



UNISS
UNIVERSIDAD
SANCTI SPÍRITUS

UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS JOSÉ MARTÍ
FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS.

TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO: USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA EN POLICULTIVOS DE MAÍZ EN UN AGROECOSISTEMA PREMONTAÑOSO.

AUTOR: FIDEL ARTEAGA MENÉNDEZ

TUTOR: MSc. Ing. MARCOS T. GARCÍA GONZÁLEZ

Año 56 de la Revolución
2014.

RESUMEN

Existen evidencias científicas de años de estudio que la biodiversidad no es sólo esencial para la regulación de plagas, sino que provee la base biológica para la sostenibilidad del agroecosistema. Apoyados en el uso de los policultivos (maíz-calabaza, maíz-ajonjolí, maíz-frijol, maíz-girasol), se desarrollaron un grupo de experimentos para favorecer un manejo sostenible. La investigación se realizó en el municipio de Fomento Provincia Sancti Spíritus, Cuba en el período comprendido entre marzo y agosto del 2013, en un agroecosistema del llano perteneciente a la empresa agropecuaria Ramón Ponciano sobre un diseño de bloques al azar y tuvo como objetivos: Determinar el uso equivalente de la tierra (UET) en las diferentes variantes en estudio. Comprobándose que las variantes con mayor número de granos por hileras y por mazorca fue las de maíz-frijol y maíz-calabaza sin diferencias entre ellos. El mayor rendimiento por unidad de superficie fueron los de maíz-frijol y maíz-calabaza. El uso equivalente de la tierra (U.E.T) en los policultivos mostraron valores mayores que 1, demostrando su eficiencia desde el punto de vista productivo sobre el monocultivo, demostrando su eficiencia desde el punto de vista productivo sobre el unicultivo.

ABSTRACT

There are scientific evidences which support that biodiversity is not just important for regulation of plague, it also provides the biological base for the agroecosystem maintenance. Some experiments were developed in order to favor a supporters maintenance of the biodiversity these experiments were sustained on the use of some Mixed farmings.(corn- pumpkin- maize, maize-Sesame, corn - Sean, corn sunflower)This investigation was developed in Fomento municipality in Santi Spiritus province in Cuba, during the period of 4 months, since december 2012 to march 2013, in the agroecosystem corresponding to the Agricultural_factory Ramon Ponciano. There was a design of plot of grounds and word had the following objectives: To determinate the corresponding use of the ground in the different variants studied. To evaluate the economic feasibility of the different variants studied. It could be checked that the variants which have more quantity per line, talking into account the result, per each ear of corn, were the combination of maize-pumpkin and maize- Sesame, without any differences between them, the best results obtained per unit of surface were the combination. The corresponding use of the ground in the Mixed farmings._Showed better valves than one, this showed the efficiency, talking into account the production results, and that Mixed farmings are much better than Monocultures all the variants of studies had good economic results.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.0 Aspectos generales	5
2.1 La agricultura en Cuba	6
2.2 Monocultivo como forma de producción	8
2.3 Los policultivos	9
2.3.1 Descripción de los policultivos	11
2.4 uso equivalente de la tierra (UET)	12
3.0 CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas son la principal fuente mundial de alimentos para la población. Estos, algunas veces llamados agroecosistemas, normalmente consisten de varias partes y procesos. Incluyen: un área de cultivo (con suelos formados por procesos geológicos y ecológicos previos), producción y equipamientos para siembra y cosecha, limpieza del terreno y zafra. Es necesario un mercado para comprar la producción y proveer el dinero para la adquisición de combustibles, fertilizantes, mercaderías y servicios que mantienen funcionando el sistema (Giaccio, 2002).

En el mundo globalizado de hoy día se considera que un prerequisite esencial para aumentar los rendimientos, la eficiencia en el trabajo y los ingresos campesinos es la modernización tecnológica de las pequeñas parcelas mediante sistemas de monocultivo, introducción de nuevas variedades y uso de agroquímicos. Sin embargo, al tiempo que la agricultura de subsistencia da paso a una economía agrícola de mercado, la pérdida de la biodiversidad en muchas sociedades rurales aumenta en forma alarmante; en la medida en que los campesinos se vinculan directamente con la economía de mercado, las fuerzas económicas favorecen cada vez más un modo de producción caracterizado por cultivos genéticamente uniformes y mecanizados y por el uso de paquetes agroquímicos; y al tiempo que se adoptan variedades modernas, los maíces criollos y sus parientes silvestres van siendo abandonados progresivamente (Altieri *et al.*, 1987).

Existen evidencias científicas de años de estudio que la biodiversidad no es sólo esencial para la regulación de plagas, sino que provee la base biológica para la sostenibilidad del agroecosistema. En América Latina, los agricultores tradicionales han utilizado por siglos la biodiversidad de cultivos como componente clave en el diseño y manejo de sus sistemas integrado de producción. Estas acciones ha resultado en una mejor seguridad alimentaria, eliminación del uso de

agroquímicos y, como consecuencia, en una mejor calidad de vida de miles de familias rurales (Altieri y Nicholls, 2007).

Los sistemas de policultivos tienen su origen en una agricultura de supervivencia conocida como agricultura de subsistencia, dirigida al máximo aprovechamiento del espacio agrícola y su práctica se ha desarrollado históricamente entre los campesinos con carencia de recursos e insuficientes disponibilidades de superficie agrícola. Los sistemas de policultivos tienen su origen en los mismos inicios de la agricultura, como parte de las culturas indígenas y sus saberes. Estos se caracterizan por la diversidad de especies de plantas, integración de las plantas con los animales y los humanos, y un estilo de vida que gira alrededor de la necesidad de producir biodiversidad de alimento (Altieri, 1994).

Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial se decidieron por sembrar policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente en comparación a un monocultivo y para la disminución de la población de las plagas de insectos y la supresión de arvenses por el sombreado de los follajes complejos por efectos alelopáticos (Altieri y Nicholls, 2007).

Alemán (1997), menciona que con la siembra de cultivos asociados se logra una mayor protección del suelo, se afectan las poblaciones de malezas, se obtiene un máximo aprovechamiento del área utilizada por los cultivos y además se obtiene una mayor diversificación de la producción.

El estudio de los sistemas de policultivos nos enfrenta a los desafíos del desarrollo rural en América Latina, ya que los problemas ambientales de la agricultura no son sólo ecológicos, sino que también son parte de un proceso social, económico y político. Poco a poco hemos caído en cuenta de que las causas generadoras de los problemas de plagas son inherentes a las características del sistema económico prevaleciente, que estimula el

establecimiento de monocultivos especializados de gran escala, altamente dependientes de insumos externos y que peligrosamente simplifican los paisajes agrícolas tornando más vulnerables a los sistemas agrícolas homogéneos (Altieri y Nicholls, 2007).

La siembra de cultivos asociados se práctica a gran escala por agricultores de subsistencia en zonas tropicales y subtropicales, para obtener un mejor uso de la tierra disponible y también reducir la incidencia de insectos plagas y enfermedades. Estos sistemas de cultivos se han convertido en una práctica muy común en muchas partes del mundo como África, Asia y países latinoamericanos (Gispert y Vidal, 2004).

Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial adoptan policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado (Liebman. 2005).

El uso por años del monocultivo como práctica agrícola conlleva a la degradación de los agroecosistema, se reducen los rendimientos por área y trae pérdidas económicas para los productores.

Por este motivo se propone el siguiente problema científico:

Problema Científico

¿Qué influencia tendría el uso de los policultivos (maíz-calabaza, maíz-girasol, maíz-ajonjolí, maíz-frijol) en el aumento de los rendimientos por unidad de área y en la economía de los productores. ?

Hipótesis

Si se utilizan los policultivos (maíz-calabaza, maíz-girasol, maíz-ajonjolí, maíz-frijol) se aumentarían los rendimientos por unidad de área .

Objetivo General

Determinar la eficiencia de los policultivos (maíz-calabaza, maíz-girasol, maíz-ajonjolí, maíz-frijol) a través del uso Equivalente de la Tierra en un agroecosistema premontañoso.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.0 Aspectos generales.

Las principales consecuencias que se ha ocasionado en las regiones tropicales con el uso del modelo de la agricultura convencional (tecnologías tipo revolución verde), son: degradación de los recursos naturales (suelo, agua, diversidad, clima), mayor contaminación del ambiente, erosión genética e impactos en la salud humana, producto del uso y abuso de los insumos externos de síntesis artificial (Toala, 2009)

La agricultura moderna se ha sustentado en la promoción de los incrementos de rendimientos con base a los componentes: labranza intensiva, fertilizantes inorgánicos, plaguicidas, fertirrigación y semillas mejoradas y el monocultivo. (Cerdas, *et al.*, 2000).

Este tipo de agricultura, se basa en dos objetivos: la maximización de la producción y la rentabilidad de productos. Para alcanzar estos objetivos se han desarrollado prácticas que no consideran consecuencias a largo plazo ni, la dinámica ecológica de los agroecosistemas. (Gliessman, 2002).

El sistema alimentario mundial, basado durante largo tiempo en el modelo convencional de la “Revolución Verde”, es productivo, no debe existir duda alguna en cuanto a esto, considerando que la cantidad de los alimentos per cápita producidos en el mundo durante los últimos 35 años, se ha incrementado en un 15 por ciento. Pero esta producción se concentra cada vez más en menos manos y a mayor costo en términos económicos y ecológicos. A pesar de estos incrementos y de un excedente per cápita de calorías, proteínas, y grasas, hay al menos 800 millones de personas en el mundo que no se benefician adecuadamente de esta producción. Tal situación está empeorando. En los últimos veinte años el número

de personas hambrientas en el mundo –excluyendo China– ha aumentado en 60 millones (Rosset y Bourque , 2001)

Resulta sorprendente que sea ahora, que las autoridades responsables recomienden con mayor insistencia la generalización de los métodos modernos del cultivo, para asegurar la alimentación de la humanidad durante los próximos decenios, cuando actualmente cada vez más se hacen oír en los más diversos foros académicos aconsejar la vuelta a las prácticas de cultivos amigables con el entorno (Restrepo, 2000).

2.1 La agricultura en Cuba

Durante la Conquista, la colonización y el despojo contra la población originaria propiciaron la formación de grandes propiedades agrarias dedicadas inicialmente a la ganadería. Después, aprovechando el trabajo esclavo, estas propiedades se convirtieron también en plantaciones para la producción azucarera y de café. En el mejor de los casos, la tierra fue entregada a personas pobres para el fomento de estancias y sitios de labor dedicados a la producción de alimentos (Machín *et al.*, 2010).

A finales de la década de los 50 del pasado siglo, el latifundismo ocupaba ya las mayores extensiones y las mejores tierras del país. Sólo el 9.4% de los propietarios poseía más del 73% de la tierras; mientras que el 25% de las tierras agrícolas del país estaba en manos del capital extranjero. Por otro lado, el 90% de los pequeños poseedores contaba apenas con poco más del 26% de la superficie (Nova, 2001), y de ellos el 85% trabajaba la tierra en condiciones de arrendamiento, aparcería y precarismo sobre su posesión.

En la década del 60, la agricultura cubana experimentó profundas transformaciones estructurales. Por un lado, en los antiguos latifundios se formaron grandes empresas estatales, con alto nivel de especialización y

extensiones variables, según el rubro de actividad y la zona geográfica. Por el otro, como resultado de la Reforma Agraria, los pequeños productores obtuvieron y se les garantizó de forma definitiva la propiedad sobre la tierra, abriéndose para ellos la posibilidad de crear cooperativas que prevalecen hasta hoy día, como una nueva forma de organización productiva (Machín *et al.*, 2010).

Los años 70 y 80 fueron marcados por el brillo de la mal llamada Revolución Verde; o sea, la introducción masiva de tractores, cosechadoras, fertilizantes químicos, plaguicidas, riego de gran escala, semillas híbridas y un énfasis renovado en las grandes extensiones de monocultivo. Todo ello favoreció la implementación en Cuba del modelo intensivo de alta especialización y dependencia, típico de la Revolución Verde, que afectó sobremanera las principales zonas agrícolas y las formas económicas de producción agropecuaria (empresas estatales y cooperativas campesinas). La complicada dependencia de la agricultura nacional cubana en ese período la corroboran los datos suministrados por el Ministerio de la Agricultura (Oxfam, 2001).

La experiencia de Cuba durante los años 90 contrasta con este panorama. Cuando el derrumbe de las relaciones comerciales condujo a esta nación a una crisis alimentaria, la ayuda internacional estuvo escasamente disponible, debido al reforzamiento del bloqueo norteamericano. Cuba se vio obligada a recurrir a sus propios recursos naturales y humanos y a conjugar viejos y nuevos métodos para impulsar la producción de los alimentos básicos sin depender de las importaciones. No resultó fácil, pero de diversas maneras el pueblo y el gobierno cubanos estaban singularmente preparados para enfrentar este reto; la población, educada y enérgica, puso en la tarea su dinamismo e ingenio, en tanto el gobierno mantuvo su compromiso de alimentar a todos y a la vez mantener apoyo a la ciencia y la tecnología del país. Los cubanos y su gobierno superaron la crisis, y su historia ofrece una convincente lección sobre la autosuficiencia y las políticas y métodos de producción alternativos que bien

podrían servir a otros países que enfrentan sus propias crisis rurales y alimentarias (Rosset, 1998).

Según Casanova *et al.*, (2005), la crisis económica por la que Cuba ha atravesado, ha llevado al rescate de tradiciones campesinas olvidadas por la implementación de la agricultura moderna. Dentro de estas tradiciones campesinas sobresale el resurgimiento de los sistemas de cultivos múltiples o policultivos, que a decir de muchos, representa la máxima expresión de la agricultura sostenible en el trópico.

2.2 Monocultivo como forma de producción

Gaitán (2004), señala que una producción de monocultivo, ha sido una importante causa del deterioro nutricional de las familias rurales, de riesgos, vulnerabilidades y dependencias innecesarias, de la no viabilidad económica de los pequeños agricultores y éxodo rural. Con el monocultivo la familia campesina se ve necesitada de abastecerse de alimentos básicos en las ciudades.

Los monocultivos son ambientes poco favorables para los enemigos naturales de las plagas, debido a los altos niveles de perturbación y a la falta de infraestructura ecológica. La capacidad de los depredadores y parasitoides para controlar los invasores es menor en sistemas simplificados que en agroecosistemas diversificados (Landis *et al.*, 2000).

Resulta ecológicamente fútil promover monocultivos mecanizados en áreas con una biota compleja, donde las plagas abundan durante todo el año y la lixiviación de nutrientes es un obstáculo considerable. En estos casos, es más ventajoso imitar los ciclos naturales, en lugar de tratar de imponer ecosistemas simplificados en áreas donde son naturalmente complejos. Por esta razón, muchos investigadores creen que los ecosistemas sucesionales son modelos

particularmente apropiados para el diseño de agroecosistemas tropicales sostenibles (Altieri y Nicholls, 2004)

2.3 Los policultivos

Tradiciones campesinas, como es el empleo de los policultivos permanecieron olvidadas durante mucho tiempo, pero actualmente en muchas regiones del mundo estos forman parte del paisaje agrícola. En Cuba la práctica de estos sistemas se aplica no sólo en áreas de subsistencia y en pequeñas superficies, sino que a lo largo de la isla puede verse como se ha retomado esta tradición. La práctica de éstos es ampliamente reconocida como una alternativa para enfrentar el reto de obtener cada día mayor productividad agrícola en condiciones de fuertes restricciones de insumos, al mismo tiempo que se preservan y mejoran los recursos naturales y sobre todo la tierra (González *et al.*, 2002).

Muchos científicos agrícolas, afirman que el punto de partida de la elaboración de nuevas propuestas para el desarrollo agrícola, orientadas hacia los pobres, son los sistemas que los agricultores tradicionales han desarrollado o heredado a lo largo de los siglos (Altieri y Nicholls 2004).

Monedero *et al.*, (2000) desarrollaron un trabajo de asociación de una gramínea (maíz) con varias leguminosas e igualmente encontraron que la producción de biomasa seca total, en las asociaciones superó a la producción del maíz en monocultivo.

Un manejo adecuado de la biodiversidad por encima del suelo (Policultivos), conlleva al establecimiento de la infraestructura necesaria que provee los recursos (polen, néctar, presas alternativas, refugio) para una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales. Estos recursos deben integrarse en el paisaje agrícola de una manera espacial y temporal que sea favorable para los enemigos naturales y por supuesto que sea fácil de implementar por los agricultores. El éxito depende de : la selección de la especies vegetales más apropiadas, la entomofauna asociada a la biodiversidad vegetal, la manera como los enemigos

responden a la diversificación y la escala espacial a la cual operan los efectos reguladores de la manipulación del hábitat (Altieri y Nicholls 2007).

Mientras que Gutiérrez *et al.*,(2008) plantearon que los sistemas de policultivos ejercen efectos sobre los insectos plaga, reducen los niveles de daños económicos, al incrementar la diversidad de especies de cultivos, se aumentan las especies de reguladores biológicos naturales, así como el número de presas, néctar y polen, mayor estabilidad microclimáticas y estimulan las sinergias de la resistencia asociacional de los cultivos, por que confunden a los insectos plaga en la localización de sus hospederos por el enmascaramiento de los olores volátiles de sus plantas y no logran causar daños, también permite que los agricultores obtengan sobrerrendimientos económicos como ecológicos garantizando la salud humana y ambiental.

En los policultivos, la productividad absoluta por área es menor que la producción de los monocultivos, debido a que las densidades de las plantas son altas, pero al realizar una sumatoria de los rendimientos relativos de cada cultivo en los intercultivos, siempre hay ventaja en los policultivos que en los monocultivos. Los multicultivos también tienen un impacto en la supresión de malezas, principalmente gramíneas y cyperaceas, lo que hace que haya menos competencia de nutrientes entre los cultivos y las malezas (Achupallas y Gaitán, 2009).

El diseño y manejo de policultivos no es una tecnología sencilla ni responde a una serie de recetas. Por lo tanto, es fundamental hacer esfuerzos para una mejor comprensión de los principios ecológicos que explican el funcionamiento de estos sistemas en relación con plagas, enfermedades y malezas o en el uso de recursos. Por otro lado, es importante conocer la posibilidad de generalizar los resultados o evaluar la especificidad de los mismos. La posibilidad de generalización de resultados es importante, sobre todo para las empresas que pueden desarrollar genotipos adecuados para su uso en policultivos. Si se quiere

alcanzar una agricultura sustentable, el análisis de estos sistemas debe hacerse desde un punto de vista holístico y sistémico, y pensando en el largo plazo. Un análisis de las perspectivas que presenta esta alternativa debe tener en cuenta que, por muchos años, la investigación y el desarrollo agrícola ha estado enfocado en seleccionar genotipos que funcionan bien bajo condiciones de monocultivo y, muchas veces, sin limitaciones de recursos. No se han hecho esfuerzos importantes en seleccionar genotipos que tengan un buen comportamiento en mezclas, bajo condiciones de bajos insumos. La existencia en la literatura de varios casos exitosos en este sentido, sugiere, sin embargo, la potencialidad del uso de policultivos como una estrategia adecuada para el desarrollo de agroecosistemas sustentables (Sarandón, 2002).

2.3.1 Descripción de los cultivos asociados

Los policultivos pueden tener interacciones con efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos, y en consecuencia los policultivos se pueden clasificar como sigue (Hart 1974):

Policultivo comensalístico

Interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra.

Policultivo amensalístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto negativo en una especie y ningún efecto observable en la otra. Por ejemplo: plantas anuales intercaladas entre plantas perennes.

Policultivo monopolístico

La interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto positivo neto en una especie y un efecto negativo neto en la otra. Por ejemplo, el uso de cultivos de cobertera en huertos.

Policultivos inhibitorios

La interacción entre los cultivos tiene un efecto negativo neto sobre todas las especies. Por ejemplo el cultivo intercalado que involucra a la caña de azúcar.

Uso Equivalente de la Tierra(UET)

El Uso Equivalente de Terreno (UET) provee una medida de rendimientos alcanzados al cultivar dos o más plantaciones de una forma intercalada, comparando estos resultados con los mismos cultivos, pero sembrados individualmente en un área determinada en forma de monocultivo. El uso equivalente de tierra, como también se le conoce, es la sumatoria de dividir para cada cultivo el rendimiento del policultivo sobre el rendimiento del monocultivo de mayor valor económico, el resultado de esta ecuación no son valores reales de rendimiento, sino que son valores proporcionales que determina el nivel de interferencia de cultivos intercalados en un tipo de sistema de producción de cultivos (Gliessman, 2002).

Se puede definir UET como la cantidad de tierra necesaria para producir en monocultivo tanto como puede producirse en una hectárea de policultivos (Vandermeer, 1989). De los factores que más influyen para obtener bajos rendimientos, se encuentra, la falta de programas de fertilización y mejor aprovechamiento de tierra por lo que hacer un estudio para producir más, por unidad de área optimizando la fertilización en los cultivos y mejorar rendimientos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período comprendido entre marzo y agosto del 2013, en un agroecosistema premontañoso del municipio de Fomento, Provincia Sancti Spíritus.

La situación geográfica del ecosistema en estudio, corresponde con el cinturón climático tropical, al igual que todo el archipiélago y pertenece a la subregión climática Caribe-Occidental, con vientos estacionales en calma e influencia de la continentalidad.

El agroecosistema presenta un relieve ondulado, trabajado fundamentalmente con tracción animal. La temperatura media anual oscila entre los 23 y 24 °C , con precipitaciones promedio anual alrededor de los 145.7mm. La humedad relativa se mantiene durante todo el año por encima de 60 %. El suelo sobre el cual se montó el experimento es Pardo Sialítico con Carbonato (Hernández, 1999), estructura de agregados gruesos y contenido medio de materia orgánica. La biodiversidad tanto florística como de la fauna es abundante, con la presencia de grandes áreas de bosques naturales colindantes, dado por su cercanía a las zonas montañosas.

El diseño metodológico de la investigación se estructuró en fases que dieron salida cronológicamente y de manera sistémica a los objetivos específicos del estudio, empleándose los tres métodos fundamentales de investigación en la biología aplicada:

- La observación.
- La medición.

- El experimento.

Se utilizó el maíz como cultivo principal mientras que se recurrió a la calabaza, ajonjolí, girasol y frijol como cultivos asociados; la preparación del suelo se realizó según la forma tradicional de los campesinos: roturación, mullido, cruce, mullido y surcado; todo con tracción animal excepto la rotura que se realizó mecanizada. A los 30 días, se realizó un cultivo entre surco con tracción animal. El esquema de siembra fue tres surcos de maíz y uno del cultivo asociado, la distancia de plantación para el maíz fue de 0.90 x 0.30 m. Para el policultivo maíz - calabaza, la siembra de la calabaza se efectuó 20 días antes que el maíz en bolsas de polietileno y se llevó al campo en el momento de la siembra, a una distancia 3 x 2.

Las variedades usadas fueron: maíz (criollo), girasol (Caburé-15), ajonjolí (la que los campesinos llevan sembrando por años) y la de frijol fue las del tipo Caupí rojo de crecimiento determinado. La distancia de siembra para el girasol fue de 0.90 x 0.30 m, para el ajonjolí a 0.90 x chorillo, el frijol a 0.70 x 0.10 m. Se montó sobre un diseño de bloques al azar, donde cada parcela tuvo 0.16 ha de extensión.

Tarea.1 Determinación del el uso equivalente de la tierra (UET) en las diferentes variantes en estudio

Se determinó el rendimiento para cada cultivo en monocultivo así como es las diferentes variantes de policultivos, todos según las normas del MINAGRI.

Variables que fueron medidas en el maíz (*Zea mays* L).según el Centro Internacional de Mejoramiento Genético de maíz y Trigo (CIMMYT)

Días a emergencia. Esta variable se consideró en cada tratamiento, a partir del número de días transcurridos desde la siembra hasta que se observó más del 50% de emergencia de plántulas sobre la superficie del suelo.

Altura de planta. Esta variable se midió con la ayuda de un centímetro desde la base de la planta hasta el punto de inserción de la hoja bandera.

Área foliar. Para esta variable, se obtuvo midiendo el largo x ancho de cada hoja por factor 0.75. Esto se realizó en tres plantas por cada réplica.

Altura de mazorca. Se tomó en cuenta midiendo de base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior.

Número de hileras por mazorca. Se contó el número de hileras por mazorca.

Número de granos por hilera maíz. Se contó el número de granos por hilera y se determinó el promedio de granos por hilera por mazorca.

Número de granos por mazorca. El producto de números de hileras por mazorca por el número de granos por hilera, generó el número total de granos por mazorca.

Rendimiento de grano por parcela útil. Se estimó el rendimiento, utilizando la propuesta del Centro internacional para el mejoramiento del maíz y trigo (CIMMYT). Para ello se midió 5 metros lineales, se contabilizaron el número de plantas, cosechándose todas las mazorcas, las mismas que se ordenaron de mayor a menor tamaño, para utilizar la mazorca intermedia en la cuantificación de las hileras y granos por hieleras.

El cálculo de la densidad de población se realizó con la fórmula:

$$\text{No Plantas} = \frac{\textit{Superficie neta}}{\textit{Narigón x Camellón}}$$

El rendimiento se estimó con la fórmula:

Rendimiento: Densidad de población X No Mazorcas por Planta X No de Granos por Mazorca X 0.0002857 (CIMMYT).

UET

Para el cálculo del UET se utilizó la fórmula de Vandermmmer (1989).

$$U.E.T = \frac{P1}{M1} + \frac{P2}{M2}$$

Donde:

U. E. T - Uso Equivalente de la tierra

P1- Producción del cultivo 1 en policultivo

M1- Producción del cultivo 1 en monocultivo

P2- Producción del cultivo 2 en policultivo

M2 Producción del cultivo 2 en monocultivo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología de los cultivos

La germinación del maíz se presentó a los 6 días, el frijol a los 5 días, el ajonjolí fue el cultivo que más tardó en germinar, a los 9 días, por su parte el girasol germinó a los 7 días. La calabaza como fue llevada al campo en bolsas no se le cuantificó los días en germinar. La floración para el maíz estuvo entre los 55 y 60 días, el frijol a los 37 días y la calabaza a los 34 días después de ser trasplantada al campo, sin cuantificar los 20 días de vivero, el ajonjolí y el girasol presentaron los valores de 40 y 56 respectivamente. El periodo de jilote en maíz se presentó entre los 65 y 70 días; en frijol ocurrió a los 45 días y la calabaza fue a los 58 días después del trasplante, mientras que el ajonjolí y girasol demoraron 53 y 65 días respectivamente. Estos resultados concuerdan con los descritos para cada especie y variedad en los instructivos del MINAGRI (Tabla 1).

Tabla 1. Fenología de los sistemas en estudio.

Etapas	Maíz	Calabaza	Ajonjolí	Frijol	girasol
Germinación	6	-	9	5	7
Inicio de Floración	52-58	34	40	37	56
Inicio de la Fructificación	65-70	58	53	45	65
Madurez Fisiológica	120-126	79	125	100-110	120-130

VARIABLES MEDIDAS EN EL CULTIVO DEL MAÍZ

Altura de planta

El análisis de varianza para altura de planta indicó que no hubo diferencia estadística entre los sistemas evaluados. La variable desde el punto numérico con mayor altura de la planta lo alcanzó el sistema de maíz-calabaza con 2.66 m,

seguido por el de maíz unicultivo con 2,62 m, por su parte el maíz-frijol y maíz-ajonjolí alcanzaron valores de 2,55 y 2,54m respectivamente. La variable con menor altura fue la de maíz-girasol con 2,52 m (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con Toalá (2008), al indicar que entre las parcelas de mayor altura de la planta estaba el maíz en unicultivo y maíz-calabaza, al igual que con Aguilar (1993) pero con resultados más bajos, al indicar que los tratamientos en unicultivos fueron superiores. Al respecto, Martínez (2004) también encontró que la mayor altura de planta fue para maíz unicultivo, es válido señalar que en los sistemas estudiados por estos autores no utilizaron el ajonjolí ni el girasol, cultivos estos que por sus hábitos de crecimientos pueden influir en la altura del maíz por efecto de competencia. Por su parte García (2013) reportó que la variante de mayor tamaño lo alcanzaron las parcelas de maíz-girasol en su estudio en el propio municipio pero en época de seca y en un ecosistema del llano.

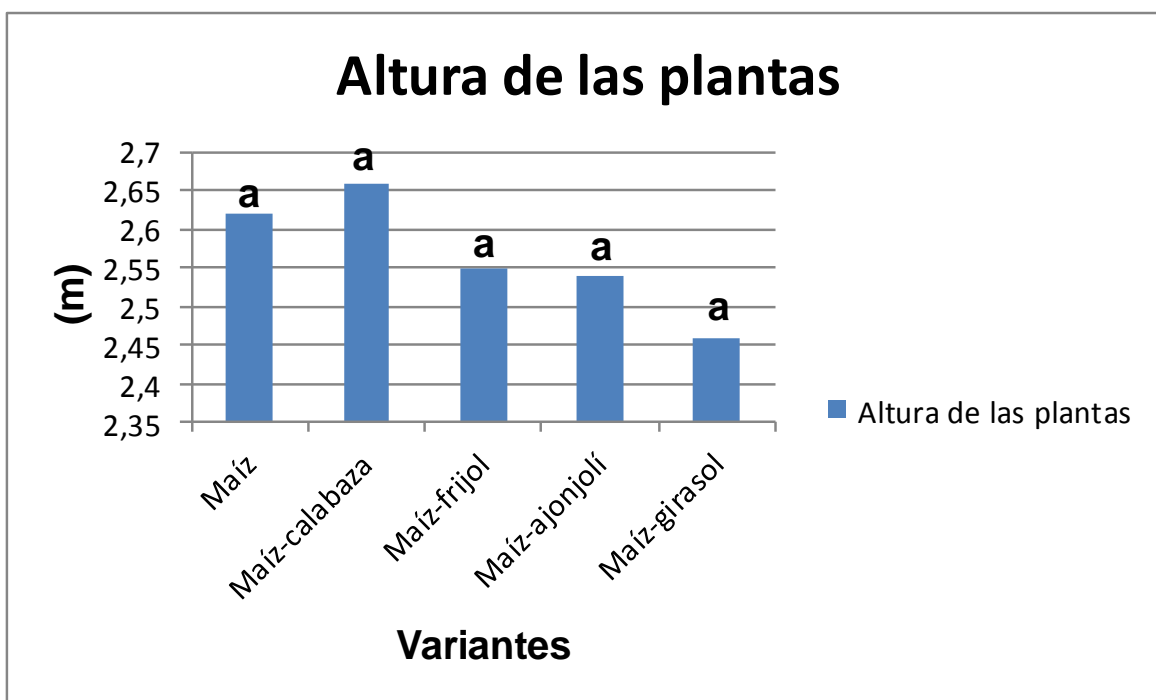


Figura 1. Altura de las plantas de maíz, en los sistemas en estudio, 2013
Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. SPSS-15

Área foliar

El análisis de varianza para la variable área foliar indicó diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados. La variante con mayor área foliar, fue para el maíz unicultivo con 9753,7 cm², sin diferencia con las parcelas maíz-calabaza con 9350.5 cm², ni con las parcelas maíz-frijol con valor de 8117,0 cm², y las variantes maíz-girasol con valor de 8220,0 , pero si las dos primeras con con las parcelas maíz-ajonjolí . De igual manera las parcelas de maíz-ajonjolí no presentaron diferencias con las de maíz-girasol y maíz-frijol. Estos resultados presentan relación directamente proporcional con la variable altura de las plantas,. (Tabla 2).

Estos resultados concuerdan con Aguilar (1993), cuando señaló en su investigación que la mayor área foliar fue la de maíz unicultivo. Al respecto Toalá (2008), menciona que el mayor área foliar fue en el sistema maíz unicultivo pero el valor fue inferior. Por su parte García(2013) reportó que las parcelas donde el área foliar alcanzó los valores mayores fueron en de igual manera las de maíz unicultivo y maíz-calabaza en el propio municipio.

Tabla 2. Área foliar del maíz, en los sistemas en estudio, 2013

Sistemas de cultivos	Área foliar (cm²)
Maíz unicultivo	9753,7 a
Maíz-calabaza	9502,3 a
Maíz-frijol	8117,0 ab
Maíz-ajonjolí	7201,0 b
Maíz-girasol	8220,0 ab

Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan (p<5%)]. Lerch 1977. SPSS-15

Altura de mazorca

El análisis de varianza para la altura de mazorca no indicó diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados (figura 2).

Aunque se registraron diferencias numéricas al presentar la mayor altura de mazorca para el sistema de maíz unicultivo y asociado (Maíz-fríjol) con 1,70 y 1,66 m respectivamente, mientras que los resultados obtenidos en los sistemas maíz-fríjol-girasol y maíz-ajonjolí y maíz-calabaza quienes se obtuvieron las menores alturas de mazorca fue de 1.62 ,1,60 y 1.60 m. Los resultados obtenidos se deben al efecto de competencia que se presenta con los cultivos al asociarse, por lo tanto, el maíz en unicultivo tiende a utilizar al máximo las condiciones ambientales y para el cultivo asociado maíz-fríjol, quien aprovecha muy bien la fijación del nitrógeno, mediante un proceso de simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*. esto se refleja al presentar las mayores alturas de mazorca.

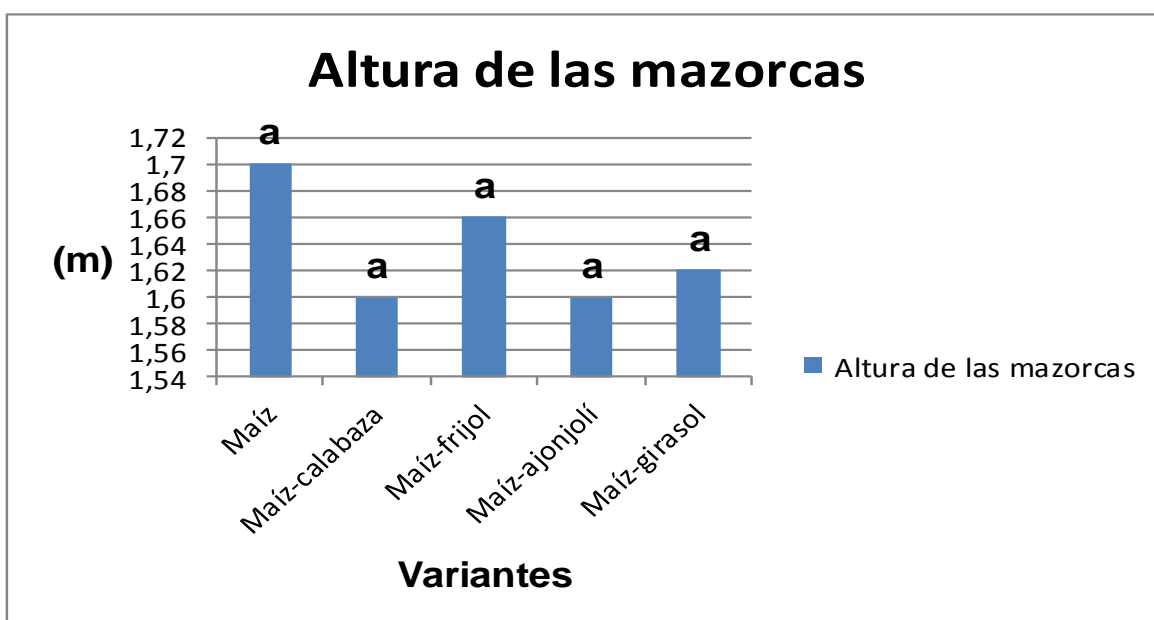


Figura 2. Altura de mazorca del maíz, en los sistemas en estudio.2013

Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. Fuente :SPSS-15

Hileras por mazorca

De acuerdo al análisis de varianza para el número de hileras de granos por mazorca, no se encontró diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados de maíz, pero si diferencias numérica para el unicultivo y los sistema de policultivos maíz-calabaza, maíz-ajonjolí y maíz-frijol con respecto al maíz-girasol

(Tabla 3). Esto concuerda con Toalá (2008), que el mayor número de hileras por mazorca se alcanza con el sistema maíz-calabaza aunque no hay diferencias entre ningún tratamiento.

Tabla 3. Número de hileras de granos por mazorca del maíz, en los sistemas en estudio.2013

Sistemas de cultivos	Número de hileras de granos/mazorca
Maíz	16a
Maíz-calabaza	16a
Maíz-frijol	16a
Maíz-ajonjolí	14a
Maíz-girasol	14a

Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. Fuente :SPSS-15

Granos por hilera

De acuerdo al análisis de varianza para granos por hilera, se encontró diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados de maíz. Al mismo tiempo existió diferencia numérica entre las parcelas de maíz monocultivo, maíz-calabaza y maíz-frijol a pesar de ser un grupo homogéneo estadísticamente .con respecto a las parcelas maíz-ajonjolí y maíz-girasol. La variante de mayor valor fue la de maíz calabaza con 35.3 granos por hileras(Tabla6).

Por otra parte la variante maíz monocultivo fue la de valor más bajo con 29,33 granos por hilera. De acuerdo con los resultados obtenidos, se concuerda con Toalá (2008), al indicar que el mayor número de granos por hilera fue con el sistema maíz-calabaza, el cual obtuvo 35.50 granos por hilera.

Tabla 4. Número de granos por hileras, en los sistemas en estudio.2013

Sistemas de cultivos	Número de granos por hileras /mazorca
Maíz	34,33a

Maíz-calabaza	35,33a
Maíz-frijol	35,40a
Maíz-ajonjolí	31,00b
Maíz-girasol	31,00b

Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. Fuente :SPSS-15

Granos por mazorca

Al realizar el análisis de varianza para el número de granos por mazorca, se registraron diferencias estadísticas significativas para los sistemas evaluados (Tabla5). Existió diferencias entre las variantes maíz-calabaza y maíz-frijol con el resto de las demás variantes con valores de 565,3 y 566,2 granos respectivamente. Mientras que el sistema de policultivo maíz-ajonjolí no presentó diferencias con la del maíz-girasol, pero sí con el monocultivo. Las variantes de peor resultados fueron las variantes maíz-ajonjolí y maíz-girasol con 434 granos por mazorcas.

Lo anterior indica que el número de granos por mazorca está en función del número de hileras por mazorca, del número de granos por hilera, que finalmente puede afectar positiva o negativamente el rendimiento de granos.

Estos resultados no concuerdan con González (2004) en su estudio con sistemas de maíz, maíz-calabaza y maíz-frijol-calabaza, el mayor valor lo alcanzó el monocultivo. Por el contrario estos resultados concuerdan con Toalá (2008), quien reporta que el mayor número de granos por mazorca fue el sistema maíz-calabaza con 543.66 granos en su estudio en México.

Tabla 5. Granos por mazorca en los sistemas en estudio.2013

Sistemas de cultivos	Número de granos por mazorca
Maíz	480,2a

Maíz-calabaza	565,3 b
Maíz-frijol	566,4 b
Maíz-ajonjolí	434 c
Maíz-girasol	434 c

Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. Fuente :SPSS-15

Longitud de mazorca

El análisis de varianza para el largo de mazorca no registró diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados (Tabla 6). Los resultados indicaron diferencia numérica, favoreciendo al sistema de maíz con calabaza y maíz-frijol con la mayor longitud de mazorca con 17,45 y 17,15 cm. Igualmente que en anteriores parámetros los sistemas de maíz-ajonjolí y maíz-girasol fueron los de valores más bajos a pesar no existir diferencias significativas.

Tabla 6. Longitud de la mazorca en los sistemas en estudio.2013

Sistemas de cultivos	Longitud de mazorca
Maíz	16,78 ^a
Maíz-calabaza	17,45 ^a
Maíz-frijol	17,15 ^a
Maíz-ajonjolí	16,70 ^a
Maíz-girasol	16,33 ^a

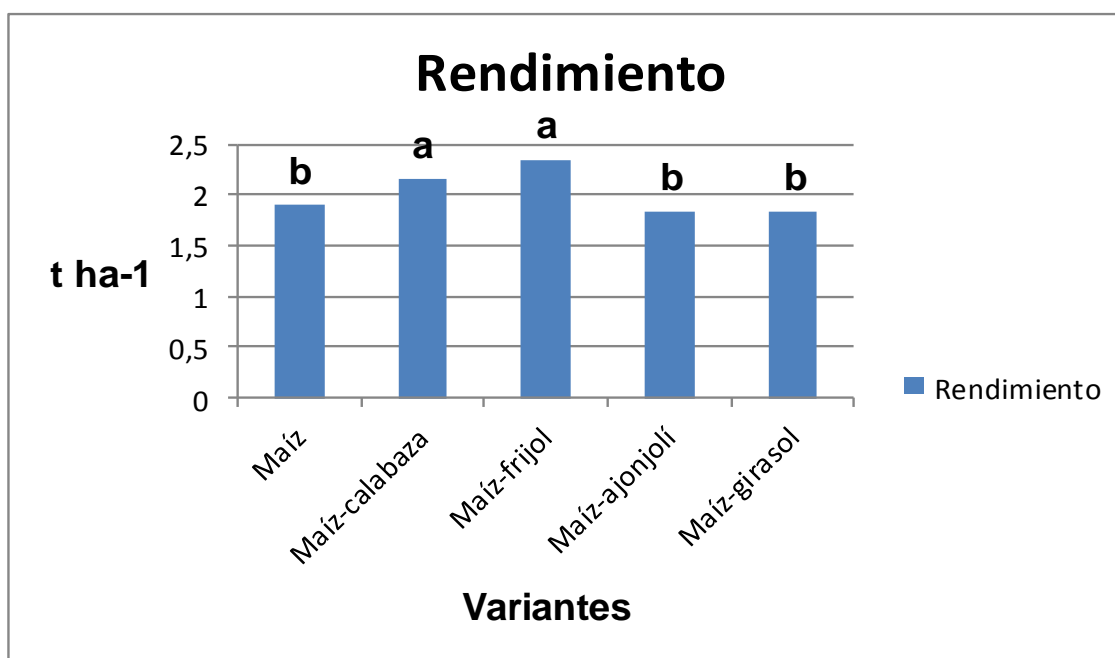
Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$)]. Lerch 1977. Fuente :SPSS-15

Rendimiento de grano por unidad de superficie

El análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en maíz por unidad de superficie, indicó diferencia estadística significativa para los sistemas evaluados. De acuerdo a la prueba de medias de Duncan, el mayor rendimiento de grano se tuvo en los sistemas de policultivos maíz-frijol y maíz-calabaza con 2,35 y 2,16 t ha⁻¹ respectivamente y sin diferencias significativas entre ellos; seguido por maíz en monocultivo con 1,90 t ha⁻¹ y maíz-ajonjolí y maíz-girasol con 1,84 t ha⁻¹ sin diferencias entre ellos. Figura 3.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los de Zamaro,(2010) , ya que él obtuvo un rendimiento mucho mayor, lo que debió estar dado por ser en otras condiciones geográficas y climáticas.

Figura 3. Rendimiento en grano por unidad de superficie. 2013



Letras comunes, no difieren significativamente según prueba de rango múltiple de Duncan ($p < 5\%$). Lerch 1977. Fuente : SPSS-15

Uso equivalente de la tierra (U ET)

En la tabla 9, se muestran los valores del UET en los sistemas en estudio, comprobándose una mayor eficiencia de los policultivos con respecto a los monocultivos. Estos presentaron valores mayores que uno, lo que demostró que el policultivo fue mejor, más eficiente desde el punto de vista de producción por área que el monocultivo. Resultados similares obtuvo Rodríguez *et al.*, (2001) en el INIVIT pero con mayor rendimiento, de igual manera obtuvo resultados

similares Gutiérrez, (2007) . Por su parte Caviglia *et al.*, (2004) plantea que la ventaja esperable de los cultivos múltiples sobre los monocultivos se sustenta en el mayor aprovechamiento de los recursos por parte de los cultivos participantes, incrementando la productividad anual del suelo, además Maddonni y de la Fuente, (2003) fundamentan que la mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos de los cultivos múltiples respecto de los monocultivos se sustenta en una mayor captura de recursos y un uso más eficiente de los mismos.

Tabla 9. U.E.T en los sistemas de policultivos de maíz. Agroecosistema pre montañoso. Año 2013.

Tratamientos	Calabaza (t ha ⁻¹)	Maíz (t ha ⁻¹)	Girasol (t ha ⁻¹)	Ajonjolí (t ha ⁻¹)	Frijol (t ha ⁻¹)	U.E.T
Maíz Monocultivo	-	1,90	-	-	-	1.0
Calabaza Monocultivo	4.37	-	-	-	-	1.0
Ajonjolí Monocultivo	-	-	-	0.80	-	1.0
Frijol Monocultivo	-	-	-	-	0.85	1.0
Girasol Monocultivo	-	-	3.00	-	-	1.0
Policultivo Maíz-calabaza	2.88	1.75	-	-	-	1.43
Policultivo Maíz-ajonjolí	-	1.60	-	0.45	-	1.28
Policultivo Maíz- frijol	-	1.70	-	-	0.55	1.41
Policultivo Maíz- girasol	-	1.55	1.90	-	-	1.33

Fuente. Registro de campo.

Conclusiones

1. Las variantes con mayor número de granos por hileras y por mazorca fue las de maíz-frijol y maíz-calabaza sin diferencias entre ellos.
2. El mayor rendimiento por unidad de superficie fueron los de maíz-frijol y maíz-calabaza.
3. El uso equivalente de la tierra (U.E.T) en los policultivos mostraron valores mayores que 1, demostrando su eficiencia desde el punto de vista productivo sobre el monocultivo.

Recomendaciones

- 1) Realizar un análisis donde se correlacionen las diferentes variables estudiadas en el cultivo del maíz y su rendimiento.
- 2) Realizar estudios que incluyan valoración económicas.

Bibliografía

- Achupallas J. y Gaitán M. Comparación de rendimientos, valor económico y supresión de malezas de maíz dulce, habichuela y pepino bajo sistemas de monocultivo e intercultivo en El Zamorano, Honduras. 25 p. 2009.
- Alemán, F. 1997. Manejo de malezas en el trópico primera división. Multiformes. R. L. Managua Nicaragua.P. 69.
- Altieri, M. A . y C. I .Nicholls Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA : Foot Products press. 2004.
- Altieri, M. A. Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica (Chile) 54(4):371-386.1994.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria editorial, S. A. 247 pp. 2007.
- Altieri, M.A. Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Westview Press, Boulder. 1987.
- Casanova, A *et al.*, Policultivos. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD) .2005.
- Cerdá, Eduardo y Sarandon, Santiago J. 2002. Los desafíos de la gestión municipal para una agricultura sustentable. El caso de Tres Arroyos, Argentina: 465-482.

Cerdas M. C. Lombricultura y Agricultura Sustentable, Edit. Futura, México, Pp. 124-132. 2000.

CIMMyT. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un Manual metodológico de evaluación económica. Edición complementamente revisada. México, D. F., México: CIMMyT. 79 pp. 1988.

Francis, C. A. Multiple Cropping Systems. MacMillan Publishing Co., New York, NY. 383 pp. 1986.

Francis, C.A., Flor, C. A., and Temple, S. R. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. pp. 235-254. In: Multiple Cropping. R. I. Papendick, P. A. Sanchez and G. B. Triplett (eds.). ASA Special Publication No. 27. Madison, WI. 1976.

Gaitan, M. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor, MI, US, Ann Arbor Press.2004.

Gaitán M. Comparación de rendimientos, valor económico y supresión de malezas de maíz dulce, habichuela y pepino bajo sistemas de monocultivo e intercultivo en El Zamorano, Honduras. 25 p. 2009.

Giaccio G. La Agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales. Convenio INTA – Ministerio de Asuntos Agrarios - Pcia. de Buenos Aires.2002.

Gispert. C & Vidal A. Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería. Grupo océano. 590-595p. 2004.Instituto Nacional

- Gliessman, S. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 243 p. 2002.
- González, T.C. Materiales para las carreras pedagógicas. Versión 4. Instituto Superior Pedagógico. CD. Agropecuaria. 2002
- Gutiérrez, M *et al.*, Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza en la frailesca. I seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos sostenibles e indicadores, Chiapas, México.2008
- Hart, R. D. The design and evaluation of a bean, com and manioc polyculture crpping system for the sumid tropics. Ph,D., dissertation. University of Florida, Gainesville, FL. 158 pp. 1974.
- Landis, DA; Wratten, SD; Gurr, GA. Habitat management to conserve natural enemies of arthorpod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45:175-201. 2000.
- Liebman M. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable .Sistemas de policultivos. Capítulo 9; 2005
- Monedero, M. Comportamiento de algunas variables que caracterizan la biomasa de asociaciones de maíz con leguminosas. XII Seminario Científico. Programa y Resúmenes. 14-17 de noviembre. INCA, UNAH, La Habana, Cuba, p.121. 2000.
- Restrepo, Rivera. J. Agricultura orgánica. Edit. Universidad Autónoma de Chiapas, Fundación UNACO; A. C.; Asociación de Dana, A. C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pp. 187-202. 2000.

Rosset P. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. En: Policy Brief. Institute for Food and Development Policy (Food First), Oakland, CA, USA. 15 pp. 1998

Rosset, P.M y Altieri. Agricultura en Cuba. Una experiencia nacional en Conversión Orgánica. Agroecología y Desarrollo (Chile). 1994.

Rosset, R. P. Aprovechamiento de la ecología y el comportamiento de los insectos mediante las técnicas de control cultural en el manejo de plagas. 1988.

Sarandón, Santiago J. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. pp.: 393-414. Ediciones Científicas Americanas. 2002.

Toala, L.A. Producción orgánica del policultivo maíz (*Zea mays* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)-calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.) en la frailesca, Chiapas, México. Tesis en opción de ingeniero agrónomo. Universidad autónoma de Chiapas. México. 2009.

Toalá, M.J.A. Recuperación y reconversión al sistema orgánico del agroecosistema maíz-frijol-calabaza, en la Frailesca, Chiapas. Tesis profesional para obtener el título de Ing. Agrónomo en Producción Vegetal. Universidad Autónoma de Chiapas. 85 p. 2008.

Vandermeer, J. The ecology of intercropping. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 137 p. 1989.

