen mejor juntos que separados; la ortiga de muerto asociada a la papa, la protege del ataque de la chinche de la papa, además de mejorar su crecimiento y sabor.

Rangel (1997), menciona que los efectos benéficos se pueden resumir en los siguientes:

- Salud y crecimiento.
- Nutrición (rotación de cultivos)
- Protección física.
- Control de insectos y hierbas.

Algunos de los principios del cultivo de plantas complementarias son los siguientes (Ruiz Figueroa 1996):

- ⇒ Buscar asociaciones que propicien mejoría en sabor, tamaño o resistencia de las plantas.
- ⇒ Evitar asociaciones inconvenientes.
- ⇒ Aprovechar las propiedades tóxicas o repelentes de algunas plantas para proteger el huerto de insectos y plagas.

5. Integración de los principios.

El quinto principio es sencillo: los otros cuatro no funcionan individualmente; si se hace la excavación doble pero no se aplica composta, quizá se obtengan resultados por una temporada o dos pero no más. Los principios del método, combinados se potencian entre sí; es decir, existe sinergismo entre los componentes (Ruiz Figueroa 1996).

Control de Plagas y Enfermedades.

De acuerdo con Jeavons (1996), el primer paso para controlar las plagas es cultivar plantas vigorosas y fuertes, preparando un buen suelo en el que puedan crecer. En general (90% de las veces) los insectos sólo atacan a las plantas enfermizas. También es crucial el crecimiento ininterrumpido, al que tanta importancia se le da en el método, para mantener la salud de las plantas. En pocas palabras, cuidar que las plantas tengan las condiciones adecuadas para crecer sanas y vigorosas.

Una planeación adecuada del huerto puede eliminar muchos problemas de insectos y enfermedades. La cual debe incluir lo siguiente:

- 1) Uso de semillas adaptadas al clima y suelo.
- 2) Uso de variedades que tengan tolerancia a las inclemencias del tiempo, insectos y enfermedades.
- 3) Practicar la asociación de plantas y rotación de cultivos.
- 4) Control biológico. Pájaros, sapos, víboras, arañas, catarinas, Mantis religiosa, avispas, trichograma sp, etc.
- 5) Otras formas de llevar a cabo un control de plagas:
 - a) Colecta manual.
 - b) Aspersión de sustancias de olor y de sabor desagradable tales como aspersiones de ajo (Allium sativum), cebolla (Allium cepa) o chile (Capsicum annum). Se puede hacer una mezcla de estas, utilizando un diente de ajo, una cebolla pequeña y 1/4 de cucharada de chile con alta pungencia; agregar en un litro de agua, mezclar y filtrar (Rodale's Succesful Organic Gardening, 1994; citado por Rangel, 1997). Controla insectos masticadores como son orugas, escarabajos, escarabajo colorado de la papa, gusano trozador, y saltamontes.
 - c) Aspersiones jabonosas, de aceites miscibles y otras soluciones que asfixian a los insectos, cubriendo su cuerpo con una capa. Este tipo de aspersiones sirve para el control de insectos chupadores como son áfidos, trips, pulgas, mosquita blanca, y coccidios.
 - d) Uso de composta para el control de enfermedades fungosas, esta se prepara, mezclando una parte de composta con seis partes de agua; dejar reposar una semana, filtrar y aplicar.
 - e) Trampas y/o barreras. Existen sustancias muy pegajosas; por ejemplo, usando una parte de vaselina con una parte de detergente liquido y aplicando a una

superficie de cartón de color amarillo; funciona como trampa para insectos al colocarla en el campo sobre los troncos de los árboles o entre el mismo cultivo.

- f) Asociación de plantas aromáticas para el control de plagas.
- g) Diversificación. El método biointensivo combina muy diversos cultivos, y siguiendo este método correctamente; solo se han tenido en los cultivos pérdidas en 5 a 10% a causa del ataque de plagas. En contraste, el monocultivo practicado en otros métodos proporciona el habitat uniforme e ideal para el ataque generalizado de plaga. Aparentemente la diversificación de cultivos podría reducir las pérdidas totales en mayor grado que el monocultivo con aplicación de pesticidas.

La Composta.

La compostación es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos (microbios) en un ambiente cálido, húmedo y aireado (FAO 1991).

Jeavons (1991) menciona que la fórmula de método biointensivo para elaborar composta es 1/3 de vegetación seca, como pajas de trigo, triticale, zacates; 1/3 de vegetación verde o desperdicios de cocina y 1/3 de tierra; esta proporción producirá una relación carbono/nitrógeno de aproximadamente 25:1, y producirá una composta de alta calidad, con un alto contenido de carbono humificado. Este último componente de la pila de composta, contiene microorganismos que aceleran la descomposición, mantienen los olores a un nivel bajo e impide que las moscas pongan sus huevecillos.

Durante el proceso de fermentación se produce una sucesión de cambios de temperatura y pH. Este proceso puede ser dividido en cuatro fases, conocidas como: fase mesófila, fase termófila, fase de enfriamiento, y fase de madurez. La temperatura aumenta y el pH, por su parte baja a medida que se producen ácidos orgánicos. Aproximadamente a los 40°C, los microorganismos termofílicos incrementan su actividad. La temperatura aumenta hasta los 65°C. Los hongos empiezan a ser desactivados. Sobre esta temperatura las reacciones son mantenidas por actinomicetes y bacterias formadoras de esporas. En esta fase de alta temperatura, las sustancias de fácil degradación (azúcares, grasas, almidón y proteínas) son rápidamente consumidas, y el pH empieza a ser alcalino, a medida que se libera amonio de las proteínas. La tasa de reacciones empieza a ser más lenta a medida que los materiales más resistentes son atacados. La "pila" de composta entra a su fase de enfriamiento. Los hongos mesófilos la reinvasen desde la periferia y empiezan a atacar la celulosa. Mas tarde, la "pila" se ve reinvasida por las líneas mesófilas de microorganismos. Este proceso ocurre en algunas semanas (Venegas 1995; citado por Rangel 1997).

Algunos de los factores que intervienen en el proceso son descritos a continuación (Boletín metereológico No. 11 UNAM 1998):

Aspectos nutricionales: Como factores nutricionales se maneja el grado y facilidad de obtención de estos por parte de los microorganismos, así como también la cantidad y balance de los nutrimentos que se encuentren disueltos en el sustrato a

compostear. Así mientras más rápido sean asimilados los nutrimentos, más rápido será el proceso. Por ejemplo; los compuestos con altas cantidades de proteínas como los vegetales frescos, se descompondrán más rápido que aquellos que tienen altas cantidades de lignina y celulosa como lo es el aserrín.

Humedad. El contenido de humedad va estrechamente ligado a la frecuencia de volteo del material compostado y su exceso (más del 100%) tiene que ver con la presencia de malos olores, así como su falta (entre el 45% y el 50%) influye en la disminución de la temperatura y de un retraso en la realización del proceso.

Aireación. Factor que tiene que ver con la presencia de oxígeno disuelto en el material, para lo cual es importante que este material presente mayor área de superficie para que esté en contacto con el oxígeno, esto se logra moliendo el material para que tenga un tamaño aproximado de 1" a 2" pero cuidando que no sea tan pequeño que bloquee por sí mismo el paso del aire en el interior de la pila. Este mismo proceso de aireación también sirva para controlar tanto la humedad, como a la temperatura. No existe un parámetro fijo que nos señale cada cuando se deben de airear las pilas, aunque también de manera general se recomienda voltearlas cada semana, si por alguna causa la pila comienza a producir malos olores, este es un indicador de que la pila debe voltearse más frecuentemente.

Al momento de realizar el volteo es importante cuidar que la mezcla de los componentes se haga de la mejor manera; teniendo cuidado en que siempre las capas que al principio se localizaban hacia la parte periférica sean situadas en la

parte central. Lo mismo ocurre con las capas localizadas en el centro, las cuales deberán quedar en la periferia de la pila. Esto con el objeto de que todas las partes de la pila de composteo reciban el efecto tanto de la temperatura como el de la acción de los organismos.

De acuerdo con Jeavons (1991), la composta esta lista para usarse cuando su color es oscuro y resulta imposible distinguir la naturaleza de los diversos residuos incorporados. El abono debe desmoronarse en las manos. El olor de la composta madura es agradable. La composta biointensiva debe estar lista para usarse después de dos meses y medio a tres.

Para Ruiz Figueroa (1996), las propiedades de la composta y de abonos orgánicos, a la luz de los problemas de la agricultura moderna son los siguientes:

- Mejoran la estructura del suelo. El humus, producto final de la descomposición, aglutina a los suelos arenosos, disgrega la arcilla y los terrones. Mejora la aireación.
- Retiene la humedad. Un suelo con un buen contenido de materia orgánica absorbe el agua como una esponja y la pone a disposición de las plantas a medida que van necesitándola.
- Limita la erosión.
- Contiene micro y macronutrientes.
- Estabiliza el pH del suelo.
- Neutraliza las toxinas del suelo.

- Sus ácidos disuelven los minerales del suelo, haciéndolos disponibles para las plantas.
- Alimenta y sostiene la vida microbiana.
- Texturiza el suelo.
- No contamina ni el suelo, aire, agua, plantas, ni es tóxica para el hombre, los animales o los insectos.
- Propicia y alimenta la vida del suelo.

Manejo del Suelo en el Método Biointensivo.

Ruiz Figueroa (1996), define al suelo como un recurso natural no renovable, es un sistema biológico o ecosistema donde hay vida y se genera vida, hay entrada y salida de energía; bajo esta óptica cualquier introducción artificial no controlada, como los abonos químicos y pesticidas dentro del sistema, causarán daños irreversibles. El suelo tiene propiedades naturales como la fertilidad y la productividad, y un buen manejo debe incrementarlas a través del tiempo y el espacio, ya que éste constituye el medio ambiente para el desarrollo de las plantas.

El componente básico en la producción orgánica de hortalizas es el mantenimiento y mejoramiento de las condiciones del suelo (López 1991; citado por Mora, 1993).

Para Mora (1993), el suelo en sí, es un individuo natural; compuesto por una serie de elementos interactuantes y que funciona como tal, en su integridad. Surge como resultado de un lento proceso por el que, como efecto de la acción de agentes climáticos, hídricos y biológicos, la roca madre original se va meteorizando. Visto en su interior el suelo es un medio de vida. En una hectárea de pradera fértil en la zona tropical, se calcula que existe una población animal de mil millones de insectos, dos mil millones de ácaros, cien mil millones de nemátodos y varios millones de lombrices. La microflora del suelo contiene por gramo de tierra, casi un millón de algas y cerca de mil millones de bacterias, que son las formas de vida más numerosas y primitivas.

La experiencia demuestra que la única forma de obtener plantas sanas y resistentes a los parásitos, es favorecer al máximo la actividad biológica del suelo; absteniéndose de intervenir con productos químicos extraños a los ciclos bióticos, no aptos para estos sistemas (Shogo 1991; citado por Mora 1993).

Mora (1993), concluye: un suelo con actividad microbiana altamente desarrollada y diversa es signo de una vida aérea también sana y diversa.

Según Martínez (1996), un informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos menciona que en 1970 la agricultura comercial de este país, destruía el suelo 8 veces más rápido de lo que la naturaleza tarda en crearlo y estima que por cada kilo de alimento producido se perdían por erosión 6 kilos de capa superficial del suelo.

En contraste, en 1983 una Tesis de Maestría de la Universidad de California (Berkeley) demostró que el Método Biointensivo de cultivo tiene el potencial de formar suelos 60 veces más rápido que la naturaleza.

Ventajas del Método Biointensivo.

1. Alta productividad en relación al área cultivada.
2. Uso continuo del suelo.
3. Menor consumo de agua. Menor consumo de energía.
4. Productos sanos, con sobreprecio.
5. Al no usar químicos no contamina.
6. Construye suelos

Las investigaciones del IIRR demuestran que una huerta biológica intensiva de 46m² proporciona suficientes verduras para todo el año a una familia de seis personas, con lo que se atiende:

- 30% de sus necesidades de proteína.
- 60% de sus necesidades de vitamina A.
- 100% de sus necesidades de vitamina C.
- 100% de sus necesidades de hierro.

Ventajas de la Hortaliza Biointensiva.

Caballero (et al. 1997), describe algunas de las ventajas de las hortalizas biointensivas:

- 1) Ocupa menos de la mitad de agua para riego que una hortaliza en surcos (por kilo de cosecha toma igual o menos agua por metro cuadrado)
- 2) Ocupa entre la tercera y cuarta parte del espacio que una hortaliza en surcos.

- 3) Por su plantación intensiva (con las hojas de una planta apenas tocando a las de las otras plantas) se forma un microclima en las camas de las hortalizas. El microclima guarda un equilibrio de temperatura y humedad que tanto necesitan las plantas para un desarrollo rápido y sano.
- 4) Con el crecimiento continuo de la vida microbiótica, el suelo se va enriqueciendo año tras año. En cambio, la hortaliza en surcos está sujeta a la erosión del agua y del viento y a la desaparición de su vida microbiótica con el uso de fertilizantes químicos.
- 5) Hay mucho menos problemas con la hierba mala y las plagas.

Comparación entre Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensiva.

La agricultura biointensiva es una forma de agricultura orgánica miniaturizada, una microagricultura. Va más allá de la agricultura orgánica debido a que pone mayor atención sobre el suelo, qué es lo que necesita para ser saludable; de tal forma que pueda ser totalmente sostenible. Esta no depende de recursos no renovables tales como petróleo o la fertilidad química del suelo. La agricultura biointensiva crea un suelo saludable esencialmente con los recursos del mismo huerto (Martínez 1996).

Esta agricultura puede producir de 2 a 6 veces más rendimiento, usa 67 a 88% menos agua, 50 a 100% menos fertilizantes minerales y 99% menos energía (Restrepo 1997).

Según Jeavons (1994; citado por Rangel 1997), las diferencias entre estas agriculturas básicamente esta en seis prácticas:

1. Arreglo de plantas.

- Agricultura Orgánica (AO): generalmente plantas en surcos o hileras.
- Agricultura Biointensiva (AB): plantas en espacio hexagonal que permite aproximadamente 4 veces más plantas, en un área igual, resultado de 2 a 6 veces más rendimiento por unidad de área.

2. Preparación de profundidad de suelo.

- AO: preparación del suelo a una profundidad de 45 centímetros.
- AB: preparación del suelo a una profundidad de 60 centímetros lo cual proporciona más aire y mayor almacenamiento de agua.

3. Compostas.

- AO: frecuentemente no agrega aplicaciones anuales de compostas al suelo, por lo cual disminuye el contenido de materia orgánica en el suelo. Los materiales usados en la elaboración de las compostas frecuentemente son de afuera del huerto; lo que puede generar declive de la materia orgánica en los suelos o del lugar de donde fueron traídos.
- AB: aplicaciones anuales de compostas maduras. Los materiales usados para producir estas compostas son generados por el mismo huerto, por lo que se recicla los nutrientes del suelo y se regresa la materia orgánica del suelo sin disminuirlo de otro.

4. ***Cultivos.***

- AO: usualmente se practica la rotación de cultivos y además de sembrar una amplia diversidad de cultivos para el mercado.
- AB: Prácticas de diversificación (máxima) y rotación de cultivos, cuida la selección de los mismos, para incrementar la producción y asegurar los rendimientos a pesar de condiciones desfavorables.

5. ***Labores culturales.***

- AO: Típicamente usa maquinaria para los cultivos, labores de mantenimiento, y cosecha. La maquinaria ocasiona compactación en el suelo debido a su peso y vibraciones.
- AB: Usa únicamente herramientas manuales, haciendo un sistema de producción alimenticia disponible para muchas personas alrededor del mundo. La prácticas biointensivas minimizan la compactación del suelo.

6. ***Reciclamiento de nutrientes del suelo y residuos.***

- AO: Frecuentemente usa fertilizantes y compostas de materiales generados del rancho o huerto. Por lo que depende de recursos no renovables tales como petróleo. En la agricultura orgánica, los nutrientes del suelo y materia orgánica no son completamente reintegrados y la salud del suelo no es mantenida a través del tiempo.

- AB: Cuando se usa propiamente se reciclan todos los nutrientes del suelo y residuos, por lo que los nutrientes y materia orgánica en el suelo son mantenidos y reintegrados. Se puede mantener y mejorar la salud, estructura y fertilidad del suelo, además de calidad y cantidad de los cultivos producidos.

Costos de Producción.

Trapaga (et al. 1994), menciona que para comparar los costos de producción de los cultivos orgánicos con los de cultivos que usan tecnología intensiva, es importante referirse a los rubros que tienen mayor peso en estos últimos. Es decir, a los elementos que constituyen la esencia de dicho modelo de producción, como los agroquímicos. En particular, se debe examinar el costo de fertilizantes y los diversos pesticidas aplicados por hectárea, cuyo empleo representan importantes erogaciones.

En los estudios realizados por Trapaga et al. (1994), afirma que el costo de los agroquímicos asciende, en general, alrededor del 14% de los costos totales de los cultivos de trigo, maíz y soya. Dentro de las hortalizas de Sinaloa en el ciclo 93/94 se estimó que los fertilizantes representaron el 11.9%, en tanto que los productos fitosanitarios para el combate de plagas y enfermedades significaron el 10.5%. En suma, los costos se elevaron aquí hasta el 22%, sin tomar en cuenta la aplicación, es decir la mano de obra y el pago de los servicios cuando se hace con avioneta.

Otro de los elementos que elevan considerablemente los costos de producción en la agricultura convencional es el uso ininterrumpido de energía. Giffird (1992; citado por

García 1995) afirma que en la actualidad, la agricultura emplea el 3.5% de la energía comercial mundial para todos los propósitos y de este, 1.97% corresponde a la maquinaria agrícola, la cual consume mundialmente para su fabricación y operaciones algo menos de 90 millones de toneladas de petróleo.

Según García (1995), en América Latina cerca del 60% del total de la energía que se emplea en la agricultura es humana, mientras que el 28% es animal.

Lo anterior nos indica que el desarrollo del modelo de mecanización y otras tecnologías agrícolas (fertilización química, etc.) basados en el uso de la energía fósil no serán sostenibles, si se trataran de extender de igual forma a los países en vías de desarrollo, teniendo en cuenta la disminución de las reservas de petróleo, además de otros problemas colaterales.

Así mismo, el alto costo de producción de las nuevas variedades no ha estado al alcance de los campesinos más pobres y sólo ha beneficiado a los grandes propietarios. Además el uso excesivo de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, maquinaria agrícola pesada, el monocultivo y la deforestación que ha traído la modernización, han acelerado los procesos de erosión, desertificación, contaminación ambiental, reducción de la biodiversidad e incremento de plagas y enfermedades.

La producción especializada con base en maquinaria y/o agroquímicos que surgió del enfoque tecnológico de la revolución verde, ha producido un enorme caudal de

alimentos y otros productos primarios. Sin embargo, los costos sociales y ambientales están resultando demasiados altos. El desarrollo rural comercializado, ha traído en su estela la progresiva marginación de las poblaciones campesinas e indígenas (CEA 1997).

Los sistemas modernos de producción continúan su expansión disputando los derechos de los campesinos e indígenas en sus tierras más productivas y sus recursos más valiosos, y desechando brigadas enteras de obreros para volver eficientes sus industrias. Las instituciones oficiales, nacionales e internacionales, desarrollan nuevas estrategias para promover empresas globales y premiar a los agricultores comerciales por sus aportaciones al desarrollo nacional. Les aseguran acceso privilegiado a los recursos más valiosos de la sociedad en proceso de modernización: tecnología, crédito y canales de mercado; les regala la tierra y los recursos naturales (CEA 1997).

Por otra parte García (1995), afirma: la viabilidad económica, dentro de la dinámica de la agricultura orgánica, está marcada por diferencias sólidas, comparada con el estado incompleto de las cuentas negativas que presenta la agricultura convencional al explotar los recursos naturales para la producción agropecuaria.

Restrepo (1997), concluye: la agricultura orgánica busca la autosuficiencia económica de los productores y de las comunidades rurales (autogestión), reduciendo los costos de producción y preservando los recursos básicos que poseen.

Aún más los métodos utilizados en la agricultura biointensiva buscan crear sistemas que sean ecológicamente sanos, económicamente viables, que satisfagan nuestras necesidades, que no utilicen nocivamente a las personas, la tierra o los recursos ni contamine el medio ambiente y que sean sostenibles a largo plazo (Publications Cuba 1999).

Por lo tanto, la sostenibilidad no es, simplemente un asunto del ambiente, de justicia social y de desarrollo. También se trata de la gente y de la sobrevivencia como individuos y culturas. De manera más significativa, la pregunta es si los diversos grupos de población continuarán sobreviviendo y de qué manera. La sostenibilidad es entonces una lucha por la diversidad en todas sus dimensiones (CEA 1997).

La precipitación total anual media es de 298.5 mm. La temporada lluviosa va de junio a octubre. El mes mas lluvioso es julio y el mes mas seco, marzo.

El valor promedio de la humedad relativa alcanza el 60% en el año. Los meses más lluviosos alcanzan valores del 80% y los meses secos el 30% (Mendoza 1983).

Las condiciones climatológicas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo a continuación se describen:

Cuadro 1. Condiciones climatológicas Agosto – Octubre de 1998.

MES (1998)	TEMPERATURA				AGUA		
	Max. °C	Min. °C	Med. °C	Osc. °C	Lluvia Evap. mm	Humedad mm	%
Agosto	26.9	15.5	21.2	11.5	90.7	134.06	75
Septiembre	23.8	14.2	19.0	9.6	143.2	88.58	80
Octubre	23.2	11.7	17.4	11.5	50.2	85.16	76

Reporte agrometereológico UAAAN (Flores 1998).

Material Vegetativo.

Cucurbita pepo L., variedad Zucchini Gray, es una planta herbácea, anual y con un sistema radical muy compacto, por lo que aumentan los requerimientos de humedad en comparación con las demás cucurbitáceas.

ACTIVIDADES A REALIZAR.

Elaboración de Compostas.

El experimento se inició con la preparación de 8 compostas en el mes de diciembre de 1997, el proceso de descomposición fue lento debido a la humedad relativa alta, y a la nevada que se presentó durante el invierno.

El tiempo de descomposición (de las compostas) fue de aproximadamente 5 meses, por lo que en el mes de mayo las compostas se encontraban en la etapa de maduración.

La elaboración de las compostas se realizó con el siguiente material:

Como materia seca (fuente de carbono):

Paja de trigo (*Triticum aestivum*)

Paja de avena (*Avena sativa*)

Paja de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Paja de maíz (*Zea mays*)

Como materia verde (fuente de nitrógeno):

Alfalfa (*Medicago sativa*)

Harina de hueso como proveedor de fósforo.

Harina de sangre como fuente de nitrógeno.

Cuadro 2. Materiales utilizados en la elaboración de las compostas

Composta	Suelo agregado (Kg)	Alfalfa (Kg)	Paja (Kg)	Harina de hueso Total (Kg)	Harina de sangre Total (Kg)	Agua total (Lts)
Avena	126	126	105	2.400	2.400	1080
Frijol	36	36	24			
Trigo	36	36	36			
Maíz	78	78	78			

De acuerdo a lo establecido por Jeavons (1991) para la elaboración de las compostas los pasos fueron los que siguen:

Se marcó una superficie de 1m² en el suelo, y se aflojó a una profundidad de 15 cm.

Primero se colocó una capa de materia seca; por lo que se utilizó un bote (capacidad de 20 litros de agua), y se colocaron cuatro de ellos. Posteriormente se colocó una capa de materia verde; alfalfa; 2 botes.

Se cubrió el montón con una capa de tierra (esto con la finalidad de que le sirviera como inóculo a los microorganismos), del mismo suelo donde se hicieron las compostas; se colocaron 3/4 de bote (6 Kg. de tierra). Posteriormente se dio un riego ligero a la capa, hasta que quedo húmeda.

Se repitieron los pasos 2,3,4 y 5 hasta que se obtuvo un montón con una altura de 1-1.20 m. para obtener una composta de aproximadamente 1m³.

Al finalizar el proceso de descomposición (en este caso 5 meses) el volumen del montón se redujo en un 60% aproximadamente.

Las compostas se regaron periódicamente con el fin de mantenerlas con la humedad necesaria, por lo que fueron monitoreadas diariamente con un medidor de humedad: SAV A PLANT modelo MM425 hasta la maduración de las compostas. De igual manera la temperatura fue monitoreada con la ayuda de un termómetro para compostas.

Una vez maduras, las compostas se mezclaron en una sola obteniéndose un total de 506 Kg. de composta madura.

Cuadro 3. Composición química de las compostas mezcladas utilizadas en la investigación.

NITRÓGENO	0.773 %
Carbono Orgánico	3.865 %
Materia Orgánica	6.66 %
Fósforo	0.004%

Preparación del Terreno.

En una superficie de 150 m², se trazaron 12 camas (1.65 m. x 6.0 m.), y se asignaron 4 camas para cada tratamiento.

La separación entre camas fue de 0.5 m. Para el trazo de las camas se utilizó cinta métrica, y estacas de madera.

Para la preparación de las camas, se realizó primeramente un barbecho a una profundidad de 30 cm. En la agricultura convencional se realizó el 6 de Agosto

(1998), en las cuales se trazaron dos surcos por cama con una distancia entre ellos de 80 cm.

Las ocho camas que se asignaron a la agricultura biointensiva fueron nuevamente barbechadas a 60 cm. de profundidad. La preparación de las camas fue del 20 de mayo al 4 de julio. En la preparación de camas (barbecho y doble excavación) se utilizaron herramientas tales como: palas, bioldos, picos, rastrillos, azadones y botes.

Doble Excavación.

1. Después de haber realizado el 1^{er} barbecho 30 cm. de profundidad, se abrió una zanja de 30 cm. de ancho por 30 cm. de profundidad, a todo lo ancho de la cama.
2. Se extrajo la tierra de los primeros 30 cm. de profundidad y se colocaron al final de la cama .
3. Con la ayuda de un bioldo o pico se aflojaron los siguientes 30 cm. sin sacar la tierra .
4. Se excavo otra zanja detrás de la primera y se fue echando hacia adelante cada palada de tierra.
5. Se repitió el proceso para aflojar los siguientes 30 cm. de profundidad en la 2^{da} zanja.
6. Se excavó la 3^{ra} zanja y las siguientes hasta que se acompleto la doble excavación de toda la cama.
7. Se llenó la ultima zanja con la tierra de la primera.
8. Finalmente con la ayuda de un rastrillo se niveló y dio forma a la cama.

MANEJO DEL CULTIVO.

Fertilización.

AGRICULTURA CONVENCIONAL. (AC)

En la agricultura convencional se realizó al momento de la siembra, mediante la formula 200 N - 100 P - 100 K, donde se utilizó Urea (73.01%), y Triple 17 (26.99%).

La aplicación se realizó en banda a una profundidad de 10 cm.

AGRICULTURA BIOINTENSIVA 1. (AB₁)

Inicialmente las cuatro camas asignadas para la AB₁ fueron aflojadas (7 de julio). Se aplicó una capa de composta madura de aproximadamente 2 cm. de espesor, equivalente a 60 Kg/10m²; al voleo, y se incorporó con un azadón en los primeros 10 cm. de profundidad. Finalmente con un rastrillo se le dio forma a la cama. Esta aplicación se realizó 32 días antes de la fecha de siembra es decir, el 8 de julio.

AGRICULTURA BIOINTENSIVA 2. (AB₂)

Al igual que en la AB₁, antes de la incorporación del fertilizante (composta) las cuatro camas destinadas fueron aflojadas. La cantidad y forma de aplicación de la composta fue igual que en la agricultura biointensiva 1, solo que el tiempo de incorporación fue el 8 de agosto, al momento de la siembra.

Siembra.

METODO CONVENCIONAL.

Se realizó en forma manual, depositando 3 semillas por golpe a una distancia entre plantas de 50 cm. El día de siembra fue el día 8 de agosto.

AGRICULTURA BIOINTENSIVA 1.

La siembra se llevó a cabo con un diseño tresbolillo la distancia entre plantas permitió que la densidad de siembra fuera igual que en los demás tratamientos (figura 1). El día de siembra fue el mismo que en el método convencional.

AGRICULTURA BIOINTENSIVA 2.

El diseño, la distancia, la densidad de siembra y fecha de siembra fue el mismo que en la agricultura biointensiva 1.

LABORES CULTURALES.

Riegos. El número de riegos y la cantidad de lámina aplicada fue igual para los tres tratamientos (cuadro 4.)

Cuadro 4. Riegos aplicados y precipitación pluvial presentada durante el desarrollo del cultivo.

Precipitación (mm)		Riegos (mm)	
fecha	mm	fecha	mm
3,6,8,9,11,16,17,18, 24,25,26,27 Agosto.	90.7	18,26 Agosto.	35
6,9,10,14,15,16,17,18,1 9, 23 Septiembre	143.2	3,11,23,30 Septiembre	75.20
1,6,12,18,19,21,22 Octubre	50.2	7,16,23 Octubre	100
TOTAL	284.1		200.2

Reporte agrometereológico UAAAN (Flores 1998).

Deshierbes. Se realizaron 2 deshierbes en los tres tratamientos; el 31 de agosto y el 23 de septiembre. En la agricultura convencional se realizaron 2 deshierbes más, el 9 y 17 de octubre.

Aclareo. El aclareo se realizó 19 días después de la siembra (27 de agosto) en los tres tratamientos.

Aporque. Se realizaron dos aporques; el 29 de agosto y el 27 de septiembre únicamente en el método convencional.

PARAMETROS A EVALUAR.

Para la variable rendimiento se utilizó una báscula, donde se pesaron los frutos (Kg), solamente fueron contabilizados los primeros tres cortes por planta; de cada tratamiento y de cada repetición.

Para determinar la calidad nutricional de la calabaza (cuadro 5.) se realizó un análisis bromatológico, con los métodos comúnmente utilizados en los Laboratorios de

Biotecnología del Departamento de Horticultura; y Nutrición del Departamento de Producción Animal de la UAAAN.

Cuadro 5. Determinación y técnicas utilizadas en el análisis bromatológico de la calabaza.

DETERMINACIÓN	TECNICA
Humedad (%)	Desecación en Estufa
Ceniza (%)	Incineración en Mufla
Grasas (%)	Soxhlet
Proteínas (%)	Kjeldahl
Fibra cruda (%)	Gravimétrico de Henneberg
Energía calorífica	Bomba calorimétrica
N (%)	Micro Kjeldahl
Ca (%)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
P (%)	Colorimétrico
Mg (%)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Na (%)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
K (%)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cu (ppm)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Mn (ppm)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Zn (ppm)	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Fe (ppm)	Espectrofotometría de Absorción Atómica

Para determinar como varían las propiedades físico-químicas del suelo al inicio y término de la investigación; se llevaron a cabo análisis (Cuadro 6) en el laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ciencias Básicas de la UAAAN.

Es importante mencionar que los análisis de suelo se realizaron tiempo después de haber tomado las muestras; es decir a los 12 y 9 meses, para las determinaciones antes y después respectivamente.

Cuadro 6. Determinación y técnicas utilizadas para el análisis de suelo.

DETERMINACION	TECNICA
Nitrógeno total (%)	KJELDAHL
Fósforo (ppm)	Colorimétrico
Materia orgánica (%)	Walkley black

Finalmente para determinar los costos de producción de la agricultura convencional vs agricultura biointensiva, se calcularon los costos de las variables siguientes:

Materia Prima.

Costo del fertilizante.

Mano de Obra Directa.

Número y costo de jornales por hectárea.

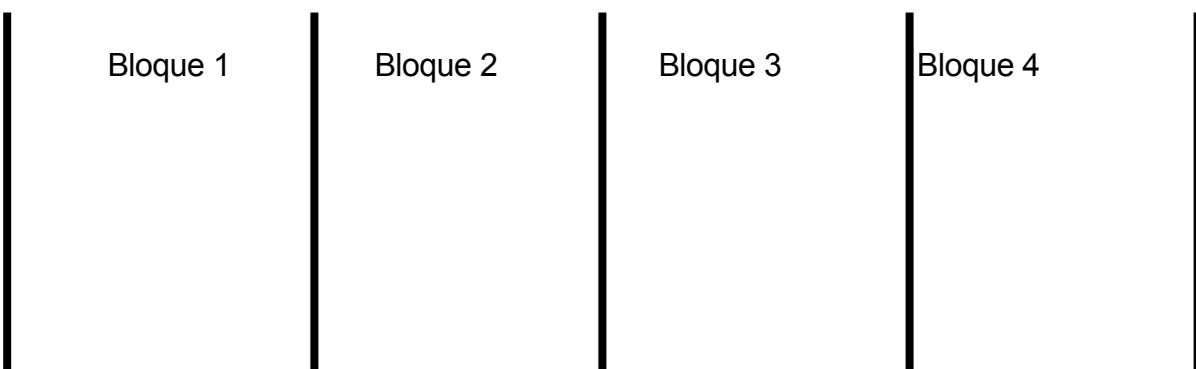
DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones en cada tratamiento.

Esquema de las unidades experimentales.

Tres tratamientos; cuatro bloques.

Distribución en 12 camas.



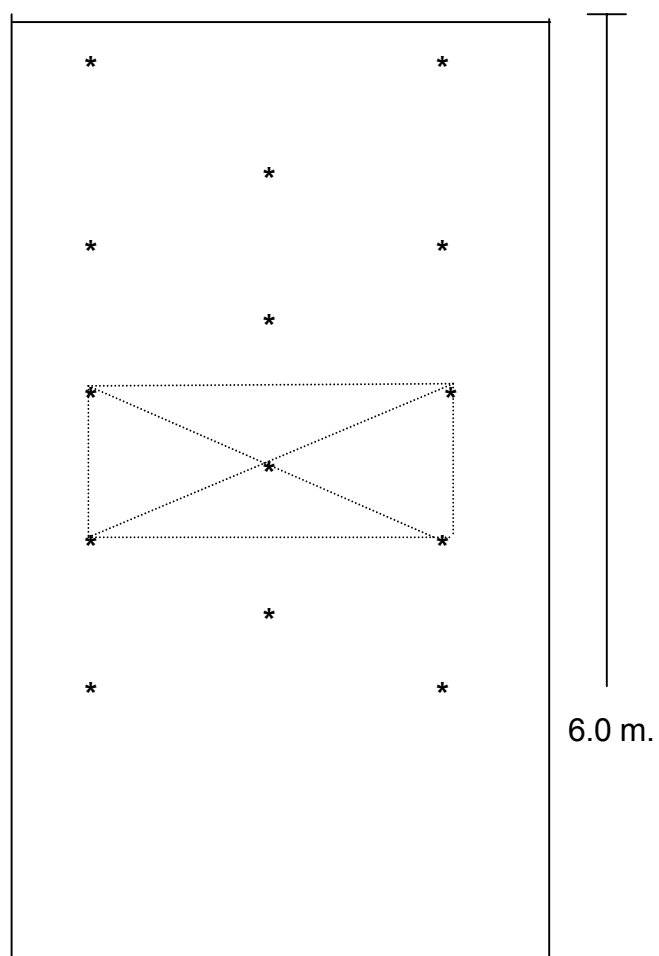
AC	AB₂	AB₁	AB₁	AC	AB₂	AB₂	AB₁	AC	AC	AB₁	AB₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

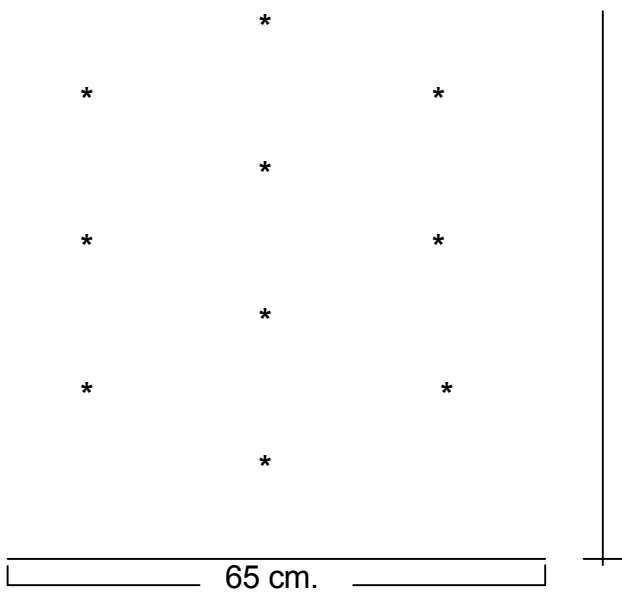
AC: Agricultura Convencional.

AB₁: Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta 32 días antes de la fecha de siembra.

AB₂: Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta al momento de la siembra.

Figura 1. Diseño de siembra en el método biointensivo.





En base a los resultados obtenidos en el ANVA, se llevó a cabo la prueba de Comparación de Medias. Estadísticamente la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) resultaron iguales pero superiores a la Agricultura Convencional en lo que a rendimiento se refiere (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Rendimiento.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AB ₁	13.6500	A
AB ₂	10.6812	A
AC	5.2687	B

Tukey = 4.7088

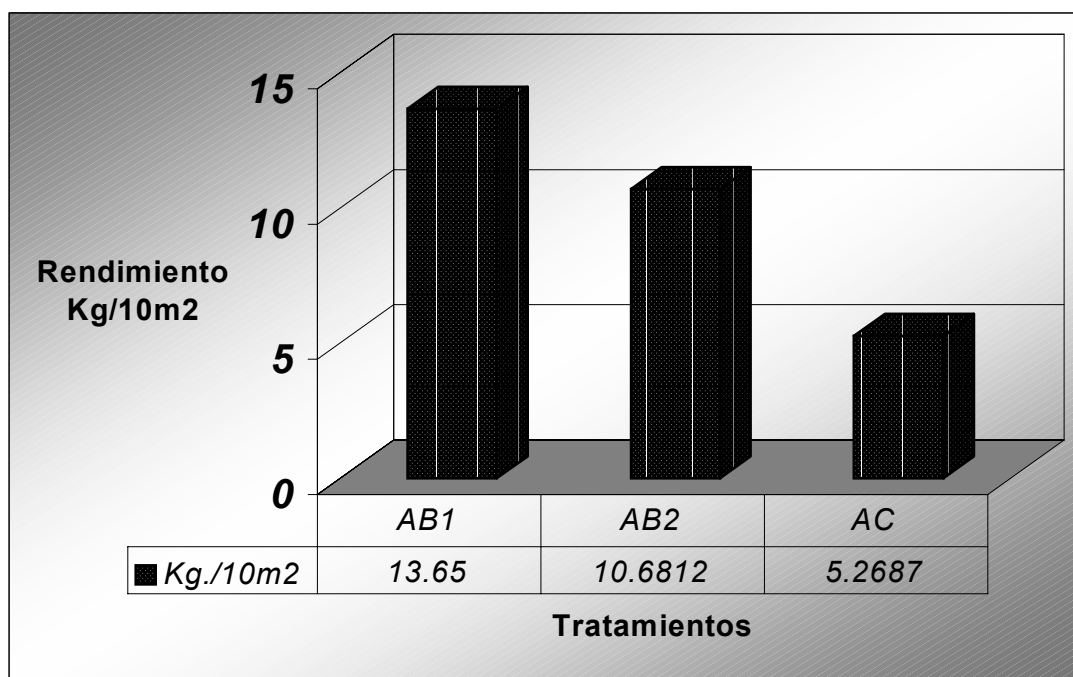


Fig. 1.1 Rendimiento promedio de los tratamientos. MEDIAS

Calidad Nutricional.

El análisis bromatológico consistió en veintiuna determinaciones organolépticas; las determinaciones energía calorífica, humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, y N₂ se realizaron con dos repeticiones; mientras que en los macro y microelementos se realizaron con una repetición. A los resultados

obtenidos con repetición se le calcularon las medias (Cuadros 27,28,29,30. Apéndice).

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente. En el ANVA se encontró que entre los tratamientos existe significancia estadística en la variable de respuesta nitrógeno y fibra cruda, mientras que en el zinc, energía calorífica, ceniza, grasa, proteína, extracto libre de nitrógeno y N₂ se encontró que estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. ANVA para las variables de respuesta que corresponden a la calidad nutricional en los tres tratamientos.

Variable de respuesta	Tratamiento o Fc	F tabla		Bloques	F tabla		C.V. %
		0.05	0.01		0.05	0.01	
Nitrógeno	5.5431 *	5.14	10.92	0.2265 ns	5.14	10.92	5.63
Fósforo	1.3916 ns	5.14	10.92	4.840 ns	5.14	10.92	4.90
Potasio	0.2460 ns	5.14	10.92	0.0434 ns	5.14	10.92	36.32
Calcio	0.4982 ns	5.14	10.92	0.3848 ns	5.14	10.92	46.60
Magnesio	0.2055 ns	5.14	10.92	0.4748 ns	5.14	10.92	73.59
Zinc	14.5073 **	5.14	10.92	4.1954 ns	5.14	10.92	6.68
Sodio	1.3632 ns	5.14	10.92	0.0529 ns	5.14	10.92	48.11
Fierro	1.0115 ns	5.14	10.92	1.0321 ns	5.14	10.92	37.50
Cobre	0.0657 ns	5.14	10.92	3.0585 ns	5.14	10.92	9.40
Manganesio	2.6549 ns	5.14	10.92	0.6265 ns	5.14	10.92	26.54
Energía	353115.0 **	5.14	10.92	2.0 ns	5.14	10.92	0.04
Calorífica							
Humedad	1.0 ns	5.14	10.92	1.0 ns	5.14	10.92	0.09
Ceniza	15.2791 **	5.14	10.92	0.7734 ns	5.14	10.92	2.91
Grasa	103.0419 **	5.14	10.92	1.5215 ns	5.14	10.92	1.19
Proteína	756.6842 **	5.14	10.92	18.7018 **	5.14	10.92	0.32
Fibra Cruda	6.2707 *	5.14	10.92	8.6466 *	5.14	10.92	0.55
Extracto	48.4343 **	5.14	10.92	2.0776 ns	5.14	10.92	1.36
libre de N							
N ² %	319.4872 **	5.14	10.92	6.9231 *	5.14	10.92	0.51

ns = no significativo

* = significativo

**** = altamente significativo**

A las variables Nitrógeno, zinc, energía calorífica, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y N₂ % cuyos resultados mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos se les sometió a la prueba de comparación de medias.

En Nitrógeno, el tratamiento Agricultura Convencional (AC) fue estadísticamente igual al tratamiento Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y ambos superiores al tratamiento Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Nitrógeno.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AC	3.460000	A
AB ₁	3.217500	A B
AB ₂	3.032500	B

Tukey = 0.3952

Al analizar la comparación de medias para la variable de respuesta fibra cruda, se encontró que la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) fue igual a la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁); y estas fueron estadísticamente superiores a la Agricultura Convencional (AC) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Fibra Cruda.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AB ₂	13.488750	A
AB ₁	13.405001	A B
AC	13.305000	B

Tukey= 0.1596

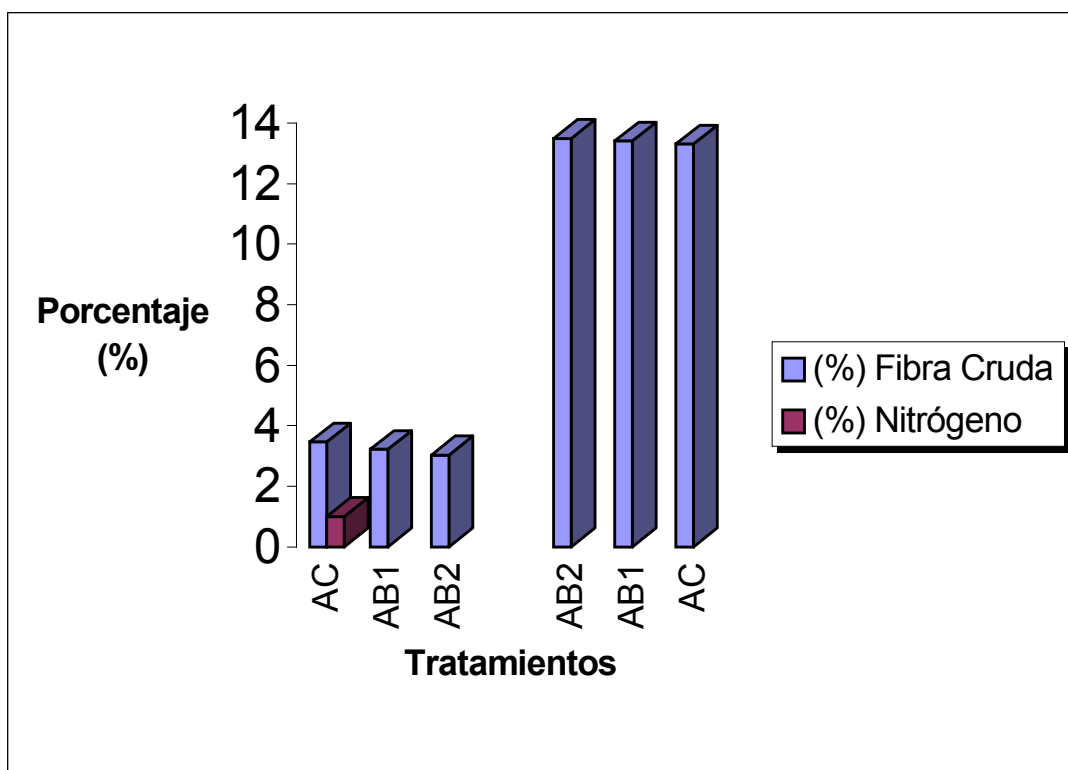


Fig. 1.2 Contenido de Nitrógeno y Fibra Cruda en la calabaza en cada tratamiento. MEDIAS

Para la variable de respuesta Zinc, la comparación de medias nos indicó que el tratamiento Agricultura Convencional (AC) fue igual al tratamiento Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y ambas fueron superiores al tratamiento Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta zinc.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AC	98.5000	A
AB ₁	87.7500	A B
AB ₂	76.2500	B

Tukey = 12.6788

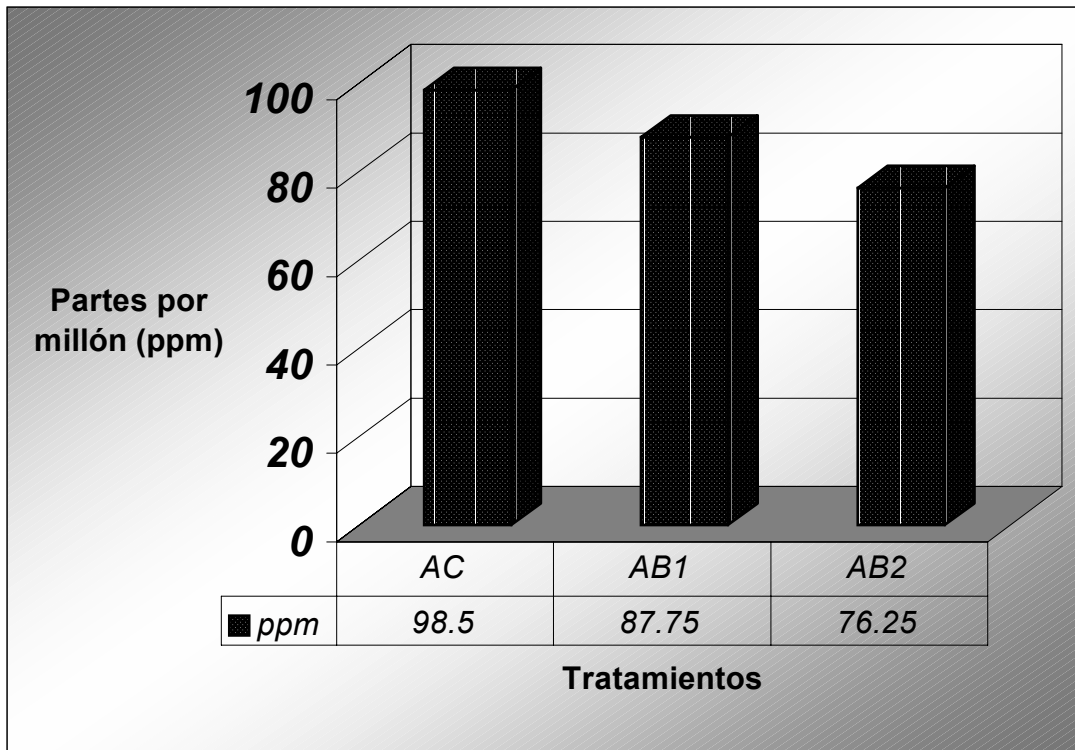


Fig. 1.3 Contenido de Zinc en la calabaza en cada tratamiento. MEDIAS

La prueba de comparación de medias nos indicó que estadísticamente el tratamiento Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) resultó mejor en cuanto a energía calorífica se refiere, ya que fue superior a los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y Agricultura Convencional (AC), mientras que el tratamiento Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) fue superior a la Agricultura Convencional (AC) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Energía Calorífica.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AB ₂	2399.527344	A
AB ₁	2157.500977	B
AC	1914.338013	C

Tukey = 1.7718

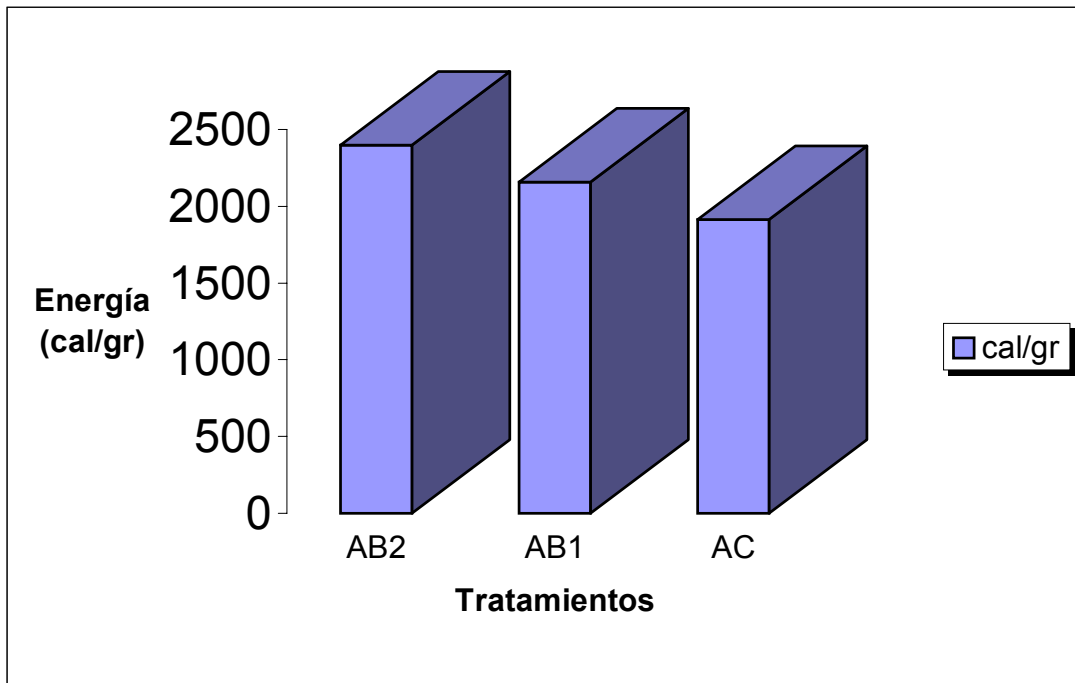


Fig. 1.4 Contenido de Energía Calorífica en la calabaza. MEDIAS.

Al realizar la comparación de medias se encontró que para la variable de respuesta ceniza la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) y la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) fueron iguales estadísticamente, pero superiores a la Agricultura Convencional (AC) (Cuadro 14.)

Cuadro 14. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Ceniza.

TRATAMIENTO	MEDIA	CLASIFICACION
S		
AB2	6.0875	A
AB1	5.81125	A
AC	5.4325	B

Tukey = 0.3651

La comparación de medias nos indicó que estadísticamente la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) fue el mejor tratamiento; ya que resultó superior a los demás tratamientos en cuanto a porcentaje de grasa se refiere, y que la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) fue mejor que la Agricultura Convencional (AC) (Cuadro 15.)

Cuadro 15. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Grasa.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACION
AB2	2.115000	A
AB1	2.043750	B
AC	1.877500	C

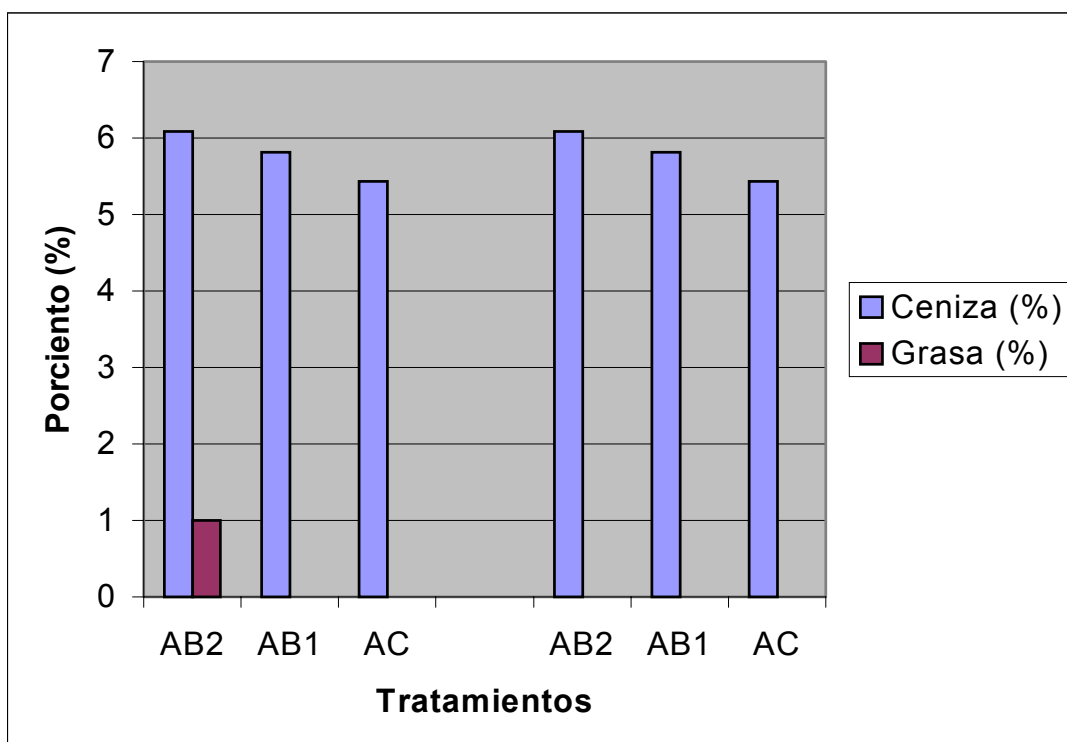


Fig. 1.5 Contenido de Ceniza y Grasa en la calabaza. MEDIAS.

En contenido de proteína, la comparación de medias indicó que la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) resultó mejor tratamiento ya que demostró ser superior a los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y Agricultura Convencional (AC), mientras que la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) fue superior a la Agricultura Convencional (AC) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Proteína.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACION
AB2	31.217501	A
AB1	29.466249	B
AC	28.615002	C

Tukey = 0.2090

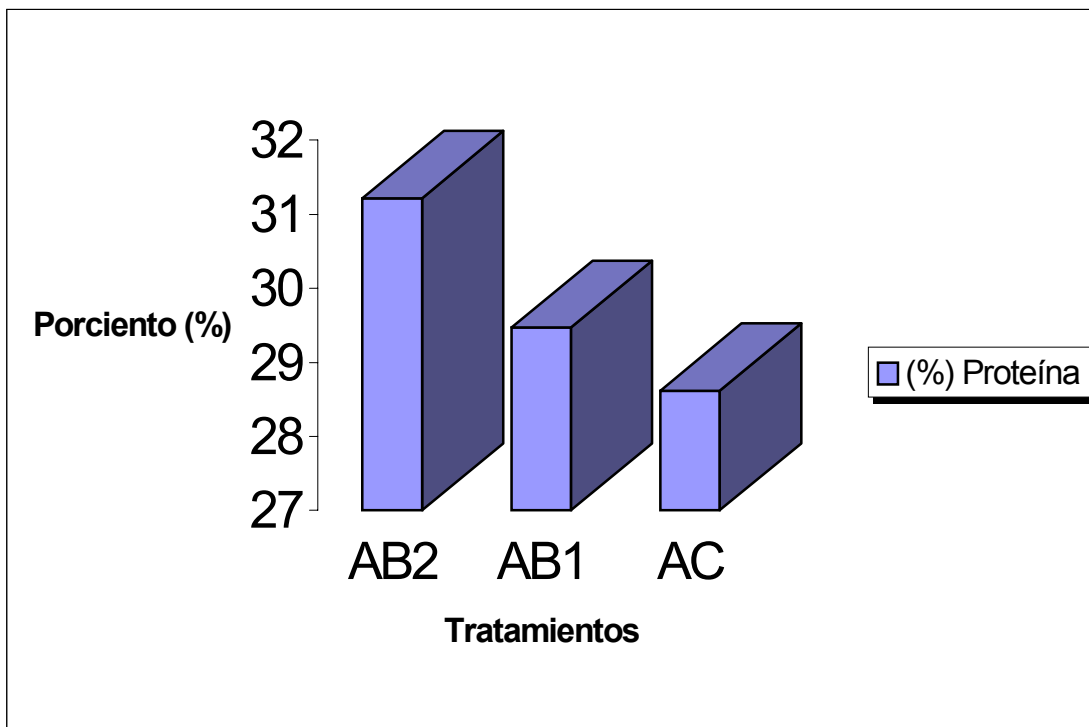


Fig. 1.6 Contenido de Proteína en la calabaza en cada tratamiento. MEDIAS.

La comparación de medias nos indicó que para la variable de respuesta extracto libre de nitrógeno, estadísticamente la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) resultó mejor tratamiento; ya que fue superior a los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y Agricultura Convencional (AC); así mismo la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) fue superior a la Agricultura Convencional (Cuadro 17.)

Cuadro 17. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta Extracto libre de Nitrógeno.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AB ₂	4.490000	A
AB ₁	4.712500	B
AC	4.560000	C

Tukey= 0.0529

Para N₂ la comparación de medias nos indicó que la Agricultura Convencional (AC) fue estadísticamente mejor tratamiento que la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) y que la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂); también que la Agricultura Biointensiva 1 (AB₁) resultó mejor tratamiento que la Agricultura Biointensiva 2 (AB₂) (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias por el método de Tukey al 95% de confiabilidad para los tres tratamientos en la variable de respuesta N₂ (%).

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN
AC	51.772503	A
AB ₁	49.318748	B
AB ₂	47.091251	C

Tukey= 1.4602

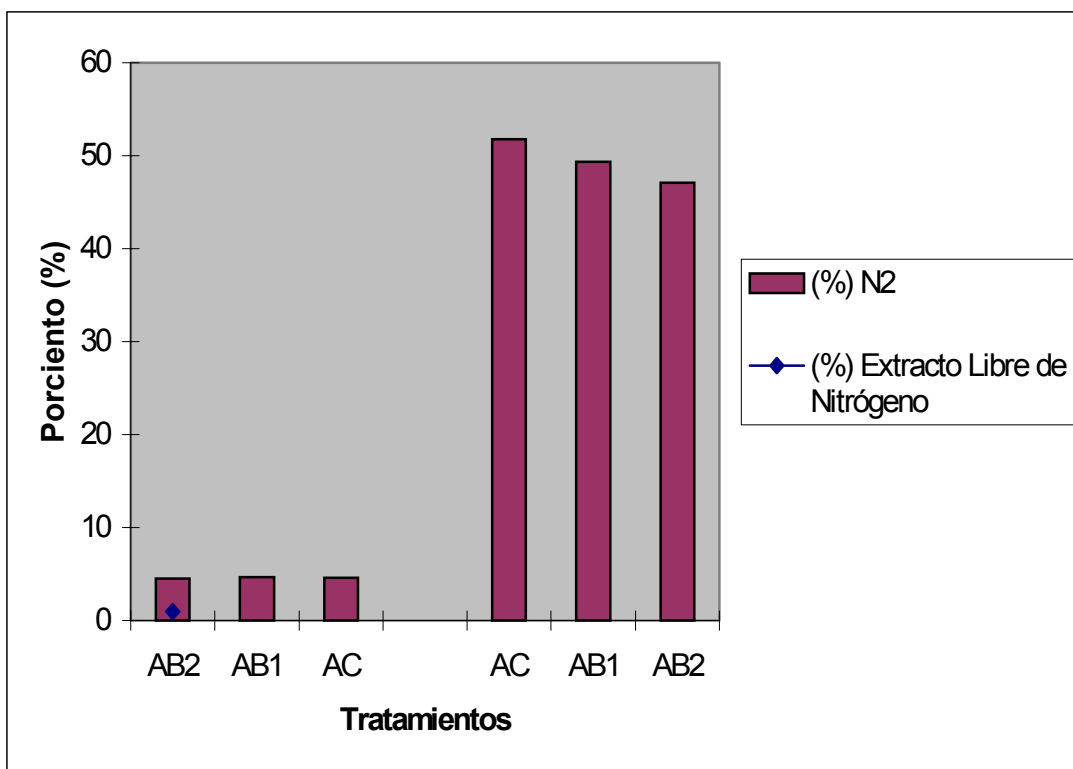


Fig. 1.7 Contenido de Extracto libre de Nitrógeno y N₂ en la calabaza. MEDIAS

Suelo.

En relación al suelo se analizó el contenido de Nitrógeno, Fósforo, y Materia Orgánica, en los cuales se utilizaron dos repeticiones por tratamiento. Las características mencionadas fueron consideradas al principio y al final del experimento (Cuadros 31,32. Apéndice).

Es importante mencionar que los análisis se realizaron tiempo después de haber tomado las muestras; para las determinaciones “antes” los análisis se realizaron a los 12 meses y para las determinaciones “después” estos se llevaron a cabo a los 9 meses.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente. El ANVA utilizado determinó que para las variables de respuesta nitrógeno, fósforo y materia orgánica no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en lo que respecta a las determinaciones “antes” y “después” de establecer el experimento (Cuadros 19 y 20).

Cuadro 19. ANVA para las variables de respuesta correspondientes al análisis de suelo “antes”.

Variable de respuesta	Tratamiento Fc	F tabla		Bloques	F tabla		C.V (%)
		0.05	0.01		0.05	0.01	
Nitrógeno	1.0833 ns	5.14	10.92	2.1878	5.14	10.92	5.16
Fósforo	1.0528 ns	5.14	10.92	4.4516	5.14	10.92	23.30
Materia Orgánica	1.4204 ns	5.14	10.92	2.1638	5.14	10.92	5.84

ns = no significativo

Cuadro 20. ANVA para las variables de respuesta correspondientes al análisis de suelo “después”.

Variable de respuesta	Tratamiento Fc	F tabla		Bloques	F tabla		C.V (%)
		0.05	0.01		0.05	0.01	
Nitrógeno	0.0512 ns	5.14	10.92	0.1356	5.14	10.92	5.16
Fósforo	1.1895 ns	5.14	10.92	1.227	5.14	10.92	23.30
Materia Orgánica	1.5015 ns	5.14	10.92	68.8037	5.14	10.92	5.84

ns = no significativo.

Para determinar como varió el suelo antes y después del experimento en cada tratamiento, a los resultados se le aplicó la Prueba de Homogeneidad de

Medias. El contenido de nitrógeno y fósforo estadísticamente fue el mismo antes y después del experimento en los tres tratamientos (Cuadros 21 y 22).

Cuadro 21. Prueba de homogenidad de medias para la variable Nitrógeno en el suelo, en cada tratamiento.

	AC Medias		AB ₁ Medias		A B ₂ Medias	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	0.205	0.205	0.190	0.21	0.205	0.23
	0.205	0.215	0.215	0.23	0.240	0.205
	0.21	0.215	0.205	0.205	0.205	0.215
	0.205	0.22	0.205	0.215	0.205	0.215
t	2.2156		-1.5070		-0.2462	
t-Student (0.05)	2.447		2.447		2.447	
Por lo tanto	Antes = después		Antes = después		Antes = después	

Cuadro 22. Prueba de homogenidad de medias para la variable Fósforo en el suelo, en cada tratamiento.

	AC Medias		AB ₁ Medias		A B ₂ Medias	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	0.5 ³	0.115 ³	0.50 ³	0.525 ³	0.51 ³	0.50 ³
	0.565 ³	0.51 ³	0.50 ³	0.525 ³	0.585 ³	0.51 ³
	0.525 ³	0.50 ³	0.55 ³	0.525 ³	0.505 ³	0.51 ³
	0.51 ³	0.525 ³	0.115 ³	0.525 ³	0.115 ³	0.525 ³
t	1.1214		-1.0756		-0.7761	
t-Student (0.05)	2.447		2.447		2.447	
Por lo tanto	Antes = después		Antes = después		Antes = después	

En lo que respecta al contenido de materia orgánica en el suelo, la agricultura convencional (AC) y la agricultura biointensiva 2 (AB₂) presentaron un comportamiento diferente antes y después del experimento, en ambos tratamientos la cantidad de materia orgánica disminuyó; lo relacionado a la agricultura convencional fue de 34.26% y en la agricultura biointensiva 2 (AB₂)

de 30%. Mientras que en contenido de materia orgánica en la agricultura biointensiva 1 (AB₁) estadísticamente fue igual antes y después (Cuadro 23).

Cuadro 23. Prueba de homogenidad de medias para la variable materia orgánica en el suelo, en cada tratamiento.

	AC Medias		AB ₁ Medias		A B ₂ Medias	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	4.465	2.06	3.74	2.325	3.835	2.295
	4.0	2.565	4.34	2.305	3.985	2.64
	3.945	2.26	3.74	2.595	4.62	2.44
	3.755	3.74	2.075	4.125	3.65	3.89
t	3.4202		0.9749		2.8634	
t-Student (0.05)	2.447		2.447		2.447	
Por lo tanto	Antes ≠ después		Antes = después		Antes ≠ después	

Análisis de Costos.

Para la determinación de los costos de producción del cultivo de la calabaza en las agriculturas Convencional y Biointensiva, solamente se calcularon los costos de los factores en que ambas agriculturas diferían.

En la variable materia prima se determinó el costo del fertilizante. Para el caso de la Agricultura Biointensiva se calculó el costo de los materiales utilizados para la elaboración de las compostas. Los cálculos se realizaron en base a 10 m² equivalente a una cama y se transformaron a una hectárea (Cuadro 24).

Cuadro 24. Costo del fertilizante aplicado en la agricultura convencional y agricultura biointensiva.

Agricultura	Costo Unitario \$	KG/10m ²	Costo/10m ²	Costo/Ha.
	Urea Triple 17	Urea Triple 17	\$	\$

Convencional	2.50	3.60	0.217	0.588	2.65	2,650
Biointensiva		0.85		60	51	51,000

Para la variable mano de obra se cuantificaron las horas hombre, número de jornales y costos por jornal de las diferentes actividades de las agriculturas. Se calculó el costo en 10m² y el equivalente en una hectárea (Cuadro 25).

Cuadro 25. Costo de la mano de obra en la agricultura convencional y agricultura biointensiva.

Agriculturas	Horas hombre /cama	Horas hombre/Ha	No. Jornales/Ha.	Costo \$/Jornal	Costo \$/Ha.
Convencional	2.38	2380	397	30	11,910
Biointensiva	12.15	12150	2025	30	60,750

En la investigación no hubo la necesidad de controlar plagas y enfermedades, ya que no existieron; solamente se presentó una población mínima del rayado de la calabaza () en las plantas cultivadas bajo el método biointensivo pero al no significar pérdidas, se controló manualmante.

Ruiz Figueroa (1996), afirma que la producción de un huerto cultivado con el método biointensivo es de 2 a 6 veces mayor que la agricultura convencional.

Por otro lado, Rangel (1997), obtuvo en promedio 75% más rendimiento en papa cultivada con agricultura convencional a diferencia de la agricultura alternativa (orgánica y biointensiva). También en investigaciones realizadas por Nasser J. (Brasil 1990, citado por Restrepo 1997), reporta que en el cultivo del tomate obtuvo un rendimiento superior con la agricultura convencional siendo de 75 ton/ha mientras que con la agricultura orgánica fue de 60 ton/ha; pero también reporta un rendimiento superior con la agricultura orgánica en el cultivo de la berenjena siendo de 98 ton/ha mientras que con la agricultura convencional fue de 60 ton/ha.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se observó un mejor desarrollo en las plantas de calabaza cultivadas bajo los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2; la germinación en ambos tratamientos fue a los cinco días después de la siembra, mientras que en la Agricultura Convencional la germinación comenzó a los ocho días después de la fecha de siembra. En la Agricultura Biointensiva 1 el porcentaje de germinación fue de 95.8% y en la Agricultura Biointensiva 2 de 92.70%; mientras que en la Agricultura Convencional el porcentaje de germinación fue de 70.83%. El inicio de floración de las plantas de la Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2 fue a los 38 días después de la fecha de siembra, y en la Agricultura Convencional la primer flor se presentó a los 46 días después de la de siembra. El inicio de la cosecha para los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2 fue a los 54 días después de la fecha de siembra y en la

Agricultura Convencional la cosecha inició a los 65 días es decir, 11 días después de los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2.

Lo anterior coincide con Restrepo (1997), quien afirma que la Agricultura Convencional presenta menos productividad por área cultivada y ciclos vegetativos más largos, debido al agotamiento de los recursos minerales y ausencia de microvida en el suelo.

Por el contrario Rangel (1997), reporta que la floración de la papa cultivada bajo el método convencional inició 8 días antes y termino 10 días después que la cultivada bajo métodos alternativos (biointensivo y orgánico).

La comparación de medias revela que entre los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2 no existen diferencias estadísticas en rendimiento, aunque sí se nota una clara diferencia numérica, ya que la Agricultura Biointensiva 1 tuvo un rendimiento del 27.79% más que la Agricultura Biointensiva 2. También la Agricultura Biointensiva 1 tuvo 3.1% más de germinación que la Agricultura Biointensiva 2.

También Rangel (1997), encontró 15% más rendimiento de papa, cultivada con agricultura biointensiva a diferencia de la agricultura convencional, y recomienda además aplicar el fertilizante (composta) con mayor tiempo a la siembra para mejores resultados.

Calidad Nutritiva.

Los resultados estadísticos indicaron que para el caso de nitrógeno y zinc existió cierta semejanza entre los tratamientos ya que estadísticamente la agricultura convencional fue igual a la agricultura biointensiva 1 y fueron a la vez superiores a la agricultura biointensiva 2. En contenido de fibra cruda, la agricultura biointensiva 2 fue igual a la agricultura biointensiva 1 y ambas superiores a la Agricultura Convencional. Para las variables de respuesta energía calorífica, grasa, proteína y extracto libre de nitrógeno la agricultura biointensiva 2 fue el mejor tratamiento; ya que fue superior a la agricultura biointensiva 1 y a la agricultura convencional, así mismo la agricultura biointensiva 1 fue mejor que la agricultura convencional. En la determinación ceniza la agricultura biointensiva 1 y agricultura biointensiva 2 fueron estadísticamente iguales pero superiores a la agricultura convencional. En cuanto a porcentaje de n_2 , la agricultura convencional resultó ser mejor tratamiento que la agricultura biointensiva 2 y que la agricultura biointensiva 1, mientras que la agricultura biointensiva 2 fue mejor tratamiento que la agricultura biointensiva 1.

Mora (1993), señala que el principal beneficio de las hortalizas orgánicas está en su alta calidad nutritiva. La revista New Scientist (citada por Organic Agriculture No.6 1997), reporta estudios demostrando niveles elevados de calcio, hierro, proteína, Vitamina C, y potasio en los alimentos orgánicos.

Lo anterior coincide con los resultados de la investigación; en el caso de proteína la Agricultura Biointensiva 2 obtuvo 9.09% más proteína que la Agricultura Convencional. En calcio y potasio no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos pero sí numéricas; en potasio, la Agricultura Biointensiva 2 resultó

19.81% superior a la Agricultura Convencional. En contenido de calcio la Agricultura Biointensiva 1 obtuvo 9.84% más que la Agricultura Convencional pero ésta (AC) obtuvo 26.80% más calcio que la Agricultura Biointensiva 2.

Los resultados de la investigación difieren en parte con lo reportado por el CRIE (1999), donde se afirma que se ha comprobado variaciones en el contenido de principios nutritivos. Los productos de la Agricultura [Alternativa] orgánica contienen un 13% más potasio, un 56% más calcio, el 49% más magnesio, el 209% más de hierro y el 12% más de aminoácidos.

En la investigación, estadísticamente no existieron diferencias entre los tratamientos para la variable de respuesta humedad, sin embargo, numéricamente sí ya que la Agricultura Convencional contiene 0.06% más agua que la Agricultura Biointensiva 2 y 0.07% más agua que la Agricultura Biointensiva 1. Esto se debe como lo explica el CRIE (1999), a que el contenido en agua de los alimentos frescos aumenta de forma importante con el empleo de abonos químicos; especialmente de los nitrogenados, en un porcentaje que puede variar entre el 5 y el 30%. Un aumento del 15%, implica que cada siete kilogramos de fruta u hortalizas producida con métodos químicos contienen un kilogramo de agua más que los producidos ecológicamente.

También la revista No. 6 Organic Agriculture (1997) menciona que las frutas y verduras cultivadas con fertilizantes artificiales tienen menor valor alimentario por peso que las orgánicas, debido a que los fertilizantes químicos estimulan una mayor

absorción de agua en la planta. El exceso de agua lo pagamos a precio de las frutas u hortalizas compradas. Patterson (citado por Mora 1993) afirma que las menores pérdidas postcosecha de hortalizas producidas bajo Agricultura Orgánica son atribuidas a inferiores contenidos de agua en diferentes especies de hortalizas.

En la comparación de medias, la Agricultura Biointensiva 2 resultó ser mejor tratamiento que la Agricultura Biointensiva 1 en las variables de respuesta: energía calorífica, grasa, proteína y extracto libre de nitrógeno. En ceniza, zinc y fibra cruda, ambos tratamientos resultaron ser iguales, mientras que en porcentaje de N₂ la Agricultura Biointensiva 1 fue mejor tratamiento que la Agricultura Biointensiva 2.

Suelo

El análisis estadístico de las variables del suelo analizadas, el ANVA respectivo mostró que para la variable de respuesta nitrógeno, fósforo y materia orgánica no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos antes y después de establecer el experimento. Estos resultados definitivamente no son lógicos, probablemente se deban principalmente a que los análisis se realizaron tiempo después de haber tomado las muestras; para la determinación “antes” los análisis se realizaron 12 meses después y para la determinación “después” pasaron 9 meses después de haber tomado las muestras.

Para determinar las características de un suelo y obtener resultados confiables los análisis deben realizarse con muestras lo más frescas posibles, generalmente se recomienda realizar las determinaciones hasta antes de un mes de haber obtenido

las muestras, ya que la actividad biológica del suelo continúa y por las condiciones (luz, temperatura, etc) en que se encuentran, las características físicas y químicas se modifican.

Al analizar los resultados de la homogeneidad de medias se encontró que en contenido de nitrógeno y fósforo, los tratamientos permanecieron sin diferencias significativas antes y después de la investigación. Estos resultados difieren en parte con lo reportado por Rangel (1997), quien encontró un aumento promedio de 0.0166% en el contenido de nitrógeno en suelo trabajado con agricultura [alternativa] orgánica.

En la presente investigación, la cantidad de materia orgánica en el suelo disminuyó en los tratamientos, agricultura convencional y agricultura biointensiva 2 en un porcentaje de 34.26% y 30%, respectivamente. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Rangel (1997), quien encontró que el porcentaje de materia orgánica es igual en suelos trabajados con agricultura convencional y agricultura alternativa. Por otra parte Restrepo (1997), afirma que los suelos trabajados con agricultura alternativa aumentan en el contenido de materia orgánica y se transforman con el tiempo, en suelos autónomos con reservas nutricionales.

En la investigación, a diferencia de la agricultura convencional y agricultura biointensiva 2, en el suelo trabajado con la agricultura biointensiva 1 no se encontraron diferencias antes y después del experimento, por lo que el contenido de

materia orgánica se mantuvo. Shogo et al (1991 citado por Mora 1993), afirman que la agricultura alternativa mantiene y mejora la fertilidad del suelo.

Costos de Producción

La Agricultura Biointensiva en la variable materia prima (costo del fertilizante) resultó ser cuantitativamente más “costosa” que la Agricultura Convencional por diferentes razones:

Únicamente se tomó en cuenta el factor dinero, sin contar con las externalidades, es decir, no se incluye la destrucción de las propias condiciones de la producción. Altieri (1987, citado por CLADES-FAO 1992) reporta que los costos ambientales y sociales asociados con el uso de pesticidas en los Estados Unidos alcanzan unos 850 millones de dólares anuales.

También Rangel (1997) en el cultivo de la papa, encontró costos de producción más altos con la agricultura biointensiva a diferencia de la convencional debido entre otras variables a las altas dosis de composta aplicada.

La propuesta inicial de la Agricultura Alternativa (biointensiva), es que la producción se base en el uso de recursos locales y tecnologías agroecológicas adaptadas a las condiciones socioeconómicas. En la investigación los materiales utilizados para la elaboración de las compostas fueron comprados, también se utilizaron materiales con costos elevados como la alfalfa. Esto puede sustituirse por materiales existentes

en el rancho así como residuos de cosecha y de cocina debidamente composteados lo que nos permite reducir los costos de producción.

Aún comprando los materiales para la elaboración de las compostas, el kilogramo de fertilizantes químicos como la Urea y Triple 17 fueron más caros que el kilogramo de composta. Aquí lo que elevó el costo fue la cantidad aplicada, ya que en la Agricultura Convencional se aplicó un total de $0.805 \text{ Kg}/10\text{m}^2$ y en la Agricultura Biointensiva la cantidad de fertilizante fue de $60 \text{ Kg}/10\text{m}^2$. Si se cuantificara el daño que la Agricultura Convencional hace al suelo como **e.g.** erosión, salinización, pérdida de la fertilidad, etc. Contrario a lo que ofrece la Agricultura Alternativa: suelos biológicamente activados con la presencia de macro y micro vidas; y como consecuencia un incremento en la bioestructura de los mismos, la Agricultura Convencional no resulta rentable como aparentemente es, ya que esta no considera las condiciones del tiempo y del espacio; mientras que la Agricultura Alternativa es una inversión para el futuro, pues con la utilización óptima de los recursos renovables se procura un desarrollo sostenible.

Gómez T. (1997) menciona que generalmente los insumos utilizados en el cultivo de las hortalizas orgánicas en nuestro país, tales como harinas de hueso, de sangre, algas marinas y composta para la fertilización, así como la mayoría de los productos empleados para el control de plagas y enfermedades, son importados, aumentando con ello los costos de producción. Por otro lado, el NRC (1989) afirma que los sistemas alternativos pueden reducir los costos de producción y ser aún más rentables que los convencionales.

En la variable mano de obra, la agricultura biointensiva registró costos muy elevados comparados con la agricultura convencional, ya que requiere de aproximadamente 2,025 jornales por hectárea, mientras que en la agricultura convencional se calcula 397 jornales por hectárea. En términos monetarios esto significa que con la agricultura biointensiva se tiene 410% más costos en cuanto a la mano de obra se refiere, pero también significaría la generación de 1628 empleos más que la agricultura convencional.

Lo anterior es una tendencia natural en la agricultura alternativa (biointensiva) ya que depende en su mayoría del uso de la energía biológica, por lo que es considerada como una fuente de empleo constante en el medio rural, que diversifica y fomenta la mano de obra en el campo, eliminando el éxodo; contrario a la agricultura convencional (Restrepo R.J 1997) que permite que los campesinos sean despojados de sus tierras para ser transformados en mano de obra ambulante e inestable.

Además de los costos de producción es importante realizar una comparación en las utilidades. La agricultura biointensiva en promedio tuvo aproximadamente un rendimiento superior de 131% respecto a la agricultura convencional. Coscia (1993), menciona que normalmente los alimentos producidos por la agricultura alternativa reciben un sobre precio que oscila entre el 20 y 40%.

Según Organic Food News (1997, citado por Polan lacki 1999), no existe en el mundo ningún otro sector del mercado de alimentos que crezca a una tasa anual del

20 al 30%; llegando al 50% en algunos países de Europa, tal como lo esta haciendo el sector de alimentos ecológicos. Gómez A. (1997), concluye: la agricultura alternativa se está transformando cada vez más en una alternativa viable, debido al sobreprecio que obtienen por estos productos y a que existe una demanda no satisfecha, la cual se estima que seguirá creciendo en los últimos años.

CONCLUSIONES.

1. Con la Agricultura Biointensiva se obtienen mayores rendimientos en el cultivo de la calabaza (Cucurbita pepo L.) Var Zucchini gray en comparación con la Agricultura Convencional.

Los tratamientos Agricultura Biointensiva 1 y Agricultura Biointensiva 2 fueron estadísticamente iguales en cuanto a rendimiento.

2. El contenido de nitrógeno y zinc fue estadísticamente igual en la agricultura convencional, y agricultura biointensiva 1. La cantidad de fibra cruda en la calabaza fue la misma en la agricultura biointensiva 1 y agricultura biointensiva 2. La agricultura biointensiva 2 presentó el mayor contenido de grasa, proteína, energía

calorífica y extracto libre de nitrógeno; la agricultura biointensiva 1 se mostró en segundo lugar, y finalmente la agricultura convencional. En las calabazas cultivadas bajo el método convencional se encontró el mayor contenido de N_2 y a continuación se colocó la agricultura biointensiva 2.

Al comparar los tratamientos agricultura biointensiva 1 y agricultura biointensiva 2 se concluye que las calabazas cultivadas bajo la agricultura biointensiva 2 presentaron mejor calidad nutritiva en cuanto al contenido de proteína, grasa, energía calorífica y extracto libre de nitrógeno, que las cultivadas bajo las condiciones de la agricultura biointensiva 1. El contenido de ceniza, zinc y fibra cruda fue igual en ambos tratamientos; mientras que en nitrógeno total la agricultura biointensiva 1 se colocó por encima de la agricultura biointensiva 2.

Para las variables de respuesta fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, fierro, cobre, manganeso y humedad no existieron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos; por lo que se concluye que las calabazas cultivadas con la agricultura biointensiva 1 y agricultura biointensiva 2 tienen para las variables mencionadas igual valor nutritivo que las convencionales.

3. Para las variables de respuesta, correspondientes al suelo, no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica antes y después de establecer el experimento; probablemente el contenido de las variables mencionadas pudieron haber sufrido alguna alteración debido a que los análisis se realizaron tiempo después de haber tomado las muestras; para la determinación “antes” los análisis se realizaron 12 meses después

y para la determinación “después” pasaron 9 meses después de haber tomado las muestras.

4. La agricultura biointensiva económicamente resultó más costosa que la agricultura convencional, debido principalmente a las horas-hombre que requiere y a la cantidad de composta aplicada; sin embargo, su importancia radica en la generación de fuentes de trabajo y de productos de bajo riesgo para el hombre y con alto valor nutritivo. Falto cuantificar además, los costos ambientales, sociales y culturales que ambas agriculturas podrían ocasionar.

Coscia, A.A. 1993. Agricultura Sostenible. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.

CRIE. 1999. Agricultura Ecológica. Que tu alimento sea tu medicina y tu medicina tu alimento. Centro Rural de Información Europea.
<http://criecv.fis.uji.es/crie/agric/pagina1.htm>

De la Agricultura Alternativa a la Industria Alimentaria. 1999. Necesidad de Cambios.
<http://www.jrc.es/iptsreport/vol20/spanish/FOO3S206.htm>

Flores, G.A 1998. Datos climatológicos para la zona de influencia de la UAAAN, agosto – octubre, 1998. Depto. de Agrometeorología. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

García, T. R. 1995. Agricultura Orgánica. II Curso Internacional. Conferencias. La Habana, Cuba.

Granados, S.D. L.R. Florencia. 1996. Agroecología. U.A.CH. Estado de México.

Gómez A.G. Honty. 1997. Agricultura Sustentable: Ajuste Tecnológico o Nuevo Paradigma. Centro de Estudios Uruguayo de Tecnologías Apropriadas. Santiago de Chile 1183. Montevideo – Uruguay.
<http://www.fp.chasque.ape.org:8081/ceuta/documentos/agric.htm>

Gómez, T.L., M.A. Gómez. 1997. Hortalizas Orgánicas en México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. U.A.CH. Estado de México.

Jeavons, J. 1991. Cultivo Biointensivo de Alimentos. Ecolgy Action. Willits California. E.U.A.

Jeavons, J. 1994. Sustainable Biointensive Minifarming and Conventional Organic Framing Conipared. Ecology Action. Willits, California. U.S.A.

Medio Ambiente. Enero - Septiembre. 1997. Boletín Metereológico sur. Año 4 No. 11. Enero – Septiembre. UNAM.
[URL:bachiller.dgsca.unam.mx/ems/art5-11.htm](http://bachiller.dgsca.unam.mx/ems/art5-11.htm)

Medio Ambiente Y Recursos Naturales. 1997. Temas de actualidad No. especial, nov. 1997. Copyright © Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
<http://www.congreso.cl/biblioteca/estudios/aorgani.htm>

Mendoza, J.M. 1983. Diagnostico Climatológico para la zona de influencia de la UAAAN. Depto. De Agrometereología. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Mora, F. 1993. Algunas Consideraciones Para La Producción Orgánica De Hortalizas. XXXIX Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala. América Central.

Organic Agriculture. 1996. Selincourt, Kate de. Intensifying Agriculture: The Organic Way. The Ecologist. (Dorset, Reino Unido) No.6, November-December,1996.
<http://www.congreso.cl/biblioteca/estudios/aorgani.htm>

Polan Lacki. 1999. Buscando Soluciones Para la Crisis del Agro. Oficial Regional en Educación y Extensiones Agrícolas.
<http://www.soc.titech.ac.jp/~cm/spanish/lacki/lacki.html>

Publications Cuba. 1999. Publications of the Permaculture proyect in Cuba. La Habana Cuba.
<http://www.peg.apc.org.aul.adamt/cuba/publicat/publicat.ntm>

Rangel, B.J.J. 1997. Efecto en el Rendimiento, Calidad Nutricional, 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 Biointensiva y Agricultura Orgánica. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

Restrepo, R.J. 1997. Curso taller: Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma de Palmira. Cali, Brasil.

Rodale's Successful Organic Gardening. 1994. Controlling Pest and Diseases. Text by Michalak, P. Rodale Press. Emmaus, Pennsylvania.

Ruiz Figueroa, J. 1991. Agricultura Biointensiva Sostenible en el Minifundio Mexicano. U.A.CH. Estado de México.

1996. Agricultura Orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. U.A.CH. Estado de México.

Sebastián, H.F. 1997. Alternativas para el Desarrollo de la Agricultura en el Municipio de Tamazunchale, S.L.P. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila.

Trapaga Y.,F. Torres. 1994. El Mercado Internacional de la Agricultura Orgánica. UNAM México D.F.

Cuadro 26. Resultados de rendimiento de la calabaza Var. Zucchini gray en los tres tratamientos.

Muestra Cama/ Tratamiento/ Bloque	Rendimiento Kg./10 m ²
1/ AC/ I	3.925
5/ AC/ II	7.15
9/ AC/ III	6.7
10/ AC/ IV	3.3
2/ AB ₁ / I	13.25
4/ AB ₁ / II	11.475
8/ AB ₁ / III	13.5
12/ AB ₁ / IV	16.375
3/ AB ₂ / I	10.57
6/ AB ₂ / III	7.875
7/ AB ₂ / III	11.4
11/ AB ₂ / III	12.88

AC= Agricultura Convencional

AB₁= Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta 32 días antes de la fecha de siembra.

AB₂= Agricultura Biointensiva con incorporación de la composta al momento de la siembra.

Cuadro 27. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

Cama/Trata miento	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
1/AC	3.49	.254	9.25	4.24	.36	.138
5/AC	3.37	.266	12.0	4.48	.46	.057
9/AC	3.56	.271	8.46	3.55	.30	.075
10/AC	3.42	.271	5.01	2.16	.08	.140
2/AB ₁	2.98	.282	11.22	4.09	.62	.033
4/AB ₁	3.20	.250	4.43	1.88	.03	.095
8/AB ₁	3.27	.294	7.48	3.10	.15	.075
12/AB ₁	3.42	.296	11.19	6.78	.48	.060
3/AB ₂	3.05	.260	7.91	2.19	.22	.075
6/AB ₂	3.27	.236	9.17	1.95	.13	.060
7/AB ₂	2.83	.294	11.71	3.62	.30	.081
11/AB ₂	2.98	.286	11.40	3.62	.27	.040

Cuadro 28. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: Zinc, Fierro, Manganeso y Cobre.

Cama/Tratamiento	ZN PPM	Fe ppp	Mn ppm	Cu ppm
1/AC	100	148	16	22
5/AC	96	194	21	21
9/AC	90	75	20	17
10/AC	108	123	28	22
2/AB ₁	103	109	23	22
4/AB ₁	85	60	13	21
8/AB ₁	77	118	11	18
12/AB ₁	86	99	18	22
3/AB ₂	85	159	15	18
6/AB ₂	74	97	14	25
7/AB ₂	72	46	14	19
11/AB ₂	74	104	13	22

Cuadro 29. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: Energía calorífica, humedad, ceniza y grasa.

Cama/Tratamiento	Energía Calorífica Cal/Gr.	Humedad %	Ceniza %	Grasa %
1/AC	1915.013	96.29	5.48	1.84
5/AC	1914.043	96.25	5.41	1.895
9/AC	1914.023	96.22	5.41	1.92
10/AC	1914.273	96.49	5.43	1.855
2/AB ₁	2156.707	96.14	5.395	2.04
4/AB ₁	2157.814	96.36	3.935	2.01
8/AB ₁	2157.839	96.22	5.945	2.065
12/AB ₁	2157.644	96.25	5.97	2.06
3/AB ₂	2399.595	96.25	6.075	2.115
6/AB ₂	2399.335	96.25	6.08	2.105
7/AB ₂	2399.825	96.25	6.09	2.125
11/AB ₂	2399.355	96.25	6.105	2.115

Cuadro 30. Resultados del análisis bromatológico (calidad nutricional) de la calabaza Var. Zucchini gray para las variables: Proteína, Fibra cruda, N₂, Extracto libre de Nitrógeno.

Cama/Tratamiento	Proteína %	Fibra Cruda %	N2 %	% Extracto libre de N.
1/AC	28.335	13.56	53.575	4.53
5/AC	28.65	13.115	50.93	4.58
9/AC	28.83	13.215	51.705	4.605
10/AC	28.645	13.33	50.88	4.525
2/AB ₁	29.235	13.585	49.745	4.675
4/AB ₁	29.235	13.29	49.53	4.675
8/AB ₁	29.855	13.36	48.775	4.775
12/AB ₁	29.54	13.385	49.225	4.725
3/AB ₂	30.925	13.545	47.34	4.945
6/AB ₂	31.105	13.385	47.325	4.975
7/AB ₂	31.51	13.515	46.76	5.035
11/AB ₂	31.33	13.51	46.94	5.005

Cuadro 31. Resultados del análisis de suelo para las variables: Materia orgánica y Carbono Orgánico, antes y después de establecido el experimento.

Cama/Tratamiento	M.O (%) (Antes)	% M.O (Después)	Carbono Orgánico (%) (Antes)	Carbono Orgánico (%) (Después)
1/AC	4.465	2.06	2.305	2.06
5/AC	4.0	2.565	2.33	2.565
9/AC	3.945	2.26	2.29	2.26
10/AC	3.755	3.74	2.18	2.17
2/AB ₁	3.74	2.325	2.17	2.325
4/AB ₁	4.34	2.305	2.52	2.305
8/AB ₁	3.74	2.595	2.17	2.595
12/AB ₁	2.075	4.125	2.075	2.425
3/AB ₂	3.835	2.295	2.225	2.295
6/AB ₂	3.985	2.64	2.315	2.64
7/AB ₂	4.62	2.44	2.685	2.445
11/AB ₂	3.65	3.89	2.13	2.26

Cuadro 32. Resultados del análisis de suelo para las variables: Fósforo y textura, antes y después de establecido el experimento.

Cama/tratamiento	P (antes)	P (después)	Nitrógeno (antes)	Nitrógeno (después)
1/AC	0.00050	0.000115	0.205	0.205
5/AC	0.000565	0.00051	0.205	0.215
9/AC	0.000525	0.00050	0.21	0.215
10/AC	0.00051	0.000525	0.205	0.22
2/AB ₁	0.00050	0.000525	0.190	0.21
4/AB ₁	0.00050	0.000525	0.215	0.23
8/AB ₁	0.00055	0.000525	0.205	0.205
12/AB ₁	0.000115	0.000525	.0250	0.215
3/AB ₂	0.00051	0.00050	0.205	0.23
6/AB ₂	0.000585	0.00051	0.240	0.205
7/AB ₂	0.000505	0.00051	0.205	0.215
11/AB ₂	0.000115	0.000525	0.205	0.215

Cuadro 33. Resultados del análisis de suelo para la variable Textura.

Cama/Tratamiento	Textura (Arena%, Arcilla%, Limo%) Clasificación.	
	Antes	Después
1/AC	(42.72;10.64;46.64) Franco	(45.52;10.24;44.24) Migajón Limoso
2/AB ₁	(50.72;10.64;38.64) Franco	(45.52;11.24;43.24) Migajón Limoso
3/AB ₂	(54.72;10.64;34.64) Franco	(41.52;10.24;48.24) Migajón Limoso
4/AB ₁	(50.72;11.64;37.64) Franco	(41.52;10.24;48.24) Migajón Limoso
5/AC	(50.72;11.64;37.64) Franco	(41.52;11.24;47.24) Migajón Limoso
6/AB ₂	(39.52;10.24;50.24) Migajón Limoso	(41.52;11.24;47.24) Migajón Limoso
7/AB ₂	(63.52;9.24;27.24) Migajón Arenoso	(47.52;11.24;41.24) Migajón Limoso
8/AB ₁	(41.68;11.16;47.16) Migajón Limoso	(39.52;11.24;49.24) Migajón Limoso
9/AC	(42.32;;10.84;46.84) Migajón Limoso	(41.52;11.24;47.24) Migajón Limoso
10/AC	(41.52;11.24;47.24) Migajón Limoso	(38.72;12.64;48.64) Migajón Limoso
11/AB ₂	(41.52;13.24;45.24) Migajón Limoso	(43.92;11.04;45.04) Migajón Limoso
12/AB ₁	(41.52;13.24;45.24) Migajón Limoso	(43.92;10.04;46.04) Migajón Limoso

