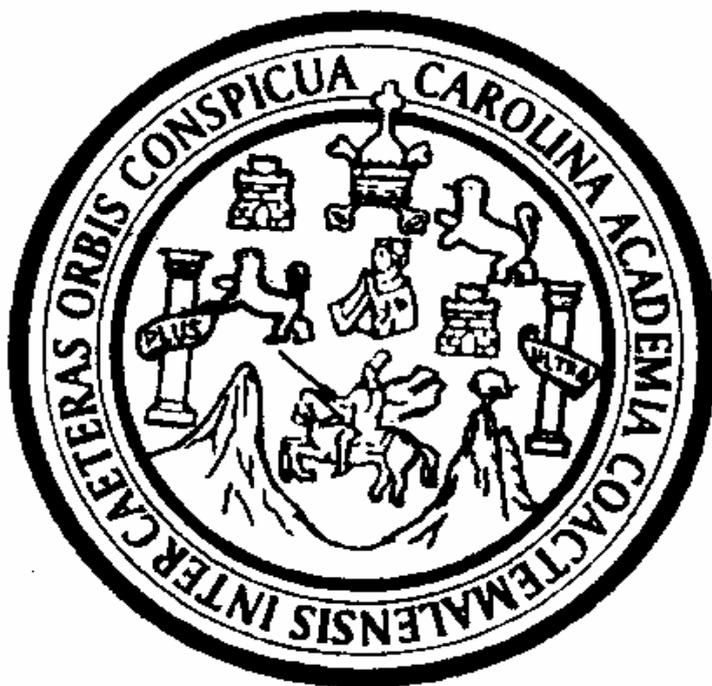


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA INGENIERO AGRÓNOMO

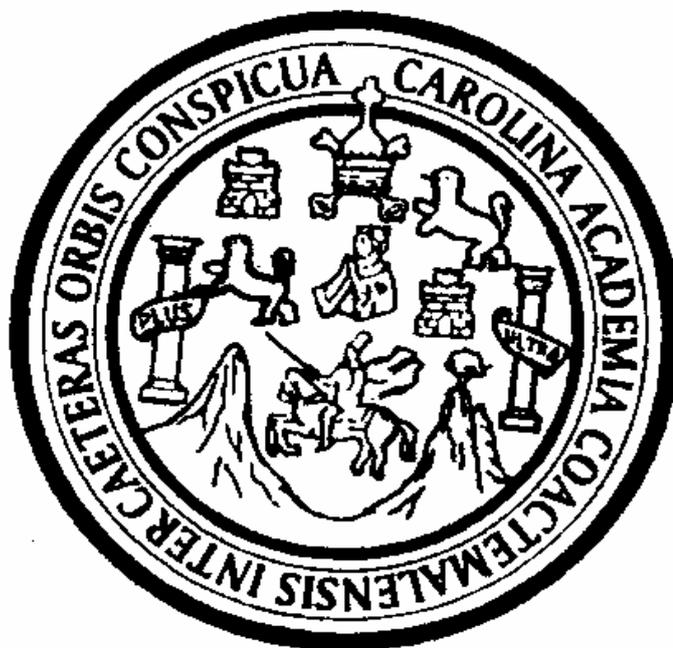


**EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AGROECOLÓGICO EN
COMPARACIÓN CON UN SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL EN
EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

JAIME ALFREDO SIERRA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE AGRONOMÍA**



**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DEL NORTE**

POR:

**JAIME ALFREDO SIERRA
CARNÉ: 9940037**

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO DE 2008

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Ing. Agr. MSc. Gustavo Adolfo García Macz
SECRETARIO:	Ing. Agr. MAE. David Salomón Fuentes Guillermo
REPRESENTANTE DOCENTE:	Lic. Zoot. Edwin Fernando Monterroso Trujillo
REPRESENTANTE DE EGRESADOS:	Ing. Agr. Leopoldo Morales Medina
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:	MEPU Haroldo Giovanni Beltetón Ayala PMP. Marta María Chén Turckheim
COORDINADOR ACADÉMICO:	Ing. Químico Edwin Horacio Valle Peralta
COORDINADOR DE CARRERA:	Ing. Rodolfo Reyes Villatoro

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN, REDACCIÓN Y ESTILO

COORDINADOR:	Ing. Agr. MsC. Sandra Tello de Argueta
SECRETARIO:	Lic. Carlos Gómez Cahuex
VOCAL:	Ing. Agr. Carlos Ordoñez Pereira

Artículo 11: Responsabilidad

“Los autores serán responsables de las opiniones y criterios expresados en sus obras”

Reglamento del Consejo Editorial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Por iluminarme y ayudarme a alcanzar mis metas.
- MIS PADRES:** Carmen Hercilia Sierra Morales
José Luis Morales
Elizabeth Barrientos de Morales
Por lo incalculable que ha sido su ayuda para lograr lo que tengo.
- MI ESPOSA:** Noelia Reneé, por el gran amor que me demuestra día a día y por incentivarme a realizar las cosas que quiero.
- MI HIJO:** Eduardo Fabián, por ser la luz que cada día me inspira a ser mejor en mi vida y de esa manera servirle como ejemplo para la suya.
- MIS HERMANOS:** Por el cariño que siempre me han brindado y por los cuidados que han tenido conmigo.
- TODOS MIS AMIGOS:** Por todos los momentos felices que nos ha dado nuestra amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz
Ing. Agr. M. Sc. Rolando Alvarado Fernández
Por haberme asesorado para realizar esta investigación.

A:

Ing. Rodolfo Reyes Villatoro
Por ayudarme tanto en mi formación académica y más importante
por los consejos brindados en momentos difíciles.

A:

El Centro Universitario del Norte, CUNOR, especialmente a la Carrera
de Agronomía por abrirme las puertas a nuevos
conocimientos.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
III.	JUSTIFICACIÓN	4
IV.	OBJETIVOS	6
V.	MARCO TEÓRICO	7
	5.1 ANTECEDENTES	7
	5.1.1 INSECTICIDAS NATURALES DE USO POPULAR	7
	5.1.2 INSECTICIDAS BOTÁNICOS	8
	5.1.3 ALGUNAS PLANTAS VENENOSAS	9
	5.1.4 PLANTAS REPELENTES	9
	5.1.5 COMO PROCESAR LAS PLANTAS	9
	5.1.6 ALGUNAS MEDIDAS DE SEGURIDAD	10
	5.1.7 RECURSOS LOCALES	10
	5.1.8 EL CRISOMÉLIDO DEL FRIJOL	11
	5.1.9 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	11
VI.	REVISIÓN DE LITERATURA	13
	6.1 BOTÁNICA DEL FRIJOL	13
	6.2 CONCEPTO DE AGROECOLOGÍA	14
	6.3 AGRICULTURA INDUSTRIAL Y AGROECOLÓGICA	14
	6.4 CERTIFICACIÓN ORGÁNICA	15
	6.4.1 NORMAS PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA	15

6.4.2 TRANSICIÓN Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA	16
6.5 TÉCNICAS PARA DESARROLLAR AGRICULTURA ORGÁNICA	17
6.5.1 CONTROL CULTURAL	17
6.6 RENTABILIDAD	19
VII. HIPÓTESIS	21
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	22
8.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	22
8.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	22
8.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	22
8.1.3 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS	22
8.1.4 CONDICIONES EDÁFICAS	22
8.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	23
8.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	23
8.2.2 MATERIAL GENÉTICO	23
8.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	23
8.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
8.3.2 TAMAÑO DEL EXPERIMENTO	24
8.3.3 TRATAMIENTOS	24
8.3.4 VARIABLES RESPUESTA	25
8.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
8.4.1 AGRICULTURA TRADICIONAL	25
8.4.1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	25

8.4.1.2 SIEMBRA	25
8.4.1.3 FERTILIZACIÓN	25
8.4.1.4 CONTROL DE PLAGAS	26
8.4.1.5 RIEGO	27
8.4.2 AGRICULTURA ECOLÓGICA	27
8.4.2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	27
8.4.2.2 SIEMBRA	27
8.4.2.3 FERTILIZACIÓN	27
8.4.2.4 CONTROL DE PLAGAS	28
8.4.2.5 RIEGO	30
IX. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
X. CONCLUSIONES	50
XI. RECOMENDACIONES	52
XII. BIBLIOGRAFÍA	55
XIII. ANEXOS	57
13.1 ESQUEMA DEL ÁREA EXPERIMENTAL	57
13.2 IMÁGENES DEL EXPERIMENTO	58
13.3 MAPA 1: UBICACIÓN ESCUELA DE FORMACIÓN AGRÍCOLA –EFA–	64
13.4 MAPA 2: UBICACIÓN ÁREA EXPERIMENTAL	65

INDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1: NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA	31
CUADRO 2: NÚMERO DE GRANOS POR VAINA	33
CUADRO 3: ALTURA DE PLANTA (METROS)	35
CUADRO 4: PESO DE 100 SEMILLAS (GRAMOS)	37
CUADRO 5: DÍAS A LA FLORACIÓN	39
CUADRO 6: RENDIMIENTO (Kg/Ha)	41
CUADRO 7: COSTOS DE PRODUCCIÓN AGRICULTURA TRADICIONAL (T1)	48
CUADRO 8: COSTOS DE PRODUCCIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA (T2)	49

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA AGROECOLÓGICO EN COMPARACIÓN CON UN SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Escuela de Formación Agrícola del municipio de Cobán, Alta Verapaz; durante los meses de junio a septiembre del año 2007, el ciclo de cultivo fue de ciento cuatro días.

El ensayo se enfocó en comparar dos sistemas de producción en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Estos consistieron en evaluar un sistema agroecológico versus un sistema agrícola tradicional.

En el sistema agroecológico se implementaron prácticas como, utilización de trampas amarillas, atrayentes, manejo de rastrojos, labranza cero, etc., además de la utilización de una gama de productos aceptados en producción orgánica para fertilización y el control de plagas entre ellos, Ferticomsa, Bioplante NPK + EM, Subsól 0,008 SC, VPN Ultra 1,6 WP y ACT Botánico. Mientras que en el sistema agrícola tradicional las prácticas fueron las que comúnmente realizan los agricultores de la región para este cultivo, es decir, la aplicación de productos químicos comunes como, triple quince, Bayfolan Forte, Antracol 70 WP y Baytroid 2,5 EC.

El análisis estadístico utilizado fue una comparación de medias de dos poblaciones usando Muestras Pareadas, con dos tratamientos y ocho repeticiones. Este análisis consiste en comparar dos tratamientos en igualdad de circunstancias y así tener conjuntos de unidades experimentales homogéneas.

Las variables que no presentaron diferencias significativas en ambos tratamientos fueron, Número de Vainas por Planta, Número de Granos por Vaina, Altura de Planta, es decir, que el manejo agronómico que se dio en ambos tratamientos a estas variables no hizo que una se considerará mejor que la otra. Mientras que en las variables que estadísticamente si fueron superiores una a la otra se encuentran, Peso de 100 Semillas, Días a la Floración y Rendimiento, esto quiere decir, que para estas variables el manejo agrícola tradicional dio mejores resultados que el manejo ecológico.

Para la variable Plagas y Enfermedades se realizó únicamente un análisis cualitativo donde se hace una descripción del ataque, síntomas y daños causados por los principales organismos plaga que afectaron a ambos tratamientos siendo estos los principales, Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Roya (*Uromyces appendiculatus*), Tortitillas (*Diabrotica spp*), Mosca Blanca (*Bemisia tabaco*) y Minador de la Hoja (*Liriomyza ssp*).

Para poder analizar de mejor forma los de datos se llevó a cabo un análisis de Rentabilidad, el cual refleja que para el caso del tratamiento Agricultura Tradicional fue de 13%, mientras que en el de Agricultura Ecológica se presentó en 6%. Es necesario mencionar que, aunque los resultados de rentabilidad son más favorables para el tratamiento Agricultura Tradicional hay beneficios no cuantificados en la Agricultura Ecológica, por ejemplo, el mínimo impacto a los recursos suelo, agua y aire, la conservación y preservación de la biodiversidad biológica del suelo y su alrededor, el mínimo riesgo a los que están expuestas las personas que manejan los productos utilizados, se promueve la utilización de los recursos locales.

I. INTRODUCCIÓN

La base alimenticia de los guatemaltecos, principalmente en el área rural la constituyen los granos básicos; de ellos el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos que más se producen en las parcelas de los agricultores. La gran dificultad para la mayoría de los productores es que no cuentan con un paquete tecnológico para el manejo del cultivo que los ayude a mejorar calidad y rendimiento, además de minimizar los costos de producción.

Los costos altos en la agricultura son consecuencia de la desmedida utilización de productos químicos los cuales llegan a alcanzar precios que hacen difícil obtener algún beneficio económico a los agricultores al momento de comercializar su producto. Esto obliga a la búsqueda de alternativas para la utilización de los recursos locales disponibles a un menor costo y que sobre todo garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales.

La agricultura orgánica es una alternativa para garantizar dicha sostenibilidad, en este sentido en Guatemala se someten a producción orgánica alrededor de 14,746 Hectáreas, principalmente con cultivos de exportación como: café, ajonjolí, cardamomo, hortalizas, plantas medicinales, azúcar.¹ No se descarta también que a medida que aumente su difusión y las ventajas de esta práctica, cada día se vayan sumando nuevos cultivos a la lista, incluyendo los de consumo local, que favorezcan de alguna manera la seguridad alimentaria y la conservación ambiental.

En la región centroamericana la agricultura orgánica se ha promovido para la exportación, siendo incipiente aún el mercado local, así como el escaso conocimiento de los consumidores sobre la producción orgánica.² Para este trabajo, se implementaron los requerimientos técnicos del Manual de Certificación del Programa Nacional Orgánico del Departamento de Agricultura

¹ Amador et al, 2002.

² Ibid.

de los Estados Unidos (NOP-USDA), que utiliza la empresa Certificadora Maya (MAYACERT) para la exportación de productos orgánicos a los Estados Unidos.

En este estudio se realizó la evaluación de un agrosistema ecológico ante una agricultura tradicional en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el cual consistió en realizar las prácticas bajo el concepto del Manejo Integrado de Plagas para el manejo ecológico; mientras que para la agricultura tradicional las prácticas que se realizaron son las que comúnmente efectúan los campesinos en sus respectivas áreas de cultivo.

Esta evaluación se llevó a cabo en el área agrícola de la Escuela de Formación Agrícola de Cobán, para lo cual se contó con un área cercada, con acceso peatonal y con disponibilidad de agua para riego. El estudio se inició en los primeros días del mes de Junio pudiéndose obtener los resultados a mediados de septiembre, según el ciclo de cultivo que fue de ciento cuatro días.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El entorno natural, específicamente los recursos suelo y agua son los que más sufren los embates de la inadecuada utilización de los productos químicos. Lo anterior como un efecto combinado de excesiva labranza y la lixiviación de residuos de plaguicidas y fertilizantes.

La agricultura actual se enfrenta ante un gran reto, producir los alimentos adecuados para la población que día a día va en aumento; con la condición de no dañar los recursos naturales los cuales serán de gran beneficio para las futuras generaciones.

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), desde tiempos lejanos es un grano muy cultivado por los campesinos de la región, quienes durante el año tienden a realizar dos siembras, a las cuales se les aplica una gran cantidad de pesticidas y fertilizantes sintéticos que dañan, la salud de agricultores y consumidores, así como el medio ambiente. Esta práctica muy común se debe a que no poseen las herramientas y conocimientos para mantener la productividad de sus cultivos sin el uso excesivo de productos químicos.

Por consiguiente, este trabajo pretende incrementar o mejorar la productividad con un mínimo de insumos de origen sintético, y disminuir el daño ambiental como resultado de un excesivo uso de estos productos en la agricultura, directamente en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

III. JUSTIFICACIÓN

El uso de plaguicidas sintéticos en la agricultura mundial es el método más común para el control de plagas. Sin embargo estos han propiciado muchos problemas ambientales y a la salud humana, ya que no existe una legislación específica que norme su uso, aunque en algunos casos estas normas si existen pero no son cumplidas a cabalidad. La búsqueda de alternativas no químicas para controlar plagas está bien establecida.³ Son muchos los problemas que puede ocasionar el uso de estos plaguicidas en el ser humano, tanto para el que los utiliza directamente en el campo, como para el que consume productos tratados con éstos. Además, es muy difícil cuantificar los daños que se han ocasionado al medio ambiente desde la aparición de estos productos.

En Guatemala los cultivos tradicionalmente más importantes por razones culturales son el maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituyéndose ambos en la parte más importante de la dieta alimenticia en la región de Alta Verapaz.

Sumando las dos situaciones anteriores, se planteó la necesidad de contribuir a desarrollar una alternativa metodológica que incluyera el manejo ecológico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), para lo cual es necesario utilizar diferentes prácticas con el fin de prescindir de los productos sintéticos.

En concreto el presente trabajo buscó alternativas que garanticen la sostenibilidad de los agro-ecosistemas, con el objetivo de analizar el desarrollo y producción bajo circunstancias de manejo orgánico del cultivo de frijol

³ FRIEDRICH, T. Servicio de Ingeniería Agrícola (AGSE). Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

(*Phaseolus vulgaris* L.), comparado con un sistema tradicional en el que la utilización de los productos químicos se realizó sin ninguna restricción.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL:

Mejorar el rendimiento de una agricultura orgánica en comparación con una agricultura tradicional en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.

4.2 ESPECÍFICOS:

- 4.2.1 Comparar un sistema de producción agro-ecológica ante un manejo de producción tradicional en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.
- 4.2.2 Determinar la rentabilidad en la producción utilizando un manejo ecológico versus los métodos tradicionales, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.
- 4.2.3 Integrar técnicas agro-ecológicas que ayuden a controlar las principales plagas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.
- 4.2.4 Implementar las prácticas agrícolas necesarias en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) que garanticen la sostenibilidad social y del medio ambiente.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 INSECTICIDAS NATURALES DE USO POPULAR

La búsqueda de métodos para la protección natural de cultivos sigue vigente a pesar de que el mercado ofrece una variedad de productos muy amplia. La naturaleza nos proporciona medios para la protección de cultivos que merecen nuestra atención⁴.

Los cuales se originan de la riqueza intrínseca de las especies y que surgen de su lucha por la supervivencia. La protección natural de cultivos reduce el riesgo de la resistencia en los insectos, tiene menos consecuencias letales para los enemigos naturales, reduce la aparición de plagas secundarias, es menos nocivo para el hombre, y no ocasiona daños en el medio ambiente.

Como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas, actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando plagas insectíles de distinto tipo (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.), así como estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas pestes. Algunas de estas plantas han sido estudiadas científicamente y otras siguen vigentes por tradición popular.

La siguiente lista ofrece una variedad de especies utilizadas desde hace mucho tiempo por distintas culturas y los conocimientos que se tienen de las propiedades de estas plantas se difunden de generación en generación.⁵

- Albahaca (*Ocimum basilicum*). Principios activos: linalol, estregol, leneol. Se asocia al cultivo de tomates para repeler a la mosca blanca. Es insecticida ya que controla polillas, áfidos, moscas, etc. También Acaricida.
- Salvia (*Salvia officinalis*). Planta melífera. Principios activos: boreol, cineol, tuyona. Rechaza la mosca blanca en diferentes cultivos y pulgas y otros insectos voladores.
- Mezcla de maíz y frijol con chile (*Capsicum frutescens*; Fam. Solanaceae) son usados desde los tiempos aborígenes y sirven actualmente para repeler distintas plagas de insectos.

⁴ MAGGI, M. E. Insecticidas naturales de uso popular. www.monografias.com 2006.

⁵ Ibid.

5.1.2 INSECTICIDAS BOTANICOS

Siempre que se habla de insecticidas, se imagina un producto químico que se compra en lata o paquete que ya está listo para ser usado y que cuesta actualmente mucho dinero. Pero también hay diferentes alternativas usando insecticidas botánicos. Muchas plantas tienen propiedades que las hacen insecticidas, a continuación vemos algunas, de las más conocidas.⁶

EL CHILE PICANTE

Los chiles picantes son todas variedades de un mismo género: *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense* y otros. Todas las especies y variedades se pueden usar, las mejores son las más picantes.

Uso

El uso más común es para combatir plagas como cochinillas, escamas, moscas blancas, áfidos, etc. Sirve también contra larvas y otros insectos.

Procedimiento

Se cosecha un puñado grande de chiles, alrededor de un cuarto de libra. Estos chiles se pican finos (tenga cuidado no quemarse al picarlos) y se ponen a remojar un día en un litro de agua. Después de este día, se cuela la solución con un trapo, se agrega un litro de agua de jabón. El agua de jabón sirve para que la solución se quede pegada a la hoja. La solución está lista para rociar sobre las plantas afectadas con un pulverizador.

A nivel de cultivos, se puede usar la misma proporción poniendo a remojar chiles en un barril de agua a razón de 1 kilo por balde de agua. Luego de colado y agregado igual cantidad de agua de jabón se puede rociar con bomba de mochila sobre el cultivo. Si pulveriza sobre frutos, no olvidar de lavar las frutas después porque sino a tener sabor picante.

En general se seleccionan plantas que pueden ser insecticidas o repelentes por su olor fuerte. El interés de buscar plantas insecticidas es que una vez que se encuentra, cada quién puede cultivarlas en su finca y así reducir el gasto en insecticidas, también es menos peligroso para la salud y para el medio ambiente.

⁶ MAGGI, M. E. Insecticidas naturales de uso popular. 2006.

Las plantas que desprenden un olor muy fuerte, casi siempre es el modo de defenderse de sus enemigos, los cuales por lo general, son también enemigos de nuestros cultivos, se trata de los insectos que a veces se convierten en plagas.

5.1.3 ALGUNAS PLANTAS VENENOSAS

En el arsenal de plantas que se pueden usar como insecticidas, un primer grupo está compuesto por las siguientes⁷:

El tabaco (*Nicotiana tabacum*) que contiene nicotina; el piretro (*Chrysanthemum cinerariifolium*) que contiene el piretro; el derris (*Derris elliptica*), madera tropical que contiene rotenona, un compuesto cristalino que se extrae de sus raíces.

También se puede citar el mamey (*Mammea americana*) que tiene propiedades venenosas, se puede por ejemplo extraer un insecticida de sus semillas; la anona colorada o sangre de buey (*Annona reticulata*), el ricino o higuera (*Ricinus communis*) y el gengibre (*Zingiber officinale*).

5.1.4 PLANTAS REPELENTES

Otras plantas, no son realmente insecticidas, es decir no matan las plagas, pero son repelentes, tienen un olor que no le gusta a los insectos. En este grupo podemos mencionar⁸:

Al ajo (*Allium sativum*), el ajeno (*Artemisia*), el tomate (*Lycopersicon esculentum*) y la caléndula o san diego (*Tagetes*). Una manera de usar las plantas repelentes es sembrarlas entre surco de cultivos, para repeler a los insectos que podrían llegar allí.

5.1.5 COMO PROCESAR LAS PLANTAS

Primero hay que conocer qué parte de la planta es tóxica, es decir que parte se va a usar para procesar el insecticida.

⁷ Insecticidas botánicos. Red de Radio Rural de los Países en Desarrollo de Canadá. 2006. www.insectariumvirtual.com.

⁸ Ibid.

En la mayoría de los casos, existen dos soluciones, secar el material y molerlo para obtener un polvo, para usar por ejemplo, en granos almacenados. El otro sistema es moler el material fresco y dejarlo en agua para extraer por maceración el insecticida, luego colar y rociar sobre los cultivos. En algunos casos se puede hervir el material fresco en agua para obtener más rápido los resultados y sin tener que moler los materiales frescos.⁹

En el mundo se conocen alrededor de 2,000 plantas diferentes que tienen propiedades insecticidas o repelentes. Las que más se usan son el Neem (*Azadirachta indica*), el chile picante, el ajo, etc. Otra pista para buscar plantas que pueden ser insecticidas es buscar plantas que no las come ningún insecto, éstas han de tener su secreto para sobrevivir.

5.1.6 ALGUNAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Si bien es cierto que los insecticidas botánicos son productos naturales, no significa que no sean peligrosos. Hay que tener un mínimo de medidas de seguridad para producir estos insecticidas, como:¹⁰

- Se deben proteger las manos con guantes plásticos cuando se prepare las mezclas.
- No se deben preparar insecticidas en recipientes que van a utilizarse después para guardar alimentos o agua de beber.
- Se debe utilizar ropa protectora cuando se apliquen insecticidas.
- Se debe lavar bien las manos con agua y jabón después de preparar cualquier insecticida, o bien bañarse.

5.1.7 RECURSOS LOCALES

Reconocer las plantas para el control de las plagas y usarlas para proteger las cosechas es un esfuerzo que vale la pena. Al proteger la cosecha con insecticidas botánicos también se ayuda a la economía, ya que usando los recursos locales, además de proteger el ambiente natural se contribuye a reducir la importación de productos químicos.

⁹ Insecticidas botánicos. Red de Radio Rural de los Países en Desarrollo de Canadá. 2006. www.insectariumvirtual.com.

¹⁰ Ibid.

5.1.8 EL CRISOMÉLIDO DEL FRIJOL

El crisomélido del frijol (*Cerotoma atrofasciata* JACOBY), 1879, es muy frecuente en el cultivo del frijol y de otras leguminosas, es llamado a veces maya, a veces vaquita, según las regiones del país, es una plaga importante, ya que trasmite enfermedades virales. Los adultos comen los cotiledones, las hojas y los tallos jóvenes, Según algunos expertos.¹¹

Un control químico es recomendable cuando el número de adultos supera 2 por plantas durante las 3 primeras semanas de crecimiento y 4 adultos por plantas en las semanas siguientes. Se recomienda también el uso de variedades de cultivos resistentes o tolerantes a las enfermedades virales en zonas donde éstas se dan frecuentemente.

En algunas regiones se usan cenizas para controlar esta plaga, tirando al voleo puñados de cenizas sobre el follaje. No se sabe a qué se debe el control pero funciona, los crisomélidos no se mueren pero se van. No se ha encontrado referencias de enemigos naturales de estas especies de *Cerotoma*. Se supone que los chinches asesinos pueden atacarla (el género *Castolus*, conocido como depredador de *Diabrotica*).

5.1.9 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

En su libro “Fertilización Orgánica”, Rafael Solórzano Gonzáles, describe la forma y dosis de aplicación del abono orgánico en cultivos como el frijol, la cual se realiza abriendo una zanja, se aplica el abono y se tapa con tierra, haciendo dos o tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo.¹²

Pacay Guay, M.F.; en su estudio titulado “Evaluación del efecto de tres tipos de fertilizante orgánico y un químico en el cultivo de soya (*Glicine max*) en la finca Chiachal, San Pedro Carchá, Alta Verapaz”; recomienda la evaluación del fertilizante orgánico Biocofia ya que reporta buenos resultados obtenidos en relación al rendimiento para el cultivo de soya (*Glicine max*)¹³.

¹¹ El crisomélido del frijol. 2006. www.insectariumvirtual.com.

¹² BAIER, A.; BOUQUER, M.; CASTILLO, M.; SOLÓRZANO, R.; XET, A.M. Fertilización orgánica. (Guatemala: 3ª Ed. 1994), 60.

¹³ PACAY GUAY, M.F. Evaluación del efecto de tres tipos de fertilizante orgánico y un químico en el cultivo de soya (*Glicine max*) en la finca Chiachal, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Informe P. P. S. T.U.P.A Alta Verapaz, Guat. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte, Carrera de Agronomía. 22.

Fortanelli Martínez, J. y Servín Montoya, M.G.; en un estudio realizado en San Luis Potosí, México, mencionan que la mejor dosis de desechos de lombriz (*Eisenia foetida*) para el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es de 600 gramos por planta, lo que equivale a aproximadamente una libra y cinco onzas de este fertilizante¹⁴.

¹⁴ FORTANELLI MARTÍNEZ, J. y SERVÍN MONTOYA, M.G. Desechos de lombriz (*Eisenia foetida*) un abono orgánico para la producción hortícola. (México: Publicado en Terra 20), 153.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1 BOTANICA DEL FRIJOL

La planta es anual, la raíz es de tipo fibroso, herbácea, de crecimiento determinado ó indeterminado; los dos primeros pares de hojas son simples y a partir del tercer par; las hojas son pinnadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo; las flores son pediceladas; la flor consta de cinco pétalos, cinco sépalos y diez estambres; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola. El pétalo más grande situado en la parte superior de la corola se llama estandarte y los pétalos laterales reciben el nombre de alas. En la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes, unidos por los bordes laterales y formando la quilla. Los estambre son diadelfos, y cada estambre consta de filamento y antera; nueve filamentos están soldados y el décimo es libre. En el centro de la flor se encuentra el pistilo, que consta de ovario, estilo y estigma; el fruto es una vaina con dos suturas; cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral ó la dorsal. Parte del estilo permanece a manera de filamento en la punta de la vaina, formando el ápice. Las semillas nacen alternadamente sobre los márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, están unidas a la placenta por medio del funículo, y éste deja una cicatriz en la semilla que se llama hilio; a un lado del hilio se encuentra el micrópilo, y el otro lado el rafe. La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es la de proteger el embrión; el embrión proviene del cigote y consta de eje primario y divergencias laterales. El eje primario está formado por un tallo joven, el hipocótilo y la radícula. El tallo es milimétrico y consta de tres ó cuatro nudos; su porción más baja es el nudo, en donde surgen los cotiledones; este nudo es, a su vez, la parte más alta del hipocótilo.¹

¹ CHIQUIN CHEN, J.L. Evaluación de adaptabilidad y rendimiento de cinco materiales genéticos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), en la aldea Petet, Cobán, Alta Verapaz. Informe de Práctica Final Supervisada. 1984.

6.2 CONCEPTO DE AGROECOLOGÍA

Existen muchas definiciones de agroecología con conceptos comunes como que “es un modelo de organización social y económica basado en un desarrollo equitativo y participativo, sostenible, holístico, ecológicamente equilibrado, económicamente viable y socialmente justa”.²

6.3 AGRICULTURA INDUSTRIAL Y AGROECOLOGÍA

La agroecología surge como resultado de dos crisis: la crisis ambiental, donde al fin nos damos cuenta de que los recursos que tiene el planeta son finitos, por lo que no se puede crecer en forma infinita, si no que se debe mantener la capacidad del ecosistema de satisfacer nuestras necesidades. Entra el concepto de sostenibilidad y el concepto de respeto de las generaciones futuras. La problemática de la crisis ambiental presiona a los diferentes sectores para tomar acciones.³

La segunda es la crisis de la ciencia: el paradigma de la ciencia convencional establece que a través del método científico se puede llegar a la verdad absoluta, la nueva ciencia habla de aproximaciones, de acercamientos a la verdad. Existe una influencia recíproca entre el observador y el objeto. La agroecología parte del concepto de que no se puede entender el todo únicamente entendiendo sus partes. El todo no es la suma de las partes.⁴

Dentro de los pequeños proyectos con agricultura orgánica se han señalado varios aspectos críticos⁵:

² LEON, J. Los proyectos de desarrollo rural en América Central. 2006. RUTA/FIDA. Costa Rica.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

LAS VENTAJAS:

1. La Agricultura Orgánica permite hacer uso de algunos conocimientos tradicionales;
2. Cuando esté ubicado el mercado posibilita el aumento y la estabilidad de precios;
3. Puede llevar a reducir costos de producción;
4. Conlleva mejoras en la salud ambiental y de las familias productoras;
5. Promueve un uso sostenible del suelo y otros recursos.

LAS DESVENTAJAS:

1. La tecnología para Agricultura Orgánica es limitada;
2. La asistencia técnica especializada en Agricultura Orgánica es escasa;
3. Hay poca disponibilidad de materiales e insumos orgánicos;
4. Existen dificultades en garantizarse el cumplimiento de métodos orgánicos;
5. La certificación es costosa;
6. El mercadeo requiere un alto grado de organización.

6.4 CERTIFICACIÓN ORGÁNICA

La certificación orgánica nace como una necesidad de los mercados cuando el vínculo productor-consumidor se rompe y no se puede garantizar fácilmente la integridad orgánica de los cultivos.

6.4.1 NORMAS PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Las Normas de Producción Orgánica fueron establecidas en primera instancia por los productores y consumidores que conformaban las primeras asociaciones de productores orgánicos. Al ser establecidas por productores y consumidores, ambos conscientes de que era necesario disminuir el impacto negativo de la agricultura sobre el ambiente, pero también respetuosos de las limitaciones prácticas de todo sistema productivo, las normas resultan un punto de equilibrio entre la condición ideal de no impacto buscada por el consumidor y la visión práctica del productor.⁸

⁸ SOTO, G. El proceso de certificación orgánica, conceptos básicos. 2006. CATIE. Costa Rica.

Las Normas se aplican a tres áreas básicas: producción, procesado de alimentos y comercialización. Las normas de producción se dividen a su vez en ganadería y cultivos. Las normas son generalizadas para todos los cultivos.

Aunque existen variaciones según las diferentes legislaciones, existen conceptos básicos comunes a todas las agencias y legislaciones⁹:

1. Protección del suelo y visión de manejo del suelo a largo plazo.
2. Biodiversidad: se debe favorecer la diversidad biológica dentro del sistema productivo y a su alrededor.
3. Reciclar materiales de origen vegetal o animal para devolver los nutrientes a la tierra y minimizar el uso de materiales no-renovables.
4. Promover el uso responsable del suelo, el agua y el aire, y minimizar la contaminación agrícola.
5. Evitar la contaminación dentro de la finca: evitar riesgos de contaminación por aplicaciones de agroquímicos en fincas convencionales vecinas. Para esto son necesarias barreras vivas, zonas de amortiguamiento, etc.
6. Agua: el manejo del agua y la procedencia son importantes.
7. Contaminación: el proceso productivo y el procesado deben ser no-contaminantes con el ambiente.
8. Documentación: es lo que respalda el proceso y debe tenerse la documentación necesaria que permita garantizar las actividades de la finca o la planta de proceso.

6.4.2 TRANSICIÓN Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Agricultura Orgánica no es simplemente dejar de aplicar plaguicidas al cultivo, o dejar de fertilizarlo. Agricultura orgánica no se define por lo que deja de hacer sino por su enfoque proactivo¹¹:

La agricultura orgánica busca prevenir los problemas antes que corregirlos. En el control de plagas, busca actuar sobre las causas de aparición de las plagas, y no sobre la población misma. Busca eliminar las condiciones ideales de alimentación, reproducción y crecimiento de las plagas y fomentar la protección de sus enemigos naturales.

⁹ SOTO, G. El proceso de certificación orgánica, conceptos básicos. 2006. CATIE. Costa Rica.

¹⁰ BRENES, L. Producción orgánica algunas limitaciones agronómicas. 2006. Agri-Vita S.A. Costa Rica.

6.5 TÉCNICAS PARA DESARROLLAR AGRICULTURA ORGÁNICA

6.5.1 CONTROL CULTURAL

Es el control realizado a través de prácticas agronómicas que generan un agroecosistema menos favorable para el desarrollo y sobrevivencia de las plagas. El control cultural es un control preventivo que se realiza aún antes que las plagas se presenten. Con estas técnicas se crean las bases para impedir un desarrollo de los insectos, empezando con la incorporación de materia orgánica al suelo. Un suelo rico en materia orgánica contiene un gran número de microorganismos benéficos que controlan a nemátodos y enfermedades y hace que la planta se desarrolle bajo condiciones óptimas de agua, aire y nutrientes. Esto hace que la planta sea sana y relativamente más resistente al ataque de plagas y enfermedades.

Las técnicas por sí solas no siempre solucionan el problema pero constituyen el soporte sobre el cual las demás prácticas van a realizar su acción.

Las diferentes técnicas son¹⁵:

Preparación del suelo. Un suelo sano significa plantas sanas, que son relativamente más resistentes a las plagas. Un suelo rico en materia orgánica contiene un gran número de microorganismos benéficos que controlan a nematodos y enfermedades. Además, a través del volteo de la tierra se expone a algunas plagas del suelo al ambiente o a predadores, el terreno es nivelado y facilitado el manejo adecuado de agua.

El volteo del suelo favorece la germinación uniforme de las semillas y un buen enraizamiento de las plantitas. Actualmente también hay la tendencia de una labranza mínima o labranza cero con el fin de evitar la perturbación del suelo y fortalecer los microorganismos, pero su incidencia sobre las plagas aún no está bien definida.

Uso de semilla limpia. Una semilla limpia evita la proliferación de enfermedades e insectos nocivos. Buena semilla garantiza un crecimiento y desarrollo bueno desde un principio.

Elección de las variedades. Las variedades a sembrarse en cada ecosistema agrícola deberán ser variedades que han demostrado ser resistentes a plagas y/o enfermedades. Generalmente son variedades locales, autóctonas de la zona que son más rústicas y pueden soportar condiciones ambientales adversas mejor que los híbridos. También hay

¹⁵ Técnicas para desarrollar agricultura orgánica. Red de acción de alternativas al uso de agroquímicos. Septiembre 2006.

variedades mejoradas genéticamente con fines de sanidad vegetal. Se recomienda usar variedades adaptadas y aprobadas en la zona con relación a temperatura y suelo.

Control de la densidad de la siembra. Algunos cultivos cuando son sembrados en mayor densidad pueden ser raleados y de esta manera mantener los niveles de producción.

Aporque. Es la apilación de tierra alrededor de la base de las plantas, para evitar que las raíces se expongan a la intemperie y sean presa de algunas plagas, por ejemplo, la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) o para cubrir hojas minadas por moscas minadoras de papa (*Liriomyza huidobrensis*).

Manipulación de la fecha de siembra y cosechas oportunas. La elección de una fecha apropiada de siembra, y la realización en un corto período de tiempo, permite en algunos casos escapar a ciertas plagas. Adelantando o retrasando la siembra o cosecha de cultivos anuales se puede evitar un fuerte ataque de plagas, realizando las siembras en las épocas del año en que las plagas se encuentran ausentes, o sembrando de tal modo que el estado más susceptible del cultivo coincida con la época del año en que la plaga sea menos abundante. Una cosecha temprana puede impedir que la plaga se desarrolle completamente y muera, por lo que la temperatura y/o la humedad relativa es inapropiada para plagas o las plagas no pueden terminar de desarrollarse.

Manipulación de la sombra. Cultivos tropicales presentan algunas plagas como el minador del cafeto, que es más importante cuando las plantas cuentan con una deficiencia de sombra. Esto genera un microclima ideal para el desarrollo de algunas plagas y enfermedades. Con una poda adecuada se regula la humedad y luz, creando un microclima desfavorable para las plagas y enfermedades.

Manejo de malezas. A) Dentro del cultivo: Las malezas causan molestias por competir con los cultivos por los recursos vitales, como agua, nutrientes y luz. Estas plantas albergan tanto insectos como patógenos que pueden convertirse en serios problemas para el cultivo. Sin embargo, la estimulación selectiva de algunas malezas pueden generar beneficios en el control de ciertas plagas. Actualmente se recomienda una destrucción selectiva de malezas, previa evaluación de cada caso. B) En los bordes del cultivo: Muchas plagas insectiles, como también benéficos, pueden alimentarse y/o reproducirse en la vegetación que crece en los bordes de los campos, las que posteriormente infestarán al cultivo. Las plantas pueden ser reservorios para los enemigos naturales y refugios de la vida silvestre.

Periodos libres de cultivo. En algunas regiones es necesario dejar los campos libres por un determinado lapso, y de esta manera reducir plagas de cierta importancia económica que afectan al cultivo. Con este período libre se corta el ciclo de reproducción de las plagas.

Destrucción de residuos y rastrojos / Campo limpio. Consiste en la destrucción total de plantas hospederas por un período relativamente prolongado, generalmente no menor de dos meses. Para que se tengan buenos resultados la medida debe observarse sobre un área extensa. Por ejemplo, frutas dañadas por moscas de la fruta *Ceratitis capitata* y evitar el incremento de su población.

Manipulación de la fertilidad. El cultivo en suelos fértiles o una buena fertilización produce plantas vigorosas de rápido crecimiento que son capaces de tolerar los ataques de cierta población de plagas; de otro modo, plantas débiles que crecen en suelos pobres o que no han sido abonadas pueden ser destruidas por el ataque de una población similar de plagas.

El abonamiento correcto ayuda mucho a las plantas en defensa contra los insectos, pero un abonamiento exagerado puede ser peligroso pues las plantas crecerán en exceso con la consiguiente formación de tejidos tiernos que son muy atractivos para muchos insectos y ácaros.

Poda y remoción de partes infestadas. Partes de plantas dañadas por plagas, deben ser eliminadas para evitar que estas se reproduzcan e infesten a toda una plantación.

Manejo de agua. El manejo del agua de riego puede favorecer o impedir el desarrollo de altas poblaciones de insectos. Los riegos deben darse en forma muy cuidadosa y controlada, evitando los riegos pesados y distanciados. Se recomienda riegos ligeros y más frecuentes con la finalidad de lograr una zona radicular con un adecuado volumen poroso conteniendo suficiente aire y agua de buena calidad. Los volúmenes de agua aplicados deberán estar apoyados en un programa de investigación "*in situ*".

6.6 RENTABILIDAD

Rentabilidad se define como¹⁶:

Una noción que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan unos medios, materiales, humanos y financieros con el fin de obtener unos resultados. En la literatura económica, aunque el término rentabilidad se utiliza de forma muy variada y son muchas las aproximaciones doctrinales que inciden en una u otra faceta de la misma, en sentido general se denomina rentabilidad a la medida del rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen los capitales utilizados en el mismo.

Otra definición aceptada es¹⁷:

La rentabilidad es el rendimiento, ganancia que produce una empresa. Se llama gestión rentable de una empresa la que no sólo evita las pérdidas, sino que, además, permite obtener una ganancia, un excedente por encima del conjunto de gastos de la empresa.

La rentabilidad caracteriza la eficiencia económica del trabajo que la empresa realiza. Sin embargo, la obtención de ganancias no es un fin en si para la producción socialista, sino que constituye una condición importantísima para poder ampliar la producción social y para poder satisfacer de manera más completa las necesidades de toda la sociedad. Bajo el capitalismo, el criterio supremo para determinar la conveniencia de que se establezcan tales o cuales empresas estriba en su rentabilidad. Si una empresa no produce ganancias, el capitalista no invertirá capitales en ella. En la sociedad socialista, el Estado, al

¹⁶ La rentabilidad. eumed.net. Abril 2008.

¹⁷ Ibid.

resolver el problema concerniente a la existencia y desarrollo de una empresa, tiene en cuenta ante todo los intereses de la economía nacional, es decir, enfoca el problema de la rentabilidad desde el punto de vista de toda la economía nacional. Al mismo tiempo, la rentabilidad de las empresas y ramas de la industria tiene una importancia enorme para el desarrollo de la producción socialista. Se tiene en cuenta tanto al planificar las obras a realizar como al planificar la producción. Es de gran importancia planificar con acierto la magnitud de la ganancia y la cuota de rentabilidad o relación entre la suma del ingreso neto de la empresa y la suma del costo total de la producción realizada. Esta cuota la establece el Estado teniendo en cuenta las particularidades concretas de la producción. La cuota de rentabilidad ha de hallarse en un nivel que permita estimular eficientemente la lucha del personal de las empresas socialistas por reducir los gastos de trabajo vivo y de trabajo materializado. Un nivel excesivamente elevado o excesivamente bajo de la cuota de rentabilidad debilita dicho estímulo, no contribuye a movilizar a los trabajadores de la empresa en la lucha por reducir el costo de producción. La ganancia de la empresa se utiliza tanto para satisfacer las necesidades generales del Estado como para atender a las de la empresa misma. Una determinada parte de las ganancias ingresa en calidad de deducciones en el presupuesto del Estado. La parte de ganancia que queda en la empresa se destina a aumentar los medios de rotación, a financiar parcialmente las inversiones de fondos básicos en consonancia con el plan financiero aprobado por la empresa y con el plan de obras básicas, así como para constituir el fondo de la empresa. La posibilidad de constituir un fondo de la empresa hace que el personal se sienta materialmente interesado en cumplir los planes del Estado, pues el volumen de dicho fondo depende del éxito con que se economicen los recursos materiales y laborales, se reduzca el costo de producción y se eleve la rentabilidad del trabajo de la empresa.

VII. HIPÓTESIS

Con el desarrollo de un sistema de agricultura orgánica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), se obtendrá un mayor rendimiento, un menor costo y un mínimo impacto al ambiente derivado de las prácticas agrícolas que se implementen.

HIPÓTESIS NULA

Existirá igualdad de resultados en ambos tratamientos para todas las variables consideradas en el experimento.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EXPERIMENTAL:

8.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

El estudio se realizó en la Escuela de Formación Agrícola del municipio de Cobán, Alta Verapaz. Se encuentra a 3.3 kilómetros del centro de Cobán por la carretera que conduce a San Pedro Carchá. Está localizada entre 15° 27' 53.3" Latitud Norte y 90° 20' 41.3" Longitud Oeste, la altura sobre el nivel del mar es de 1312 metros.

8.1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS:

La cabecera municipal reporta una precipitación pluvial de 2200.7 mm promedio, con una temperatura media de 18.2 °C y una humedad anual de 84%.¹⁸

8.1.3 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS:

Esta zona de vida, según el sistema de clasificación del Doctor L. Holdridge, pertenece a la de Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío).¹⁹

8.1.4 CONDICIONES EDÁFICAS:

Según Simmons son suelos de la serie Carchá (Cr) con características de color café muy oscuro, textura franca, drenaje interno moderado, topografía ligeramente inclinada y estructura granular.²⁰

¹⁸ AC TOT, E.G. Evaluación del efecto de vernalización, en cormos de crocosmia (*Tritonia crocosmiiflora* N.) en la finca Sachamach del municipio de Cobán, Alta Verapaz. Informe P.P.S. T.U.P.A. Alta Verapaz, Guat. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte, Carrera de Agronomía. 34 p.

¹⁹ CRUZ, J.A. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 36 p.

²⁰ SIMMONS, C.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Por: pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.

8.2. MATERIAL EXPERIMENTAL:

8.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Phaseolus
Especie:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. ²¹

8.2.2 MATERIAL GENÉTICO:

Para el experimento era necesaria una variedad resistente a plagas y enfermedades, por ello se utilizó una local o autóctona, ya que pueden soportar condiciones ambientales adversas mejor que los híbridos

8.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL:

8.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se realizó una comparación de las medias de dos poblaciones usando Muestras Pareadas, con dos tratamientos y ocho repeticiones. Este análisis consiste en comparar dos tratamientos en igualdad de circunstancias y así tener conjuntos de unidades experimentales homogéneas.

²¹ Phaseolus vulgaris. 2007. http://www.ws.wikipedia.org/wiki/Phaseolus_vulgaris. (28 agosto de 2007).

El estadístico de prueba utilizada fue una prueba de t (student):

$$t_o = \frac{\sqrt{n}(\bar{D}-k)}{S_D}$$

Donde:

\bar{D} = Promedio de diferencias entre los dos tratamientos de las variables consideradas.

S_D = Desviación Estándar de las diferencias entre los tratamientos en cada una de las variables consideradas.

n = Número de bloques formados.

k = En este caso es cero, ya que la hipótesis nula será de igualdad de tratamientos para cada una de las variables consideradas. Se utilizó un nivel de significancia del 5%.

8.3.2 TAMAÑO DEL EXPERIMENTO:

El terreno que se utilizó para el experimento era aproximadamente de 0.3 Ha. Cada bloque con dimensiones de 20 m de largo y 10 m de ancho, para un área total de 200 m², dividiendo cada uno de los tratamientos con una calle de 1 m de ancho.

8.3.3 TRATAMIENTOS:

No.	Símbolo	Descripción
1	T1	Agricultura Tradicional
2	T2	Agricultura Ecológica

8.3.4 VARIABLES RESPUESTA:

1. Número de vainas por planta
2. Número de granos por vaina
3. Altura de planta (metros)
4. Peso de 100 semillas (gr)
5. Días a la floración
6. Rendimiento (Kg/Ha)
7. Plagas y enfermedades
8. Rentabilidad

8.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO:

8.4.1 AGRICULTURA TRADICIONAL:

8.4.1.1 Preparación del terreno:

Consiste en realizar una limpia completa del área con machete y un posterior volteo del suelo a aproximadamente 30 centímetros de profundidad. Luego se procede al trazo de las parcelas y al surqueado de cada área.

8.4.1.2 Siembra:

La siembra se efectúa colocando dos semillas por postura a un distanciamiento entre plantas de 10 centímetros y entre surcos de 50 centímetros.

8.4.1.3 Fertilización:

La primera fertilización se realiza al momento de la siembra con la fórmula Triple Quince a razón de 4.0 quintales por Hectárea. La segunda y tercera fertilización se efectúa con un intervalo de treinta días después de haber realizado la primera.

En cuanto a las fertilizaciones foliares, se efectúan cuatro aplicaciones durante el ciclo de cultivo, utilizando un fertilizante quelatado a base de macro y micro nutrientes, a intervalos de veinte días entre cada una, a razón de 3 Litros por Hectárea.

8.4.1.4 Control de plagas:

8.4.1.4.1 Enfermedades:

Se realizan aplicaciones de Antracol 70 WP para el control de Antracnosis (*Colletrotrichum lindemutianum*) y Roya (*Uromyces phaseoli*), por ser un fungicida eminentemente preventivo, las aplicaciones se inician veinte días después de la siembra, y posteriormente a intervalos similares. Estas aplicaciones se llevan a cabo conjuntamente con la fertilización foliar con Bayfolan Forte por ser productos miscibles. La dosis utilizada es de 2 Kilogramos por Hectárea.

8.4.1.4.2 Insectos:

Se utiliza el control químico para algunas de las plagas insectiles que ocasionan daño dentro del ciclo del cultivo, como las principales plagas están, Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*), Tortuguillas (*Diabrotica spp*) y Minador de la hoja (*Liriomyza spp.*). Para el control de estos insectos se utiliza Baytroid 2,5 EC, siendo este un producto que controla simultáneamente diversas plagas, además de la baja inversión por el bajo costo por Ha. La dosis para el control de estas plagas es de 1 litro Hectárea, realizando cuatro aplicaciones durante el ciclo de cultivo.

8.4.1.4.3 Malezas:

El control de malezas se realiza de forma manual, la primera limpia se realiza transcurridos veintiún días después de la siembra, y la segunda cuarenta y tres días después.

8.4.1.5 Riego:

Por las condiciones de precipitación presentadas durante los meses que duró la investigación no hubo necesidad de realizar riegos, ya que hubo suficiente humedad en el suelo.

8.4.2 AGRICULTURA ECOLÓGICA:

8.4.2.1 Preparación del terreno:

Se realiza una labranza cero con el fin de evitar la perturbación del suelo y así fortalecer los microorganismos, ya que únicamente se hace un agujero aflojando el suelo en el lugar donde se colocan las semillas.

8.4.2.2 Siembra:

Para la siembra es necesario utilizar una variedad resistente a plagas y enfermedades, y por eso se siembra una local o autóctona, ya que pueden soportar condiciones ambientales adversas mejor que los híbridos.²² La siembra se efectúa colocando dos semillas por postura a un distanciamiento entre plantas de 10 centímetros y entre surcos de 50 centímetros.

8.4.2.3 Fertilización:

Una planta con suelos fértiles produce plantas sanas lo que se ve reflejado en resistencia a ciertas plagas, por lo cual se realizan tres fertilizaciones cada veinte días, iniciando al momento de la siembra, donde se utiliza el producto comercial Ferticomsa a razón de 1 libra por planta.

Además se efectúan fertilizaciones foliares por medio de Bioplante NPK + EM, con dosis de 0.5 litros Hectárea. Las aplicaciones se

²² www.raaa.org. Técnicas para desarrollar agricultura orgánica. Red de acción de alternativas al uso de agroquímicos. Agosto 2006.

hacen a intervalos de 15 días haciendo un total de tres aplicaciones hasta que el ciclo del cultivo lo permite.

8.4.2.4 Control de plagas:

8.4.2.4.1 Enfermedades:

Para el control de enfermedades que atacan durante el ciclo de cultivo, por ejemplo, Roya (*Uromyces phaseoli*), y Antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*), se utiliza un fungicida biológico llamado SUBSOL 0,008 SC, el cual está formulado a base de la bacteria (*Bacillus subtilis var. subtilis*). Al sembrar las semillas tratadas con dicho producto, las esporas de las bacterias germinan con las semillas, produciendo formas vegetativas que colonizan la superficie externa de las raíces, y viven de los exudados de las mismas. Como resultado del metabolismo bacteriano se producen sustancias micóticas como la ITURINA-A que impide el desarrollo de los hongos que afectan a las raíces y talluelos de las plántulas. Las aplicaciones se realizan de forma preventiva cada siete días en el envés de las hojas al observar clima nublado y lluvioso.

8.4.2.4.2 Insectos:

Para el control de plagas insectiles se utilizan trampas amarillas que son colocadas a los veintinueve días después de la siembra, estas consisten en cuadros de nylon amarillo a los cuales se les adhiere un pegamento llamado STIKEM SPECIAL.

También se utilizan trampas verdes y rojas que se colocan dentro de las parcelas, con el objeto de realizar control etológico para mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tortuguillas (*Diabrotica sp*). Estas consisten en envases plásticos conteniendo un atrayente a base de aceites vegetales con nombre comercial ATRAPEX.

Se utiliza también el producto VPN Ultra 1,6 WP, el cual es un insecticida biológico que actúa como entomopatógeno, que está compuesto a base de un agente microbiano en combinación con Virus de Poliedrosis Nuclear producido en larvas de *Prodenia* y *Spodoptera albula*. Es apropiado para el control de larvas pequeñas de lepidópteros, además es un producto que por ser selectivo conserva la fauna benéfica.

Para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tortuguillas (*Diabrotica sp*), se realizan aplicaciones del producto ACT Botánico elaborado a base de extractos de Neem (*Azadirachta indica*) utilizado como insecticida natural. No es un producto tóxico para las personas, animales domésticos, insectos polinizadores y vida silvestre. No incorpora residuos tóxicos a las plantas suelo o agua y es biodegradable.

8.4.2.4.3 Control de malezas:

Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. “Los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento”.²³

Las limpiezas se realizan de forma manual, dentro de las parcelas, se realiza la primera limpieza transcurridos los primeros veintiún días después de la siembra. La segunda, se realizó cuarenta y tres días después. Mientras que en los alrededores se eliminan las malezas que se consideran hospederos alternos de algunas plagas.

²³ www.raaa.org. Técnicas para desarrollar agricultura orgánica. Red de acción de alternativas al uso de agroquímicos. Agosto 2006.

8.4.2.5 Riego:

Por las condiciones de precipitación presentaron durante el proceso de la investigación, no hubo necesidad de realizar riegos ya que hubo suficiente humedad en el suelo.

IX. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se describen los resultados y discusión de los datos obtenidos durante el experimento, el cual se realizó durante los meses de junio a septiembre del año 2007, teniendo un ciclo de cultivo de ciento cuatro días:

CUADRO 1: NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA	DIFERENCIAS (xi-yi)
T1R1	23	-22
T2R1	44	
T1R2	23	-12
T2R2	35	
T1R3	20	-13
T2R3	33	
T1R4	21	-4
T2R4	25	
T1R5	40	11
T2R5	29	
T1R6	40	5
T2R6	35	
T1R7	43	10
T2R7	33	
T1R8	36	8
T2R8	28	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a -2.18 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 12.46.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_0 = \frac{\sqrt{n}(\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8} (-2.18)}{12.46}$$

$$t_o = -0.49486$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, con lo que se obtiene:

$$t_t = 2.3646$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_o| \geq t_t$

$$|-0.49486| \quad 2.3646$$

$$0.49486 \quad 2.3646$$

No hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_o no es mayor o igual a la t_t obtenida de tabla. Esto significa que no hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Número de Vainas por Planta.

De acuerdo al análisis estadístico no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos, posiblemente esto se deba a que esta variable está ligada directamente a factores genéticos, por lo cual el manejo dado a cada uno de los tratamientos no influye en que uno u otro se considere mejor.

CUADRO 2: NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	NÚMERO DE GRANOS POR VAINA	DIFERENCIAS (xi-yi)
T1R1	5	-1
T2R1	6	
T1R2	6	-1
T2R2	7	
T1R3	6	0
T2R3	6	
T1R4	6	-1
T2R4	6	
T1R5	6	1
T2R5	5	
T1R6	6	1
T2R6	5	
T1R7	6	0
T2R7	6	
T1R8	6	1
T2R8	6	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a 0.188 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 0.92.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_o = \frac{\sqrt{n}(\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8}(0.188)}{0.92}$$

$$t_o = \mathbf{0.57798}$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, con lo que se obtiene:

$$t_t = \mathbf{2.3646}$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_0| \geq t_t$

$|0.57798|$ **2.3646**

0.57798 2.3646

No hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_0 no es mayor o igual a la t_t obtenida de tabla. Esto significa que no hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Número de Granos por Vaina.

Como se muestra en la tabla anterior, el máximo número de granos por vaina fue de 7 y el mínimo de 5 demuestra que si hay diferencia en los resultados obtenidos, pero estadísticamente no se puede concluir que uno de los tratamientos haya superado significativamente al otro.

Esta variable se considera que es un carácter ligado a la genética de la planta, por lo que es muy difícil que el número de granos por vaina sea modificado a través del manejo agronómico que se le de al cultivo. Es decir, que independientemente de las prácticas que se realizaron en cada uno de los dos tratamientos bajo estudio, no se observó que en alguno de ellos se logrará aumentar el número de granos por vaina.

CUADRO 3: ALTURA DE PLANTA (METROS)

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	ALTURA DE PLANTA (METROS)	DIFERENCIAS (Xi-Yi)
T1R1	0.54	0.03
T2R1	0.51	
T1R2	0.50	-0.11
T2R2	0.61	
T1R3	0.53	-0.03
T2R3	0.56	
T1R4	0.51	-0.04
T2R4	0.55	
T1R5	0.50	0.07
T2R5	0.43	
T1R6	0.56	0.09
T2R6	0.47	
T1R7	0.56	0.03
T2R7	0.53	
T1R8	0.56	0.05
T2R8	0.51	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a 0.011 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 0.066.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_o = \frac{\sqrt{n} (\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8} (0.011)}{0.066}$$

$$t_o = 0.4714$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, por lo cual se obtiene:

$$t_t = 2.3646$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_0| \geq t_t$

$|0.47148|$ **2.3646**

0.47148 2.3646

No hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_0 no es mayor o igual a la t_t obtenida de tabla. Esto significa que no hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Altura de Planta.

Esta variable de altura de planta fue tomada al momento de la floración. Estadísticamente se muestra que en ambos tratamientos se consiguieron alturas de planta similares, es decir, que en ninguno de los dos casos se presentó una modificación en cuanto a esta variable. La razón posiblemente se deba a que al haberse utilizado la misma semilla para los dos tratamientos, la planta por característica propia florece a determinada altura, la cual no varió con el manejo que se realizó tanto en el tratamiento de Agricultura Tradicional como en el de Agricultura Ecológica.

CUADRO 4: PESO DE 100 SEMILLAS (GRAMOS)

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	PESO DE 100 SEMILLAS (GRAMOS)	DIFERENCIAS (Xi-Yi)
T1R1	24.17	3.65
T2R1	20.52	
T1R2	23.87	2.97
T2R2	20.90	
T1R3	22.75	0.53
T2R3	22.22	
T1R4	22.31	2.43
T2R4	19.88	
T1R5	22.00	2.77
T2R5	19.23	
T1R6	23.56	2.50
T2R6	21.06	
T1R7	23.19	3.54
T2R7	19.65	
T1R8	23.45	4.02
T2R8	19.43	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a 2.801 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 1.08.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_o = \frac{\sqrt{n} (\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8} (2.801)}{1.08}$$

$$t_o = 7.3356$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, por lo cual se obtiene:

$$t_t = 2.3646$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_0| \geq t_t$

$$|7.3356| \geq 2.3646$$

$$7.3356 \geq 2.3646$$

Si hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_0 es mayor que la t_t obtenida de tabla. Esto significa que si hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Peso de 100 Semillas.

Para el caso de la variable peso de 100 semillas si hubo diferencia significativa entre los dos tratamientos bajo estudio, resultando mejor el tratamiento Agricultura Tradicional, ya que éste presentó un mayor peso de grano para 100 semillas.

La razón principal por la cual se dio este resultado posiblemente se deba a la disponibilidad en que los elementos nutricionales se encuentran para la planta cuando se trata de la fertilización química, y no tanto cuando la fertilización es orgánica, ya que los mismos nutrientes pueden estar presentes pero su liberación y su asimilación es más lenta.

La formación y el llenado del grano están directamente influenciados por la asimilación de nutrientes, como por ejemplo, Fósforo, Potasio y Calcio; con lo cual al haber utilizado la fertilización química estos nutrientes fueron aprovechados más rápidamente por la planta, caso contrario ocurre con la fertilización orgánica que se realizó en el tratamiento de Agricultura Ecológica, donde la liberación de los nutrientes se da de forma más lenta, por lo cual sus resultados no son evidentes tan rápidamente.

CUADRO 5: DIAS A LA FLORACIÓN

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	DÍAS A LA FLORACIÓN	DIFERENCIAS (xi-yi)
T1R1	42	-1
T2R1	43	
T1R2	43	-4
T2R2	47	
T1R3	44	-1
T2R3	45	
T1R4	44	-3
T2R4	47	
T1R5	45	-4
T2R5	49	
T1R6	44	-4
T2R6	48	
T1R7	48	-3
T2R7	51	
T1R8	46	-2
T2R8	48	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a -2.75 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 1.28.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_o = \frac{\sqrt{n} (\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8} (-2.75)}{1.28}$$

$$t_o = -6.0767$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, por lo cual tenemos:

$$t_t = 2.3646$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_0| \geq t_t$

$$|- 6.0767| \geq 2.3646$$

$$6.0767 \geq 2.3646$$

Si hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_0 es mayor o igual a la t_t obtenida de tabla. Esto significa que si hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Días a la Floración.

Los datos obtenidos para esta variable Días a la floración se tomaron cuando el 50% de las plantas habían llegado a este estado fisiológico. Esto trae como resultado que el tratamiento de agricultura tradicional superó estadísticamente al tratamiento de agricultura ecológica.

Esto nos muestra que el manejo agronómico que se le dio al tratamiento de agricultura tradicional si influyó para que esta variable fuera diferente en contraposición de la agricultura ecológica. Los días a la floración pueden estar relacionados directamente también a otros aspectos independientes del manejo agronómico, tales como, horas luz, stress, humedad relativa, etc.; por lo cual en este estudio al haberse realizado ambos tratamientos bajo las mismas condiciones, tampoco se consideran de importancia para estos fines.

CUADRO 6: RENDIMIENTO (Kg/Ha)

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	DIFERENCIAS (xi-yi)
T1R1	1,354.23	483.91
T2R1	870.32	
T1R2	1,339.73	519.61
T2R2	820.12	
T1R3	1,133.65	435.22
T2R3	698.43	
T1R4	1,092.56	317.23
T2R4	775.33	
T1R5	1,189.85	439.29
T2R5	750.56	
T1R6	1,345.71	463.26
T2R6	882.45	
T1R7	1,318.50	589.19
T2R7	729.31	
T1R8	1,303.21	655.55
T2R8	647.66	

Fuente: Datos de campo

Con los datos reportados en la tabla anterior, se obtiene una media que es igual a 487.91 mientras que la desviación estándar obtenida de estos mismos datos es de 103.00.

El estadístico para obtener una prueba de t (student), es la siguiente:

$$t_o = \frac{\sqrt{n} (\bar{D}-k)}{S_D}$$

$$t_o = \frac{\sqrt{8} (487.97)}{103.00}$$

$$t_o = 13.3982$$

Mientras que la t_t se obtiene a través de la tabla de t Student con 7 grados de libertad y con 95% de confianza, por lo cual tenemos:

$$t_t = 2.3646$$

La regla de decisión (RD), es la siguiente:

Rechazo de Hipótesis Nula (RHN) si $|t_0| \geq t_t$

$$|13.3982| \geq 2.3646$$

$$13.3982 \geq 2.3646$$

Si hay rechazo de la Hipótesis Nula, ya que la t_0 es mayor que la t_t obtenida de tabla. Esto significa que si hay diferencia en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos para la variable Rendimiento.

Evidentemente, se presentó mayor diferencia en cuanto a esta variable de Rendimiento para el tratamiento Agricultura Tradicional, esto se debe a la más fácil disponibilidad en que los nutrientes se encuentran para la planta cuando se trata de la fertilización química, y no tanto cuando la fertilización es orgánica, ya que los mismos nutrientes pueden estar presentes pero su liberación es mucho más lenta.

El rendimiento es el resultado tanto de un buen manejo de plagas y enfermedades, como por un buen plan de fertilización. Como se sabe en la fertilización química los nutrientes son aprovechados más rápidamente por la planta y los resultados son visiblemente más rápidos, mientras que en el tratamiento de Agricultura Ecológica donde se hizo uso de la fertilización orgánica la liberación y asimilación de los nutrientes se da de forma más lenta, y sus resultados son evidentes en mejor forma para períodos de mediano o largo plazo.

9.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El análisis de la variable plagas y enfermedades no se realizó de manera cuantitativa, sino de forma cualitativa, ya que se consideró más importante realizar una descripción de cada uno de los organismos que afectaron a los dos tratamientos bajo estudio.

A continuación se procede a describir la forma de ataque, los síntomas y los daños causados por los siguientes organismos plaga:

9.1.1 Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

El patógeno que produce la antracnosis (*C. lindemuthianum*) del frijol puede atacar cualquier parte de la planta, en cualquiera de las etapas fenológicas del cultivo.

Los síntomas se presentaron mayormente en las hojas, específicamente en el envés y a lo largo de las nervaduras, los síntomas fueron coloraciones con una tonalidad de rojo ladrillo a negro al inicio y posteriormente se tornaron más oscuras formando necrosis en los bordes de las hojas. La infección en las hojas empezó a aparecer después de transcurridos los cuarenta días después de la siembra, posiblemente las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo de la misma, sobre todo la elevada humedad presente, esto porque durante esta etapa del cultivo se dieron algunos temporales de lluvia.

Las infecciones en las vainas se mostraron como manchas de color café oscuro a negro que algunos casos marchitaron las vainas. Las infecciones en la vaina se presentaron después de la floración, es decir, durante el llenado y madurez de los granos.

Esta enfermedad se presentó en ambos tratamientos, aunque en ningún caso llegó a ser crítico el ataque. Aunque debe mencionarse también que el tratamiento de Agricultura Ecológica fue donde se observó menos ataque, esto

pudo haberse dado por el manejo que se le dio a la semilla que se utilizó en este tratamiento por medio del producto SUBSOL 0,008 SC, el cual ya se describió en el manejo del experimento.

9.1.2 Roya (*Uromyces appendiculatus*)

Los síntomas típicos de roya (*U. appendiculatus*) se observaron en ambos lados de la hoja. Inicialmente aparecen en el haz o envés de la hoja, aunque con mayor intensidad se observaron primero en el envés como pequeñas manchas blancas, ligeramente levantadas en las cuales se forman pústulas maduras de color café rojizo. Se sabe que las pústulas son los signos más típicos de la roya del frijol; estas variaron en tamaño y en algunos casos se ven rodeadas de un halo clorótico o necrótico. El viento es la forma principal de dispersión. También pueden ser dispersadas por el hombre, los animales y las herramientas agrícolas. Se sabe que el hongo no es transmitido por semilla.

Los períodos con humedad relativa superior a 95% y temperaturas entre 15°C y 17°C, favorecen el desarrollo del hongo, por esta razón la roya (*U. appendiculatus*), fue la enfermedad que más se manifestó durante este estudio, ya que las condiciones climáticas favorecieron su explosión. La presencia de esta enfermedad se dio posterior a la floración, es decir ya en la formación y llenado de grano por lo que no fue muy severo su daño.

Al igual que la antracnosis (*C. lindemuthianum*), Esta enfermedad se presentó en ambos tratamientos, aunque no fue tan severa para considerarse destructora. También se dio el caso que el tratamiento de Agricultura Tradicional fue el más afectado porque fue donde se observó mayor ataque, esto pudo deberse también al manejo que se le dio a la semilla que se utilizó en este tratamiento por medio del producto SUBSOL 0,008 SC, el cual ya se describió en el manejo del experimento.

9.1.3 Tortuguillas (*Diabrotica* spp)

Pertenecen a la familia Chrysomelidae y al orden Coleoptera, son escarabajos, de color amarillo con bandas transversales verdes, la cabeza roja y el protórax y abdomen amarillo.

Su principal daño lo ocasionan al convertirse en vectores de algunos virus de importancia económica en el frijol, aunque también estos son capaces de devorar tejido foliar.

En cuanto a la presencia de un brote dentro de los tratamientos no existieron mayores daños, las medidas preventivas que se tomaron en cada uno de los tratamientos pudieron ser la causa para que esto sucediera, tanto con el manejo de los insecticidas para el tratamiento de Agricultura Tradicional; como para el tratamiento de Agricultura Ecológica donde además de los insecticidas utilizadas también se hizo uso de trampas amarillas, atrayentes, etc.

9.1.4 Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

La presencia de *B. tabaci* es prácticamente mundial, por eso se debe manejar de la mejor forma posible para evitar daños que causen pérdidas en los cultivos.

La importancia principal de esta plaga radica en que se constituye en un vector para la entrada de otras enfermedades, especialmente en lo que se refiere a los virus.

El buen manejo realizado en ambos tratamientos en relación a esta plaga se vio reflejado en la ausencia de virus que pudieran haber atacado al cultivo. Con esto se comprueba que el manejo preventivo siempre se constituye en una herramienta que hace que los costos disminuyan en relación al control curativo que se realiza cuando la plaga ya está ocasionando daños en el cultivo.

9.1.5 Minador de la Hoja (*Liriomyza spp*)

La principal causa de daño a la planta son las minas que hacen las larvas en las hojas. Las larvas minan entre las superficies superior e inferior de las hojas creando túneles que inicialmente son pequeños y angostos, pero que aumentan en tamaño a medida que crecen las larvas. Estas minas pueden causar daño directo a las plántulas al remover clorofila y reducir la capacidad fotosintética de las plantas. Además, las heridas dejadas por los minadores también pueden convertirse en potenciales entradas para organismos patógenos, que posteriormente pueden provocar enfermedades a las plantas.

La etapa en que se presentó en ambos tratamientos fue en la fase final del cultivo, es decir, ya en la formación y maduración de las vainas. Se debe mencionar que las prácticas culturales de control de este insecto hicieron que la plaga no se convirtiera de importancia económica.

En cuanto al tratamiento de Agricultura Ecológica, siempre se trató de convivir con la plaga y no de suprimirla como primera alternativa, utilizando trampas y atrayentes como principales formas de control con las cuales no se perjudica a los insectos benéficos. Aunque también se hizo uso de algunos insecticidas para reforzar el manejo de esta plaga.

9.2 RENTABILIDAD

Para poder analizar de mejor forma estos datos se llevó a cabo un análisis de Rentabilidad (Véase Cuadros 7 y 8), el cual refleja que para el caso del tratamiento Agricultura Tradicional fue de aproximadamente 13%, mientras que en el de Agricultura Ecológica la rentabilidad se presentó en aproximadamente 6%. Es necesario mencionar que, aunque los resultados de rentabilidad son más favorables para el tratamiento Agricultura Tradicional hay beneficios difíciles de cuantificar cuando se trata de la Agricultura Ecológica, por ejemplo, el mínimo impacto a los recursos suelo, agua y aire, la conservación y

preservación de la biodiversidad biológica del suelo y su alrededor, el mínimo riesgo a los que están expuestas las personas que manejan los productos utilizados, se promueve la utilización de los recursos locales.

Por estas razones aunque el análisis de rentabilidad en la Agricultura Ecológica sea el menos favorable de los dos tratamientos, ya se mencionaron varios aspectos que pueden inclinar la balanza hacia su lado cuando se trata de la producción orgánica, ya que se tiene un menor riesgo por parte de los consumidores de encontrar residuos sintéticos dañinos al organismo del ser humano.

Además, a pesar de que la rentabilidad en la Agricultura Ecológica es menor a corto plazo, a medida que se va logrando la transición de la Agricultura Tradicional a la Orgánica, y pudiéndose lograr la certificación de la producción por parte de cualquiera de las empresas dedicadas a este ramo, ésta misma rentabilidad puede ir en aumento para períodos de mediano y largo plazo. A medida que aumenta los ciclos de cultivo en Agricultura Orgánica, los nutrientes están disponibles con mayor facilidad para la asimilación de las plantas, lo que conlleva menores costos de producción en cuanto a la utilización de fertilizantes.

Con esta certificación lograda pueden también abrirse ventanas de mercado con oportunidades de colocar el producto a mejores precios, por su origen orgánico, con lo cual su rentabilidad puede traducirse a cantidades mucho más atractivas para el productor.

CUADRO 7: COSTOS DE PRODUCCIÓN AGRICULTURA TRADICIONAL (T1)

VARIABLES:	valor
Mano de obra (jornal)	55.14
Area (ha):	1

No.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MANO DE OBRA			EQUIPAMIENTOS E INSUMOS					GRAN TOTAL
		Jornal	Costo Unitario	Costo Total	Tipo	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
	PREPARACIÓN DEL TERRENO									Q1,592.52
1	Arrendamiento del terreno		Q600.00	Q600.00						
	Limpia, trazado de parcelas y elaboración de surcos.	18	Q55.14	Q992.52						
2	SIEMBRA									Q1,922.10
	Primera fertilización al suelo y siembra de semilla.	15	Q55.14	Q827.10	15-15-15	qq	7	Q135.00	Q945.00	
					Semilla	Libra	30	Q5.00	Q150.00	
3	LABORES CULTURALES									Q4,495.60
	Control Fitosanitario (aplicación de fungicidas e insecticidas)	10	Q55.14	Q551.40	Antracol 70 WP	kg.	2	Q70.00	Q140.00	
					Baytroid 2,5 EC	Litro	1	Q55.00	Q55.00	
	Dos limpias y tres fertilizaciones al suelo.	20	Q55.14	Q1,102.80	15-15-15	qq	15	Q135.00	Q2,025.00	
	Tres fertilizaciones foliares	10	Q55.14	Q551.40	Bayfolan Forte	Litro	2	Q35.00	Q70.00	
4	COSECHA									Q441.12
	Recolección (corte, aporreo, secado y limpia).	8	Q55.14	Q441.12						
			TOTAL M.O.	Q4,466.34				TOTAL INSUMOS	Q2,290.00	
5	COSTO TOTAL (1+2+3+4)									Q8,451.34
6	IMPREVISTOS (10% DEL COSTO TOTAL)									Q845.13
7	ADMINISTRACIÓN (5% DEL COSTO TOTAL)									Q422.57
8	INGRESO BRUTO					qq	28	Q380.00		Q10,640.00
9	RENTABILIDAD (%)									13

NOTA: En este costo de producción se contemplaron la mano de obra y los insumos a partir de las parcelas experimentales, es decir, se transformó a una Ha. En cuanto a los jornales se trabajó en base al salario mínimo vigente a partir del 1 de enero de 2008, y el precio del producto se estableció con relación al promedio del precio del cultivo durante el año 2007.

CUADRO 8: COSTOS DE PRODUCCIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA (T2)

VARIABLES:	valor
Mano de obra (jornal)	Q 55.14
Area (ha):	1

No.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MANO DE OBRA			EQUIPAMIENTOS E INSUMOS					GRAN TOTAL
		Jornal	Costo Unitario	Costo Total	Tipo	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
	PREPARACIÓN DEL TERRENO									Q1,592.52
1	Arrendamiento del terreno		Q600.00	Q600.00						
	Limpia, trazado de parcelas y elaboración de surcos.	18	Q55.14	Q992.52						
2	SIEMBRA									Q1,457.10
	Primera fertilización al suelo y siembra de semilla.	15	Q55.14	Q827.10	Ferticonsa	qq	15	Q32.00	Q480.00	
					Semilla	Libra	30	Q5.00	Q150.00	
3	LABORES CULTURALES									Q5,112.00
	Control Fitosanitario (aplicación de fungicidas e insecticidas)	20	Q55.14	Q1,102.80	Subsol	Litro	2	Q95.00	Q190.00	
					ACT Botánico	Litro	2	Q55.00	Q110.00	
					VPN Ultra	kg.	1	Q100.00	Q100.00	
					Atrapex		5	Q30.00	Q150.00	
					Stickem Special	Libra	2	Q85.00	Q170.00	
					Nylon p/Trampa	10 mt	30	Q18.00	Q540.00	
	Dos limpias y tres fertilizaciones al suelo.	20	Q55.14	Q1,102.80	Ferticonsa	qq	30	Q32.50	Q975.00	
	Tres fertilizaciones foliares	10	Q55.14	Q551.40	Bioplant + NPK	Litro	2	Q60.00	Q120.00	
4	COSECHA									Q330.84
	Recolección (corte, aporreo, secado y limpia).	6	Q55.14	Q330.84						
		TOTAL M.O.		Q4,907.46	TOTAL INSUMOS				Q2,355.00	
5	COSTOS DE CERTIFICACIÓN									Q1,500.00
6	COSTO TOTAL (1+2+3+4)									Q9,992.46
7	IMPREVISTOS (10% DEL COSTO TOTAL)									Q999.25
8	ADMINISTRACIÓN (5% DEL COSTO TOTAL)									Q499.62
9	INGRESO BRUTO					qq	18	Q665.00		Q11,970.00
10	RENTABILIDAD (%)									6

NOTA: En este costo de producción se contemplaron la mano de obra y los insumos a partir de las parcelas experimentales, es decir, se transformó a una Ha. En cuanto a los jornales se trabajó en base al salario mínimo vigente a partir del 1 de enero d

X. CONCLUSIONES

1. El tratamiento de Agricultura Tradicional fue el que presentó el mayor rendimiento en Kg/Ha, esto puede deberse a que los nutrientes presentes en los fertilizantes químicos se hacen más fácilmente disponibles para las plantas que cuando se trata de fertilización orgánica, por lo cual la planta tiene mayor facilidad de incrementar su rendimiento cuando se encuentra en condiciones óptimas para su buen desarrollo.
2. La rentabilidad en el manejo ecológico resultó ser del 6% mientras que en el manejo tradicional 13%, es decir, que es necesario contar con capital propio para el manejo de este cultivo ya que la rentabilidad en ninguno de los dos casos alcanza para cubrir la tasa de interés activa que cobran los bancos del sistema local.
3. El sistema de producción agro ecológica a través de la comparación con el manejo de producción tradicional deja muchos aspectos importantes que vale la pena mencionar, pues aunque no se logró mantener o incrementar el rendimiento, si se pudo hacer uso de productos de origen animal o vegetal, tanto para la fertilización como para el manejo y control de plagas y enfermedades. En concreto, los beneficios que se obtienen para el medio ambiente cuando se utilizan insumos orgánicos para la producción ecológica, son de gran valía.
4. Se lograron integrar varias técnicas para el control de plagas y enfermedades, por ejemplo, la utilización de atrayentes a base de aceites vegetales, la colocación de trampas amarillas con pegamento, aporque, manejo de rastrojos, eliminación de hospederos alternos, etc. Además, se utilizaron otros productos, como fungicidas e insecticidas que al ser aprobados para la producción orgánica, se recomiendan por las empresas certificadoras y utilizados por muchos productores que se dedican a la exportación de productos orgánicos, principalmente hacia Estados Unidos.

5. En la evaluación económica realizada, específicamente en el análisis de rentabilidad, se dejan afuera algunos aspectos difíciles de cuantificar pero que son muy importantes y que no siempre se consideran para tomar la decisión al elegir el mejor tratamiento, por ejemplo, algunos de los beneficios que se pueden mencionar a favor del manejo agro ecológico que no pueden cuantificarse serían, la conservación de los recursos agua, suelo y aire, un menor impacto a la salud de los trabajadores al no utilizar productos sintéticos, la seguridad que tiene el consumidor de que el producto comercializado se encuentra libre de residuos de plaguicidas dañinos para la salud y los impactos al ambiente.

6. El mercado para la agricultura orgánica o ecológica requiere de un alto grado de organización, ya que para garantizar el destino de la producción debe primeramente contarse con la garantía de la certificación. Cuando ya se cuenta con esta certificación los horizontes de mercado se amplían de gran manera, porque los potenciales consumidores del producto saben que lo adquirido cumple con todas las normas para producir orgánicamente.

XI. RECOMEDACIONES

1. El rendimiento en un sistema de manejo agro ecológico puede incrementarse si junto a un plan de fertilización se tiene un análisis de suelos que ayude a complementar los requerimientos de la planta en estas condiciones, además, se recomienda una mayor utilización de los fertilizantes foliares, ya que de esta manera los nutrientes son más fácilmente asimilables por la planta que cuando únicamente se utiliza la fertilización directamente al suelo. Con esto se evita que los nutrientes destinados a la planta se lixivien hacia otros estratos y no sean aprovechados, por lo cual se requeriría también de un mayor desembolso para este rubro.
2. Los costos de producción para el manejo agro ecológico pueden verse reducidos ampliamente al utilizar los recursos propios del lugar en sustitución de algunos productos comerciales. En particular para el control de plagas insectiles, como el caso de algunos biopreparados botánicos donde se utilicen plantas con propiedades insecticidas. Además, podría hacerse uso de métodos físicos o mecánicos para el control de algunas plagas, como sería, la utilización de ceniza, la colocación de barreras vivas, etc.; que son medidas mucho más económicas que el control curativo por medio de otros productos.
3. Hacer énfasis para otros estudios, en los procesos necesarios para lograr la transición de una agricultura tradicional hacia una orgánica, teniendo en cuenta también que para lograr esto debe transcurrir un período largo de tiempo. Asimismo, centrarse en aspectos como el manejo y protección de enemigos naturales que pueden convertirse en una herramienta de gran utilidad al momento de actuar en la prevención de plagas. Además, también contrarrestar las condiciones ideales de alimentación, reproducción y crecimiento de las plagas.

4. Cuando se trabaja en agricultura orgánica puede hacerse uso de muchos conocimientos tradicionales sería interesante implementar otras formas para control de plagas y enfermedades, a fin de que los productores sean los que con sus conocimientos se encarguen de realizar los controles necesarios aprendidos a través de su experiencia y la transferencia de estos conocimientos de generación en generación.
5. La fijación biológica del nitrógeno es una biotecnología agrícola respetuosa con el medio ambiente y representa una alternativa a la fertilización nitrogenada, evitando la contaminación de suelos y aguas por nitratos. La capacidad fijadora de N_2 de *Rhizobium* en asociación con las leguminosas es importante en los sistemas agrícolas de producción y especialmente en la rotación de cultivos, por lo cual es conveniente favorecer su aplicación generalizada, ya que la inoculación es una opción natural, que no contamina el ambiente y favorece la conservación del suelo. Por tanto el manejo adecuado de la tecnología de inoculantes a base de *Rhizobium* puede, por lo menos asegurar el rendimiento de las leguminosas de manera ecológica.
6. Siendo la producción orgánica una alternativa donde los resultados son visibles a largo plazo, se recomienda realizar estudios similares que vengan a contribuir con las experiencias que se han aportado durante esta investigación, además, se conseguiría mayor fortalecimiento en cuanto a los temas de agricultura ecológica y conciencia ambiental por parte de los productores agrícolas.
7. Fomentar por parte de organizaciones gubernamentales o no gubernamentales la implementación de la producción agrícola orgánica, debido a todas las bondades ecológicas que trae estas prácticas al entorno natural y social, los cuales en muchos casos no son prioridad, principalmente dentro de la agricultura tradicional.

8. La organización de pequeños agricultores puede convertirse en una oportunidad para que ellos puedan obtener precios mucho más altos por sus cosechas, puesto que de esta manera es más fácil absorber los altos costos derivados de las auditorias y certificaciones que realizan las empresas dedicadas a estos aspectos.

XII. BIBLIOGRAFIA

- Ac Tot, EG. 1998. Evaluación del efecto de vernalización, en cormos de crocosmia (*Tritonia crocosmiiflora* N.) en la finca Sachamach del municipio de Cobán, Alta Verapaz. Informe P.P.S. T.U.P.A. Alta Verapaz, GT. Usac/Cunor. 34 p.
- Baier, A.; Bourque, M.; Castillo, H.; Solórzano, R.; Xet, X. 1994. Fertilización orgánica. Guatemala. 3 ed. s.n. 113 p.
- Brenes, L. 2003. Transición y producción orgánica: Producción orgánica algunas limitaciones agronómicas. *In* Memoria del Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. (2003, Turrialba, CR.). Editado por FIDA, RUTA, CATIE Y FAO. p 51-53.
- Chiquin Chen, JL. 1984. Evaluación de adaptabilidad y rendimiento de cinco materiales genéticos de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), en la aldea Petet, Cobán, Alta Verapaz. Informe P.P.S. Alta Verapaz, GT. Usac/Cunor. 74 p.
- Cruz, J.A. de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- El crisomélido del frijol: parte de esta información esta basada sobre información de la red de radio rural de los países en desarrollo de Canadá. (en línea) Consultado 08 Diciembre 2006. Disponible www.insectariumvirtual.com/plagasdelfrijol.
- Friedrich, T. 2004. Alternativas y beneficios de la agricultura orgánica. México. Servicio de Ingeniería Agrícola (AGSE)/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). p 8.
- Insecticidas botánicos: parte de esta información esta basada sobre información de la red de radio rural de los países en desarrollo de Canadá. (en línea) Consultado 08 Diciembre 2006. Disponible www.insectariumvirtual.com.
- Leon, J. 2003. Los proyectos de desarrollo rural en América Central. *In* Memoria del Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. (2003, Turrialba, CR.). Editado por FIDA, RUTA, CATIE Y FAO. p 23-25.
- Maggi, ME. Insecticidas naturales de uso popular. (en línea) consultado 10 Noviembre de 2006. Disponible www.monografias.com/insecticidasnaturales.

Pacay Guay, MF. 2003. Evaluación del efecto de tres tipos de fertilizante orgánico y un químico en el cultivo de soya (*Glicine max*) en la finca Chiachal, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Informe P. P. S. T.U.P.A Alta Verapaz, GT. Usac/Cunor. 37 p.

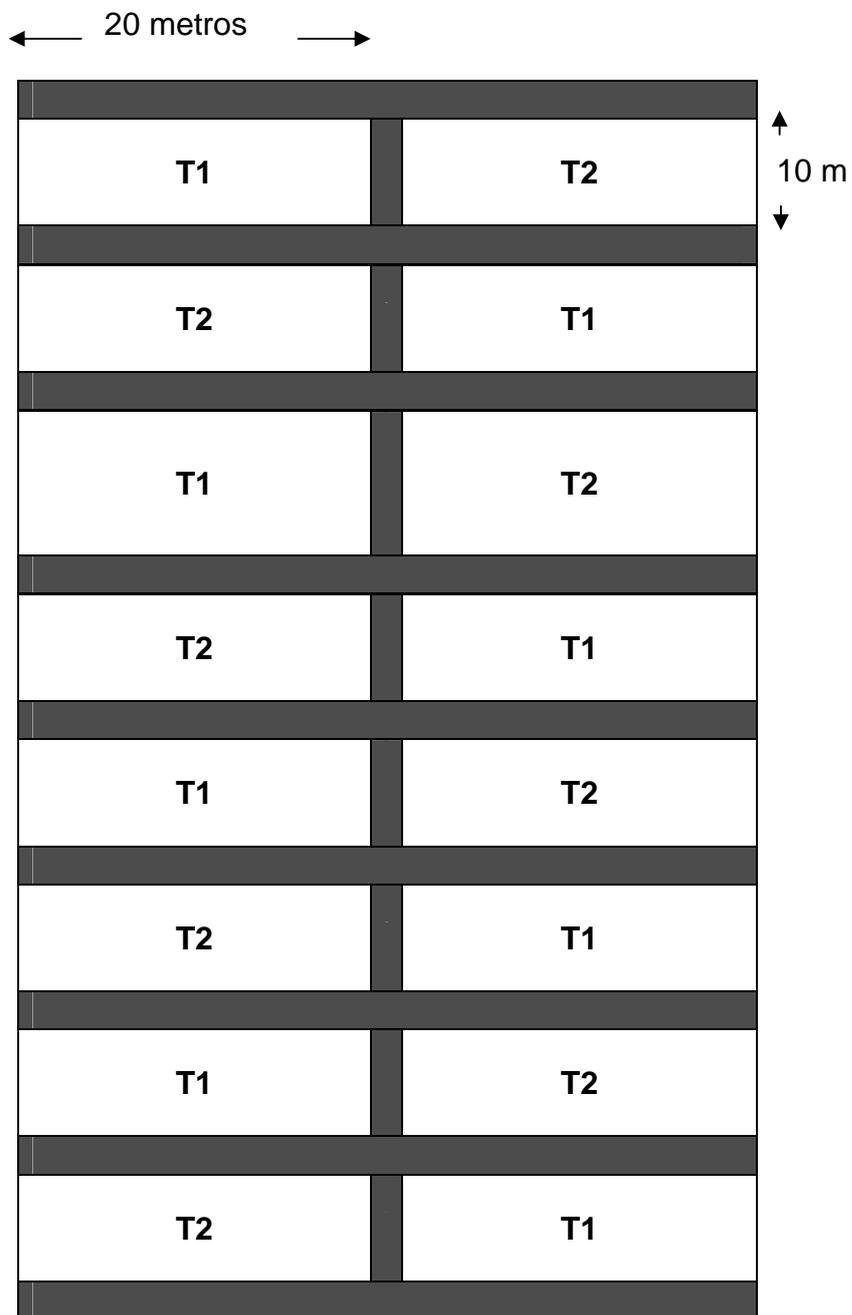
Simmons, CHS.; Tarano, JM.; Pinto Z., JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad.: Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.

Soto, G. 2003. Certificación orgánica: el proceso de certificación orgánica, conceptos básicos. *In* Memoria del Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. (2003, Turrialba, CR.). Editado por FIDA, RUTA, CATIE Y FAO. p 40-42.

Técnicas para desarrollar agricultura orgánica. Red de acción de alternativas al uso de agroquímicos. (en línea) Consultado 12 agosto de 2006. Disponible en www.raaa.org.

XIII. ANEXOS

13.1 ESQUEMA DEL ÁREA EXPERIMENTAL



FUENTE: Diseño Jaime Alfredo Sierra

REFERENCIA: (8 Repeticiones)

T1 Agricultura Tradicional

T2 Agricultura Ecológica

13.2 IMÁGENES DEL EXPERIMENTO



Figura 1: Limpia del terreno, trazado de parcelas y surcos.



Figura 2: Siembra de la semilla y primera fertilización al suelo (T2).



Figura 3: Desarrollo de la planta (T1 y T2).



Figura 4: Fertilización foliar (T1).



Figura 5: Control de malezas de forma manual (T2).



Figura 6: Colocación de trampas verdes y rojas (T2).



Figura 7: Control etológico a través de un atrayente llamado ATRAPEX a base de aceites vegetales (T2).



Figura 8: Elaboración de trampas amarillas (T2).



Figura 9: Colocación de pegamento Stikem Special en trampas amarillas (T2).



Figura 10: Desarrollo de las plantas (T2).



Figura 11: Insectos atrapados en trampas amarillas (T2).



Figura 12: Floración de plantas (T1 y T2).

MAPA 1

Ubicación Escuela Formación Agrícola -EFA-

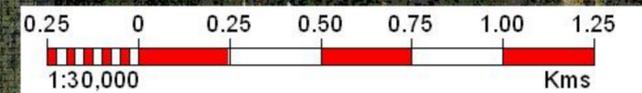


COBAN

SAN PEDRO CARCHA

San José La Colonia

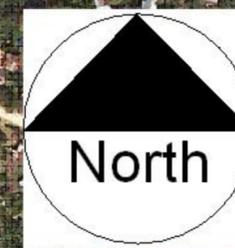
-  Escuela Formación Agrícola -EFA-
-  Area experimental
-  Carretera de acceso.



Fuente: Jaime Alfredo Sierra.
Evaluación de un sistema agroecológico en comparación con un sistema agrícola tradicional en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-
INGENIERO AGRONOMO

MAPA 2

Ubicación Area experimental



Area experimental



Fuente: Jaime Alfredo Sierra.

Evaluación de un sistema agroecológico en comparación con un sistema agrícola tradicional en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en el municipio de Cobán, Alta Verapaz.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

INGENIERO AGRONOMO