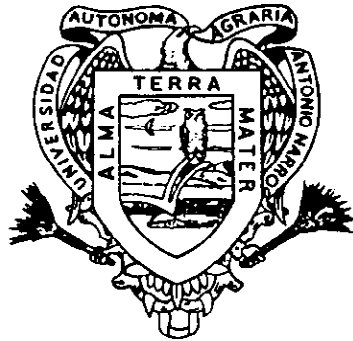


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO".**

DIVISION DE AGRONOMIA.



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.

POR:

JUAN JESÚS RANGEL BEDIA.

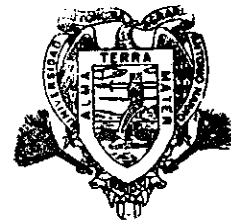
TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA.

**Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA , SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.
NOVIEMBRE DE 1997.**



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO".

DIVISION DE AGRONOMIA.

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO.

Efecto en el rendimiento, calidad nutricional, impacto sobre el suelo, y costos de producción, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var.

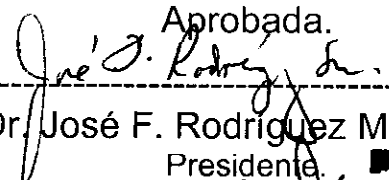
Moserrat, bajo tres sistemas de producción agrícola: Agricultura Convencional, Agricultura Biointensiva y Agricultura Orgánica.

Por : Juan Jesús Rangel Bedia.

TESIS.

Presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

Aprobada.



Dr. José F. Rodríguez Martínez.
Presidente

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



M.C. Mariano Flores Dávila
Coordinador de la División de Agronomía



División de Agronomía
Coordinación

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO".**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO.**

**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.**

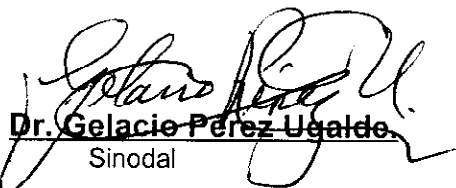
**Por:
Juan Jesús Rangel Bedia.**

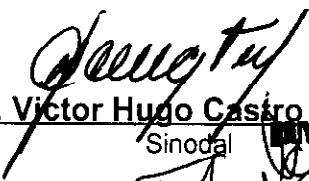
Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

APROBADA.

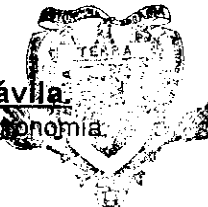

Dr. José F. Rodríguez Martínez.
Presidente del H. Jurado


M.C. María E. García Hernández
Sinodal


Dr. Gelacio Pérez Ugalde.
Sinodal


M.C. Víctor Hugo Castro Tavares
Sinodal


M.C. Mariano Flores Dávila.
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ~~11 de~~ **11 de** noviembre, 1991
Coordinación

INDICE GENERAL.

	Página
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Agricultura Orgánica.....	5
Algunos principios de la agricultura orgánica.....	6
Métodos y técnicas de la agricultura orgánica.....	7
Manejo del suelo.....	7
Rotación y asociación de cultivos.....	17
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	17
Manejo de enfermedades.....	18
Manejo de malezas.....	20
Manejo de Plagas (Insectos).....	21
Inicio de la producción orgánica en México.....	22
Costos de producción de Agricultura Orgánica en México.....	23
Los costos: Agricultura Orgánica vs. Agricultura Convencional.	24
Agricultura Biointensiva.....	26
Características y Principios del Método Biointensivo.....	26
La doble excavación.....	27
El uso de composta.....	28

	Página
La siembra cercana.....	29
Plantas Compañeras o asociadas.....	30
Integración de los principios.....	30
Plagas y Enfermedades.....	31
La Composta.....	33
Comparación entre Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensiva.	36
El cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	39
Generalidades.....	39
Origen e Historia.....	39
Clasificación taxonómica	40
Características botánicas.....	40
Fisiología.....	41
Planificación del cultivo.....	42
Requerimientos de clima.....	42
Requerimientos de humedad.....	43
Requerimientos de suelos y fertilización.....	43
Densidad, profundidad y época de siembra.....	44
Manejo del cultivo.....	45
Escarda.....	45
Aporque.....	45
Control de malezas.....	46
Control de plagas y enfermedades.....	46
Plagas.....	47
Insectos.....	47
Nemátodos.....	49
Enfermedades.....	50

	Página
Virus.....	50
Micoplasma.....	51
Hongos.....	51
Bacterias.....	53
Valor Nutricional.....	55
Cosecha.....	57
MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
Localización del experimento.....	58
Características climatológicas.....	58
Descripción de la variedad de papa, Monserrat.....	59
Elaboración de compostas.....	59
Preparación del terreno.....	62
Manejo del cultivo de acuerdo a cada agricultura.....	63
Fertilización.....	63
Siembra.....	64
Escardas y Aporques.....	65
Riegos.....	65
Control de malezas.....	66
Control de plagas y enfermedades.....	66
Cosecha.....	67
Parámetros a evaluar.....	68
Diseño experimental.....	70
RESULTADOS.....	72
Rendimiento.....	72
Análisis bromatológico (Calidad nutricional).....	74
Análisis del suelo.....	80
Análisis de costos de producción.....	87

	Página
DISCUSIÓN	91
Rendimiento.....	91
Calidad Nutricional.....	92
Suelo.....	97
Costos de producción.....	101
CONCLUSIÓN	104
Recomendaciones.....	106
LITERATURA CITADA	108
APÉNDICE	116

INDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro A. Enfermedades del cultivo de la papa, nombre científico, control químico y dosis.....	50
Cuadro B. Plagas del cultivo de la papa, nombre científico, control químico y dosis.....	54
Cuadro C. Contenido nutricional del tubérculo de la papa en 100 gramos de muestra.....	55
Cuadro 1. Condiciones climatológicas Marzo-Julio de 1997.....	59
Cuadro 2. Características de la variedad de papa, Monserrat.....	59
Cuadro 3. Materiales utilizados para la elaboración de compostas en la investigación.....	60
Cuadro 4. Composición química de las compostas.....	61
Cuadro 5. Riegos aplicados y precipitación ocurrida durante el desarrollo del cultivo.....	65
Cuadro 6. Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades en la agricultura convencional, dosis y fechas de aplicación durante la investigación.....	66
Cuadro 7. Métodos de control utilizados para el control de malezas, plagas y enfermedades en la agricultura biointensiva y orgánica durante la investigación.....	67
Cuadro 8. Métodos utilizados para el análisis de calidad nutricional en papa.....	68
Cuadro 9. Métodos utilizados para el análisis de suelo.....	69
Cuadro 10. F calculada, F tabla y significancia para la variable de respuesta rendimiento para cada sistema de producción.....	72

	Página
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias por el método DMS, al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta rendimiento.....	73
Cuadro 12. F calculada, F tabla y significancia para las variables de respuesta que comprenden la calidad nutricional para cada sistema de producción.....	75
Cuadro 13. Prueba de comparación de medias por el método DMS, al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta fibra cruda.....	77
Cuadro 14. Prueba de comparación de medias por el método DMS, al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta vitamina C.....	77
Cuadro 15. Prueba de comparación de medias por el método DMS, al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta fósforo.....	79
Cuadro 16. F calculada, F tabla y significancia para las variables de respuesta que comprenden las propiedades físico-químicas del suelo, para cada sistema de producción.....	81
Cuadro 17. Prueba de comparación de medias por el método DMS, al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta nitrógeno en el suelo.....	82
Cuadro 18. Fertilizantes utilizados, cantidad aplicada y costos por unidad de superficie para la agricultura convencional...	87
Cuadro 19. Fertilizantes utilizados, cantidad aplicada y costos por unidad de superficie para la agricultura orgánica y/o biointensiva.....	88

	Página
Cuadro 20. Productos aplicados para el control de malezas, plagas y enfermedades, costos del producto, aplicaciones y costos por unidad de superficie para la agricultura convencional.....	88
Cuadro 21. Productos aplicados para el control de malezas, plagas y enfermedades, costos del producto, aplicaciones y costos por unidad de superficie para la agricultura orgánica y / o biointensiva.....	89
Cuadro 22. Costos totales de producción para cada tipo de agricultura.....	90
APENDICE	116
Cuadro 1. Resultados de rendimiento de tubérculos de papa Var. Monserrat, para cada sistema de producción.....	117
Cuadro 2. Resultados del análisis de calidad nutricional, para las variables energía calorífica, humedad, carbohidratos, y almidón en tubérculos de papa, para cada sistema de producción.....	117
Cuadro 3. Resultados del análisis de calidad nutricional, para las variables extracto etéreo, proteína, fibra cruda, ceniza y vitamina C en tubérculos de papa, para cada sistema de producción.....	117
Cuadro 4. Resultados del análisis de calidad nutricional, para las variables fósforo, calcio, zinc y hierro en tubérculos de papa, para cada sistema de producción.....	118

Cuadro 5. Resultados del análisis de suelo para las variables nitrógeno, fósforo, potasio y CIC antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.....	118
Cuadro 6. Resultados del análisis de suelo para las variables densidad aparente, pH y textura antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.....	119
Cuadro 7. Resultados del análisis de suelo para las variables materia orgánica, carbonatos y humedad antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.....	119
Cuadro 8. Cuadro de Equivalencias. Guía para la interpretación de resultados de los análisis del suelo.....	120
Cuadro 9. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable nitrógeno en el suelo, para cada sistema de producción.....	120
Cuadro 10. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable fósforo en el suelo, para cada sistema de producción.....	121
Cuadro 11. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable potasio en el suelo, para cada sistema de producción.....	121
Cuadro 12. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable materia orgánica en el suelo, para cada sistema de producción.....	121

Cuadro 13. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable carbonatos en el suelo, para cada sistema de producción.....	121
Cuadro 14. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable CIC en el suelo, para cada sistema de producción.....	122
Cuadro 15. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable pH en el suelo, para cada sistema de producción.....	122
Cuadro 16. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable densidad aparente en el suelo, para cada sistema de producción.....	123
Cuadro 17. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable arena en el suelo, para cada sistema de producción.....	123
Cuadro 18. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable arcilla en el suelo, para cada sistema de producción.....	123
Cuadro 19. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable limo en el suelo, para cada sistema de producción.....	123

INDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura 1. Rendimiento promedio obtenido para cada agricultura. MEDIAS.....	74
Figura 2. Contenido porcentual de carbohidratos, almidón y humedad en el tubérculo de papa en diferentes agriculturas (tratamientos).MEDIAS.....	76
Figura 3. Contenido de proteína, extracto etéreo y cenizas en el tubérculo de papa en cada agricultura. MEDIAS....	76
Figura 4. Contenido de vitamina C y fibra cruda en el tubérculo de papa en cada agricultura. MEDIAS.....	79
Figura 5. Contenido de fósforo y energía calorífica en tubérculo de papa en cada agricultura. MEDIAS.....	79
Figura 6. Contenido de calcio, fierro y zinc en tubérculos de papa obtenidos de las diferentes agriculturas. MEDIAS....	80
Figura 7. Cantidad de nitrógeno presente en el suelo antes y después del experimento en cada agricultura. MEDIAS.	83
Figura 8. Contenido de fósforo y potasio en el suelo antes y después del experimento en cada agricultura. MEDIAS.....	85
Figura 9. Contenido de materia orgánica , carbonatos y CIC en el suelo antes y después del experimento en cada agricultura MEDIAS.....	85
Figura 10. Densidad aparente, pH y contenido de humedad en el suelo antes y después del experimento para cada agricultura. MEDIAS.....	86
Figura 11. Textura del suelo antes y después del experimento en cada agricultura: Arena, Arcilla y limo. MEDIAS.....	86

DEDICATORIAS.

La presente es un trabajo en conjunto, de familia, que busca contribuir al desarrollo del campo mexicano, es: Plasmar en el blanco papel el trabajo de horas y días en grupo.

En base a lo anterior es para mí, motivo de orgullo y satisfacción, dedicar la presente:

A mis padres, mis primeros maestros:

J. Jesús Rangel Ramírez y V. Margarita Bedia Caudillo.

Por brindarme la mejor herencia que pudiera recibir, educación. Pero principalmente por su apoyo, consejos, paciencia, cariño, y el ejemplo de que día a día se debe luchar para alcanzar nuestras metas y sueños.

A mis hermanos:

Javier; Salvador ; Cecilia ; y Olga M. , que desde el cielo me envía su bendición .

Por la amistad y el apoyo que siempre me han brindado incondicionalmente en todo momento. Por sus consejos y ejemplo que me guiaron a lograr una de las metas más importantes en mí vida, mi carrera profesional.

A mis cuñados:

Luz María Landín; Hilda Nieves Guadán y Gerardo Reyes.

Por su amistad y por ser parte del gran apoyo que he recibido de mis grandiosos hermanos , ¡o no!.

A mis sobrinos:

Norma Cecilia, Luis Gerardo, Olga Margarita, Salvador Luis, Erica , Ximena y los que se acumulen en los próximos meses o años.

Por sus sonrisas y alegría . Por recordarme que no debemos dejar de sentir nuestra adolescencia y nuestra infancia.

A mi novia: Ma.Alejandra Barajas Castillo.

Por su amor, cariño, paciencia y apoyo. Por motivarme en mis estudios y estar a mi lado. Pero principalmente porque "Te Amo".

A mis amigos:

Sra. Carmen Arrambide; Sauly Argelia Camacho; Martha Elena Acosta; Sr. Salvador López (Don Chava); Adán Rojas; José Isabel Argüelles; Amado Domínguez; y a, Fernando Fernández García, de quien sigo recibiendo alientos para conseguir mis metas y sueños.

Por brindarme su amistad y consejos. Por los momentos de alegría, de trabajo y de estudio.

A mis maestros, desde el ingreso a primaria, hasta el termino de licenciatura: Por ser parte fundamental de mi educación y de la formación de un nuevo profesionista.

A los campesinos y agricultores de México:

Por que a diario trabajan para proveer de alimentos y materia prima, al pueblo mexicano .

Siento una gran deuda con todos, quienes contribuyeron en mi formación profesional. Pues recibí, de cada uno de ustedes: lo mejor. Por depositar su confianza para formar un nuevo profesionista. Tengan la plena seguridad de que daré el mejor esfuerzo durante mi etapa profesional.

A todos ustedes:

GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por hacer posible mi existencia y estar presente en todo momento de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme forjado como profesionista.

Al Dr. J. Francisco Rodríguez Martínez, por permitirme conocer una nueva visión de las ciencias agrícolas, pero sobre todo por sus consejos y amistad.

Al Dr. Gelacio Pérez Ugalde, por compartir sus experiencias, consejos y asesoría en la presente investigación.

Al M.C. María Elena García Hernández, por su apoyo, comentarios y asesoría para la realización de la presente investigación.

Al M.C. Victor Hugo Castro T. Por sus conocimientos transmitidos y revisión, en la parte estadística del presente trabajo.

A T.L.Q. Ma. de Jesús Sánchez V., por el apoyo recibido en el laboratorio, para llevar a cabo los análisis del presente trabajo, y principalmente por su invaluable amistad.

A T.L.Q. Ana María Riojas y T.L.Q. Dora Elia Guevara B., por colaborar incondicionalmente en los análisis de laboratorio y a la vez contribuir a la realización de éste trabajo.

Al Sr. Bernardo Velázquez; Sr. Roberto Velázquez; Sr. Tomás Torres(encargados del Jardín Botánico) y **José N. Velázquez Nava**(encargado del almacén de papa), por el apoyo recibido en la parte de campo de la presente investigación.

Al personal matutino del CCA; **Alfredo De Leon y Gerardo Aguillón**, por sus asesorías en la parte de computación, para la redacción de la presente.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma participaron para la realización de la presente investigación

No es posible que los problemas del mundo sean resueltos por escépticos o pesimistas, cuyos horizontes están limitados por las obvias realidades, necesitamos hombres y mujeres que puedan , soñar en cosas que nunca han sucedido y se pregunten...

¿Por qué no?

Spencer W. Kimbal.

RESUMEN.

Se estudió el efecto de tres sistemas de producción agrícola: agricultura convencional, agricultura biointensiva y agricultura orgánica, sobre el rendimiento, calidad nutricional, impacto en el suelo, y los costos de producción en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Monserrate.

Para la variable de respuesta rendimiento, el ANVA bloques al azar determinó diferencias significativas entre agriculturas. El comparador de medias DMS al 95 % de confiabilidad determinó que la Agricultura convencional fué estadísticamente superior, que la agricultura biointensiva y orgánica, entre las cuales no se encontraron diferencias .

En tanto que para la calidad nutricional; se encontró una diferencia significativa para las variables fósforo y vitamina C; y altamente significativa para la variable fibra cruda. Para las variables de respuesta: energía calorífica, humedad, carbohidratos totales, almidón , proteínas, extracto etéreo, cenizas, calcio, zinc y hierro no se encontraron diferencias. La DMS al 95 % de confiabilidad para las variables fósforo y fibra cruda, determinó que los tubérculos de papa trabajados bajo agricultura orgánica y biointensiva son estadísticamente iguales, pero superiores que los tubérculos de la agricultura convencional. Para el caso de la vitamina C , se determinó que las papas convencionales se comportaron igual que las orgánicas y las biointensivas; sin embargo, entre estas últimas dos se encontraron diferencias; las papas biointensivas fueron de menor contenido vitamínico que las orgánicas.

Para las variables del suelo, el ANVA determinó diferencias significativas para la variable nitrógeno. El mismo comparador de medias encontró que para la variable nitrógeno en el suelo, fue estadísticamente superior la agricultura orgánica que la agricultura biointensiva y convencional, las cuales fueron tratamientos estadísticamente iguales.

No se encontró significancia para las variables potasio, fósforo, carbonatos, pH, materia orgánica, pH , CIC, y textura. Sin embargo, al aplicar la prueba de homogeneidad de medias, para estas variables se determinó, que para las variables nitrógeno, potasio, fósforo, carbonatos y el pH en el suelo, existió diferencia antes y después del experimento. Con t-student del 5 %, encontró que el nitrógeno, carbonatos, y el pH cambiaron en el suelo antes y después del experimento bajo el método de la agricultura orgánica. Para el potasio el método de la agricultura orgánica y la agricultura biointensiva, se encontraron diferencias; incrementaron la concentración de este elemento en el suelo. Finalmente, para el fósforo se encontraron diferencias antes a después, para todas las agriculturas, incrementando este elemento en el suelo.

En el caso de los costos, la agricultura biointensiva resultó la agricultura más costoso, siguiendo la agricultura orgánica y finalmente la agricultura convencional. Los costos fueron altos en la agricultura biointensiva y orgánica debido al control de plagas, enfermedades y malezas, por medio de la solarización. Al uso de la alfalfa (*Medicago sativa*) en la elaboración de compostas lo que elevó los costos de éstas, además de que se aplicaron altas dosis de composta al suelo.

Palabras Clave: Agricultura: Biointensiva, Orgánica, Convencional; Compostas; Papa.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años el vínculo entre agricultura y medio ambiente cobra una importancia creciente. El deterioro de los recursos naturales del planeta, ha llegado a un punto en que, de no tomarse medidas radicales amenaza el futuro de la humanidad misma. El aumento de la población mundial, la contracción de los ingresos, aunadas a un modelo productivista que nunca tomó en cuenta sus efectos sobre el medio ambiente; son algunos de los factores centrales que explican las enormes presiones sobre la naturaleza (Torres, 1996).

La agricultura tiene una relación con prácticamente todas las esferas del medio ambiente, siendo el sector más sensible a la aplicación de un modelo tecnológico que incorpore el uso de los recursos naturales sin destruirlos (Torres, 1996).

La agricultura es la fuente de gran parte de los alimentos, fibras y otras materia primas. Producir y abastecer en forma suficiente estos productos a una población en aumento, es un reto; considerando evitar la desestabilización del medio ambiente y la reducción de la capacidad productiva de los suelos (García, 1995).

El mercado mundial demanda ahora alimentos transformados de alto valor nutricional, un tipo de alimentación sana con productos y esquemas productivos más amables con el ambiente y la salud individual (Torres, 1996).

Después de la Segunda Guerra Mundial, los agricultores Americanos y Europeos comenzaron a batir records mundiales de producción en los cultivos. La agricultura moderna aportaba en los países desarrollados, una alimentación abundante, variada, de buena calidad y a un costo razonable .

Pero hoy estos acontecimientos suscitan controversias, el reverso de la medalla no parece tan brillante. El agua y el suelo están contaminados en ocasiones con procesos irreversibles, la degradación edáfica y la calidad de los alimentos preocupan a los productores, ya que muchos de ellos presentan ciertas concentraciones de pesticidas, de nitratos o de hormonas. La especialización del monocultivo y la utilización en exceso de fertilizantes nitrogenados hacen a los cultivos más susceptibles a las enfermedades fungosas y bacterianas. Los insectos desarrollan resistencia a los pesticidas, teniendo que aumentar la dosis y el poder de las moléculas activas (Ruíz, 1993).

La tecnología moderna convencional, basada en paradigmas que dieron lugar a la revolución verde significó una serie de efectos negativos en los países desarrollados y en amplios sectores de los países en vías de desarrollo que la adoptaron (Asteinza, 1993).

Las estadísticas sobre la producción global de alimentos a la par con la del crecimiento poblacional, destacan dos problemas en la alimentación de la población mundial: el primero, es la compleja tarea de producir suficientes cantidades de los alimentos deseados para satisfacer necesidades, y realizar esta hercúlea hazaña de manera sostenible tanto en lo ecológico como en lo económico. La segunda tarea, igual o más difícil que la primera es distribuir los alimentos en forma equitativa (Borlaug & Enkerlin, 1997).

Debido a la problemática actual de la agricultura convencional, se hace necesario encontrar, manejar y/o aplicar sistemas agrícolas sostenibles que minimizen el daño que se hace al suelo, agua, aire, vida silvestre y en general al medio ambiente; logrando a la vez una optimización en la producción y distribución en materia alimentaria (Tyller, 1992).

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cuatro más importantes del mundo, y ha sido clasificada en cuarto lugar en importancia mundial debido a la elevada obtención de proteínas por superficie (Valadez, 1994).

La papa tiene una gran variabilidad de consumo (cocida, procesada, en puré, etc) ; es muy rica en proteínas, minerales y vitamina C y B; también puede usarse para la alimentación animal, especialmente los tubérculos pequeños y dañados. Además tiene usos industriales, para la obtención de almidón, harina, dextrina, glucosa, alcohol y glicerina (SEP, 1990).

OBJETIVOS.

Evaluar los efectos en el rendimiento, calidad nutricional, impacto sobre el suelo y costos de producción en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo tres sistemas de producción agrícola: Agricultura Convencional, Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensiva.

HIPÓTESIS.

Ho: No existe diferencia en rendimiento; calidad nutricional; impacto sobre las propiedades físico-químicas del suelo y costos de producción, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. var. Monserrat) bajo tres sistemas de producción agrícola: Agricultura Orgánica, Agricultura Biointensiva y Agricultura Convencional.

Ha: Existe diferencia en rendimiento; calidad nutricional; costos de producción, e impacto sobre las propiedades físico-químicas del suelo, en el cultivo de la papa (*S. tuberosum* L var. Monserrat) bajo tres sistemas de producción agrícola: Agricultura Orgánica, Agricultura Biointensiva y Agricultura Convencional.

Ho: No existe diferencia en rendimiento entre: La agricultura biointensiva vs. agricultura orgánica.

Ha: Existe diferencia en rendimiento entre: La agricultura biointensiva vs agricultura orgánica.

REVISIÓN DE LITERATURA .

Agricultura Orgánica.

La Agricultura Orgánica es una concepción agroecológica del desarrollo agrícola, 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 (García, 1995).

La agricultura orgánica utiliza equipos modernos, semilla certificada, prácticas de conservación del agua y las últimas innovaciones en la alimentación y el manejo de ganado. Esta filosofía de la agricultura 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.

El USDA (1980;citado por Ruíz,1993), define a la agricultura orgánica como "un sistema de producción el cual excluye o evita el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento, aditivos o colorantes en la alimentación del ganado. Los sistemas de la agricultura orgánica se apoyan en la forma más extensa posible en la rotación de cultivos, residuos de cosecha, estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos, labores mecánicas de los cultivos, control biológico de plagas, enfermedades y malezas" (USDA,1980).

La diferencia básica entre agricultura orgánica y convencional es que la primera evita o restringe el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas, favorece el reciclaje de nutrientes y controla las plagas de otra manera; además incluye el uso de estiércoles, abonos verdes, rotación de cultivos (Ruiz, 1993).

Algunos principios de la Agricultura Orgánica.

Según el Relatorio sobre Agricultura Orgánica preparado por una comisión del USDA (1980 ; citado por García, 1995) algunos de estos principios son los siguientes:

- La naturaleza es fundamental. Es necesario una preocupación mayor con los recursos finitos de la naturaleza, la agricultura orgánica se basa en el reciclaje de nutrientes.
- El suelo es fuente de vida, la calidad y el equilibrio del suelo son esenciales para el futuro de la agricultura a largo plazo. La salud humana y animal depende de gran medida de la salud del suelo.
- Es necesario alimentar al suelo, para obtener cosechas saludables las cuales resultan de un suelo equilibrado y biológicamente activo.
- Sistemas diversificados en la producción, el monocultivo es inestable biológicamente.
- La agricultura orgánica contribuye a la independencia personal y de la comunidad, ya que se reduce la dependencia de insumos externos.
- Usa y desarrolla tecnología adecuada basada en el conocimiento de los sistemas biológicos.

En resumen se procura establecer métodos agrícolas ecológicamente armónicos, con uso eficiente en los recursos, produciendo alimentos nutricionalmente saludables.

Métodos y Técnicas de la Agricultura Orgánica.

El primer paso hacia una agricultura orgánica es estudiar las medidas de conservación del suelo y el agua que deben aplicarse. Los medios son diversos y se relacionan al grado de erosión, la fertilidad de los suelos, topografía, tipo de suelos, precipitación pluvial, vientos, entre otros (García, 1995).

Manejo del suelo.

└ 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).

El manejo orgánico del suelo tiene efecto a través del reciclaje de la biomasa derivada de los residuos de cultivo, coberturas muertas, abonos verdes, rotaciones, etc. y todas aquellas prácticas que conduzcan al sistema de producción a promover una cobertura permanente del suelo y reciclaje de nutrimentos. Se debe considerar también el uso del estiércol y orina de animales, así como otros residuos orgánicos; los cuales deberán ser procesados para ser descompuestos en un ambiente natural; incluyendo un proceso de humificación y otro de mineralización (Ruíz, 1993).

La humificación es la transformación de la fracción orgánica (proteínas, aminoácidos, celulosa, hemicelulosa, lignina que componen el residuo orgánico). Por lo tanto la materia orgánica del suelo estará en diferentes estados de descomposición. El Humus será el producto final de la descomposición y síntesis simultáneamente promovida por los microorganismos (Peixoto, 1988; citado por Ruíz, 1993).

Un suelo con actividad microbiana altamente desarrollada y diversa es signo de una vida aérea también sana y diversa. 》

Existen algunas prácticas para estimular la presencia diversificada de vida en el suelo, siguiendo los postulados de la agricultura orgánica: (Salas,1992; López, 1991; citado por Mora 1993).

- No utiliza agroquímicos (Fertilizantes nitrogenados, roca fosfórica, calcio y otros herbicidas, plaguicidas)
- No emplea prácticas de cultivo antiecológicas como maquinaria pesada, arados innecesarios, drenajes mal diseñados.
- Abona con materia orgánica según diferentes métodos, compost de montón, abono verde.
- Rotación de cultivos y mantiene una permanente asociación de cultivos bien planeada.

Arshad y Coen (1992), mencionan que los principales atributos físicos y químicos pueden servir como indicadores de un cambio en la calidad del suelo; bajo condiciones particulares de climas, considerados a la profundidad del suelo donde crecen las raíces. Estos atributos son: disponibilidad de nutrientes, retención de agua, densidad aparente, resistencia a penetración, conductividad hidráulica, estabilidad de agregados, materia orgánica, pH y sodio intercambiable. Mencionan además que la calidad del suelo también depende del clima, forma de la tierra, y más importante aún, de los productores; debido a decisiones y acciones humanas que determinan si un sistema de producción agrícola es sostenible sobre un suelo.

Borlaug & Enkerlin (1997), mencionan que ciertamente el desarrollo de variedades de alto rendimiento y los sistemas de riego mejorados han desempeñado un papel principal en el aumento de la producción en cereales. Pero quizá aun más importante ha sido los esfuerzos para mejorar y aumentar la fertilidad del suelo. Por ejemplo, durante siglos, China ha hecho el mejor uso en el mundo de materia orgánica reciclada, estiércol y residuos de cosecha convertidos en composta. Sin embargo, dado el aumento de la población y la demanda mayor de productos agrícolas, a principios de la década de los años sesenta; China se dio cuenta de que no podía seguir dependiendo

exclusivamente de fertilizantes orgánicos para reestablecer y mantener la fertilidad del suelo y aumentar los rendimientos de cultivo; y así emprendió un programa para desarrollar pequeñas fábricas de fertilizantes nitrogenados y fosfatados .

Bolton *et all.* (1985; citado por Reganold,1990), encontraron que el suelo cultivado orgánicamente tuvo niveles significativamente más altos de ureasa, fosfatasa, deshidrogenasa (enzimas edáficas) y biomasa microbiana en tres diferentes muestras, que el suelo cultivado convencionalmente.

Reganold (1990), en un estudio de aproximadamente de 37 años donde hace comparaciones del efecto de los sistemas de producción orgánica y convencional sobre un suelo de textura migajón limosa; encontró que el contenido de materia orgánica en los suelos trabajados orgánicamente fue superior al de los suelos trabajados convencionalmente en aproximadamente un 60 %; además de otras diferencias sobre todo niveles más altos de polisacáridos en el sistema orgánico. Además los suelos cultivados orgánicamente tuvieron valores significativamente más altos en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), un nivel mas alto de nitrógeno total, potasio, contenido de humedad, más actividad de la microflora y una mejor estructura y consistencia, a diferencia de los suelos trabajados convencionalmente. Se presentó un bajo pH en el suelo cultivado convencionalmente, un contenido mayor de nitrógeno mineral, resultado de fertilizantes químicos nitrogenados. No encontró diferencias significativas en el fósforo total o extractable, calcio, magnesio y densidad aparente. Finalmente determinó diferencias en el grado de erosión hídrica; en el campo orgánico fue de 8.3 ton/ha y en el convencional de 32. 4 ton/ha, es decir, 3.9 veces mayor la erosión en los campos trabajados convencionalmente. Concluye que el sistema orgánico fue más efectivo que el convencional en mantener la productividad a largo plazo, labranza en el suelo y reducción de la erosión.

Sedogo *et all.* (1990), menciona que solo usar abonos minerales continuamente reduce el contenido de materia orgánica; propone la mezcla de abonos orgánicos y minerales para intensificar la producción. Además desde un

punto de vista económico, el uso de materia orgánica representa una alternativa en la pelea contra la acidificación del suelo y el mantenimiento del equilibrio ambiental. Un esfuerzo debe ser hecho para promover el uso de materia orgánica. Esto justifica los esfuerzos hechos mediante el uso del composteo y residuos de cultivos.

Barker (1975), concluye que tanto fertilizantes orgánicos o químicos cuando son usados apropiadamente no producirán ningún efecto adverso en el ambiente, pero sí son mal usados entonces pueden ocasionar efectos negativos en el ambiente.

Eggert (1984), utilizó altas dosis de composta; 488 a 375 ton/ha, en un primer año; 150 a 230 ton/ha en un segundo y finalmente 45 a 72 ton/ha en un tercer año, para determinar si la materia orgánica podría suministrar nutrimentos equivalentes a los fertilizantes inorgánicos, y observar el efecto en el rendimiento. Encontró que los rendimientos de hortalizas cultivadas bajo suelo manejado orgánicamente fueron iguales o excedieron a los rendimientos obtenidos bajo suelo manejado convencionalmente. Menciona que trabajos futuros deben determinar la cantidad óptima de materia orgánica aplicada, vía abonos orgánicos y además propone investigar la posibilidad de combinar los sistemas orgánico e inorgánico para determinar su efecto en los rendimientos

Romero y Trinidad (1996), aplicaron en el suelo abonos orgánicos (gallinaza, composta y vermicomposta) y abono químico en el cultivo de la papa. Dichos autores encontraron diferencias significativas para amoníaco, y altamente significativas para nitratos. Con gallinaza el contenido de amonio disminuyó, conforme se aumentó el nivel de abono, lo que está asociado a su más rápida mineralización. La composta y vermicomposta incrementaron el contenido de amonio en el suelo al aumentar la dosis. Para los tres abonos orgánicos observaron que el contenido de nitratos en suelo aumentó con el nivel de abono, aunque las cantidades fueron menores que las del testigo químico.

Los sistemas de producción orgánica, en comparación con los convencionales, han demostrado cuatro ventajas atribuidas al manejo del suelo: (Shogo, 1991; citado por Mora, 1993)

- a) Rendimientos similares o superiores.
- b) Productos "libres" de contaminantes.
- c) Alto valor nutricional.
- d) Mayor resistencia en almacenamiento.

Con respecto a los rendimientos, Dlougy (1985; citado por Mora, 1993), encontró que la papa producida bajo el sistema biológico tiene una producción similar a la convencional; en el caso de las espinacas abonadas con compost los rendimientos son similares para la variedad Nores y superiores con el cultivar Novel.

Eggert y Kahrman (1984), encontraron que el rendimiento de frijol y tomates fué más alto para plantas bajo sistema orgánico a diferencia del convencional. Para zanahoria no fueron diferentes significativamente, debido a presencia de enfermedades. Además concluyó que el suelo cultivado convencionalmente produjo concentraciones más altas de proteína cruda en frijol. La concentración de ácido ascórbico en tomates cultivados bajo suelo orgánico fué más alto que en cultivos convencionales. Las diferencias no fueron significativas en el contenido de beta-caroteno, en zanahoria.

Lockeretz *et al.* (1978, 1981; citado por Altieri, 1996), encontraron que los rendimientos de maíz y soya fueron alrededor de 10 y 5 % menores, respectivamente, en granjas orgánicas que en granjas convencionales. En condiciones de cultivo altamente favorables, los rendimientos convencionales fueron considerablemente mayores que los de granjas orgánicas, sin embargo bajo condiciones más secas, a los agricultores orgánicos les fue tan bien o mejor que a sus vecinos convencionales.

Reinken (1986), obtuvo rendimientos menores en un 16 %, en hortalizas como puerros, remolacha, col blanca, zanahoria y espinaca utilizando el método biodinámico a diferencia del convencional. Sin embargo los precios recibidos de consumidores en el mercado, fueron más altos para productos biodinámicos que los productos convencionales.

Romero y Trinidad (1986), en la misma investigación anteriormente citada por estos autores, encontraron que hubo diferencias significativas entre tratamientos para la variable peso seco de follaje en el cultivo de la papa; el absoluto presentó 9.49 g/planta y el químico 19.66 g/planta. La gallinaza y composta mostraron incrementó de peso seco de follaje conforme se aumentó la dosis de fertilización. Para las variables de altura, peso seco de raíz, peso de tubérculos por maceta, y número de tubérculos no hubo diferencias estadísticas. Sin embargo, se observó que para la variable altura los valores más altos fueron con gallinaza. El peso seco de raíz muestra el valor más bajo con el testigo absoluto y el peso más alto con el químico; con composta dicha variable es mayor conforme aumenta el nivel de abono. En la producción de tubérculos por planta el testigo químico presentó producción por debajo de la media de los tratamientos con abonos orgánicos. Gallinaza y composta mostraron que a mayor nivel de ellos se reduce el número de tubérculos por planta. El testigo químico presentó el número de tubérculos más alto pero tuvo los tubérculos más pequeños. Finalmente, concluyeron que con abonos orgánicos y fertilizantes minerales en papa, no se presentan diferencias significativas en la variable de rendimiento, por lo que mencionan que se puede reducir la cantidad de fertilizantes químico y mejorar las características del suelo.

Aunque el rendimiento juega un papel importante, la salud puede ser un elemento de más peso. Para gozar de buena salud e inmunidad a enfermedades infecciosas, la gente necesita no solo un cierto número de calorías, sino también de alimentos de buena calidad que le proporcionen las cantidades apropiadas de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Tyller, 1994). Además de alimentos libres de sustancias tóxicas que puedan causar daños al organismo humano.

Estudios comparativos sobre hortalizas en Francia, revelan que de un total de 15 000 análisis; solo el 2 % mostraron que los productos orgánicos estaban contaminados con agroquímicos; comparados con los procedentes de la agricultura convencional (Mora, 1993).

Scholoach (1982; citado por Ahrenhöfer, 1986), analizó 782 muestras de agricultores convencionales; el 62.3 % no presentó residuos de pesticidas, y el 34 % solo presentó residuos abajo de los límites permitidos y en el 3.7 % restante se encontraron concentraciones arriba del máximo. Para el caso orgánico de 183 muestras, 96.8 % no presentó residuos y un 3.2 % con pesticidas abajo del límite permitido. Cerca de 30 pesticidas fueron analizados. En el mismo estudio, el Laboratorio Alemán Chemische Landesuntersuchungssans Tal Sirmaringen al analizar frutas y hortalizas orgánicos encontró que el 97.7 % no presentó residuos de pesticidas y un 2.3 % presentó residuos de pesticidas menores al máximo permitido. De 454 muestras de productos convencionales el 50 % no presentó concentración de plaguicida, mientras que un 48 % contenía niveles abajo del límite y 2 % concentraciones arriba del máximo.

Lacron (1985; citado por Mora, 1993), determinó que las menores pérdidas postcosecha de hortalizas producidas bajo agricultura orgánica son atribuidas a inferiores contenidos de agua en diferentes especies de hortalizas.

La mayoría de los estudios señalan que el principal beneficio de las hortalizas orgánicas está en su alta calidad nutricional; es el caso de puerros, coles, zanahorias, nabos y espinacas (Lacron, 1985; citado por Mora, 1993).

Brandt y Beeson (1950; citado por Barker,1975), encontraron que concentraciones de vitamina C y caroteno en zanahoria, frijol y papa fertilizadas con estiércol, compostas, fertilizantes minerales o combinaciones de estiércol y fertilizantes mineral no fueron diferentes estadísticamente. Además encontraron diferencias no significativas en concentraciones de Fierro y Cobre en tubérculos de papa de plantas fertilizadas con estiércol ó fertilizantes químicos.

Ada Fischer *et all.* (1986), al estudiar agricultores ecológicos y convencionales de papa, en Alemania, encontraron que los agricultores convencionales cosecharon 39 t/ha, mientras que los ecológicos 25.5 t/ha; es decir un 34.6 % más bajo. Además determinaron que la cantidad de vitamina C y nitrato contenida en tubérculo de papa era diferente en ambos sistemas de producción. Las papas de los agricultores orgánicos contenían 210.9 mg/lt de vitamina C y 37.3 mg/lt de nitrato, mientras que en los convencionales 105.5mg/lt de Vit C, es decir la mitad y 75.5 mg/lt de nitrato; lo doble del orgánico, lo cual no es muy saludable consumir este tipo de papas convencionales. Además concluyen que los resultados muestran la necesidad de una nueva definición de calidad de papa. El mercado actual clasifica describiendo unicamente los signos de calidad como tamaño, forma, color y daños visibles. Esto induce a producciones de papa con altos rendimientos, pero baja calidad nutricional. En el futuro las características nutricionales de los alimentos será un parámetro que llegará a ser más importante.

Lairon *et all.* (1986), obtuvieron un rendimiento promedio de papas de 25.5 ton/ha en la agricultura convencional y 24 ton/ha en agricultura biológica . El contenido de materia seca y vitamina C no cambio notablemente en ninguno de los métodos de producción. El contenido mineral de potasio, fierro, cobre, y calcio, en hortalizas no mostró diferencias. Sin embargo, el fósforo tendió a ser mas concentrado en hortalizas biológicas, especialmente en zanahoria y papas. Además encontraron un promedio en nitrato de 190 ppm en hortalizas de origen orgánico y 350 ppm de origen convencional, lo cual no es saludable consumir hortalizas con más altas concentraciones de nitrato.

Peavy & Greig (1972), encontraron que el uso de fertilizantes minerales incrementó el rendimiento y concentración de nitrógeno en el tejido foliar de tres cultivares de espinaca; a diferencia de fertilizantes orgánicos cuando los nutrimentos fueron aplicados en niveles idénticos (cantidades iguales en N:P:K) tanto de fertilizantes minerales y orgánicos. Las concentraciones de fósforo en las hojas fué altamente significativas cuando se aplicó fertilización orgánica. Los fertilizantes minerales incrementaron la toma de calcio en 2 de los tres cultivares, pero sucedió lo contrario en el otro. Los fertilizantes orgánicos incrementaron la toma de fierro significativamente sobre los fertilizantes minerales en dos de los tres cultivares e incrementaron la toma de sodio más que en los fertilizantes minerales en todos los cultivares.

Dlougy (1977; citado por Eggert, 1984), encontró altos porcentajes de proteína cruda en papas cultivadas bajo método convencional y altas concentraciones de ácido ascórbico en papas cultivadas en condiciones de cultivo orgánico. El porcentaje de proteína cruda en trigo y avena fueron más altos bajo cultivo convencional, pero el índice de aminoácidos esenciales fue más grande para el trigo y papas en sistemas de cultivo orgánico.

Banker (1992), al realizar una prueba entre 40-60 consumidores no expertos que intentaron distinguir entre el sabor de frutas y hortalizas cultivadas orgánica y convencionalmente; determinó que no existió diferencia significativa en uvas, zanahorias, espinaca, maíz dulce. Sin embargo, para el mango y jugo de naranja, el producto convencional fue preferido; la preferencia fue diferente en el caso del plátano.

Sin embargo, existen algunas limitantes para la adopción de una agricultura orgánica, aunque los análisis sugieren que la producción agrícola orgánica es de mayor eficiencia energética que la convencional.

Pimentel *et al.* (1984), obtuvieron rendimientos en papa de 33 ton/ha con la agricultura convencional con un valor energético de 20,262,000 kcal/ha y una labor de ingreso de 35 h teniendo una tasa de producción energética de 1.28 y la productividad fue de 0.943 ton/ha. Para el caso de papa orgánica, usando estiércol de bovino, se calculó la producción únicamente de 16.5 ton/ha

con un valor energético de 10,131,000 kcal/ha; y una labor de 45 h, la tasa de producción de energía fue de 1.2 y la productividad fue de 0.367 ton /ha (61 %, menor al convencional). Métodos efectivos químicos no son disponibles para el control de insectos y enfermedades en papas, por lo cual pérdidas por insectos fueron estimadas en 20 % y por enfermedades 30 %, es decir , el rendimiento total fue reducido en un 50 % comparado con el convencional. Es por esto que la eficiencia energética y rendimiento por labor hora fue sustancialmente más bajo en la producción orgánica. Además, los autores anteriores encontraron que la producción orgánica de trigo y maíz tenía una productividad laboral de un 22 a 53% inferior. Sin embargo concluyen que los beneficios de la agricultura orgánica pueden ser: reducir la erosión hídrica, conservar el agua, incrementar la materia orgánica en el suelo y la vida edafológica.

Altieri (1996), menciona que la productividad laboral es de un promedio entre un 22 a un 95 % inferior a la convencional, además de que no hay duda que el trabajo manual requerido es sustancialmente mayor en la tecnología orgánica. Oelhaf (1978; citado por Altieri, 1996), calculó alrededor de un 20 % más de mano de obra en el caso de cultivos orgánicos.

Reinken (1986), al utilizar el método biodinámico encontró que el trabajo requerido fue un 24 % más alto en promedio al cultivar hortalizas, como puerros, remolachas, col blanca, zanahoria y espinaca.

No obstante, señala Altieri (1996), las limitantes de la agricultura de países desarrollados, como en los E.U.A., no son las mismas que en los países en desarrollo, pues en estos últimos escasea el capital para la inversión en maquinaria, agroquímicos y petróleo, mientras que la mano de obra es abundante. Y agrega que la agricultura orgánica es en muchos sentidos más preservadora de los recursos naturales y más protectora del medio ambiente que la agricultura convencional.

✦ Rotación y asociación de cultivos. ✦

Es la alternancia de cultivos diferentes en el tiempo y el espacio en forma continua y en la misma área; generalmente se alternan gramíneas, con leguminosas, para mantener la fertilidad del suelo. La rotación de cultivos variados es un elemento clave para evitar la proliferación de plagas y enfermedades.

Las plantas adecuadamente asociadas se benefician mutuamente utilizando mejor las potencialidades del suelo y de la energía solar; un ejemplo sería la asociación de maíz, frijol, haba y calabaza, práctica común en el Estado de México (Ruiz, 1993).

Control de plagas, enfermedades y malezas.

Una característica de los sistemas orgánicos, es la reducción o ausencia del uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas.

Los agricultores orgánicos emplean un grupo de técnicas y estrategias para reducir las pérdidas de cosechas por plagas, enfermedades y malezas, algunas de las cuales son comunes y otras son muy específicas.

Dentro de estas técnicas se tienen las siguientes: (García,1995)

- La diversificación de la producción en tiempo y espacio, dentro de los campos de cultivo y fuera de ellos (Rotación y asociación de cultivos, cultivos en franjas, diversidad genética,etc).
- Siembra en época desfavorable para las plagas, enfermedades y malas hierbas.
- Secuencia adecuada de cultivos en la rotación.
- Controles biológicos.
- Efectos alelopáticos en el control de malezas.
- Selección de variedades con efecto depresivo sobre las malezas o resistencia a plagas y enfermedades.
- Densidad de plantación alta que reduzca los nichos ecológicos favorables a las malezas.
- Uso de la solarización.

- Control mecánico de malezas.
- Uso de plantas repelentes o atrayentes de insectos, insecticidas naturales o productos fungicidas como caldo bordelés, u otro tipo de soluciones de cobre, azufre, etc.
- Manejo de la fertilidad de los suelos y nutrición adecuada de las plantas.
- Uso de feromonas y trampas de insectos.

Todas estas técnicas no son utilizadas a la vez, pero si es necesario planificar una estrategia para los cultivos a corto, mediano y largo plazo, que permitan al agricultor orgánico reestablecer el equilibrio biológico y reducir las plagas, enfermedades y malezas a niveles que no produzcan graves daños económicos. Además es necesario combinar algunas estrategias como conservación de suelos, y el agua, protección ambiental y desarrollo socioeconómico, etc. (García, 1995).

→ Manejo de enfermedades. →

La producción de hortalizas orgánicas, basa el manejo de las enfermedades en el control biológico y en el enriquecimiento del subsistema suelo (Bello, 1985; Eggert y Kahrman, 1985; citado por Mora, 1993).

Las técnicas de cultivo orgánico también incluyen el uso de enemigos naturales, la rotación de cultivos y, de ser necesario, el empleo de insecticidas naturales de rápida degradación, como el piretro, neem, rotenona (Shogo, 1991; Schnitman, 1992; citado por Mora, 1993).

El control biológico es un método clásico de la agronomía en general, consiste en eliminar un parásito o un insecto dañino para un cultivo por medio de sus enemigos naturales; es la solución mas ecológica (Ruíz,1993).

En relación a este tópico son varios los ejemplos que se podrán citar y que tienen aplicación en la producción orgánica. En zanahoria Bacillus subtilis incrementó el crecimiento de las plantas por la actividad antibiótica ejercida en contra de los patógenos de raíz, como Rhizoctonia, Phythium y Fusarium sp.

En papa (*Solanum tuberosum*) ciertas razas de *Pseudomonas fluorescens* y *P. putida* ejercen el mismo efecto antibiótico sobre *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Baker y Cook, 1974; citado por Mora, 1993).

La solarización, como medio de desinfección del suelo, ha sido evaluada en Costa Rica por Mesén (1987), Madriz (1987), y su utilidad como método de combate de enfermedades, se ha comprobado en cultivos tales como tomate y berenjena; los cuales han obtenido una reducción significativa de *Verticillium* sp; en papa y cebolla disminuyó el ataque de *Rhizoctonia solani* (Mora, 1993).

La técnica es simple, se labra el suelo a treinta centímetros de profundidad, aplicar humedad, mojando el suelo a una profundidad de 30 a 40 cms. Usar plástico transparente para atrapar la energía radiante del sol y calentar el suelo a temperaturas arriba de cuarenta y seis grados centígrados por tres a 8 semanas. Para evitar reducir pérdidas de calor, colocar piedras y tierra alrededor del plástico. El resultado: una reducción de hongos patógenos del suelo, semillas de malezas y nemátodos (Nardozy, 1996).

Otra importante alternativa, que se debe utilizar en el cultivo de las hortalizas orgánicas, es la rotación de cultivos. Esta práctica tiene influencia directa sobre la actividad de *Rhizoctonia solani*, en papa. Papavizas y Davey (1960; citado por Mora, 1993); encontraron que la incorporación de residuos verdes incrementan la población de bacterias, actinomicetes y hongos antagonistas a *R. solani*.

La rotación disminuye la densidad de inóculo de diversos organismos patógenos que habitan la rizosfera de las plantas, lo cual se logra cuando se cambian los cultivos hospedantes susceptibles por cultivos resistentes de igual importancia económica.

El abono orgánico es básico en el tratamiento del suelo para enfermedades tal como el control de *Streptomyces scabies* en papa y *Phytium* sp, en lentejas. Cook, (1990), Eggert y Kahrman, (1990)(Citados por Mora, 1993), demuestran que un manejo adecuado de las condiciones de un suelo bajo un sistema orgánico reduce las pérdidas causadas por *Alternaria* sp . en zanahoria.

Manejo de malezas.

Existen diversas medidas para disminuir las malezas sin necesidad de utilizar herbicidas, unas preventivas y otras postemergentes. Las mas interesantes en la agricultura orgánica son las preventivas; la rotación de cultivos es la principal, y labranza mínima. Un manejo conveniente de la composta y el estiércol puede colaborar a este fin, ya que en los procesos de fermentación muchas semillas son destruidas. También es importante la forma de realizar el establecimiento del cultivo, con densas poblaciones (Mora, 1993). Una alternativa para el control de malezas preemergentes es la solarización como medio de desinfección del suelo. Su utilización ha resultado efectiva en la reducción del número de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas, por ejemplo los géneros: *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Cyperus rotundus* (Katan, 1981; Pullman y De Vay 1984; citado por Mora, 1993).

Entre las medidas de control de malezas postemergentes se pueden citar los métodos mecánicos, y térmicos .

En los mecánicos se utilizan instrumentos que arrancan o envuelven las hierbas, generalmente mediante el empleo de varillas o púas.

Los térmicos se pueden realizar en preemergencia o postemergencia, ya que algunos cultivos toleran el calor, por medio de estas características se pueden controlar ciertas malezas (Mora ,1993).

* Manejo de Plagas (Insectos). *

En el manejo de plagas la piedra fundamental es el control biológico natural y es estímulo del mismo mediante prácticas de conservación del habitat favorable a los organismos benéficos.

Dentro de algunas de las prácticas para el control de plagas se tienen de acuerdo con Mora(1993) los siguientes:

- Zonas de reserva de enemigos naturales. Dejar zonas que no tengan uso agrícola directo, la vegetación puede proporcionar alimento a organismos benéficos.
- Cultivos intercalados y asociados.
- Cultivos trampa, cultivos con mayor susceptibilidad que el cultivo principal, estos se colocan al borde de este último.
- Manejo de residuos y malezas.
- Rotación de cultivos.
- Trampas. Con el fin de monitorear plagas y aplicar a tiempo el control necesario.
- Crianza artificial de enemigos naturales.
- Preparaciones de origen vegetal. Existen plantas que se pueden utilizar como repelentes, insecticidas, bactericidas, fungicidas, nematicidas, etc.

Entre las cuales pueden estar : el ajo (*Allum sativum*), chile (*Capsicum frutescens*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), el neem (*Azadirachta indica*).

Este último por ejemplo tiene control sobre *Bemisia tabaci*, *Meloidogyne incognita*, *Myzus persicae*, *Trips tabaci*, *Liriomyza trifolii*, entre otras plagas (Estrada, 1995 b ;citado por Altieri 1996).

- Preparaciones de origen animal, tierra de diatomeas, que causa daño a insectos de cuerpo suave, causándoles desecación; macerados hechos con restos de insectos (orugas) atacados por patógenos son soluciones efectivas sobre la misma plaga.
- Preparaciones de origen mineral. El azufre actúa por contacto y por asfixia. Polisulfuro de calcio y compuestos de cobre son excelentes insecticidas y fungicidas.

Inicio de la producción orgánica en México.

(Gómez Cruz & Gómez Tovar ,1995).

La Agricultura Orgánica inicia en México en la década de los ochentas como propuesta a los requerimientos de productos sanos y sin residualidad tóxica de los países desarrollados; principalmente los integrados en la ahora Unión Europea y los Estados Unidos.

A través de un inventario practicado en 1995 se encontró que existen un total de setenta y seis lugares de producción de agricultura orgánica certificada en el país; donde se agrupan 13,000 productores orgánicos. Con ello se comprueba que la producción de orgánicos es posible encontrarla en la mayoría de los Estados de la República. Solo en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas no se ha detectado la presencia de este sistema de producción.

Hasta ahora se cultivan más de 30 productos orgánicos diferentes, de los que destacan café con más de 19,000 ha; las hortalizas, plantas olorosas, plantas medicinales y especies silvestres perenes (Tomate, chile, bell pepper, calabaza, pepino, ajo, chícharo, berenjena, melón, menta, jengibre, gobernadora, entre otras).

En 1995, la agricultura orgánica aportó más de 34 millones de dólares, cifra que equivale al 1.5 % de total de divisas generadas por productos convencionales del sector agropecuario.

La agricultura orgánica se considera un sistema de producción con alta utilización de mano de obra, convirtiéndose en una solución real para reducir el actual desempleo en el sector agropecuario, ya que en la actualidad genera en promedio 160 jornales/ha, es decir, más de 3.7 millones de empleo anuales al país. Una hectárea de agricultura orgánica en México requiere para su cultivo más fuerza de trabajo que la que se requiere para la producción convencional.

A pesar de mostrar cifras todavía reducidas ante el contexto nacional, la importancia que muestra esta rama productiva es creciente considerando que hasta hace menos de una década la producción orgánica en México era muy incipiente.

Costos de Producción de Agricultura Orgánica en México.

En la carrera por alcanzar mayores niveles de producción por hectárea en relación a la unidad de capital y trabajo invertido, el uso de modelos intensivos de explotación a la tierra dan un lugar especial a la tecnología fundada en el uso de insumos químicos sintéticos. En la búsqueda de niveles de eficiencia cada vez más altos, poco han importado los efectos secundarios que este modelo genera. Los fertilizantes minerales contribuyen a aumentar la presencia de sales en la superficie arable y los pesticidas sintéticos contaminan el aire, ríos, mantos freáticos (Torres, 1994).

Todo lo anterior significa pérdidas para la sociedad en su conjunto, por lo que los gobiernos deben destinar sumas considerables para la restauración de los ecosistemas. En consecuencia, estas erogaciones debieran ser contabilizadas en los costos de producción agrícola (Torres, 1994).

Por su parte los agricultores "convencionales", por ejemplo los sinaloenses, se preguntan hasta dónde podría llevarles la explotación de la tierra con el modelo intensivo que han seguido a lo largo de varias décadas. Sobre todo porque se han dado cuenta que la degradación de los agroecosistemas también tienen costos que no se han contabilizado. (Torres, 1994).

* Los costos: agricultura orgánica vs. agricultura convencional. *

Para comparar los costos de producción de los cultivos orgánicos con los de los cultivos que usan tecnología intensiva, es importante referirnos 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, debemos examinar el costo de fertilizantes y los diversos pesticidas aplicados por hectárea, cuyo empleo representa importantes erogaciones (Torres, 1994).

Torres (1994), al realizar un estudio de costos de cultivos convencionales, trigo; maíz; soya del estado de Sinaloa durante el período 1992-1993, determinó que el costo de estos agroquímicos asciende, en general, alrededor de 14 % de los costos totales en estos cultivos.

Por otra parte, experimentos desarrollados en el Valle de Ojos Negros, B.C.S., demuestran que durante 1992/1993 el promedio de los costos en los cultivos de elote y ejote orgánico, eran ligeramente inferiores a los registrados por los mismos cultivos con tecnología convencional. No obstante, en el caso de la calabacita, cilantro y rábano orgánicos, la situación se invierte, los costos se ubican arriba de los mismos cultivos con tecnología convencional.

Por otro lado, al comparar rendimientos se encontró que el elote orgánico superó al convencional, los otros cultivos se sitúan con rendimientos más elevados en el sistema convencional.

Reganold *et al.* (1990; citado por Torres,1994), señala que esta tendencia es normal, ya que los primeros años no se obtienen rendimientos elevados; quizá esto se deba a la brusquedad del cambio y a sus efectos en la evolución natural del suelo. Después de algunos años los rendimientos se deben estabilizar y superar, como regla general a los de los cultivos convencionales.

Gómez *et al.* (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, *Bacillus thuringiensis*, jabones, el piretrum, la rotenona, etc., son importados; aumentando con ello los costos de producción. De ahí que sea vital constituir también industrias mexicanas que cubran esta demanda, necesidad que no es exclusiva de los horticultores sino de la mayoría de los productores orgánicos en México.

Soria (1995), realizó un estudio de la rentabilidad económica del cultivo de la papa bajo producción convencional en el Sureste de Coahuila, obteniendo: un rendimiento promedio de 34.25 ton/ha, con un costo total promedio total de \$45,726.50 por hectárea. (excluyendo la renta de la tierra), y con un ingreso de \$75,350 por hectárea., es decir, una ganancia promedio de \$29,623.5 por ha.

Agricultura Biointensiva.

El método biointensivo es "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 (Jeavons, 1991).

La agricultura biointensiva es 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 (Martínez, 1996).

Este método se originó de la combinación de los métodos, biodinámico e intensivo franceses, que se generaron en Europa a finales del siglo pasado y principios del presente. Las técnicas biodinámicas fueron originadas por el filósofo y educador, Rudolf Steiner, a principios de la década de 1920. Entre esa misma década y la de 1960, el inglés Alan Chadwick combinó ambas técnicas dando lugar al Método Biointensivo .

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. (Jeavons, 1991).

Característica y principios del Método Biointensivo.

El Método es un forma de agricultura orgánica que no requiere fertilizantes o pesticidas químicos para producir, de hecho va más allá de la agricultura orgánica porque se enfoca en mejorar el suelo para hacerlo más saludable y productivo y lograr la sostenibilidad "completa" (Martínez, 1996).

La producción de un huerto cultivado con el Método Biointensivo es de dos a seis 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 99 % menos de energía (Martínez, 1996).

Los principios sencillos pero sofisticados en los que se basa el Método Biointensivo se pueden resumir en cinco pasos (Martínez, 1996):

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

1.Doble excavación (Preparación de la cama).

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 (Jeavons, 1991).

Las hortalizas se siembran en camas, conocidas en algunas partes como camellones, tablonos o ñelgas; las dimensiones que el método recomienda para las camas son las siguientes:

Largo, seis metros con cincuenta centímetros ; de ancho un metro con cincuenta centímetros, aproximadamente una superficie de diez metros cuadrados; y una profundidad de sesenta centímetros.

Por el diseño de estas camas (superficie curva y convexa) se logra una mayor penetración e interacción de los elementos naturales, permitiendo un crecimiento sano e ininterrumpido de la planta. El objetivo de la "doble excavación" es aflojar el suelo a una profundidad de 60 cms lo que permite una adecuada penetración del aire, humedad, calor, nutrimentos y raíces (Jeavons, 1991).

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 sobre una superficie mayor y el daño es menor. La meta de la doble excavación está en un suelo suelto y en una adecuada estructura (Jeavons, 1991).

2. Uso de composta (Abonado).

Los fertilizantes usados en esta agricultura son obtenidos principalmente por un proceso denominado compostación, el cual consiste en la descomposición de la materia orgánica; como consecuencia de varios factores como la acción de microorganismos, de calor, de humedad, etc. dando como producto final un humus; mismo que aparte de proporcionar nutrimentos disponibles, mejora la estructura del suelo (Martínez, 1991).

Una buena composta aérea el suelo, desdobra las raicillas, aglomera la arena, mejora el drenaje del suelo, evita la erosión, neutraliza las toxinas, retiene la humedad; alimenta a los microorganismos del suelo y libera nutrimentos 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 son los estiércoles; harina de hueso, que frecuentemente proporciona a las plantas fósforo y calcio; ceniza de madera, fuente de potasio; harina de sangre, proporciona nitrógeno; entre otros (Jeavons, 1991).

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 propicia una mayor susceptibilidad a las plagas y enfermedades (Jeavons, 1991).

3. La siembra cercana.

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 las 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 semilla respecto a la distancia entre plantas (Jeavons, 1991).

El diseño a tresbolillo (alternada o hexagonal) permite un uso óptimo del espacio y por tanto del suelo; además ayuda a detener el desarrollo de malezas y una mayor conservación de la humedad.

Con el método biointensivo no se necesita realizar los deshierbes con tanta frecuencia como con otros métodos, debido a que altas densidades de siembra permiten el establecimiento de un "mulch" viviente. En general sólo se necesita un deshierbe, aproximadamente un mes después de la siembra.

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 suelo pobre (suelos pobres contienen 0.5 % de composta viva).

4. Plantas complementarias o asociadas.

Se conocen algunas plantas que no aceptan la compañía de otras y otras que cumplen una acción benéfica; tal es el caso de los betabeles que extraen sales del suelo; la valeriana, ayuda a casi todas las hortalizas a crecer y concentra el fósforo; la manzanilla es especialista en calcio; se tiene además por ejemplo, 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.

Los efectos benéficos se pueden resumir en los siguientes:

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

Con el cultivo de estas plantas complementarias se busca tener asociaciones que propicien la mejoría en sabor, tamaño o resistencia de las plantas, además evitar asociaciones inconvenientes y aprovechar las propiedades tóxicas o repelentes de algunas plantas, para proteger el huerto de insectos y plagas (Martínez, 1996).

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 (Martínez, 1996). Es decir, debe existir sinergismo entre los componentes (Rodríguez Martínez, 1997).

Plagas y enfermedades.

El método Biointensivo trata de preveer las plagas y enfermedades de las plantas, pues así como un niño sano difícilmente enferma, una planta sana difícilmente será atacada por insectos y enfermedades, el método considera que los insectos son parte de la naturaleza y solo los controla cuando llegan a ser excesivos (Martínez, 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 (Jeavons, 1996).

Otra forma de propiciar la salud de las plantas y reducir los problemas de plagas y enfermedades es mantener equilibrado el contenido de fósforo y potasio del suelo; en relación con el nitrógeno (una proporción 1: 1: 1; N: P: K respectivamente) .

Una planeación adecuada del huerto puede eliminar muchos problemas de insectos y de enfermedades. Dicha planeación incluye: (Jeavons, 1991)

- Uso de semillas adaptadas al clima y al suelo.
- Uso de variedades que tengan tolerancia a las inclemencias del tiempo, insectos y enfermedades.
- Practicar la asociación de plantas y rotación de cultivos.
- Control biológico. Pájaros, sapos , víboras, arañas, catrinas, mantis religiosa, avispa tricograma, etc.
- 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 1 diente de ajo, una cebolla pequeña y ¼ de cucharada de chile con alta pungencia; agregar en un

litro de agua, mezclar y filtrar(Rodale's Succesful Organic Gardening,1994). 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 sirven para el control de insectos chupadores como son áfidos, trips, pulgas, mosquita blanca, cóccidos, (Jeavons, 1991).

d) Uso de composta para control de enfermedades fungosas, esta se prepara, mezclando una parte de composta con seis partes de agua; dejar reposar una semana, filtrar y aplicar(Sunset Publishing Corporation,1993).

e)Trampas y/o Barreras. Existen sustancias muy pegajosas;por ejemplo, usando una parte de vaselina con una parte de detergente líquido y aplicada 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. Incluir en las camas algunas plantas aromáticas para controlar las plagas.

g) Diversificación. Posiblemente la forma más importante de controlar las plagas de las plantas sea simplemente diversificar los cultivos.El método biointensivo combina muy diversos cultivos, y siguiendo este método correctamente sólo se han tenido en los cultivos pérdidas de 5 a 10 % a causa del ataque de plagas. En contraste, el monocultivo practicado en otros métodos proporciona el hábitat uniforme 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.

Cox,J. *et all.* (1973; citado por Jeavons, 1991), de la Universidad de Cornell (E.U.A.), hicieron un estudio de cinco años. Usando técnicas convencionales, encontraron que sí se combinaban dos cultivos podía reducirse la población de insectos a la mitad, sin utilizar pesticidas.

La Composta.

La producción orgánica de hortalizas requiere de prácticas especiales de manejo del suelo, entre ellas la más utilizada es la fabricación y aplicación de abono orgánico y *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).

El proceso es una fuente importante de nutrientes. Tratando de seguir el ejemplo de la naturaleza, regresa al suelo y reutiliza todos los residuos orgánicos: hojas, pastos, hierbas, árboles, residuos de animales, etc. (Jeavons, 1991).

La compostación es una forma importante de reciclar elementos como el nitrógeno, carbono, magnesio, azufre y los demás micronutrientes.

El Hombre puede fabricar el mejor abono orgánico, casi sin costo y en un tiempo relativamente corto (Martínez, 1996).

Trueba (1996), menciona que la composta son nutrientes económicos ; una tonelada de composta tiene un costo de ciento cincuenta nuevos pesos.

Torres (1994), menciona que la mayor parte de los ingredientes de la composta no tiene un costo que refleje las fuerzas del mercado, el estiércol prácticamente se regala, y el único costo que se incurre es el flete del transporte de materiales al sitio donde serán mezclados con otros ingredientes.

La fórmula del 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 un 1/3 de tierra; esta proporción producirá una relación carbono/nitrógeno de aproximadamente 25 a uno, 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, mantiene los olores a un nivel bajo e impiden que las moscas pongan sus huevecillos (Jeavons, 1991).

Inicialmente la composta se elabora de una recombinación de los residuos orgánicos, y la adición de una parte de suelo, el cual debido a los microorganismos presentes que fungirá como inóculo y desdoblarán las sustancias complejas convirtiéndolas en sustancias más simples.

Segun Lampkin (1990; citado por Venegas y Siau,1995), 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. 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 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, almidón, grasas 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 en su fase de enfriamiento. Los hongos mesófilos la reinvasan desde la periferia y empiezan atacar la celulosa. Mas tarde, la "pila" se ve reinvasada por las líneas mesófilas de microorganismos. Este proceso ocurre en algunas semanas.

La composta está 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 o tres (Jeavons, 1991).

El producto final del proceso es el humus o composte que sirve en la agricultura para mejorar la estructura y las propiedades de la retención de agua del suelo, y para suministrar nutrimentos a las plantas; a medida que el humus se descompone finalmente en materia mineral (FAO, 1991).

El compostaje si es llevado a cabo correctamente, puede hacer una importante contribución al control de malezas. La actividad de las bacterias aerobias termofílicas responsables del compostaje lleva a un aumento de la temperatura (sobre los 70 C°) que inactiva las semillas de las malezas (Venegas y Siau, 1995).

Las propiedades de la composta y de abonos orgánicos, a la luz de los problemas de la agricultura moderna son los siguientes:(Jeavons, 1991).

- Mejoran la estructura del suelo. El humus, producto final de la compostación, aglutina a los suelos arenosos, disgrega la arcilla y los terrones. Mejora la aereación.
- Retienen 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 necesiándola.
- Limita la erosión.
- Contiene micro y macronutrientes
- Estabiliza el pH del suelo, tiene un efecto buffer.
- Neutraliza las toxinas del suelo. Recientemente se han realizado estudios importantes que muestran que las plantas cultivadas en suelos con composta orgánica asimilan cantidades inferiores de metales pesados y otros contaminantes urbanos.
- Los ácidos orgánicos producto de la degradación de la composta disuelven los minerales del suelo y los hacen accesibles para las plantas.
- Alimenta la vida microbiana. La composta crea condiciones saludables para los organismos que viven en el suelo.

-Reciclamiento. La tierra nos da alimento, vestido, alojamiento y se cierra al círculo ofreciendo fertilidad, salud y vida mediante la devolución de los materiales al lugar de donde provinieron.

Vásquez (1985), al aplicar varias dosis de composta (0,10,20,30 y 40 ton/ha) en un sistema de producción convencional, al cultivo de la papa, concluyó que no hubo diferencias significativas entre las diferentes dosis de composta para la variable de rendimiento. Además que la composta aplicada mejoró el contenido de materia orgánica y el de humedad, lo que permite observar que sí mejora algunos caracteres edáficos. Económicamente no fue redituable el uso de composta en el cultivo de la papa, ya que la cantidad necesaria es alta y el costo total es elevado, además es de difícil aplicación.

Comparación entre Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensiva

La agricultura biointensiva es una forma de agricultura orgánica miniaturizada, una microagricultura. Va mas alla 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.

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

Según Jeavons(1994),las diferencias entre estas agriculturas básicamente está 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 una área igual, resultando 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 cms. y lo cual proporciona más aire, 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 la composta 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 generadas por el mismo huerto, por lo que se recicla los nutrimentos del suelo y se regresa la materia orgánica del suelo sin disminuirlo de otro.

4.Cultivos.

AO:Usualmente se práctica 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, 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. Prácticas biointensivas minimizan compactación del suelo.

6.Reciclamiento de nutrientes del suelo y residuos.

AO: Frecuentemente usa fertilizantes y compostas de materiales generados fuera 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 mantenidas y reintegrados. Se puede mantener y mejorar la salud, estructura y fertilidad del suelo, además calidad y cantidad de los cultivos producidos.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

Generalidades.

La papa es uno de los alimentos más importantes del mundo, y ha sido clasificada en cuarto lugar en importancia mundial debido a la elevada obtención de proteínas por superficie. Tiene gran variabilidad de consumo (cocida, procesada, en puré, etc.); es muy rica en proteínas, minerales y vitamina C y B (Valadez,1994). Además puede usarse para alimentación animal, tiene importancia industrial, para obtener almidón, harina, dextrina, glucosa, alcohol, y glicerina (SEP, 1990).

De acuerdo con Valadez (1994), la importancia de la papa radica en su valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la gran demanda de mano de obra que necesita durante su desarrollo agrícola (70-85 jornales/ha). Se reporta para 1991 en México un consumo de 16.5 kg/año, con una producción nacional de 1,373,083 toneladas (Gomez *et al*,1994) .

Algunos de los principales estados productores son Puebla, Edo. de México, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, Sinaloa, y Sonora, entre otros (DGEA, 1982;citado por Valadez, 1994).

Origen e Historia.

Se considera a la papa originaria de América del Sur particularmente de Perú,Ecuador y Bolivia (Vavilov, 1951; citado por Valadez,1994). En Perú ya la cultivaban los Incas desde hace 2000 años, y los españoles la llevaron a Europa en el año 1537.

Los frutos son redondos, con un diámetro de aproximadamente 2 cms. Es una baya amarilla o verde y aunque produce semillas fértiles, éstas solo se usan para fines genéticos.

Fisiología.

El desarrollo y el crecimiento de la papa dependen principalmente, de factores genéticos y de condiciones ambientales. El ciclo de vida es de 3 hasta 5 meses. La propagación de la papa se puede hacer por semillas obtenidas de las flores o vegetativa por medio de tubérculos. En la producción normal, la papa se siembra a partir del tubérculo (semilla). El tubérculo, como material de propagación, puede presentar dormición; esto dependiendo de la variedad, oscila entre semanas a meses (Valadez, 1994). La dormición se evita mediante el uso de variedades que no presenten tan marcadamente este efecto, o bien se puede romper por medio de reguladores de crecimiento (Rangel, 1987).

Existe una relación entre el número de tallos y el número de tubérculos, mientras más tallos tenga la planta, mayor será el número de tubérculos, pero su tamaño será más pequeño. La tuberización o formación de tubérculos, es un proceso acumulación de fotosintatos en un tallo subterráneo modificado para la reproducción vegetativa. El tallo subterráneo empieza a engrosarse en el ápice por la acumulación de nutrientes, especialmente almidón. En este proceso influye el factor genético de la planta y los cambios en las condiciones climatológicas. Los días cortos favorecen la formación temprana de los tubérculos.

Montaldo (1984), menciona que en los cruces de *andígena x tuberosum*, la tuberización se retarda y comienza para algunas variedades alrededor de los 75 días y para otras a los 120 días. El mayor número de tubérculos ocurre a los 135 días. La producción final de algunos de estos cruces, como Monserrat, sobrepasa a muchas variedades del género *tuberosum*.

Planificación del cultivo.

Antes de empezar a producir papas, el productor necesita observar requisitos y las características de la papa, con el fin de determinar un sistema adecuado de producción, según las condiciones de la región.

Requerimientos de Clima.

Es una planta semirresistente al frío, pero no tolera heladas. Se desarrolla desde alturas de 500 a 3000 msnm. Las temperaturas óptimas ambientales para obtener excelentes rendimientos son de 15.5 C° a 18.5 C°. La temperatura óptima del suelo para la emergencia es de 22 C°; temperaturas altas retardan la emergencia. Se reporta que temperaturas de 16 C° por la noche y mayores de 18 C° por el día arrojan los rendimientos más altos y la cantidad de almidón más elevada (Valadez, 1994).

Se ha comprobado que el fotoperíodo y la temperatura afectan la formación de tubérculo; en días largos la formación de tubérculos ocurre si la temperatura nocturna es inferior a 20 C°, siendo la óptima de 12 C°. Además obtener una buena calidad de papa (relación almidón/ azúcares) en el día deben presentarse temperaturas altas (26 C°) con buena luminosidad, y temperaturas noturnas de 12 a 16 C° durante el crecimiento vegetativo. Cabe mencionar que esta relación de clima depende del cultivar (Yamaguchi, 1983; citado por Valadez, 1994).

Montaldo (1984), determinó que el rendimiento influye de acuerdo al clima y la variedad. A 450 msnm con temperaturas promedio de 24 C° la variedad Alpha presentó un rendimiento de 5.14 ton /ha mientras que Monserrat un rendimiento nulo por hectárea; a temperaturas de 18.5 C° y 1500 msnm, Alpha obtuvo 33.33 ton/ ha y Monserrat 16.74 ton / ha; a temperaturas de 16 C° y 2000 msnm, Alpha obtuvo 15.49 ton /ha y Monserrat 11.80 ton/ha; a temperaturas de 11.6 C° y 3080 msnm. Alpha obtuvo 19.55 ton /ha y Monserrat 45.18 ton /ha.

Requerimientos de humedad.

La papa necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm. Los riegos deben ser ligeros para evitar pudriciones por hongos y bacterias, pero lo suficientes para evitar tubérculos rajados, flácidos o deformes, por falta de humedad (SEP,1990).

La frecuencia de riegos será de 7 a 12 días, según el clima y el tipo de suelo. La necesidad de riego es más crítica, en la época de formación de tubérculos (Bayer,1984).

Una precipitación pluvial muy elevada y una humedad relativamente alta, provocan el rápido desarrollo de enfermedades.

Requerimientos de suelos y fertilización.

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25 a 30 cms. Los suelos muy arenosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas; fuente importante de materia orgánica son los abonos verdes o los cultivos de leguminosas, incluidos en el plan de rotación cultural y las adiciones de estiércoles y *compostas* (Montaldo, 1984).

Según Valadez (1994), en lo referente al pH, la papa está clasificada como altamente tolerante a la acidez, aceptando valores de pH 6.5 - 5.0. Es una hortaliza tolerante a la salinidad, llegando a soportar 6400 a 2560 ppm .

Con respecto a la nutrición de la planta, las papas requieren de altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción. Una cosecha con un rendimiento de 40 ton/ha extrae del suelo las siguientes cantidades: 139 kgs de nitrógeno; 21 kgs de fósforo; 165 kgs. de potasio; 8 kg de calcio; 15 kgs de magnesio y cantidades mínimas de elementos menores (SEP,1990).

En lo concerniente a la fertilización química en campo, algunas formulaciones de acuerdo a la región productora son las siguientes:(Valadez, 1994)

Región	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Navidad,N.L.	100	200	100
Saltillo, Coah.	100	200	100
Silao, Gto.	150	300	150

Almonte(1991), determinó que las dosis óptimas de fertilizantes para zonas aledañas a Saltillo, específicamente Arteaga,Coah., bajo condiciones de temporal y riego fueron: 60-120-60 y 120-240-120 respectivamente ya que se obtuvieron la máxima respuesta en cuanto rendimiento de tubérculo en papa.

La papa además de una fertilización mineral, requiere de fertilizantes orgánicos, especialmente estiércol. Se necesitan de 15 a 30 ton. de estiércol maduro por hectárea, de éstos se recomienda aplicar cada tres o cuatro años (SEP, 1990).

Densidad, profundidad y época de siembra.

La siembra puede ser manual o mecanizada, utilizando de 2 a 2.5 ton de "semilla" por hectárea; se recomienda utilizar papa de 50 a 60 gramos de peso, que tenga de dos a tres yemas semibrotadas (Valadez,1994). Cuando se tiene tuberculos grandes puede ser necesario cortar la semilla, debe buscarse que los trozos pesen de 40 a 50 grs y que posean, a lo menos, una yema en buenas condiciones de brotación (Montaldo, 1984).

La distancia recomendable entre surcos varia de entre 0.77, 0.92 o 1.20 mts y distancia entre plantas de 25 a 40 cms, ésto para tener una densidad de 30,000 a 60,000 plantas/ha (Valadez, 1994).

Respecto a la profundidad se debe considerar el clima, la humedad y el tipo de suelo. La profundidad varía de entre 1 a 15 cms abajo del nivel del campo. En climas de temperaturas altas, se siembra a mayor profundidad que en climas templados. En suelos pesados, se siembra a menor profundidad superficial que en suelos livianos.

Para la época de siembra, el productor debe considerar la temperatura, la humedad y el fotoperíodo. Para que los brotes formen tallos y raíces, la temperatura del suelo debe ser superior a 10 C°. Se debe prever que más tarde la temperatura suba considerablemente para un buen desarrollo de la planta. Para estimular la tuberización, la temperatura debe subir de 15 a 20 C°, dos o tres meses después de la siembra.

SARH (1993)(Actualmente SAGAR), recomienda para el cultivo de la papa que la siembra se lleve a cabo entre el 15 de marzo al 31 de mayo.

Manejo del cultivo.

El manejo del cultivo consiste en diversas operaciones que el productor puede aplicar de acuerdo con las necesidades del cultivo. Las operaciones son las siguientes:

- Escardas.
- Aporques.
- Control de malezas.
- Control de plagas y enfermedades.

1.-Escarda. La primera escarda se realiza 25 días después de que han emergido las plántulas. Su finalidad es aplicar la segunda parte de fertilizante (nitrógeno); romper la costra del suelo, especialmente después de cada riego; y hacer un deshierbe mecánico (Valadez, 1984).

2.-Aporque. Se recomienda efectuar esta práctica tantas veces como sea necesario. El aporque tiene como fin cubrir los tubérculos para protegerlos de la quemadura del sol, del posible daño de la palomilla (*Phthorimaea operculella*) y del ataque del tizón (*Phytophthora infestans*); conservar mejor la humedad del

suelo y facilitar el drenaje; en suelos fríos, ofrecer mayor superficie de calentamiento por el sol; mantener el cultivo libre de malezas (Montaldo, 1984).

3.Control de malezas. Las malezas en la papa, representan más bien un problema de competencia por humedad y nutrimentos, que por espacio, gracias al vigoroso desarrollo del cultivo. El control mecánico de malas hierbas se realiza en gran parte durante la operación de aporque. Existen además en el mercado herbicidas para el control químico de malas hierbas como son Eptán (2 a 3 kg/ha), Dual (0.5 a 1.5 Kg /ha), Sencor 70 % PH (0.4-0.6 kg/ha, preemergente).

Howard (1969;citado por Montaldo,1984),encontró que las parcelas cuidadosamente limpiadas a mano rinden casi media tonelada más que las tratadas con herbicidas. Afirma el autor que la reducción en rendimiento motivada a labores de cultivo puede deberse ya sea a un disturbio de las raíces o a una pérdida extra de agua del suelo, y que con herbicidas las pérdidas son provocadas por pequeños efectos fitotóxicos en la planta de papa.

4.Control de plagas y enfermedades. Existen muchas plagas y enfermedades que atacan a la papa, algunas de estas plagas se pueden controlar, antes o en el momento de la siembra, mediante un debido control sanitario. El productor debe inspeccionar se cultivo por lo menos una vez por semana.

PLAGAS.

Varias especies de insectos y nemátodos forman un complejo de plagas, que atacan a la parte subterránea y especialmente la papa. Las lesiones a las raíces por estas plagas, no solo causan un daño directo, afectando la cantidad y calidad de la cosecha, sino que abren el camino a varias enfermedades.

Insectos.

1. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp).

Aunque este insecto tiene preferencia por las gramíneas, también daña otros cultivos, como la papa. Las larvas comen de los tubérculos, haciendo grandes agujeros circulares, sin que las matas manifiesten síntomas exteriores (Bayer, 1984).

2. Picudo grande de la papa (*Epicaerus cognatus*).

Mide 15 mm y es de color café rojizo con un pico corto. Después de la copula, las hembras ovipositan en el suelo, cerca de las matas de papa. Las larvas se alimentan de las raíces y los tubérculos, ocasionando graves daños, por las extensas galerías que forman (Bayer, 1984).

3. Picudo pequeño de la papa (*Phyrdenus muriccus*).

Mide unos 5 mm de longitud, es de color café grisáceo y barrena los tubérculos. Las hembras ovipositan en la base de los tallos, que son barrenados por las larvas, las cuales se dirigen hacia los tubérculos, que también son dañados (Bayer, 1984).

4. Catarinita de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*)

Su alimento favorito es la papa, masticando las hojas y crecimiento terminal de la planta. La catarinita sale del suelo en la primavera, tiempo para encontrarse con los primeros brotes. En estado adulto pueden ser reconocidos por las rayas alternas de color amarillo que corren a lo largo de las cubiertas de las alas (Castaños, 1993).

5. Palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

La palomilla se ha convertido en la plaga más importante de la papa aunque ataca al tomate y berenjena. Las larvas se alimentan primero como minadoras de hojas y tallos; y posteriormente como barrenadoras de los tubérculos. Viven 10 días, son grisáceas y de 12 mm de expansión alar. Una vez formados los tubérculos, las hembras prefieren ovipositar en ellos. Después del desvare es el momento crítico para el daño a los tubérculos, ya que el suelo esta reseco y agrietado (Castaños, 1993).

6. Pulgón (*Myzus persicae*)

Es una de las plagas chupadoras de savia más importantes para la papa, ocasionando achaparramiento, amarillamiento de las hojas inferiores y enchinamiento de las hojas terminales. Sin embargo, aun más importante, es la transmisión de virus, como el virus del enrollamiento de la hoja.

(Castaños, 1993)

7. Chicharrita de la papa (*Empoasca fabae*)

Se trata de dañinos chupadores de savia que ocasionan el secamiento de las puntas de las hojas, las cuales se enrollan hacia arriba. Los adultos miden escasos 3 mm, son de color amarillo-verdoso y saltan o vuelan rápidamente, cuando son molestados. Bajo infestaciones graves, los tubérculos quedan inadecuados como semilla. Se sospecha de este insecto como vector de la Punta Morada de la Papa (Bayer, 1984).

8. Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

El adulto es pequeño con el cuerpo cubierto por una substancia cerosa y polvorienta de color blanco. La ninfa es ovalada simitransparente. Las ninfas y adultos se alimentan de la savia de las hojas, excretando un líquido azucarado en el que se desarrollan hongos negruzcos (fumaginas). Es un importante vector de virus (Castaños, 1993)

Nemátodos.

1. Nemátodo dorado (*Globodera rostochiensis*).

Es una de las especies más temidas, al sobrevivir hasta 17 años en el suelo, en forma de quistes, los cuales contienen huevecillos. Los quistes inmaduros son blancos, después dorados y por último cafés y contienen hasta 500 huevos. Cuando el ataque es muy grave, las plantas quedan amarillas de las hojas, se marchitan y mueren. En forma indirecta también causa perjuicios, al transmitir virus o bacterias (Bayer, 1984).

2. Nemátodo de las agallas (*Meloidogyne incognita*).

Produce agallas en forma de nudos en las raíces o hinchazones en las papas. La misma semilla de papa puede ser foco de infestación. En esta especie la hembra es la endoparásita, con cuerpo en forma de pera, sedentaria, de color blanco. Las secreciones, que inyecta al alimentarse con su estilete, forman la agalla (Bayer, 1984).

3. Nemátodo lesionador (*Pratylenchus destructor* y *P. scribneri*)

Lesionan cuando succionan la parte subterránea. Ocasionalmente ocasionan heridas oscuras en los tubérculos. Son endoparásitos migratorios, ya que pueden salir de los tejidos infestados para atacar en otro lugar. Machos y hembras tienen forma de gusano y miden menos de 1 mm de largo (Rangel, 1987).

4. Nemátodo de la pudrición (*Dytilenchus destructor*).

Este nemátodo se alimenta directamente en los tubérculos. Al iniciarse su ataque, se observan manchas decoloradas en los tubérculos, que forman una pudrición gris o café. Los tejidos toman una forma granular y se desecan, de tal forma que la cáscara puede rajarse, penetrando los patógenos (Rangel, 1987).

Cuadro A .Plagas del cultivo de la papa, nombre científico, control químico y dosis(Bayer, 1984; Bayer 1992; Valadez, 1994)

PLAGA	NOMBRE CIENTÍFICO	CONTROL (N. C.)*	DOSIS/HA
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp</i>	Curater 5%GR	30-60 kgs
Picudo grande de la papa	<i>Epicaerus cognatus</i>	Tamaron 600	1.0 lt
Picudo pequeño de la papa	<i>Phyrdenus muriccus</i>	Folidol M-50	1-1.5 lt
Catarinita de la papa	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Lucathion 1000	1-1.5 lt
Palomilla de la papa	<i>Phthorimaea operculella</i>	Tamarón 600 Paratión etílico	1.0 lt 1.0 lt
Pulgón	<i>Myzus persicae</i>	Folimat	0.6-0.9 lt
Chicharrita de la papa	<i>Empoasca fabae</i>	Metasystox R25	0.75-1.5 lt
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Confidor	1.0 lt
Nemátodo dorado	<i>Globodera rostochiensis</i>	Furadán	25 kg
Nemátodo de las agallas	<i>Meloidigyne incognita</i>	Nemacur 10%	40-60 kgs
Nemátodo lesionador	<i>Pratylenchus spp</i>	Nemacur 400	10-15 lts
Nemátodo de la pudrición	<i>Dytlenchus destructor</i>	Curater 5%	50-60 kgs

*Nombre comercial del producto

ENFERMEDADES.

Los agentes patógenos que causan enfermedades en la papa, pueden ser de varias clases de microorganismos como son hongos, bacterias y virus. Las enfermedades fungosas son particularmente destructivas.

Virus.

1.Virus A de la papa (VAP)

Sin síntomas, o un simple moteado, hasta la llegada del virus X, cuando aparece un arrugamiento(Bayer, 1984).

2.Virus X de la papa (VXP)

En algunas variedades de papa se presenta como simple moteado, o permanece latente hasta aparecer el virus A o el virus Y, en combinación con los cuales, da un arrugamiento(Bayer,1984).

3. Virus Y de la papa (VYP).

Causa el mosaico rugoso, a menudo en combinación con el virus X. Las hojas se muestran arrugadas y moteadas; las inferiores con venas negras (Bayer, 1984).

4. Enrollamiento de la hoja. (Degeneración de la papa)

Este virus se transmite vegetativamente a través de los tubérculos infectados ó por la saliva contaminada de sus vectores los pulgones. Diez a veinte días después de nacidas las plantas, las hojas están enrolladas, quebradizas y caen fácilmente. Las plantas quedan achaparradas y los tubérculos son escasos (Bayer, 1984)

Micoplasma.

1. Punta Morada.

Se encuentra en las principales zonas paperas de México. Las pérdidas más graves se dan en las siembras tempranas, donde prosperan las chicharritas vectoras.

Se forma una coloración morada ó amarilla en los folíolos superiores. En las yemas axilares se forman brotes ó tubérculos aéreos. Las papas sufren una intensa necrosis y cuando la incidencia de la enfermedad es elevada, la cosecha es poca y de baja calidad (Bayer, 1984)

Hongos.

1. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) .

Es la enfermedad más generalizada y una de las más peligrosas de la papa. Puede arrasarse un cultivar en unos cuantos días, si las condiciones ambientales son favorables. Las lluvias continuas, con días nublados y calurosos, noches frescas con rocío, son condiciones que presagian ya una infección y deben tomarse en cuenta para realizar algún control.

Así las primeras infecciones ocurren en los tallos y en las hojas más bajas. En las hojas, el tizón tardío se manifiesta por manchas húmedas de color verde pálido, que rápidamente se tornan negras. Los cultivos atacados dan un

olor característico a moho, que es reconocido por los agricultores. Bajo infecciones graves, se observan manchas grises en los tubérculos, que internamente causan una pudrición seca de color café (Calderoni,1978).

2. Tizón Temprano (*Alternaria solani*).

Casi siempre está presente en los cultivos de papa y en algunas regiones los daña gravemente, ataca a las hojas, los tallos y los tubérculos. Los síntomas son más característicos en la hojas, como manchas oscuras, con anillos circulares o alargados, pero casi concéntricos, que al unirse, producen lesiones mayores; en ocasiones limitadas por las nervaduras. Las hojas se amarillean entre las lesiones. Las lesiones en los tallos de la papa son menos frecuentes, pero también presentan anillos concéntricos. En los tubérculos son oscuras, más o menos irregulares y algo hundidas (Calderoni,1978)

3. Viruela de la papa (*Rhizoctonia solani*).

El ataque ocurre desde la brotación de las yemas. Las plántulas que logran emerger tienen las hojas con la punta retorcidas, de color amarillento o violeta-rojizo. En los cultivos densos, hay un desarrollo fungoso de color blanco o pudrición; en la base de los tallos. Los tubérculos quedan pequeños y deformados, con prominencias negras en la cáscara, donde se encuentran los esclerocios. El ataque es favorecido por el clima húmedo y frío (Calderoni,1978).

4. Roña común de la papa (*Streptomyces scabies*)

La roña común o sarna, se caracteriza por el aspecto corchoso de las lesiones en los tubérculos. Estas son más o menos profundas, de color oscuro y demeritan la calidad y valor comercial de las papas, llegando a producir pérdidas considerables. Es un habitante común de los suelos, aunque en ellos nunca se haya sembrado papa. Prefiere suelos con pH superior a 5.2 y no demasiados húmedos (Calderoni,1978)

Bacterias.

1. Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*).

Esta enfermedad, también llamada pudrición bacteriana o vaquita, ataca al sistema vascular de raíces, tallos y tubérculos. Afecta a muchas plantas de cultivo, principalmente solanaceas. En papa existen pérdidas de cosecha hasta de 75 %. Al ser atacadas las matas detienen su desarrollo, quedan achaparradas, se marchitan y amarillean. Al entrar a un plantío se distinguen las hojas voltedas, con el envés visible. (Calderoni,1978).

La enfermedad se confirma, al cortar un tubérculo a la mitad, observándose una secreción blanca, como leche, de donde le viene el nombre de vaquita. Al cortar los tallos se observa una coloración café.(Bayer, 1984)

2. Pudrición blanda (*Erwinia carotovora* var *atroseptica*).

Esta bacteria se encuentra en el suelo, y es aquí donde se inicia la infección a partir de la semilla enferma, ó penetra por las lesiones mecánicas ó causadas por nemátodos o plagas subterráneas y desde ahí se traslada sistémicamente a toda la planta. Las yemas infectadas dan lugar a plantas enfermas, amarillas, cuyas hojas superiores se enrollan, mostrando el envés. Los tallos al nivel del suelo y hasta 10 cms de altura, presentan manchas negras y blandas, por lo que también se llama a esta enfermedad, Pierna Negra (Calderoni,1978).

Cuadro B. Enfermedades de la papa, nombre científico, control químico y dosis (Bayer, 1984; Bayer, 1992; Valadez, 1994).

ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTIFICO	CONTROL (N.C.)*	DOSIS /HA
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Manzate 200, Ricoil	1.5lt ;2-3 kg
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>	Ridomyl-MZ, Daconil,	2.0 kgs
Pierna negra de la papa	<i>Rhizoctonia solani</i>	Monceren	3-5 kgs
Marchitez bacteriana	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Agrimicin 100, Agrimicin 500	0.3 0.5 kgs
Pudrición blanda	<i>Erwinia carotovora</i>	Agrimicin 100 o 500	0.3 y 0.5 resp.
Punta Morada		Control de vectores (chicharritas)	
Virus X, Y, S, enrollamiento de la hoja		Cultivares resistentes	

*Nombre comercial.

La papa es otra de las hortalizas que ha contraído muchos problemas fitosanitarios. Dentro de los insectos plaga se contemplan como problemas principales a los pulgones (*Epitrix cucumeris* y *Myzus persicae*), la palomilla de la papa (*Phthorimoea operculella*) y el nemátodo dorado (*Globodera rostochiensis*), por lo que se sugiere utilizar lo más constantemente posible el control biológico para la palomilla; insecticidas sistémicos para pulgones y cultivares resistentes para el nemátodo dorado.

Por lo que respecta a enfermedades, los tizones se pueden controlar llevando a cabo una calendarización de fungicidas de contacto y sistémicos; sin embargo, el problema fuerte en papa son los virus, por lo que se recomienda utilizar semilla sana y certificada, así como cultivares resistentes o tolerantes (Valadez, 1994).

Valor Nutricional.

Como anteriormente se mencionó la importancia radica en su valor nutritivo, ocupando el cuarto lugar en alimentos a nivel mundial; debido a la elevada obtención de proteína por superficie (Valadez, 1994).

Cuadro C. Contenido nutricional del tubérculo de la papa en 100 gramos de muestra:(Woolfe, 1987)

Característica nutricional	Papa	Papa (Seca)	Papa hervida con piel	Papa hervida sin piel	Papas a la Francesa	Papas botana (Chips)
Energía (kcal)	80	321	76	72	264	551
Humedad (%)	78	11.7	79.8	81.4	45.9	2.3
Proteína (g)	2.1	8.4	2.1	1.7	4.1	5.8
Lípidos (g)	0.1	0.4	0.1	0.1	12.1	37.9
Carbohidratos totales (g)	18.5	74.3	18.5	16.8	36.7	49.7
Fibra cruda (g)	0.5	2.0	0.5	0.6	1.0	1.6
Cenizas (g)	1.0	4.0	0.9	0.7	1.8	3.1
Calcio (mg)	9	36	7	6	15	39
Fósforo (mg)	50	201	53	38	92	135
Hierro (mg)	0.8	3.2	0.6	0.5	1.1	2.0
Zinc(mg)	0.41	-	-	-	-	-
Tiamina(mg)	0.10	0.40	0.09	0.08	0.12	0.20
Niacina (mg)	1.5	6.0	1.5	1.2	2.6	5.5
Riboflavina (mg)	0.04	0.16	0.03	0.03	0.06	0.07
Vitamina C (mg)	20	80	12-16	4-14	5-16	17
% de Almidón contenido en la materia seca de tubérculo de la papa	60-80					

La principal característica de la papa es su alta concentración de carbohidratos ,en forma de almidones.(Valadez,1994).

La papa se compara con otros vegetales comunes en contenido vitamínico, es esencialmente rica en vitamina C. El contenido mineral de la papa es grandemente influenciado por el suelo en el cual crece. Normalmente, la papa es una fuente moderadamente buena en hierro(Fe), fósforo(P), magnesio (Mg), y es excelente en potasio (K). Estos aspectos nutricionales indican que la contribución de la papa a la dieta no es energía principalmente sino también proteínas, vitaminas y minerales. (Horton,1987;citado por Huerta,1997).

Las papas se cultivan para muchos destinos, y cada mercado tiene sus propias exigencias y precisa una calidad diferente de tubérculo. Los principales tratamientos a que son sometidas las papas en los procesos industriales son enlatado, papas rizadas, papas congeladas, fritas, y productos deshidratados. Para el enlatado de papas nuevas, las plantas deben proporcionar un elevado rendimiento de tubérculos pequeños y uniformes entre 20 y 40 mm; con una carne de color crema o blanca, textura cerea consistente y un contenido de materia seca inferior al 20 %. Las papas enlatadas cortadas en dados requieren la producción de tubérculos grandes de más de 50 mm, carne blanca, textura cerea y un contenido de materia seca al 21 %. Las papas rizadas (o cortadas para freír) se preparan a partir de tubérculos uniformes, con forma regular, tamaño de medio a grande con más de 40 mm, un contenido de materia seca superior al 21 % y de azúcares reductores inferior al 0.2 % (preferentemente de 0.1%). La elaboración de papas fritas requiere de tubérculos en forma regular, tamaño de medio a grande de unos 45 mm con carne de color crema o blanco, contenido de materia seca por encima del 20 % y un contenido de azúcares reductores inferiores al 0.25 % (Arthey, 1991).

Los cultivos de papa son influenciados por los factores de la producción más que cualquier otro vegetal.

La calidad está definida según Arthey (1991), por varios factores como son:

-Variedad del cultivar. La estructura genética de la planta es el principal factor para determinar la calidad.

-Maduración del cultivo.

-Cuidados del cultivo.

Dentro de este punto se tiene:

*Tipo de suelo. Algunos cultivos se desarrollan más fácilmente sobre unos tipos de suelo que otros, obteniéndose mayores rendimientos y el producto recolectado es de mejor calidad. Cultivos tales como papas y zanahorias son particularmente susceptibles a las condiciones del suelo. Por ejemplo los suelos pedregosos pueden alterar la forma de raíces como zanahorias.

*Densidad de plantación. Esta puede ejercer influencia directa sobre el tamaño de las plantas y sobre el producto recolectado.

*Nutrición de las plantas. La nutrición correcta de las plantas y su tratamiento con fertilizantes resulta esencial para conseguir rendimientos máximos y obtener productos de óptima calidad. Un aporte insuficiente de cualquier nutrimento puede limitar el crecimiento y/o calidad de la cosecha.

*Plagas, enfermedades y control de malezas. Puede reducir el rendimiento y calidad potencial de la cosecha.

-Recolección.

-Almacenamiento.

Cosecha.

El cultivo para obtención de papas para consumo, se da por terminado cuando ellas alcanzan su máximo desarrollo: las hojas empiezan a ponerse amarillas, se secan y se caen, los tubérculos se desprenden más fácilmente de los estolones. Los riegos se suspenden y entonces se desvara con maquinaria especial o bien en forma manual(SEP,1990).

Antes de extraer los tubérculos, se espera de 7 a 15 días a que suberifique la cutícula de las papas. Durante su recolección y clasificación de las papas, debe evitarse dañar los tubérculos sanos, y al mismo tiempo, eliminar los tubérculos infectados (Bayer,1984).

MATERIALES Y METODOS.

Localización del experimento.

La presente investigación se realizó en el Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides", adscrito al Departamento de Botánica, y en el Laboratorio de Ciencias Básicas, del Departamento del mismo nombre, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; misma que se localiza en los terrenos de la Exhacienda de Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, México.

El lugar tiene las siguientes coordenadas geográficas:

Altitud: 1743 metros sobre el nivel del mar.

Latitud: 25° 22' 41" 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 extremo 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 más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de hasta 37 C°. Durante enero y diciembre se registran las temperaturas más bajas, de hasta 10 C° bajo cero.

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

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

Las condiciones climatológicas presentes durante la etapa del desarrollo del cultivo fueron las siguientes:

Cuadro 1. Condiciones climatológicas Marzo-Julio de 1997.

Mes (1997)	Temp. Máx.(C°)	Temp.Min.(C°)	Temp.Media(C°)	Lluvia total (mm)
Marzo	30.0	0.8	15.7	77.3
Abril	30.0	3.0	15.8	44.6
Mayo	32.3	8.3	19.7	38.6
Junio	28.9	15.5	21.2	72.8
Julio	28.6	16.1	21.35	74.7

Reporte agrometeorológico regional.(Mendoza,1997).

Descripción de la variedad de papa Monserrat.

Debido a la reproducción de la papa (asexual) se utilizaron tubérculos, de la variedad Monserrat, la cual es una variedad de reciente introducción en México. Presenta la siguientes características varietales: (Valdes, 1997)

Cuadro 2. Características de la variedad de papa Monserrat.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCION
Origen	<i>Solanum andigena x Solanum tuberosum</i>
Ciclo vegetativo	120-140 días.
Desarrollo vegetativo	Bueno ; denso, plantas grandes de 90-110 cms de altura.
Floración	Flores blancas; a los 55 días.
Forma de tubérculo	Oblongos aplastados
Ojos del tubérculo	Profundos
Color de piel	Amarilla
Color de pulpa	Blanca cremosa
Rendimiento	Alto, de 30 a 50 ton/ha
Tolerancia	A <i>Phytophthora</i> (Tizón tardío)
Calidad	Excelente calidad industrial, para frituras

Elaboración de compostas.

La investigación inició con la elaboración de compostas, en septiembre de 1996. Inicialmente se recolectó el material necesario: alfalfa (*Medicago sativa*) en verde; y paja de triticale(*X. triticosecale* W.) y de trigo(*Triticum aestivum*).

Posteriormente y de acuerdo a Jeavons (1991), se procedió a realizar los siguientes pasos:

- 1.- Se marcó una superficie de 1 m² en el suelo, y se aflojó a una profundidad de 15 cm.
- 2.- Se colocó primero una capa de materia seca; en este caso fué de paja de triticale o trigo; se uso un bote (Cap: 20 lts de agua), para colocar cuatro de ellos.
- 3.- Se colocó despúes una capa de materia verde; alfalfa ; se pusieron dos botes.
- 4.- Se cubrió el montón con una capa de tierra, del mismo suelo donde se hicieron las compostas; se colocó $\frac{3}{4}$ del bote.
- 5.- Se regó la capa, hasta quedar húmeda.
- 6.- Se repitieron los pasos 2,3,4 y 5, hasta tener un montón de una altura de 1 a 1.20 mts, para tener una composta de aproximadamente 1 m³ (Así se puede lograr aislar adecuadamente el calor para el proceso de composteo).

Al finalizar el proceso de descomposición el volúmen del montón se reduce en un 60% aproximadamente (Jeavons,1991).

Para la elaboración de las compostas se utilizaron los materiales que se presentan en el cuadro 3, además se mencionan las cantidades utilizadas de cada material.

Cuadro 3. Materiales utilizados para la elaboración de compostas en la investigación.

Composta	Suelo Agregado (Kgs.)	Alfalfa (Kgs.)	Paja (kgs)	Agua Total (Lts.)	No. de Capas	Volteos
De paja de triticale	145	55	50	300	7	3
De paja de trigo	90	40	40	230	5	3
Promedio	117.5	47.5	45	265	6	3

Se elaboraron ocho compostas; dos de las cuales se hicieron de paja de triticale, los demás materiales y cantidades se mantuvo constante.

Aproximadamente se tuvo un peso promedio de 250 kg/composta al iniciar, y al final del proceso de compostación, un peso promedio de 115 kg/composta.

Una vez hecha la composta se regó periódicamente para mantenerla a una humedad suficiente para que el proceso se lleve a cabo hasta obtener una composta madura.

La humedad fue monitoreada por medio de un medidor de humedad ; SAV A PLANT Modelo MM425, con el cual se determina si la composta está seca, húmeda o extremadamente húmeda.

Además, la temperatura también fue monitoreada utilizando un termómetro, para determinar el calor producido dentro de la composta. Con estos dos parámetros se sabía si el proceso de composteo se estaba llevando a cabo, o bien se realizaría un volteo, humedecer o agregar material seco o verde.

Al analizar la composta en Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Materia Orgánica, Carbonatos totales y pH, utilizando los métodos para analizar suelos, se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 4. Composición química de la compostas utilizadas en la investigación.

Composta	Nitrógeno total(%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Materia orgánica(%)	Carbonatos (%)	pH
De paja de triticale	0.6851	21.72	10257.1	9.78	30	7.8
De paja de trigo	0.5134	20.71	9901.7	8.81	32	8.1
Mezcla	0.5466	20.79	9914.2	8.84	30.5	8.1

El proceso tuvo una duración de aproximadamente cuatro meses y medio.

Al finalizar se obtuvo:

- 750 kgs de composta, utilizando paja de trigo.
- 170 kgs de composta, utilizando paja de triticale.
- Un total de 920 kgs de composta.

Se mezclaron las compostas, para posteriormente molerlas, utilizando un molino de martillos y así obtener una composta aun más fina, con el fin de trabajar mejor con ella y tuviera mejores efectos en el suelo.

Preparacion del terreno.

Con una superficie de 150 m^2 , el terreno fue preparado inicialmente con un barbecho a una profundidad de 30 cms. Posteriormente, se utilizó un rototiller (1.5 H.P.) con el fin de dar mejor estructura, realizando dicha labor a lo largo y ancho del terreno.

El trazo de las camas fue hecho con cinta métrica y estacas de madera; marcando camas de 10 m^2 (1.5 x 6.5), tomando como base las proporciones de las camas biointensivas mencionadas por Jeavons (1991). Debido al espacio, se marcaron 12 camas, asignando cuatro camas para cada agricultura (tratamientos), la separación entre camas fue de 0.5 m. Sin embargo al final de la investigación solo se trabajó con 9 camas, como consecuencia de descartar dos camas de un mismo bloque, debido a daños accidentales, eliminando la tercer cama del mismo bloque, para solo trabajar con los tres bloques restantes.

Las camas asignadas a la agricultura biointensiva fueron nuevamente barbechadas, pero ahora a 60 cms de profundidad, para lograr el doble escavado, tal y como Jeavons (1991), menciona:

Para iniciar el doble escabado, se abre una zanja de 30 cms de ancho por 30 cm de profundidad, a todo lo ancho de la cama, y en uno de sus extremos. De la primera zanja se extraen 7 cubetadas grandes y se colocan al final de la cama. Parándose dentro de la zanja, se excavan otros 30 cms (si se puede), aflojando poco a poco el suelo con un biello. Hundir el biello y sin sacarlo aflojar la capa inferior del suelo. Luego, se excava otra zanja detrás de la primera y se va echando hacia adelante cada palada de tierra. Se repita el proceso para aflojar la capa inferior del suelo en la segunda zanja. Se excava la tercera y las siguientes hasta completar la doble excavación de toda la cama.

Se rellena la última zanja con la tierra de la primer zanja. Posteriormente con un rastrillo y azadón se le da forma a la cama procurando dejarla lo más nivelado posible. Cabe hacer mención que en el terreno trabajado existe un capa de caliche a un nivel de 30-60 cms. abajo del nivel del suelo, por lo que en algunas camas solo pudo lograrse los 30 cms. de barbecho.

Para las camas asignadas a la agricultura convencional y orgánica , se nivelaron y se trazaron dos surcos a lo largo de la cama, con una distancia entre surcos de 80 cms., y una profundidad de 15 cms.

Manejo del cultivo de acuerdo a cada agricultura (Tratamientos).

Fertilización.

Agricultura Convencional.

Antes de la siembra, se aplicó la fórmula 100 N-200 P-100K ,en banda a cada surco de las camas asignadas a la agricultura convencional. Las fuentes utilizadas para la formulación fueron: 18-46-00; Urea (46-00-00) y Sulfato de potasio (00-00-50). Se realizó un paso de rastrillo para tapar el fertilizante

Agricultura Biointensiva.

De acuerdo a Jeavons (1991), se aplicó una capa de 2.5 cm, es decir, aproximadamente una cantidad de 112. 5 kg/ 10 m² de composta madura. Al voleo, e incorporada con azadón a una profundidad de 15 cm. Con un rastrillo se dió forma a la cama. Además se aplicó 2.5 kg de harina de hueso/ 10 m² , debido a que los análisis de suelo mostraron un deficiencia de fósforo. La harina de hueso presentó un contenido de fósforo del 9%, calcio 20%, y un contenido del 25 % de proteína que es fuente de nitrógeno.

Altas dosis de compostas fueron aplicadas con el objetivo de utilizarlo como fertilizante y no como mejorador como lo utilizan algunos productores.

Agricultura Orgánica.

La cantidad aplicada fue igual a la de la agricultura biointensiva, solo que la composta y la harina fueron aplicadas en banda; a cada surco de las camas asignadas a la agricultura orgánica. Se realizó un paso de rastrillo en el surco para tapar el fertilizante.

Siembra.**Agricultura Convencional.**

La distancia entre tubérculos-semilla fué de 27 cms. en hilera y una distancia entre surcos de 80 cms. Una densidad de 45 tubérculos, en los 10 m² y una profundidad de 13 cm. El peso promedio de los tubérculos fue de 120 grs/tubérculo). De acuerdo con SARH (1993), la fecha de siembra fué el 15 de marzo.

Agricultura Orgánica.

La distancia, densidad, profundidad, peso y fecha de siembra fueron iguales que las utilizadas en la agricultura convencional.

Agricultura Biointensiva.

La distancia entre tubérculos fué de 50 cms entre tubérculos, esto con el fin de tener la misma densidad de siembra que las otras dos agriculturas, la profundidad, fecha de siembra y peso de tubérculo fue igual. Cabe señalar que la siembra se realizó con un diseño tresbolillo o alternada, para lograr una distancia equidistante entre plantas; para esto se uso un hexágono de madera de 50 cm/lado. Colocado en el suelo, en cada vértice se colocó un tubérculo y otro más en el centro del mismo.

Escardas y aporques.

Agricultura Convencional.

Se realizaron tres escardas y tres aporques, con herramienta manual. Estas labores se realizaron: a los diez días después de la siembra; una segunda a los veinticinco días y finalmente otra a los cuarenta y cinco días.

Agricultura Orgánica.

Las labores de escarda y aporque fueron realizadas de igual forma que en la agricultura convencional.

Agricultura Biointensiva.

Debido al diseño de siembra, se realizó la escarda con mucho cuidado y procurando no pisar dentro de la cama para evitar la compactación. Se utilizó una tabla para distribuir el peso y el efecto de compactación fuera mínimo.

Riegos.

Los riegos fueron dados en base a los requerimientos del cultivo; haciendo uso del medidor de humedad utilizado para las compostas, para determinar las condiciones de humedad del suelo; y las condiciones del clima. Los riegos fueron de igual lámina para todos los tratamientos. En el cuadro 5, se da el calendario de riegos, láminas aplicadas, y las precipitaciones presentadas durante el desarrollo del cultivo.

Cuadro 5. Riegos aplicados y precipitación ocurrida durante el desarrollo del cultivo.

Riegos (mm)		Precipitación (mm)	
Fecha	mm	Fecha	mm
24 / Marzo	25	10,11,18,19,22,30,31/marzo	77.2
5/Abril	31	7,10,13,15,17,27/abril	44.6
25/abril	31	13,20,21,22,31/mayo	38.6
8/mayo	53	5,7,8,17,19,28/junio	72.8
15/mayo	44	2,3,8,15,19 y 21/julio	61.3
29/mayo	40		
7/junio	40		
14/junio	40		
25/junio	40		
5/julio	20		
Total	404 mm	Total	294.5 mm

Control de malezas.

Agricultura Convencional.

En control de malezas se llevó a cabo en base al control químico, utilizando SENCOR 480 en dosis de 0.5 gr/10 m² aplicado en forma preemergente.

Agricultura Orgánica y Agricultura Biointensivo.

El control de malezas se realizó en base a solarizar el suelo durante dos semanas, para cada cama asignadas a estas agriculturas, antes de establecer el cultivo; y además durante el desarrollo del cultivo en forma manual, utilizando herramienta. Cabe señalar que realmente no se presentó problemas con las malezas y esporádicamente fué necesario el uso del control manual.

Control de plagas y enfermedades.

Agricultura Convencional.

El control de plagas y enfermedades fué básicamente químico. La plaga que se presentó con mas frecuencia fué mosquita blanca (*Bemisia* sp.) y en el caso de enfermedades, tizón temprano (*Alternaria solani*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

En el cuadro 6, se presenta los plaguicidas que fueron utilizados para el control de malezas, plagas y enfermedades.

Cuadro 6. Plaguicidas utilizados para el control de malezas, plagas y enfermedades en la agricultura convencional, dosis y fechas de aplicación

Producto ^a	Dosis/10m ²	Fechas de aplicación
Agrimicin 100	0.25 grs	15-abril
Bionex	2 ml	15 y 30-abril; 7 y 19 -mayo; 3,14, 20-junio; 4-julio
Cufuran 5%G [*]	40 gr	15 marzo
Confidor	1.25 ml	19-mayo; 14-junio
Manzate	1.5 gr	15 abril
Monceren [*]	4 gr	15 marzo
Pounce 340	0.5 ml	19-Mayo; 3, 14, 20 junio; 4-julio
Ridomil Bravo	2 gr	15, 30 abril; 7, 19 mayo; 3, 14, 20 junio; 4-julio
Tamaron 600	1 ml	30 abril; 7 mayo; 20 junio; 4 julio
Tecto 60 [*]	3 gr	15 marzo; 7 mayo
Sencor 480 ^{**}	0.5 gr	15 marzo

^a Nombres comerciales. ^{*}A la siembra. ^{**}Herbicida.

Agricultura Orgánica y Biointensiva.

El control de plagas y enfermedades fue el mismo para la agricultura orgánica y biointensiva. En el cuadro 7 se mencionan el método de control utilizado.

Cuadro 7. Métodos utilizados para el control de malezas, plagas y enfermedades en la agricultura biointensiva y orgánica.

Producto	Dosis/10 m ²	Fecha de aplicaciones
Cebolla(<i>Allium cepa</i>)	3.5 gr	15,30 abril; 7,19 mayo
Ajo(<i>Allium sativum</i>)	0.375 gr	15,30 abril; 7,19 mayo
Chile(<i>Capsicum annum</i>) (Tipo de árbol)	1.56 gr	15,30 abril; 7,19 mayo
Composta	0.25 kg	15,30 abril
Bordeux Mix	2 gr	15,30 abril; 7,19 mayo; 3,14,20 junio ;4 julio
Neem Purpose	1.6 ml	30 abril;19 mayo
Insecticidal soap	8 ml	23 mayo; 3,14,20 junio;4 julio
Detergente Biodegradable	1.25	15,30 abril;7,19 mayo; 3,14,20 junio; 4 julio
Plástico* (Solarización)	10 m ²	25 Febrero al 10 de Marzo

*La solarización se aplicó antes de la siembra, durante 2 semanas a las camas de la agricultura biointensiva y orgánica

Cosecha.

La cosecha fue realizada manualmente, a los 130 días después de la siembra, es decir del 27 al 29 de julio. Siete días antes se había desvarado. Inmediatamente fue obtenido el rendimiento total por cada cama, utilizando una balanza granataria y posteriormente se obtuvo muestra para realizar el análisis bromatológico.

Parámetros a evaluar.

La variable **Rendimiento** fue medida utilizando una balanza granataria para pesar los tubérculos obtenidos en cada uno de los tratamientos, en cada una de sus repeticiones.

Para determinar la calidad nutricional del tubérculo de la papa se realizó un análisis bromatológico, en el cual se analizaron las siguientes variables:

Energía Calorífica, Humedad, Carbohidratos totales, Almidón, Proteína, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Vitamina C, Fósforo, Calcio, Zinc y Hierro.

Se tomó una muestra al azar de cada tratamiento y repetición, se cortaron las papas en rebanadas lo más finas posible y se secaron al sol para posteriormente realizar los análisis correspondientes. Excepto para el análisis de Vitamina C, se tomó la muestra en fresco; es decir, la muestra no fue secada al sol. En el cuadro 8 se mencionan los métodos utilizados para determinar el análisis bromatológico.

Cuadro 8. Métodos utilizados para análisis de la calidad nutricional en papa (AOAC,1980).

DETERMINACION	MÉTODO UTILIZADO
RENDIMIENTO(grs o kgs)	BALANZA GRANATARIA
CARBOHIDRATOS (%)	WEENDE
ALMIDON(%)	INDIRECTO(glucosa)
HUMEDAD(%)	DE LA ESTUFA (peso constante)
ENERGÍA CALORÍFICA(cal/gr)	DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA
PROTEÍNA(%)	KJELDAHL
EXTRACTO ETÉREO(%)	SOXLETH
FIBRA CRUDA(%)	WEENDE
CENIZA(%)	WEENDE
VITAMINA C(mg)	Por titulación.
FÓSFORO(ppm)	COLORIMÉTRICO
CALCIO, FIERRO Y ZINC.(ppm)	ESPECTROFOTÓMETRO DE ADSORCIÓN ATÓMICA.

Se analizó al suelo antes de la siembra y después de cosechar el cultivo de papa; para determinar como varían las propiedades físico-químicas del suelo al inicio y termino de la investigación, de acuerdo a cada tratamiento. Las variables analizadas del suelo fueron las siguientes:

Nitrógeno Total, Fósforo, Potasio, Materia Orgánica, Carbonatos Totales, Capacidad de Intercambio Catiónica (C.I.C), Densidad Aparente, Textura(Arena, Arcilla , Limo), y Humedad del suelo.

La humedad del suelo solo fué analizada después de cosechar el cultivo.

En el cuadro 9 se menciona el método utilizado en laboratorio para realizar el correspondiente análisis del suelo.

Cuadro 9. Métodos utilizados para el análisis del suelo (Manual de Prácticas de Laboratorio Fertilidad de suelos, Depto.de Suelos,1993).

DETERMINACIÓN	MÉTODO UTILIZADO (SUELO).
NITRÓGENO TOTAL (%)	KJELDAHL
FÓSFORO (ppm)	COLORIMÉTRICO
POTASIO (ppm)	COBALTRINITRITO
MATERIA ORGÁNICA (%)	WALKLEY BLACK
CARBONATOS TOTALES	CARBONATOS TOT.
C.I.C. (meq/100 grs)	ACETATO DE SODIO
HUMEDAD DEL SUELO(%)	DE LA ESTUFA(Peso constante)
DENSIDAD APARENTE	DE LA PROBETA
ARENA ARCILLA LIMO	HIDRÓMETRO DE BOUYOCUS
TEXTURA	TRIÁNGULO DE TEXTURA

El análisis de **costos de producción** básicamente se hace en base a los factores en que fueron diferentes entre las agriculturas durante el experimento.

Dentro de estos factores se encuentran los siguientes:

1. Fertilizantes.
- 2.Control de Malezas, Plagas y Enfermedades.
- 3.Preparación del Terreno.

Fuera de estos factores todo el manejo fue de la misma forma para todas las agriculturas en cuanto a factores que representen costos.

Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fue **Bloques al Azar**, con tres tratamientos y tres repeticiones en cada tratamiento.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta del tratamiento

i-ésimo en la j-ésima repetición.

μ = Efecto medio ó efecto general que es común
cada una de las unidades experimentales.

σ_i = Efecto del i-enésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j-enésima repetición.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

i=Tratamientos. j=repeticiones o bloques.

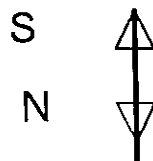
Esquema de las unidades experimentales.
Tres tratamientos; Tres bloques
Distribución en nueve camas.

Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3		
AC	AB	AO	AB	AC	AO	AO	AB	AC
1	2	3	4	5	6	7	8	9

AC:Agricultura Convencional.

AB:Agricultura Biointensiva.

AO:Agricultura Orgánica.



Los datos obtenidos en rendimiento, del análisis bromatológico y de los resultados del análisis realizados después del experimento al suelo, determinarán el efecto de los tratamientos, en cada una de las variables de respuesta.

El análisis de varianza se utiliza para probar la hipótesis que la variable de respuesta tiene el mismo comportamiento bajo los diferentes tratamientos aplicados (Agriculturas).

Si el estadístico de prueba **F calculada** es mayor que el estadístico de comparación **F de tabla** se rechaza la hipótesis inicial (H_0), de que todos los tratamientos son iguales y se acepta la hipótesis alternante (H_a), de que al menos un tratamiento produce diferencias en la variable de respuesta analizada.

Al aceptar la hipótesis alternante, se realiza las pruebas de rango múltiple (DMS), para determinar cual o cuales tratamientos producen diferencias en la variable de respuesta.

Para las variables de respuesta del suelo se aplicó la prueba de **Homogeneidad de Medias**, utilizando los resultados del análisis antes y después del experimento, para comparar si los resultados obtenidos en el experimento bajo las condiciones iniciales, es decir "antes", son iguales a los resultados obtenidos en el experimento bajo las condiciones finales; es decir "después". Al efectuar esta prueba se determinará si el tratamiento ocasiona igual o diferente comportamiento en el suelo.

Si **t-calculada** es mayor que **t-tabla** se rechaza la hipótesis inicial, de que las condiciones iniciales son iguales a las condiciones finales; y se acepta la hipótesis alternante, de que las condiciones iniciales son diferentes a las finales.

RESULTADOS.

Rendimiento.

La cosecha inició el 27 y 28 de Julio, a los 130 días después de la siembra. Cabe hacer mención que inicialmente se tenían cuatro repeticiones por cada tratamiento; sin embargo como anteriormente se mencionó dos camas del mismo bloque fueron dañadas, al ser accidentalmente invadidas por aguas negras, por lo cual se procedió a eliminar la tercer cama del bloque, y solo trabajar con tres repeticiones para cada tratamiento. El rendimiento se determinó utilizando una balanza granataria y se obtuvieron los resultados, que se presentan en el cuadro 1 del APENDICE .

Los resultados se analizaron estadísticamente, utilizando el diseño bloques al azar. Los datos fueron transformados, aplicando logaritmo a cada uno de ellos. Al realizar el análisis de varianza para rendimiento se obtuvo la significancia para esta variable. En el cuadro 10 se presenta en forma resumida el ANVA.

Cuadro 10 . F calculada(Fc), F tabla y su significancia para la variable de respuesta rendimiento para cada sistema de producción.

Fuente de variacion	Rendimiento	Rendimiento (Log) ^a	F tabla	
	Fc	Fc	.05	0.1
Agriculturas	7.4778 *	13.5395 *	6.94	18
Bloques	0.5524 ns	1.0940 ns	6.94	18
C.V.	60.64%	6.06 %		

^a A los resultados se aplicó logaritmo.

* Significativo. ** Altamente significativo. ns No significativo.

El objetivo de la transformación de los resultados de rendimiento aplicando logaritmo es homogeneizar las varianzas y que los resultados sigan un modelo aditivo. Dado que los análisis de varianzas (ANVA) se aplican este tipo de modelos.

El análisis de varianza determinó que para rendimiento existe significancia, y que por lo tanto existe diferencia entre alguno(s) de los tratamientos; es decir las agriculturas; por lo que se aplicó el comparador de medias DMS al 95 % de confiabilidad, para determinar cual es la agricultura diferente.

Los resultados de la comparación de medias DMS se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias por el método DMS al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta rendimiento.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACION*
AGRICULTURA CONVENCIONAL	3.8344	A
AGRICULTURA BIOINTENSIVA	3.3030	B
AGRICULTURA ORGÁNICA	2.9750	B

Nivel de significancia=0.05

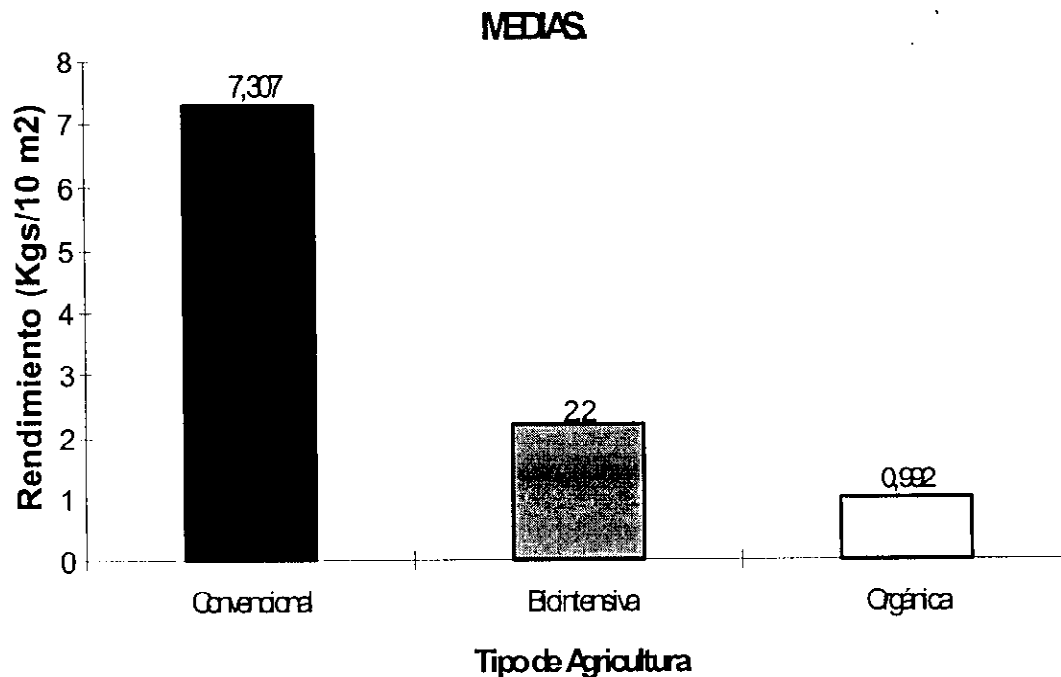
DMS=0.4627

*Agriculturas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Como se observa la agricultura convencional fue la mejor en rendimiento de las tres agriculturas. Además entre la agricultura biointensiva y orgánica no se encontró diferencia, es decir se comportan igual en cuanto a rendimiento se refiere.

En la figura 1, se graficaron las medias de los rendimientos obtenidos en cada sistema de producción.

Figura 1. Rendimiento promedio para cada tipo de agricultura.



Análisis Bromatológico (Calidad Nutricional).

Para determinar la calidad nutricional se procedió a realizar un análisis bromatológico. En el Laboratorio de Ciencias Básicas se realizaron los análisis de humedad, energía calorífica, carbohidratos, almidón, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y fósforo; y mientras que las determinaciones de calcio, fierro, zinc y vitamina C, fueron realizados en los laboratorios del departamento de Horticultura. En el Apéndice, cuadro 2, 3 y 4 se presentan los resultados.

Al igual que para la variable de rendimiento se realizó el análisis de varianza, bloques al azar, y se determinó si existían diferencias entre tratamientos, para cada una de las variables de respuesta de la calidad nutricional. En el cuadro 12 se presenta en forma resumida el ANVA.

Cuadro 12. F calculada(Fc), F tabla y su significancia para las variables de respuesta que comprenden la calidad nutricional para cada sistema de producción.

Variable de respuesta	Agriculturas (Fc)	Bloques (Fc)	C.V.	F tabla	
				.05	.01
Energía(cal/gr)	1.0250 ns	5.1135 ns	1.69 %	6.94	18
Humedad(%)	0.3513 ns	0.2176 ns	4.05 %	6.94	18
Carbohidratos(%)	4.2383 ns	0.2028 ns	3.32 %	6.94	18
Almidón(%)	2.5806 ns	1.6772 ns	9.04 %	6.94	18
Proteína(%)	3.8798 ns	0.1991 ns	15.44 %	6.94	18
Fibra Cruda(%)	19.7147 **	1.3312 ns	3.14 %	6.94	18
Extracto Etéreo(%)	1.4214 ns	2.4058 ns	21.06 %	6.94	18
Ceniza(%)	1.4860 ns	0.5656 ns	3.07 %	6.94	18
Calcio(ppm)	0.3501 ns	0.9592 ns	14.38 %	6.94	18
Zinc(ppm)	0.4893 ns	0.0601 ns	30.55 %	6.94	18
Zinc(ppm)(√raíz) ^a	0.5084 ns	0.0498 ns	15.04 %	6.94	18
Fósforo(ppm)	10.85 *	1.9927 ns	7.33 %	6.94	18
Vitamina C(mg)	8.6620 *	0.6755 ns	11.87 %	6.94	18
Fierro(ppm)	0.2415 ns	0.0699 ns	106.16 %	6.94	18
Fierro(ppm)(Log) ^{aa}	0.1466 ns	0.0188 ns	25 %	6.94	18

* Significativo.

** Altamente significativo.

ns No significativo.

^a A los resultados se aplicó raíz cuadrada.

^{aa} A los resultados se aplicó logaritmo

F.V. Fuente de Variación

Al igual que la variable de rendimiento a los resultados de zinc y fierro se aplicó la transformación, raíz cuadrada y logaritmo respectivamente para, homogeneizar las varianzas y los resultados sigan un modelo aditivo.

Como se observa solo para las variables, fósforo y vitamina C, existen diferencias significativas; para la fibra cruda, altamente significativas; y para las demás variables de respuesta no se presentó significancia.

En la figura 2, se graficaron las medias para las variables carbohidratos, almidón y humedad. En la figura 3, se presentan graficadas las medias para proteína, extracto etéreo y ceniza.

Figura 2. Contenido porcentual de carbohidratos, almidón y humedad en el tubérculo de papa en diferentes agriculturas (tratamientos).

MEDIAS.

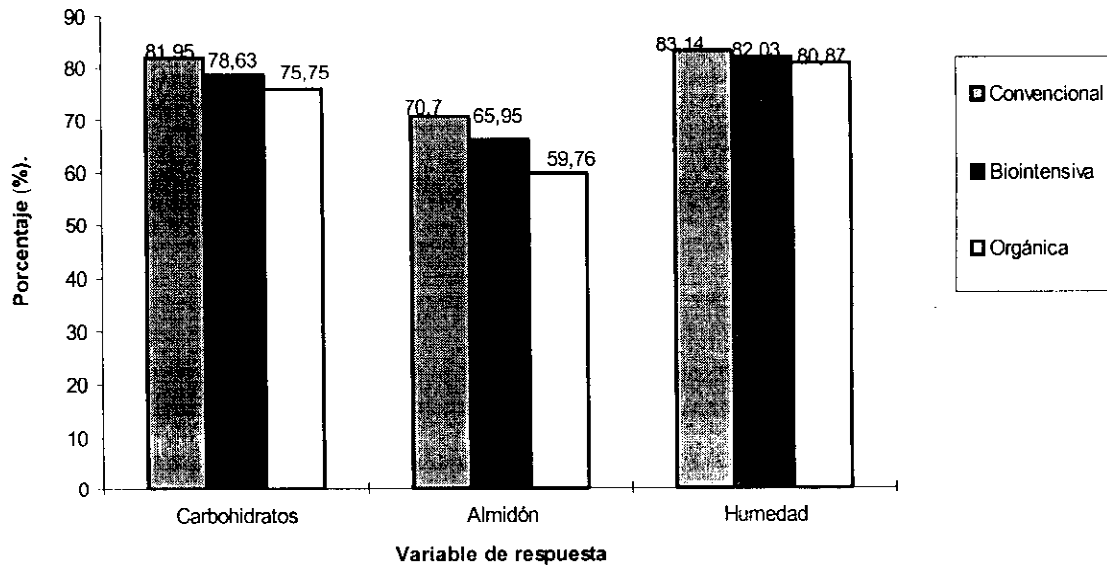
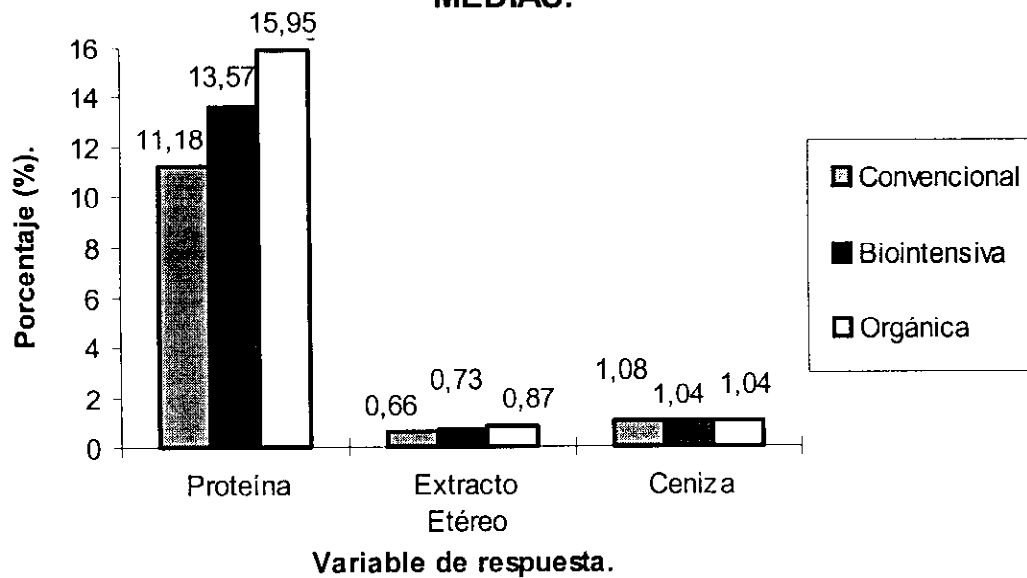


Figura 3. Contenido de Proteína, Extracto Etéreo y Cenizas en el tubérculo en cada agricultura.

MEDIAS.



Al determinar el ANVA diferencia significativa para las variables de fósforo y vitamina C, y altamente significativa para fibra cruda. Se realizó un análisis de medias DMS al 95% de confiabilidad, para determinar cual es el tratamiento diferente .

En el cuadro 13 se presentan los resultados de DMS, para la variable Fibra Cruda.

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias por el método DMS al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta fibra cruda.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN*
AGRICULTURA BIOINTENSIVA	3.8483	A
AGRICULTURA ORGANICA	3.8317	A
AGRICULTURA CONVENCIONAL	3.3283	B

Nivel de significancia= 0.05

DMS=0.2613

*Agriculturas con la misma letra son estadísticamente iguales.

La DMS determinó que la agricultura biointensiva y orgánica son tratamientos iguales en relación al contenido de fibra cruda, pero superiores en contenido que los tubérculos de papa bajo la agricultura convencional.

En el cuadro 14 se presentan los resultados de la DMS al 95 % de confiabilidad para la variable Vitamina C.

Cuadro 14. Prueba de comparación de medias por el método DMS al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta vitamina C.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN*
AGRICULTURA ORGÁNICA	11.5333	A
AGRICULTURA CONVENCIONAL	10.2667	AB
AGRICULTURA BIOINTENSIVA	7.6500	B

Nivel de significancia=0.05

DMS=2.6415

*La agriculturas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Los resultados indican que la agricultura convencional fué estadísticamente igual de las otras agriculturas en relación al contenido de vitamina C de los tubérculos. Además entre la agricultura orgánica y biointensiva para la variable de vitamina C, fueron diferentes, la agricultura orgánica estadísticamente es mejor que la agricultura biointensiva respecto al contenido de vitamina C.

En el Cuadro 15, se presentan los resultados de la DMS, al 95 % de confiabilidad para la variable de respuesta Fósforo.

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias por el método DMS al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta Fósforo .

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN*
AGRICULTURA ORGÁNICA	3292.6667	A
AGRICULTURA BIOINTENSIVA	3031.3333	A
AGRICULTURA CONVENCIONAL	2489.3333	B

Nivel de significancia=0.05

DMS=488.3657

*Agriculturas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Como se observa la agricultura orgánica y biointensiva no mostraron significancia estadísticamente entre ellas en cuanto al contenido de fósforo , pero los tubérculos obtenidos a través de éstas agriculturas fueron estadísticamente diferentes a la agricultura convencional, presentando ésta menor contenido de fósforo en los tubérculos.

En la figura 4, se presentan graficadas las medias para las variables de vitamina C y fibra cruda; en la figura 5, se graficaron las medias obtenidas para el fósforo y energía calorífica; finalmente en la figura 6, se presentan graficadas las medias de las variables calcio, fierro y zinc.

Figura 4. Contenido de vitamina C y fibra cruda en el tubérculo de papa en cada agricultura. MEDIAS.

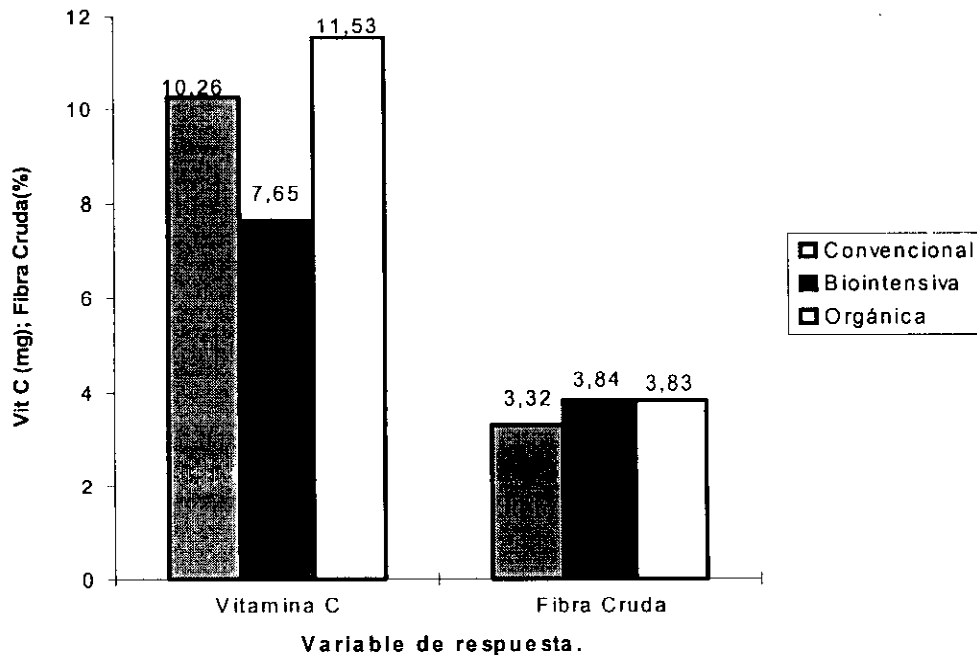


Figura 5. Contenido de Fósforo y Energía calorífica en tubérculos de papa en cada agricultura. MEDIAS.

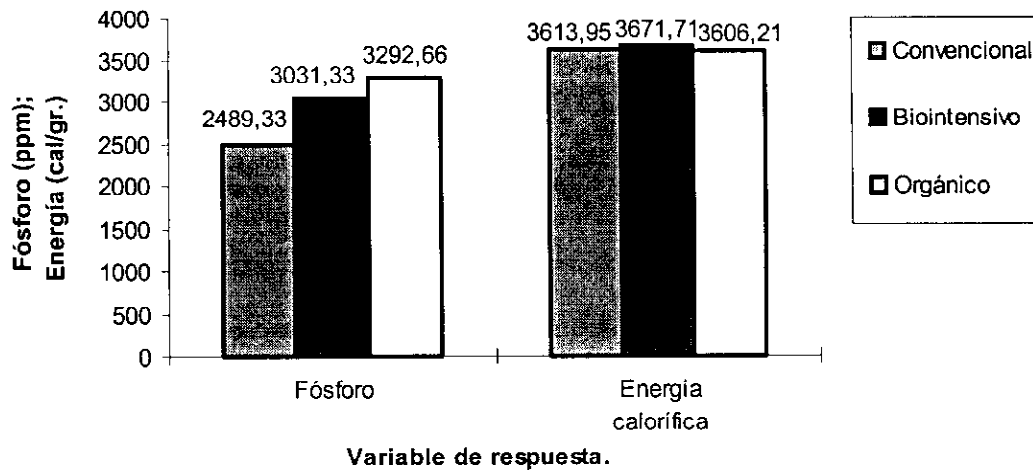
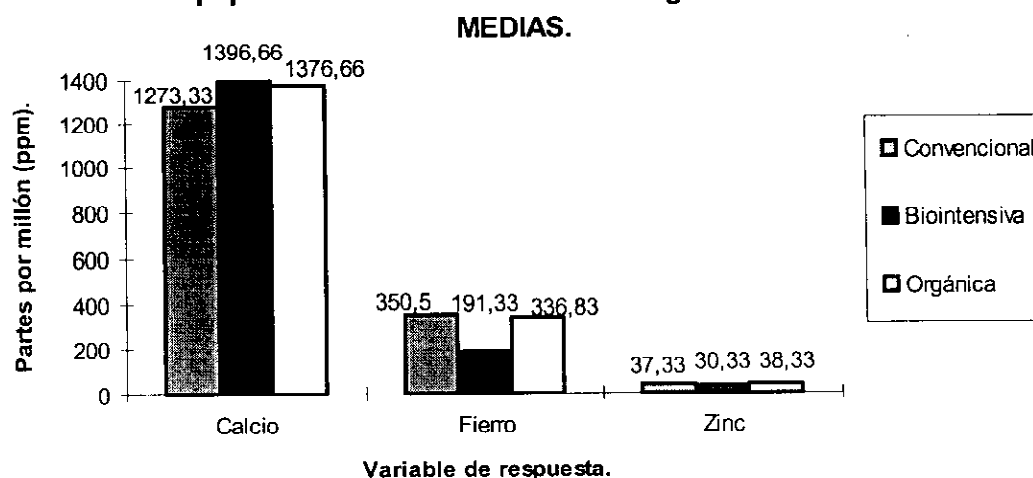


Figura 6. Contenido de Calcio, Fierro y Zinc en tubérculos de papa obtenidos de las diferentes agriculturas .



Análisis del suelo.

Para determinar como varia el suelo de acuerdo a los tratamientos se llevaron cabo los análisis de las propiedades antes mencionadas y las cuales fueron determinadas antes y después de la investigación. La mayoría de los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Ciencias Básicas y otros en los laboratorios del Departamento de Suelos. En el APENDICE, en los cuadros 5,6 y 7 se presentan los resultados obtenidos. Además se anexa el cuadro 8 con equivalencias, para la interpretación de los resultados de los análisis de suelo

Al igual que las variables de rendimiento y las que comprenden la calidad nutricional se realizó el análisis de varianza a las variables que forman parte del suelo y se determinó el comportamiento del mismo de acuerdo a cada tratamiento. Para tal análisis se utilizaron los resultados obtenidos después del experimento.

En el cuadro 16, se presentan en forma resumida el análisis de varianza para cada una de las variables.

Cuadro 16. F calculada(Fc), F tabla y su significancia para las variables de respuesta que comprenden las propiedades fisico-químicas del suelo, para cada sistema de producción.

Variable de respuesta	Agriculturas (Fc)	Bloques (Fc)	C.V.	F tabla	
				.05	.01
Nitrógeno total	14.581 *	9.655 *	2.10 %	6.94	18
Potasio	1.824 ns	0.164 ns	40.86 %	6.94	18
Potasio($\sqrt{\text{raiz}}$) ^a	2.0663 ns	0.2317 ns	21.88 %	6.94	18
Fósforo	2.3636 ns	2.1458 ns	11.76 %	6.94	18
Materia orgánica	5.473 ns	1.2732 ns	10.32 %	6.94	18
Carbonatos	1.9873 ns	3.8390 ns	1.09 %	6.94	18
CIC	0.3339 ns	7.7294 *	7.85 %	6.94	18
pH	0.4259 ns	0.9967 ns	1.83 %	6.94	18
Densidad Aparente	0.4804 ns	1.5196 ns	2.12 %	6.94	18
Arena	0.316 ns	0.559 ns	5.93 %	6.94	18
Arcilla	0.155 ns	1.388 ns	13.11 %	6.94	18
Limo	0.988 ns	0.047 ns	5.24 %	6.94	18
Humedad	0.427 ns	0.624 ns	14.4 %	6.94	18

* Significativo.

** Altamente Significativo.

ns No Significativo.

^a A los resultados se aplicó raíz cuadrada.

F.V. Fuente de Variación.

Para la variable de respuesta, potasio, se aplicó la transformación raíz cuadrada para homogeneizar las varianzas.

El análisis de varianza determinó significancia únicamente para la variable nitrógeno, lo que indica que existe diferencia entre los tratamientos.

En el cuadro 17, se presenta el análisis de DMS al 95 % de confiabilidad para la variable de respuesta Nitrógeno.

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias por el método DMS al 95 % de confiabilidad para las agriculturas en la variable de respuesta Nitrógeno en suelo.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CLASIFICACIÓN*
AGRICULTURA ORGÁNICA	0.2324	A
AGRICULTURA BIOINTENSIVA	0.2212	B
AGRICULTURA CONVENCIONAL	0.2119	B

Nivel de significancia =0.05

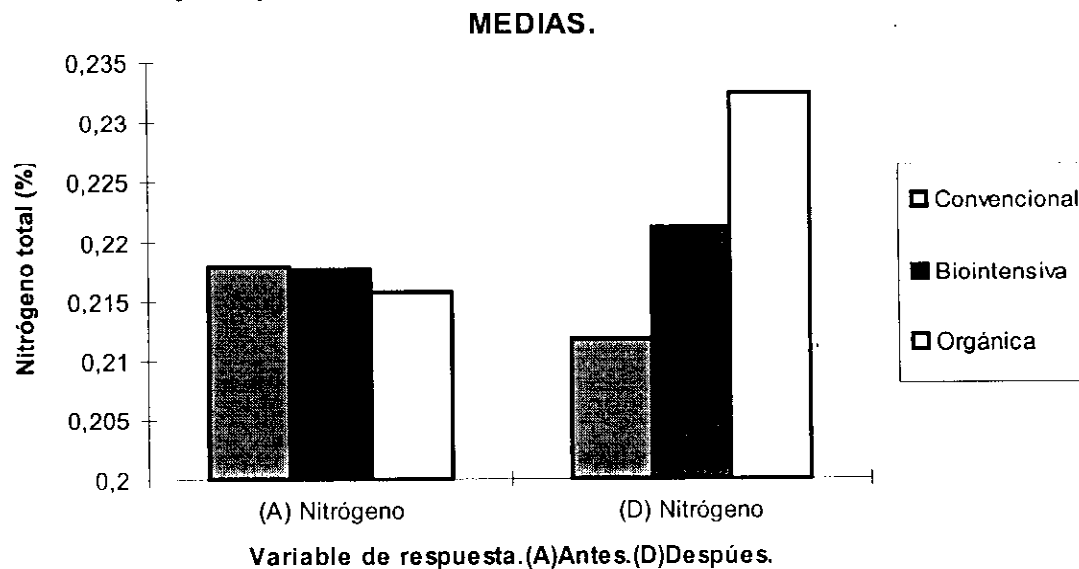
DMS=0.0106

*Agriculturas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Como se observa, la agricultura orgánica fue estadísticamente estadísticamente diferente a la agricultura biointensiva y convencional, presentando estas menor contenido de nitrógeno en el suelo. Sin embargo , a pesar de que la agricultura biointensiva, no presentó significancia estadística respecto a la agricultura convencional, los resultados muestran una ligera superioridad, a favor de la biointensiva.

En la figura 7, se graficaron la medias del contenido de nitrógeno en el suelo, antes y después del experimento para cada agricultura.

Figura 7. Cantidad de nitrógeno presente en el suelo antes y después del experimento en cada agricultura.



Además se aplicó a los resultados obtenidos del suelo la Prueba de Homogeneidad de Medias, para determinar como varió el suelo en cada tratamiento antes y después del experimento, los resultados de este análisis para nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, carbonatos, CIC, pH, densidad aparente, arenã, arcilla y limo se presentan en el APENDICE ; en los cuadros del 9 al 19, respectivamente .

Al observar los resultados de esta prueba se determinó lo siguiente:

*Para la variable de **nitrógeno**, el suelo bajo el método de la agricultura orgánica presentó un comportamiento diferente antes a después, ya que esta agricultura aumentó en promedio 0.0166 % el contenido de nitrógeno en el suelo. Para las otras dos agriculturas no se presentó diferencia antes y después del experimento.

*Para la variable de **potasio**, tanto en la agricultura orgánica como la biointensiva, se encontró diferencia antes a después, ya que aumentó el contenido de potasio en el suelo. La agricultura convencional no presentó diferencias antes y después.

*Para la variable de **fósforo**, todas las agriculturas presentaron diferencia, ya que aumentó el contenido de fósforo después del experimento en el suelo.

*Para la variable de **carbonatos y pH**, la agricultura orgánica presentó diferencia, resultando que después del experimento los carbonatos disminuyen, en promedio 1.33 % y el pH aumenta en 0.2 unidades. La agricultura convencional y biointensiva no presentaron diferencia antes y después.

*Para las variables de **materia orgánica; capacidad de intercambio catiónico; densidad aparente; y textura**, en sus tres partes: **Arena, Arcilla, y Limo**, no existió diferencia en alguno de los tratamientos; por lo cual el suelo permaneció igual ,antes y después para estas variables en los tres sistemas.

En la figura 8, se muestra graficadas las medias de fósforo en el suelo, antes y después del experimento, además de las del potasio.

En la figura 9, se graficaron las medias para la materia orgánica, carbonatos y CIC, en el suelo antes y después del experimento; en la figura 10 se muestra gráficamente la densidad aparente, el pH y contenido de humedad; finalmente en la figura 11 se muestra la gráfica de las medias de los componentes de la textura: arena, arcilla y limo.

Figura 8. Contenido de fósforo(P) y potasio(K) en el suelo antes y después del experimento en cada Agricultura.MEDIAS

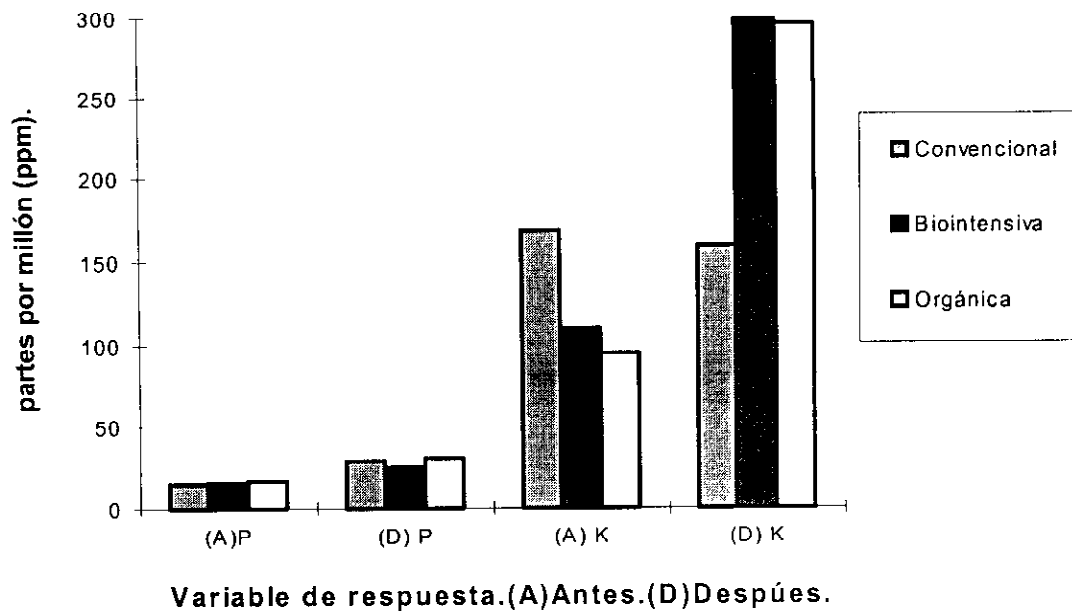


Figura 9. Contenido de materia orgánica(MO), carbonatos(Car) y CIC en el suelo antes y después del experimento en cada agricultura .

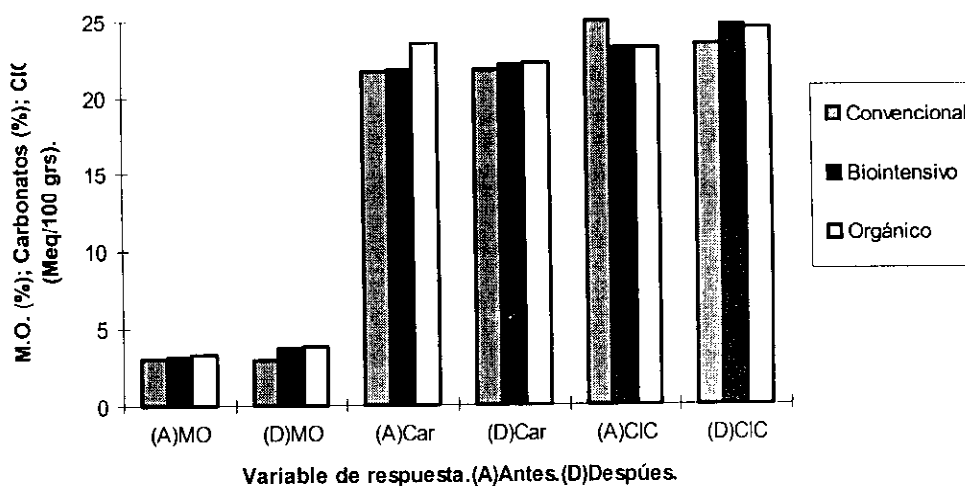


Figura 10. Densidad aparente(DA), pH y contenido de humedad(Hum.) en el suelo antes y después del experimento para cada agricultura.MEDIAS.

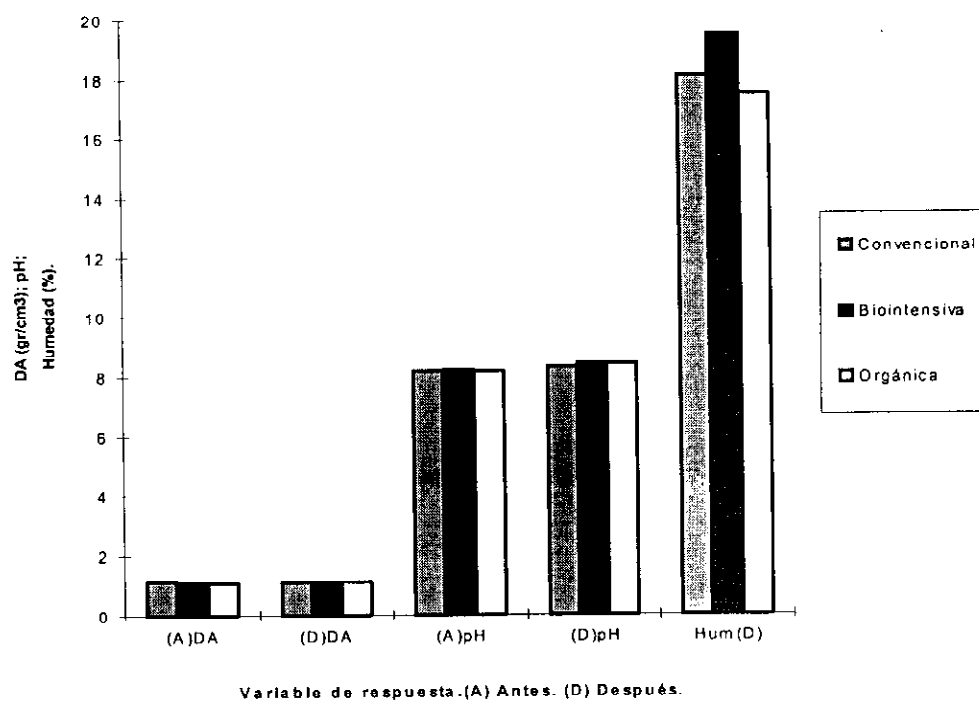
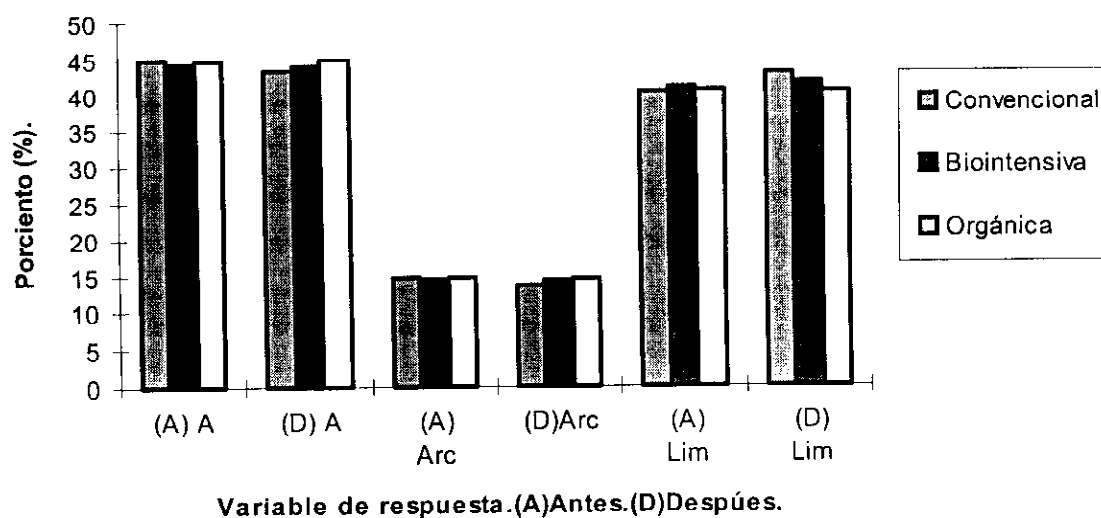


Figura 11. Textura del suelo antes y después del experimento en cada agricultura: Arena(A),Arcilla(Arc), Limo(Lim).



Análisis de Costos.

El análisis de costos se basa en las actividades o factores que fueron diferentes entre tratamientos, los cuales son los siguientes:

- Fertilizantes.
- Control de malezas, plagas y enfermedades.
- Preparación del terreno.

Los demás factores aplicados en la investigación fueron los mismos para todos los tratamientos.

Fertilizantes.

Para la Agricultura Convencional se aplicaron fertilizantes minerales, como fueron: Urea, fuente de nitrógeno; 18-46-00, fuente de nitrógeno y fósforo; y Sulfato de potasio, fuente de Potasio.

En el cuadro 18 se presentan las cantidades aplicadas por lote de 10 m², costo por kg y costo por aplicación son los siguientes.

Cuadro 18. Fertilizantes utilizados; cantidad aplicada y costos por unidad de superficie para la agricultura convencional.

Fertilizante	Aplicación /10m ²	Costo/kg.	Costo/10m ²	Costo/ha
18-46-00	0.43478 kg.	\$ 2.495	\$ 1.085	\$1085.00
Urea	0.04726 kg.	\$ 1.96	\$ 0.0926	\$ 92.60
Sulfato de Potasio	0.2000 kg.	\$2.645	\$ 0.529	\$529.00
Total			\$1.7066	\$1706.6

Precios a Julio-1997.

Para la Agricultura Biointensiva y Orgánica se aplicó composta y harina de hueso en las mismas proporciones. Para cada composta se invirtió un tiempo promedio de 4 hrs, desde el inicio hasta el final. Se calculó un costo promedio de 225 pesos por tonelada de composta, es decir 22.5 centavos por kilogramo. Las cantidades aplicada por lote de 10 m², costo por kg y costo por aplicación, se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Fertilizantes utilizados; cantidad aplicada y costos por unidad de superficie para la agricultura biointensiva y/o orgánica.

Fertilizante	Aplicación /10m ²	Costo/kg	Costo/10 m ²	Costo/ha
Composta	112.5 kg	\$ 0.225	\$ 25.31	\$ 25310
Harina de hueso	2.5 kg	\$ 0.88	\$ 2.2	\$ 2200
Total			\$ 27.51	\$ 27510

Precios a Julio-1997.

Control de malezas, plagas y enfermedades.

Para el caso de la Agricultura Convencional, el control básicamente fué hecho en base al control químico. A continuación se presentan los productos utilizados, costo por unidad, aplicaciones, costo total por cada 10 m² y por hectárea. En el cuadro 20 se presenta, los productos utilizados, costo del producto, aplicaciones, y costo por unidad de superficie

Cuadro 20. Productos aplicados para el control de malezas, plagas y enfermedades, costo del producto, aplicaciones y costo por unidad de superficie para la agricultura convencional.

Producto ^a	Costo/unidad de producto	No. de aplicaciones	Costo total/ 10 m ²	Costo total/ hectárea
Agrimicin 100	\$ 237 /kg	1	\$ 0.0592	\$ 59.2
Bionex	\$ 28 /lt	8	\$ 0.448	\$ 448
Cufuran 5%G*	\$ 18.5 /kg	1	\$ 0.7404	\$ 740.4
Confidor	\$ 1500/lt	2	\$ 3.75	\$ 3750
Manzate	\$ 50 /lt	1	\$ 0.075	\$ 75
Monceren*	\$ 300 /kg	1	\$ 1.2	\$ 1200
Pounce 340	\$ 382/lt	5	\$ 0.95	\$ 950
Ridomil Bravo	\$ 328/kg	8	\$ 5.2	\$ 5200
Tamaron 600	\$ 76 /lt	4	\$ 0.3052	\$ 305.2
Tecto 60*	\$ 60 /kg	2	\$ 0.36	\$ 360
Sencor 480**	\$ 265 /kg	1	\$ 0.1325	\$ 132.5
Total			\$13.22	\$ 13220.3

^a Nombres comerciales. * Aplicados a la siembra. ** Aplicado al combate de malezas.

Precios a Julio-1997.

Para el caso de la Agricultura Biointensiva y Orgánica los productos utilizados son naturales o bien inofensivos al medio ambiente. A continuación se presenta el método de control, costo, aplicación, costo por 10 m² y por hectárea.

Cuadro 21. Productos aplicados para el control de malezas, plagas y enfermedades, costo del producto, aplicaciones y costo por unidad de superficie para la agricultura orgánica y/o biointensiva.

Producto ^a	Costo/unidad de producto	No. de aplicaciones	Costo total/ 10m ²	Costo total/ hectárea
Cebolla	\$ 2.5 /kg	4	\$ 0.035	\$ 35
Ajo	\$ 6.5 /kg	4	\$ 0.09748	\$ 97.48
Chile(Tipo de árbol)	\$ 22 /kg	4	\$ 0.13728	\$ 137.28
Composta	\$ 0.225 /kg	2	\$ 0.1125	\$ 112.5
Bordeux Mix	\$ 115 / kg	8	\$ 1.84	\$ 1840
Neem Purpose	\$ 280 / lt	2	\$ 0.896	\$ 896
Insecticidal soap	\$ 108 /lt	5	\$ 2.16	\$ 2160
Detergente Biodegradable	\$ 12 /kg	8	\$ 0.12	\$ 120
Subtotal			5.3982	5398.2
Plástico* (Solarización)	\$ 4 /m ²	1	\$ 13.33	\$ 13330
Total			18.7282	18728.2

^a Nombre comercial. Precios a Julio-1997

* El plástico dando un buen manejo puede utilizarse hasta tres veces por lo que su costo se puede reducir a solo una tercera parte de su aplicación

Preparación del Terreno.

En este factor solo se encuentra variación en la Agricultura Biointensiva, el cual incluyó un labor extra en su preparación del terreno, que es el doble excavado. El cual para llevarlo a cabo se necesitaron 2 hr. de trabajo manual para una superficie de 10 m² ; es decir, 2000 hrs de trabajo manual por hectárea. Con un costo aproximado de 10 pesos por cama, es decir 10,000 pesos por hectárea.

En el cuadro 22 se presenta en forma resumida los costos totales por 10 m² y por hectárea para cada tipo de agricultura.

Cuadro 22. Costos totales de producción para cada tipo de agricultura.

Concepto.	A. Convencional		A. Biointensiva		A. Orgánica	
	10 m ²	Ha	10 m ²	Ha	10 m ²	Ha
Fertilizantes	\$1.7066	\$1,706.6	\$27.51	\$27,510	\$27.51	\$27,510
Doble Excavado	-		\$10	\$10,000	-	
Control de plagas, enfermedades y malezas	\$13.22	\$13,220.3	\$5.3982	\$5,398.2	\$5.3982	\$5,398.2
Subtotal	\$14.9266	\$14,926.6	\$42.9082	\$42,908.2	\$32.90	\$34,908.2
Solarización	-		\$13.3	\$13,330	\$13.3	\$13,330
Total	\$14.9266	\$14,926.6	\$56.2083	\$56,208.2	\$46.20	\$46,208.2

DISCUSIÓN.

Rendimiento.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza y de la comparación de medias para rendimiento determinó que la Agricultura convencional presentó superiores resultados que la Agricultura biointensiva y orgánica. Aproximadamente se obtuvo 75 % más de rendimiento con la agricultura convencional. Estos resultados no coinciden con lo encontrado por Dlougy (1985), que indica que el sistema biológico obtiene producciones similares al convencional para el cultivo de la papa. Sin embargo otros autores determinaron una tendencia menor en rendimiento con agriculturas alternativas. Fischer *et all.* (1986) determinaron 34.6 % menor rendimiento en la agricultura ecológica, en comparación con la agricultura convencional para la papa. Lairon *et all.* (1986) , obtuvieron en promedio 1.5 ton /ha menos con agricultura biológica a diferencia de la convencional. Pimentel *et all.* (1984), obtuvieron aproximadamente 50% rendimientos menores con la agricultura orgánica a diferencia de la convencional.

Vásquez (1985), concluyó que la composta aplicada no presentó diferencias significativas en rendimiento en el cultivo de la papa. Romero y Trinidad (1996), encontraron que el uso de abonos orgánicos (gallinaza, composta y vermicomposta) y abono químico no hubo diferencias significativas en la variable de rendimiento. Además determinaron que existió diferencias significativas para la variable peso seco de follaje, entre el tratamiento químico y el testigo absoluto (sin fertilizante). Para las variables altura de planta, peso seco de raíz, peso y número de tubérculos, no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Observaron que la gallinaza y composta redujeron el número de tubérculos por planta. El tratamiento químico presentó el número de tubérculos más alto, pero tuvo los tubérculos más pequeños. Finalmente proponen reducir la cantidad de fertilizantes químicos y mejorar las

características del suelo. Los resultados no coinciden con los de la investigación, ya que la agricultura convencional, que utiliza abonos químicos fue mejor para la variable rendimiento que las alternativas, mismas que usan abonos orgánicos.

Además los resultados determinaron que no existe diferencia en cuanto a rendimiento entre la agricultura biointensiva y orgánica. Sin embargo, existe una diferencia numérica, pero no estadística, del 15 % entre estas agriculturas, a favor de la biointensiva. Por otro lado, a pesar de los resultados y las discrepancias entre autores, los rendimientos en las tres agriculturas pueden mejorarse; especialmente en los sistemas alternativos y tal vez llegar a ser iguales o superiores a los obtenidos en la agricultura convencional. De acuerdo con Reganold *et al.* (1990; citado por Torres, 1994), señalan que esta tendencia es normal, ya que los primeros años no se obtienen rendimientos elevados; quizá esto se deba al cambio y a sus efectos en la evolución natural del suelo. Después de algunos años los rendimientos se deben estabilizar y superar, como regla general a los de los cultivos convencionales.

Los rendimientos obtenidos se consideran bajos en todas las agriculturas respecto al potencial que tiene la variedad Monserrat. Este hecho se puede explicar de acuerdo a lo mencionado por Montaldo (1984), quien señala que el rendimiento influye debido al clima y la variedad. Monserrate presenta rendimientos promedios de 14 toneladas por hectárea a 1750 msnm y una temperatura de 18 C°, la altura es aproximada a la de Buenavista, Saltillo; y la temperatura promedio registrada durante los meses en que se desarrollo el cultivo fue de 19 C°. Sin embargo, también se presentaron las pérdidas ocasionadas por Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*), la cual es transmisora de virus. Esta plaga se presentó en el cultivo, y es además problemática, aun para los controles químicos que utiliza la agricultura convencional. Además cabe señalar que el desvare fué llevado a cabo a los 123 días, para cosechar a los 130 días; tal vez era necesario alargar los días para el desvare y por tanto la cosecha.

Los rendimientos tan bajos obtenidos en la agricultura biointensiva y orgánica además se debieron, como lo menciona Pimentel *et al.*(1984), a la falta de métodos de control más eficientes para plagas y principalmente enfermedades en el cultivo de la papa. Durante el desarrollo del cultivo en la investigación se observaron plantas más sanas en las repeticiones de la agricultura convencional, además se notó que la floración en estas inició 8 días antes y terminó aproximadamente 10 días después. Con lo cual se supone una mejor protección para las plantas. Esto debido probablemente a una mejor asimilación de los fertilizantes minerales, utilizados para la agricultura convencional, y que combinados con métodos de control químicos de plagas y enfermedades más eficientes; se presentaran plantas mas sanas.

El uso de altas dosis de composta (112 ton/ha) posiblemente afectaron el proceso de tuberización, debido al proceso de descomposición, que aun continuó en el suelo. Lo que permite recomendar un mejor uso y manejo con los abonos orgánicos; aplicación con mayor tiempo a la siembra, principalmente de compostas; sobre todo en aquellos cultivos donde la parte a utilizar y/o consumir se encuentra en la parte subterránea de la planta.

Calidad Nutricional.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza y de comparación de medias(DMS) para las variables de respuesta que comprenden la calidad nutricional determinaron lo siguiente:

Las papas de la agricultura biointensiva y orgánica estadísticamente fueron iguales en el contenido de fibra cruda y fósforo, pero mejores a las papas convencionales. Para la vitamina C, las papas convencionales se comportaron igual que las orgánicas y las biointensivas; sin embargo, entre estas últimas dos se encontraron diferencias, las papas biointensivas fueron de menor contenido vitamínico que las orgánicas. En relación a esta variable fue mejor la agricultura orgánica que la biointensiva

Para las demás variables: Energía calorífica, humedad, carbohidratos, almidón, proteína, extracto etéreo, ceniza, calcio, zinc, y hierro, las papas de las agriculturas probadas presentaron el mismo comportamiento. Sin embargo esto indica que se puede obtener la misma calidad nutricional con cualquier agricultura para estas variables.

Al observar graficadas las medias de la variable de respuesta hierro, se observa que la agricultura biointensiva presenta una notable reducción en el contenido de este elemento, respecto a las otras agriculturas, lo cual supondría una significancia entre agriculturas. Sin embargo los resultados obtenidos fueron muy disparados, esto se observa en el Coeficiente de Variación del 100 % aproximadamente, y al aplicar logaritmo a los resultados del hierro, aun el C.V. permanece alto, de 25 %. Por lo cual se recomienda hacer estudios de este elemento mineral, más afondo, considerando que los resultados disparados pudieron deberse a un error de análisis.

Los resultados anteriores indican que las papas orgánicas y biointensivas son de mejor o al menos de igual calidad nutricional que las papas convencionales; es decir se puede producir con calidad sin afectar al medio ambiente.

Analizando lo encontrado por otros investigadores se tiene lo siguiente:

Lairon *et al*(1986), encontraron que la materia seca, hierro y calcio en papas biológicas y convencionales, no cambiaron notablemente, pero la concentración de fósforo tendió a ser más alta en papas biológicas; lo cual coincide con los resultados obtenidos en la investigación. Además los autores anteriores determinaron que el contenido de la vitamina C, no cambió considerablemente entre papas convencionales y biológicas. De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, la agricultura orgánica presentó el más alto nivel de esta vitamina, en segundo la convencional y en tercero la biointensiva. Sin embargo, estadísticamente las agriculturas alternativas se presentan con el mismo contenido que la convencional; y entre las alternativas, el sistema biointensivo produjo papas con más bajo contenido de vitamina C.

Dlougy (1977), encontró altos porcentajes de proteína cruda en papas cultivadas bajo método convencional y altas concentraciones de vitamina C en papas cultivadas bajo método orgánico. En relación a la proteína cruda, no se coincide ya que en principio, estadísticamente no existe diferencia entre agriculturas; sin embargo, numéricamente se encontró que las papas orgánicas contienen más proteína (15.95%), seguido por papas biointensivas (13.57%) y finalmente las convencionales (11.18%). Por lo que se recomienda seguir investigaciones posteriores en esta aspecto.

Brandt y Beeson (1950; citado por Barker, 1975), encontraron que la concentración de vitamina C en papas fertilizadas con estiércol, compostas, fertilizantes minerales o combinaciones de estiércol y fertilizante mineral no fueron significativas. Esto fue en alguna medida lo obtenido en la investigación. Además encontraron diferencias no significativas de fierro y cobre en papa al usar fertilizantes minerales o estiércol. Los resultados obtenidos en la investigación para el caso de fierro, zinc, y calcio no se encontraron diferencias significativas con el uso de compostas y fertilizantes minerales de acuerdo a cada agricultura para estas variables. Sin embargo, se debe seguir investigando en los minerales de la papa, para determinar con mayor exactitud su comportamiento con diferentes tipos de abonos orgánicos.

Fischer *et al.* (1986), encontraron que la concentración de vitamina C en papas ecológicas fue el doble que en las papas convencionales, lo cual no coincide con los resultados obtenidos. Sin embargo como se observa, en la vitamina C es uno de los renglones donde varios investigadores han obtenido variación en la comparación de sistemas de producción agrícola en el cultivo de la papa.

Suelo.

Al analizar las propiedades físico-químicas del suelo se determina el impacto de las agriculturas sobre éste. De acuerdo con Arshad y Coen (1992), los principales atributos físicos y químicos pueden servir como indicadores de un cambio en la calidad del suelo. Estos atributos son: disponibilidad de nutrimentos, retención de humedad, densidad aparente, resistencia a penetración, conductividad hidráulica, estabilidad de agregados, materia orgánica, pH. La calidad del suelo depende además de el clima, forma de la tierra, y más importante aún, de la actividad humana.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza bloques al azar y comparación de medias (DMS), determinaron :

La variable de respuesta nitrógeno presentó diferencias significativas entre tratamientos. La agricultura orgánica fue el tratamiento que resultó estadísticamente diferente; observando la mayor concentración de este elemento en el suelo trabajado con el método orgánico, por lo tanto fue el mejor tratamiento, ya que las otras dos agriculturas no mostraron diferencias estadísticamente.

Las demás variables permanecieron sin diferencias significativas entre las agriculturas.

Al analizar los resultados de la homogeneidad de medias se encontró lo siguiente:

Para el caso de nitrógeno los resultados concuerdan con el ANVA bloques al azar, ya que la agricultura orgánica es la que ocasiona diferencias en el suelo después de la investigación ; aumentando su cantidad en el suelo. La agricultura biointensiva y convencional no modificaron la cantidad de nitrógeno en el suelo; es decir, las condiciones permanecieron igual en el suelo trabajado con ambas agricultura.

Al aplicar los mismos fertilizantes y dosis de composta en la agricultura orgánica y la agricultura biointensiva, se presenta la pregunta del porqué no se comportó de igual manera. Sin embargo, la diferencia posiblemente esté en el doble excavado, ya que pudo permitir la movilidad del nitrógeno y otros elementos hasta los 60 cms de profundidad, y la profundidad muestreada para llevar a cabo los análisis del suelo fue a los 30 cms. Cabe hacer mención de que, la forma de aplicación de las compostas fue diferente; para la agricultura biointensiva se realizó al voleo, mientras que para la agricultura orgánica fué en hilera. Si bien las dosis por superficie en teoría son iguales, la forma de aplicación hace a que en la realidad la superficie sea menor, para el caso de la agricultura orgánica. Para ser más claros, esto se explica de la siguiente manera: la composta se distribuye totalmente en los 10 m², en la agricultura biointensiva, en tanto que la composta aplicada en surco, solo es aplicada a la superficie que presentan los surcos; es decir, la superficie que se encuentra en medio de los surcos, básicamente no se le aplica composta por lo que la superficie en realidad es menor. Con esto se plantean nuevas investigaciones del posible efecto que tenga el doble excavado en la fertilidad del suelo y el efecto de la forma de aplicación de los fertilizantes orgánicos.

Para el caso de potasio, los resultados no exactamente coinciden con lo obtenido en el ANVA, debido a que las pruebas de homogeneidad de medias mostraron que existe diferencias en la agricultura biointensiva y orgánica; incrementando el contenido de potasio en el suelo, a diferencia de la Agricultura Convencional donde permanecieron sin cambio las condiciones del potasio. Esto se explica por datos disparados que enmascararon la significancia al llevar a cabo el ANVA (Castro T.,1997). Posiblemente este hecho puede tener relación con el rendimiento obtenido en las diferentes agriculturas. El potasio contenido en el suelo manejado convencionalmente fue inmediatamente más asimilable, que el potasio en el suelo trabajado biointensiva y orgánicamente. Por lo cual se debería incorporar la composta con mayor anterioridad a la fecha de siembra.

Para el fósforo, todas las agriculturas incrementaron su contenido en el suelo, por lo que no existe diferencia entre tratamientos, pero sí diferencias antes y después del experimento para cada agricultura; lo que asegurará en el siguiente cultivo un suelo con mayores contenidos de fósforo respecto al inicio del cultivo de la papa.

Los resultados obtenidos con la prueba de homogeneidad de medias para el caso de carbonatos y pH, determinó que existe diferencia en el suelo trabajado bajo el método orgánico. La cantidad de carbonatos se observó reducida, lo cual es benéfico dado que estos ocasionan el bloqueo de algunos elementos; como el hierro; lo cual evita que la planta los utilice y provoque (Depto. Suelos, 1993) clorosis en la misma. El pH se incrementó en 0.2 unidades en promedio; es decir, el suelo tendió a ser alcalino, lo que en un momento perjudicaría al cultivo de la papa. Los anteriores resultados de carbonatos y pH no parecen lógicos, ya que se supone que a menor cantidad de carbonatos, debiera bajar el pH. Posiblemente esto se explique a que el suelo este pasando por un periodo temporal de equilibrio entre sus elementos, y así resultados posteriores muestren lógica, o bien pudo deberse a algún error en la toma de muestra, o de los análisis. Los suelos trabajados son de alto contenido de calcio, esto puede tener relación con lo que menciona Cepeda(1991): El pH de suelos calizos, a menos que éstos posean abundantes cantidades de sodio, es cuando mucho, de 8.5; su valor se encuentra controlado por el sistema $\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Debido a que la presión parcial del CO_2 es controlada por los factores que favorecen el intercambio gaseoso (aireación) del suelo, este gas disminuye hasta que el suelo esta bien aireado. De manera tal que un mismo contenido de CaCO_3 será más bajo en aquel suelo que tenga más arcilla y una pobre estructura. Por otra parte, un alto contenido de agua en el suelo puede disminuir la presión del CO_2 y elevar el pH, razón por la cual los valores de pH obtenidos al analizar la muestra en el laboratorio pueden ser mucho más encumbrados que en condiciones naturales. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios para determinar, si efectivamente el suelo pasa por un período de transición; cuanto dura este; y

los efectos posteriores en los cultivos, después de haber aplicado altas dosis de composta.

Además estos resultados no concuerdan con el ANVA ya que no señalan alguna diferencia significativa entre agriculturas. Esto puede deberse, como lo menciona Castro (1997), a datos disparados que enmascararon la significancia en el ANVA, tal como sucedió con el potasio.

Estas diferencias no se presentaron con la agricultura biointensiva, debido posiblemente a lo ocurrido con el nitrógeno, en relación al doble excavado y forma de aplicación de fertilizantes orgánicos.

Finalmente para las variables de respuesta materia orgánica; CIC; Densidad aparente y Textura (Arena, Arcilla y Limo), no existieron diferencias antes y después del experimento en todas las agriculturas.

Sin embargo, cabe hacer notar lo sucedido con la materia orgánica, que es considerada por algunos autores como la parte vital del suelo, además de las propiedades que ésta presenta. Al observar los promedios en los resultados del ANVA se observó que numéricamente la materia orgánica en el suelo bajo el método biointensivo y orgánico superan en 0.75 unidades porcentuales al suelo trabajado bajo el método convencional, lo cual a largo plazo puede producir diferencias significativas.

En este último aspecto, de acuerdo con Sedogo *et al.* (1990), el uso continuo de abonos minerales reduce el contenido de materia orgánica. Desde un punto de vista económico, el uso de materia orgánica representa una alternativa en la lucha contra la acidificación del suelo y el mantenimiento del equilibrio ambiental. Un esfuerzo debe ser hecho para promover el incremento de materia orgánica en el suelo mediante compostas u otras técnicas alternativas. Esto justifica los esfuerzos hechos a través del composteo y el uso de residuos de cultivos.

Analizando lo encontrado por Reganold (1990), en un estudio de 37 años, se observa que el suelo cultivado orgánicamente contenía un 60 % más de materia orgánica, que el suelo trabajado convencionalmente. Además los suelos trabajados orgánicamente tuvieron valores más altos en la CIC, nitrógeno total, potasio, contenido de humedad, mayor actividad de la microflora, mejor estructura y consistencia; a diferencia de suelos trabajados convencionalmente. Los resultados del anterior autor en relación a nitrógeno y potasio coinciden con los resultados de la investigación. Además, no encontró diferencias significativas en el fósforo total y densidad aparente; los cuales no coinciden exactamente con los resultados obtenidos, ya que aun sin encontrar diferencias entre tratamientos; las agriculturas convencional, biointensiva y orgánica incrementaron el contenido de fósforo en el suelo. Cabe hacer notar que las propiedades antes mencionadas tiene una estrecha relación con la materia orgánica; de aquí, su importancia.

Reganold (1990), concluyó que el sistema orgánico fué más efectivo que el convencional en mantener la productividad a largo plazo , labranza en el suelo y reducción de la erosión.

Vásquez (1985), concluyó que la composta aplicada al cultivo de la papa mejora el contenido de materia orgánica y el de humedad en el suelo, lo que determina el mejoramiento en las propiedades del suelo.

Romero y Trinidad(1996), al aplicar abonos orgánicos(gallinaza, composta y vermicomposta) y abono químico encontraron diferencias significativas para amoniaco y altamente significativas para nitrato. La gallinaza aumento el nivel de abono, lo que está asociado a su más rápida mineralización. En composta y vermicomposta se incrementó el amonio con el nivel de abono.

Los anteriores resultados coinciden con lo que paso con el suelo trabajado orgánicamente, se observó un aumento en el contenido de nitrógeno.

Los resultados que obtuvo Reganold (1989), son de relevancia a largo plazo, debido a que corresponden a un periodo extenso de estudio (37 años), lo que da una idea de que lentamente el suelo puede perder algunas de sus cualidades físicas y químicas principalmente, si no se le da un buen manejo; sobre todo con el contenido de materia orgánica.

Debe considerarse que la presente investigación se llevó a cabo en un solo ciclo; aproximadamente de 5 meses, lo que no permite observar con claridad la influencia de las diferentes agriculturas sobre el suelo, el cual fué recientemente abierto al cultivo, lo que supone un suelo "completo"; es decir, con sus propiedades aun no afectadas considerablemente. Sin embargo, aun así se presentaron algunas diferencias en nitrógeno, potasio, carbonatos, pH y de cierta forma, el fósforo con alguna agricultura alternativa, principalmente con la Agricultura Orgánica.

Costos de Producción.

Finalmente, en lo que respecta el análisis de costos y como ya se mencionó se analizó solo aquellos factores o actividades diferentes entre las agriculturas, durante el desarrollo de la investigación que representaron costos. Como se observa en el cuadro 22, la agricultura biointensiva resultó la más costosa, siguiendo la orgánica y finalmente la convencional.

Esto es contrario a lo que se esperaba, ya que se trata de encontrar técnicas menos costosas; sin embargo, es necesario hacer algunas reflexiones: 1-La utilización de alfalfa en la elaboración de compostas eleva considerablemente su costo, por lo que recomienda utilizar materiales más baratos; como son residuos de cocina, malva, *Kochia scoparia* , *Agave lechuguilla*, *Canavalia enciformis*, *Euphorbia antisiphylitica* , etc. Además se debe investigar a que dosis de composta se obtienen los rendimientos óptimos, sin exceder la dosis y así bajar los costos.

Vásquez (1985), encontró que económicamente no fue redituable el uso de composta en el cultivo de la papa, ya que la cantidad necesaria es alta y el costo se eleva; además es de difícil aplicación.

2-El control de plagas, enfermedades y malezas debe investigarse para eficientarlo y reducir costos; básicamente nos referimos a la solarización, ya que esta técnica es aun costosa y sobre todo si se desea aplicar a superficies mayores de una hectárea.

Además Gómez *et all*(1997), mencionan que generalmente, los insumos utilizados en el cultivo de las hortalizas orgánicas en México, tales como las harinas de hueso, de sangre, algas marinas y compostas 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

3-La agricultura biointensiva es básicamente una miniagricultura orgánica, es decir, está diseñada para huertos por lo que no será frecuente que la superficie rebase de la hectárea.

4- Finalmente, el punto más importante y de acuerdo a lo mencionado por Torres (1996), actualmente la degradación de agroecosistemas también tienen costos que no se han contabilizado. Esto significa pérdidas para la sociedad en su conjunto, debido a que los gobiernos necesitan destinar sumas considerables para la restauración de los ecosistemas.

Esto se refleja en el estudio de rentabilidad económica del cultivo de la papa por Soria (1995), que no considera la renta de la tierra; menos aun los costos que pudieran generarse por la degradación de agroecosistemas.

Cabe hacer mención que casi todas las personas, tomamos residuos de plaguicidas de origen sintético en los alimentos que ingerimos. La presencia de estos residuos en alimentos, en general , y en frutas y hortalizas en particular es, un tema delicado y que cada día va tomando mayor importancia, esto debido al riesgo que ocasionan en la salud de las personas(especialmente de cancer, que es el más cuestionado últimamente), y por tanto en su vida social y económica.

Los esfuerzos en el aspecto económico deberán ser encaminados a traducir tales costos ecológicos, económicos y sociales, a números y éstos a los libros contables.

Conforme se adquiera mas experiencia en las agricultura alternativas se buscará hacer estas agriculturas cada vez más viables ecológica, económica y socialmente (Rodríguez M.,1997).

CONCLUSIONES.

1. La agricultura convencional obtiene mayores rendimientos en el cultivo de la papa a diferencia de la agricultura biointensiva y orgánica, debido básicamente a un uso todavía más eficiente en cuanto a fertilizantes y pesticidas de origen químico.
2. La agricultura biointensiva y la agricultura orgánica estadísticamente no son diferentes en cuanto a rendimiento de papa se refiere.
3. Las papas obtenidas bajo el método de la agricultura orgánica y agricultura biointensivo, fueron estadísticamente iguales en cuanto a concentración de fósforo y fibra cruda se refiere, pero superiores a las papas de la agricultura convencional. Para la vitamina C, las papas convencionales se comportaron igual que las orgánicas y las biointensivas; sin embargo, entre estas últimas dos se encontraron diferencias; las papas biointensivas fueron de menor contenido vitamínico que las orgánicas. El valor más alto en contenido de vitamina C, lo presentaron las papas orgánicas, seguido de la convencionales y finalmente las biointensivas.

Para las variables de energía calorífica, humedad, carbohidratos, almidón, proteína, extracto etéreo, cenizas, calcio, zinc, y fierro no existieron diferencias significativas entre las agriculturas. Con esto se puede decir lo siguiente; la agricultura biointensiva y orgánica obtienen tubérculos de papa de mejor o igual calidad nutricional que la agricultura convencional, sin dañar en gran medida los agroecosistemas.

4. La agricultura orgánica aumentó el contenido de nitrógeno, redujo la cantidad de carbonatos, aumentó el pH , y al igual que la agricultura biointensiva aumentaron el contenido de potasio en el suelo; mientras que la agricultura convencional no produjo cambios en ninguno de las anteriores variables. Todos los tratamientos incrementaron el contenido de fósforo en el suelo. Por otro lado las variables de materia orgánica, CIC, densidad aparente, textura permanecieron iguales para todos los tratamientos.

5. La agricultura biointensiva resultó ser la mas costosa, siguiendo la agricultura orgánica y finalmente la agricultura convencional. Las diferencias básicamente fueron; los métodos de control de plagas y enfermedades, en especial la solarización que aun es costosa para llevarla a superficies mayores de una hectárea; el uso de la alfalfa en la elaboración de compostas y las altas dosis manejadas de ésta. Sin embargo, faltó agregar, para cada agricultura; el costo por la degradación de agroecosistemas y el efecto que pudieran ocasionar ciertos plaguicidas contenidos en los alimentos en la salud de las personas al consumir los mismos, lo cual implica también costos económicos y sociales.

RECOMENDACIONES.

1. Investigar sobre las dosis de compostas adecuadas para obtener óptimos rendimientos en los cultivos.
2. Incorporar las compostas con más tiempo de anticipación a la siembra, para permitir mayor mineralización de éstas en el suelo; sobre todo para cultivos en donde la parte a utilizar y/o consumir se encuentra en la parte subterránea de la planta. Además utilizar materiales de menor costo para la elaboración de las mismas.
3. Llevar a cabo estudios del efecto del doble excavado y la forma de aplicación de los fertilizantes orgánicos, en específico de las compostas; sobre el suelo, así como en la planta.
4. Llevar a cabo estudios sobre el contenido de sustancias tóxicas, principalmente de plaguicidas de origen sintético en el tubérculo de la papa, debido a que en este cultivo se aplica una gran cantidad de éstos.
5. Realizar mayores estudios sobre el efecto que tenga cada sistema de producción agrícola, sobre el medio ambiente, en la salud de las personas, y por tanto determinar los costos ecológicos, económicos y sociales que esto implica. Para poder traducir dichos costos a números y se lleven a los libros contables.

6. Aun se necesita mayor eficiencia en el control de plagas, malezas, pero principalmente para enfermedades, debido a que el cultivo de la papa le afectan un gran número de éstas, pero además, se necesitan métodos de control que no afecten a los agroecosistemas; y que sean de bajo precio. Por lo cual se debe seguir investigando, para encontrar controles eficientes, no dañinos al ambiente y de menor precio.

7. Realizar estudios sobre el efecto que tenga cada sistema de producción sobre el aprovechamiento de los micronutrientes por las plantas, tales como fierro, cobre, zinc, etc.

LITERATURA CITADA.

- Almonte.A.J. 1991. Respuesta de genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) a fertilización bajo condiciones de riego y temporal. Tesis. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Altieri, M. 1996. Agricultura Orgánica. Agroecología y Agricultura Sostenible. Modulo 2. Diseño y Manejo de Sistemas Agrícolas Sostenibles. CLADES. Primera edición. La Habana, Cuba.
- Ahrenhöfer,U.1986. Agrochemical residues in organic and conventional food, a critical review. The importance of biological agriculture in a World of diminishing Resources. Pricceedings of the 5 th IFOAM.International Scientific Conference al the University of Kassel, Germany. Edited by Vogtmann, H.; Boehncke,E.; Fricke,I. pp223-235.
- Arshad, M.A. & Coen, G.M.1992. Characterization of soil quality : Physical and Chemical criteria: American Journal of Alternative Agriculture. Vol 7 (1 and 2): 25-32.
- Arthey, D. & Dennis,C. 1991. Procesado de Hortalizas. Editorial Acribia. España.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1980. Official methods of analysis of the AOAC. Editor: Horwitz, W. Thirteenth edition. U.S.A.
- Barker, A.V. 1975.Organic vs Inorganic nutrition and horticultural crop quality. University of Massachusetts. HortScience. Vol 10(1): 50-53

- Basker,D.1992. Comparison of taste quality between organically and conventionally grown fruits and vegetables. American Journal of Alternative Agriculture. Vol 7 (3)
- Bayer de México. 1984. Manual fitosanitario de la papa. México.
- Bayer de México. 1992. Guía para la protección de la papa. México.
- Borlaug, N. & Enkerlin, H. 1997. Agricultura y Alimentación. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomsom Editores. México. 291-318.
- Castro T., V.H. 1997. Comentario personal. Depto. de estadística. UAAAN, Saltillo,Coahuila, México
- Calderoni,A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.
- Castaños, C.M. 1993. Horticultura: Manejo simplificado. Primera edición . UACH. México.
- Cepeda D, J.M. 1991. Química de suelos. Segunda edición. Trillas-UAAAN. 168 pp.
- Departamento de Suelos.1993. Manual de Prácticas de Laboratorio Fertilidad de Suelos. UAAAN. Saltillo,Coah.México.
- FAO.1991. Manejo del suelo: Producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Roma,Italia. p. 178.

- Eggert, F. P. and Kahrman, C.L. 1986. Response of three vegetable crops to organic and inorganic nutrient sources. Organic Farming Current Technology and Its Role in a Sustainable Agriculture. Special Publication Number 46. Published by American Society of Agronomy. Madison U.S.A.
- Fischer, A. and Richter, Ch. 1986. Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. The importance of biological agriculture in a World of diminishing resources. Proceedings of the 5 th IFOAM. International Scientific Conference at the University of Kassel, Germany. Edited by Vogtmann, H.; Boehncke, E.; Fricke, I. 236-248.
- García , T. R. 1995. La Conversión hacia una agricultura Orgánica. Agricultura Orgánica. Año 1 . Número 1. La Habana, Cuba.
- García, T. R. 1995. Efecto de la agricultura intensiva industrial sobre el medio ambiente. Agricultura Orgánica. Conferencias, II Curso Internacional. La Habana, Cuba.
- Gómez, C. ,M.A.; Schwentesius R.,R.; Merino S.,A.1994. El consumo de hortalizas en México. Reporte de investigación 07. CIESTAAM. UACH. México.
- Gómez T.,L.; Gómez Cruz,M.A.; Schwentesius R.,R .1997. Hortalizas Orgánicas en México. CIESTAAM. UACH. México.
- Huerta, C.B. 1997. Evaluación de 17 clones de papa (*S. tuberosum*) en la Región "El Huachichil", Coah. Méx. TESIS. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

- Lairon, D. ;S. Gautier,E.T.; Huguetta Lafont,M.T.; and J.C. Hauton. 1986.
Efeccts of organic and mineral fertilizations on the contents of vegetables in minerals, vit C and nitrates. The importance of biological Agriculture in a World of diminishing Resources. Proceedins of the 5 th IFOAM. International Scientific Conference at the University of Kassel, Germany. Edited by Vogtmann, H.; Boehncke,E.; Fricke,I. 249-260
- Jeavons, J. 1991. Cultivo Biointensivo de Alimentos. Ecology Action. Willits California. E.U.A. pag 204.
- Jeavons, J.1994. Sustainable Biointensive Minifarming and Conventional Organic Farming Compared. Ecology Action. Willits California. U.S.A.
- Martínez, V.J. 1996. El Método Biointensivo de Cultivo. Coloquio sobre Agricultura Orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. UACh. Edo. de México. Primera Edición. Pag 59-72.
- Mendoza, J.M.1983. Diagnóstico Climatológico para la zona de influencia de la UAAAN. Depto de Agrometeorología. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Mendoza , J.M. 1997. Datos climatológicos para la zona de influencia de la UAAAN, marzo-julio, 1997. Depto de Agrometereología. UAAAN. Saltillo, Coah, México.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica.

- Mora, F. 1993, Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. XXXIX Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala.
- Nardozzi, Ch. 1996. Solarize your soil. National Gardening, magazine Jule/Augost. pp 60-63.U.S.A.
- Peavy, W. S. and Greig, J.K. 1972. Organic and Mineral fertilizers compared by yield, quality, and composition of Spinach. Kansas State University, Manhattan. Journal American Society Horticultural Science. 97 (6):718-723.
- Pimentel, D.; Berardi, G.; Fast, S. 1984. Energy efficiencies of farming in wheat, corn and potatoes organically. Organic Farming Current Technology and its role in a sustainable agriculture. Special Publication Number 46. Published by American Society of Agronomy. Madison. U.S.A.
- Rangel, M.R. 1987. El cultivo de la papa y su mejoramiento genético. Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah.
- Reganold, J. 1990. Long term effects of organic and conventional farming on soil productivity. Agricultural alternatives and nutritional self-sufficiency for a sustainable agricultural system that respects man and his environment. IFOAM. Edited by A. Djigma, E. Nikiema, D. Lairon, and P. Ott. Ouagadougou, Burkina Faso. 232-260

- Reinken,G. 1986. Six years of biodynamic growing of vegetables and apples in comparison with the conventional farm management. The importance of biological Agriculture in a World of diminishing resources. Proceedings of the 5 th IFOAM. International Scientific Conference at the University of Kassel, Germany. Edited by Vogtmann, H.;Boehncke,E; Fricke,I. 161-174
- Rodale`s Successful Organic Gardening.1994. Controlling Pest and Diseases.Text by Michalak, P. Rodale Press. Emmaus Pennsylvania.
- Rodríguez M.,J.F. 1997. Comentario Personal. Depto de Botánica. UAAAN. Saltillo ,Coahuila, México.
- Romero L., Ma. del Rocio & Trinidad S., Antonio. 1996. Gallinaza, Vermicomposta, composta y balance mineral en papa (*Solanum tuberosum* L.). Resúmenes del 1 er. Congreso Estatal de Investigaciones en Educación, Ciencia y Tecnología. U.A. Chapingo. México.
- Ruíz,F. J. 1993. La Agricultura Orgánica. Alternativas para el Campo Mexicano.Tomo II. Editorial Friedrich Ebert Stiftung y Fontamara. 151-181.
- SARH.1993. Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha. Ciclo primavera-verano. México. D.F.

- Soria, R.J. 1995. Rentabilidad económica y financiera del cultivo de papa en el Sureste de Coahuila. VI Congreso Nacional de Productores de Papa. CONPAPA. Coahuila. México.
- SEP.1990. PAPAS. Manuales para la educación agropecuaria. Area de producción vegetal. Editorial Trillas. México.
- Sedogo, M.P. ;Lompo, F.B.; Bado,V.Hien .1990. Study of the specific role of organic matter in the evolution of cultivated soils. Agricultural alternatives and nutritional self-sufficiency for a sustainable agricultural system that respects man and his environment. IFOAM. Edited by A. Djigma, E. Nikiema, D.Lairon, and P. Ott. Ouagadougou, Burkina Faso.282-294
- Sunset Publishing Corporation. 1993. Garden Pests & Diseases. First Printing. Menlo Park, California. U.S.A.
- Torres T., F. & Trápaga, Y.1994. El Mercado Internacional de la Agricultura Orgánica. Primera edición. UNAM. México. pag 232.
- Trueba,C.S. 1996. Fertilizantes orgánicos y compostas. Coloquio sobre agricultura orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. UACH. Edo de México. Primera edición. 111-114.
- Tyler,G. 1994. Ecología y Medio Ambiente. Editorial Iberoamericana. México.
- Valadez, A. 1994. Producción de Hortalizas. Cuarta reimpresión. Editorial UTEHA. México.

- Valdes,A.O.1997. Características de la variedad Monserrate. Información personal. INIFAP-Coahuila.
- Vazquez, Z.M. 1985. Efectos del compost sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y sobre el desarrollo del cultivo de la papa (*S. tuberosum*). Tesis. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Venegas,R. & Siau,G. 1995. Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Agricultura Orgánica. Conferencias, II Curso Internacional. La Habana, Cuba.
- Woolfe, J.A. 1987. The potato in the human diet. First Published. Cambridge University Press and CIP. Great Britain.

APENDICE.

Cuadro 1. Resultados de rendimiento de tubérculos de papa, variedad Monserrate, para cada sistema de producción.

Muestra. Cama/agricultura	Rendimiento (grs/10 m ²)
1/convencional	4219
2/biointensiva	3487
3/orgánica	1267
4/biointensiva	2035
5/convencional	10525
6/orgánica	1113
7/orgánica	597
8/biointensiva	1143
9/convencional	7177

Cuadro 2. Resultados del análisis de calidad nutricional (bromatológico), para las variables energía calorífica, humedad, carbohidratos y almidón en tubérculos de papa, variedad Monserrat para cada sistema de producción agrícola.

Muestra. Cama/agricultura	Energía Calorífica(cal/gr)	Humedad (%)	Carbohidratos (%)	Almidón (%)
1/convencional	3776.0763	86.9200	82.895	69.02
2/biointensiva	3694.8212	79.8525	79.935	66.99
3/orgánica	3693.0412	80.9725	72.545	57.33
4/biointensiva	3663.5623	81.1925	77.015	63.19
5/convencional	3558.2951	82.9575	82.415	79.10
6/orgánica	3579.5493	78.8100	79.255	68.68
7/orgánica	3546.0596	82.8275	75.455	53.28
8/biointensiva	3656.7730	84.9525	78.945	67.69
9/convencional	3507.4912	79.5500	80.565	64.00

Bloque I: Camas 1,2,3. Bloque II: Camas 4,5,6 . Bloque III: Camas 7,8,9.

Cuadro 3 .Resultados del análisis de calidad nutricional (bromatológico) para las variables extracto etéreo, proteína, fibra cruda, ceniza y vitamina C en tubérculos de papa, variedad Monserrat para cada sistema de producción agrícola.

Muestra Cama/agricultura	Extracto etéreo(%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)	Vitamina C (mg)
1/convencional	0.5075	10.60	3.25	1.05	8.80
2/biointensiva	0.5275	12.62	3.84	1.06	8.35
3/orgánica	0.8037	18.70	3.95	1.01	12.50
4/biointensiva	0.9325	14.85	3.83	1.02	6.60
5/convencional	0.5400	10.88	3.32	1.10	10.60
6/orgánica	0.8135	13.14	3.61	1.08	10.50
7/orgánica	1.0150	16.01	3.93	1.03	11.60
8/biointensiva	0.7450	13.26	3.87	1.06	8.00
9/convencional	0.9362	12.07	3.41	1.09	11.40

Cuadro 4. Resultados del análisis de calidad nutricional (bromatológico), para las variables fósforo, calcio, zinc y hierro en tubérculos de papa, variedad Monserrat para cada sistema de producción agrícola.

Muestra. Cama/agricultura	Fósforo(ppm)	Calcio (ppm)	Zinc(ppm)	Fierro(ppm)
1/convencional	2076	1360	48	675.5
2/biointensiva	2804	1440	26	56
3/orgánica	3328	1160	37	304
4/biointensiva	3068	1590	38	377
5/convencional	2720	1190	35	307
6/orgánica	3380	1630	29	73.5
7/orgánica	3170	1340	49	633
8/biointensiva	3222	1160	27	141
9/convencional	2672	1270	29	69

Cuadro 5. Resultados del análisis de suelo para las variables nitrógeno, fósforo, potasio y CIC antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.

Muestra Cama/ Agricultura	Nitrógeno (%)		Fósforo(ppm)		Potasio (ppm)		C.I.C.(meq/100 grs)*	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1/convencional	0.2091	0.2268	17.22	24.87	173.82	121.45	24.8	23.4
2/biointensiva	0.2117	0.2310	19.19	23.81	149.19	324.85	20.0	22.4
3/orgánica	0.2096	0.2366	18.2	29.23	131.82	360.35	20.8	21.8
4/biointensiva	0.2137	0.2170	13.4	29.23	112.43	371.21	21.6	22.2
5/convencional	0.2140	0.2044	16.25	35.02	82.14	88.35	23.6	22.6
6/orgánica	0.2187	0.2310	17.22	30.36	78.11	211.35	21.4	22.6
7/orgánica	0.2193	0.2296	15.77	33.83	75.68	315.75	27.4	29.2
8/biointensiva	0.2278	0.2156	15.77	22.76	66.39	198.55	28.0	29.6
9/convencional	0.2310	0.2044	13.4	27.02	249.75	265.85	26.6	24.6

*Capacidad de Intercambio Catiónico.
(meq/100 grs. de suelo)

Cuadro 6. Resultados del análisis de suelo para las variables Densidad Aparente, pH y textura antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.

Muestra Cama /agricultura	*D.A. (gr/cm ³)		pH		Textura (Arena%, Arcilla%, Limo%) [Clasificación]	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1/convencional	1.18	1.13	8.1	8.0	(43.72;14.24;42.04) [Franco]	41.52;12.84;45.64) [Franco]
2/biointensivo	1.11	1.08	8.4	8.4	(43.72;13.24;43.04) [Franco]	(47.52;12.36;40.12) [Franco]
3/orgánica	1.11	1.15	8.2	8.4	(44.72;14.24;41.04) [Franco]	(46.52;13.36;40.12) [Franco]
4/biointensivo	1.08	1.13	8.2	8.4	(44.72;14.24;41.04) [Franco]	(42.48;14.36;43.16) [Franco]
5/convencional	1.15	1.13	8.2	8.4	(44.72;16.24;39.04) [Franco]	(44.32;15.44;40.24) [Franco]
6/orgánica	1.10	1.13	8.1	8.4	(44.72;13.84;41.44) [Franco]	(46.32;12.84;40.84) [Franco]
7/orgánica	1.14	1.14	8.2	8.4	(44.72;16.24;39.04) [Franco]	(42.32;17.44;40.24) [Franco]
8/biointensiva	1.13	1.16	8.0	8.4	(44.72;16.24;39.04) [Franco]	(42.32;15.84;41.84) [Franco]
9/convencional	1.15	1.16	8.2	8.5	(46.32;13.44;40.24) [Franco]	(44.32;12.84;42.84) [Franco]

* Densidad aparente

Cuadro 7. Resultados del análisis de suelo para las variables materia orgánica, carbonatos y humedad antes de establecer el experimento y después del mismo, para cada sistema de producción.

Muestra Cama/Agricultura	Materia Orgánica(%)		Carbonatos(%)		Humedad(%)**
	Antes	Después	Antes	Después	
1/convencional	3.075	2.962	21.4	21.8	17.10
2/biointensiva	2.925	3.525	21.0	21.8	21.10
3/orgánica	3.830	4.350	23.6	22.0	18.58
4/biointensiva	3.450	4.012	21.4	22.4	15.00
5/convencional	3.375	3.262	23.0	22.3	19.63
6/orgánica	3.000	3.600	23.4	22.4	16.33
7/orgánica	3.000	3.460	23.6	22.2	17.65
8/biointensiva	2.900	3.630	23.0	22.2	22.30
9/convencional	2.775	2.550	20.6	21.4	17.64

** Análisis solo realizado al final de la investigación.

Cuadro 8. EQUIVALENCIAS (Depto. de Suelos. UAAAN. 1997)
Guía para la interpretación de resultados de los análisis de suelo.

Clase	Nitrógeno total (%)	Materia Orgánica (%)	CIC (meq/100 grs)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Carbonatos (%)
Extremadamente pobre	0.000-0.049	0.0-0.25	<5	0-8	<40	<5.0
Pobre	0.050-0.099	0.26-0.50	5-10	9-16	40-80	6.0-20.0
Medianamente pobre	0.100-0.149	0.51-1.00	10-15	17-24	81-100	21.0-35.0
Mediano	0.150-0.199	1.00-2.00	15-20	24-40	101-200	36.0-50.0
Medianamente rico	0.200-0.249	2.00-3.00	20-30	41-64	201-320	>50.0
Rico	>0.250	3.00-4.00	30-40	>64	>320	
Extremadamente Rico		>4.00	>40			

Potencial Hidrógeno (pH)

Clase	Lectura
Acidez Fuerte	<5.59
Acidez Media	5.59-6.80
Suelo Neutro	6.80-7.20
Alcalinidad media	7.21-8.40
Alcalinidad fuerte	>8.41

Cuadro 9. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable de nitrógeno en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	0.2091	0.2268	0.2117	0.2310	0.2096	0.2366
	0.2140	0.2044	0.2137	0.2170	0.2187	0.2310
	0.2310	0.2044	0.2278	0.2156	0.2193	0.2296
t	0.6173		0.4911		4.354	
t-Student (.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes≠Después	

Cuadro 10. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable Fósforo en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	17.22	24.87	19.19	23.81	18.20	29.23
	16.25	35.02	13.40	29.23	17.22	30.36
	13.40	27.02	15.77	22.76	15.77	33.83
t	4.0519		3.4965		9.0606	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes≠Después		Antes≠Después		Antes≠Después	

Cuadro 11. Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable de potasio en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	173.82	121.45	149.19	324.85	131.82	360.35
	82.14	88.35	112.43	371.21	78.11	211.35
	249.75	265.85	66.39	198.55	75.68	315.75
t	0.1374		3.3204		4.1967	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes≠Después		Antes≠Después	

Cuadro 12 . Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable materia orgánica, en el suelo para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	3.07	2.96	2.92	3.52	3.83	4.35
	3.37	3.26	3.45	4.01	3.00	3.60
	2.77	2.55	2.90	3.63	3.00	3.46
t	0.5565		2.7122		1.3469	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	

Cuadro 13 . Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable carbonatos en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	21.40	21.80	21.00	21.80	23.60	22.00
	23.00	22.30	21.40	22.40	23.40	22.40
	20.60	21.40	23.00	22.02	23.60	22.20
t	0.2216		0.5241		10.0057	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes≠Después	

Cuadro 14. Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable CIC en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	24.80	23.40	20.00	22.40	20.80	21.80
	23.60	22.60	21.60	22.20	21.40	22.60
	26.60	24.60	28.00	29.60	27.40	29.20
t	1.3998		0.4445		0.4230	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	

Cuadro 15. Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable pH en el suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	8.1	8.0	8.4	8.4	8.2	8.4
	8.2	8.4	8.2	8.4	8.1	8.4
	8.2	8.5	8.0	8.4	8.2	8.4
t	0.8528		1.7319		7.0037	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes≠Después	

Cuadro 16 . Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable de densidad aparente del suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	1.18	1.13	1.11	1.08	1.11	1.15
	1.15	1.13	1.08	1.13	1.10	1.13
	1.15	1.16	1.13	1.16	1.14	1.14
t	1.4146		0.6063		1.7501	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	

Cuadro 17 . Prueba de homogeneidad de medias (t-student 0.05) para la variable arena del suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	43.72	41.52	43.72	47.52	44.72	46.52
	44.72	44.32	44.72	42.48	44.72	46.32
	46.32	44.32	44.72	42.32	44.72	42.32
t	1.2759		0.1610		0.2437	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	

Cuadro 18. Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable arcilla del suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	14.24	12.84	13.24	12.36	14.24	13.36
	16.24	15.44	14.24	14.36	13.84	12.84
	13.44	12.84	16.24	15.84	16.24	17.44
t	0.7766		0.2886		0.1388	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	

Cuadro 19. Prueba de homogeneidad de medias(t-student 0.05) para la variable limo del suelo, para cada sistema de producción.

	Agricultura Convencional		Agricultura Biointensiva		Agricultura Orgánica	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Medias	42.04	45.64	43.04	40.12	41.04	40.12
	39.04	40.24	41.04	43.16	41.44	40.84
	40.24	42.84	39.04	41.84	39.04	40.24
t	1.3808		0.4592		0.1376	
t-Student(.05)	2.776		2.776		2.776	
Por lo tanto	Antes=Después		Antes=Después		Antes=Después	