Evaluación de un sistema de policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca en el uso equivalente de terreno, ingresos y control de malezas en Zamorano, Honduras

Andrés Antonio Pérez Atencio
Kenny Arnoldo Ruiz Guerra

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de un sistema de policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca en el uso equivalente de terreno, ingresos y control de malezas en Zamorano, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Andrés Antonio Pérez Atencio
Kenny Arnoldo Ruiz Guerra

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Evaluación de un sistema de policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca en el uso equivalente de terreno, ingresos y control de malezas en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Kenny Arnoldo Ruiz Guerra
Andrés Antonio Pérez Atencio

Aprobado:

_____ Jeffery Pack, D.P.M. Asesor principal	_____ Abel Gernat, Ph.D. Director Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
_____ Ulises Barahona, Ing. Asesor	_____ Raúl Espinal, Ph.D. Decano Académico
_____ Abelino Pitty, Ph.D. Coordinador del área de Fitotecnia	_____ Kenneth L. Hoadley, D.B.A. Rector

RESUMEN

Pérez, A.; Ruiz, K. 2010. Evaluación de un sistema de cinco policultivos (maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca) en el uso equivalente de terreno, ingresos, y control de malezas en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 31 p.

Los policultivos son vistos como una solución al gran problema de la expansión de la frontera agrícola, debido a que nos ayuda al incremento de rendimientos por unidad de área y mayor variedad de cultivos. El objetivo de la investigación fue evaluar la producción de cinco cultivos (maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca) en el uso equivalente del terreno, uso equivalente del terreno financiero y control de malezas. La ubicación del estudio fue el área de producción hortícola de Zamorano, localizada en el Valle Yeguare, Departamento de Francisco Morazán a 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras. Se utilizaron 960 plantas/UE de rábano, 160 plantas/UE de maíz y lechuga, 320 plantas/UE de habichuela y 20 plantas/UE de yuca para los policultivos, en el caso de los monocultivos se mantuvo constante la densidad de maíz y habichuela solo vario para el caso de la lechuga, el rábano y la yuca, que se utilizaron 640 plantas/UE, 1920 plantas/UE y 60 plantas/UE respectivamente. Los UET sub totales si mostraron diferencia, fueron superior los policultivos de YMHLR con 75% de fertilización y el tratamiento de YMHLR (n). Los UETf parciales no presentaron diferencia significativas sin embargo los UETf subtotales demostraron que fueron más rentables los tratamientos de YMLR, YMHLR, YMHLR natural y YMHLR con 75% de fertilización. La supresión de malezas no presentó ninguna diferencia estadística significativa.

Palabras clave: Intercultivos, Policultivos, Uso Eficiente de Mano de Obra (UEMO), Uso Equivalente del Terreno (UET), Uso Equivalente del Terreno Financiero (UETF).

CONTENIDO

Página

Portadilla..... i
Página de firmas ii
Resumen iii
Contenido iv
Índice de cuadros, figuras y anexos..... v

1. INTRODUCCIÓN..... 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS 6

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 12

4. CONCLUSIONES 25

5. RECOMENDACIONES 26

6. BIBLIOGRAFÍA 28

7. ANEXOS 30

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro Página

1. Descripción de tratamientos de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras..... 7
2. Densidades de siembra para monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras..... 8
3. Nutrientes requeridos (kg/ha) maíz dulce, yuca, rábano, lechuga y habichuela en sistemas de monocultivo y policultivo en Zamorano, Honduras 9
4. Comparación de los rendimientos de maíz dulce en monocultivo y policultivo en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras..... 14
5. Comparación de los rendimientos de habichuela en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras..... 15
6. Comparación de los rendimientos de lechuga en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras..... 16
7. Comparación de los rendimientos de rábano en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras..... 17
8. Uso equivalente del terreno en los policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga y rábano en Zamorano, Honduras 18
9. Comparación de UET parciales y totales a cuatro dosis de fertilizantes en el tratamiento de YMHLR en Zamorano, Honduras..... 19
10. Comparación de los cultivos naturales y cultivos con aplicaciones de pesticidas en Zamorano, Honduras. 20
11. Datos de sobre rendimiento y sub rendimiento de cada cultivo dentro de los policultivos en Zamorano, Honduras 21
12. Comparación de los ingresos (L.) de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras..... 22
13. Evaluación de uso equivalente del terreno financiero (UETf) en monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras 23
14. Efecto de los monocultivos y los policultivos en la supresión de malezas divididas en coyolillo (C), gramíneas (G) y hoja ancha (HA) en Zamorano, Honduras 24
15. Efecto de los monocultivos y los policultivos en la supresión de malezas, con la fórmula de uso eficiente de mano de obra (UEMO) en Zamorano, Honduras..... 25

Figura Página

1. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizantes sobre el uso equivalente del terreno (UET) en Zamorano, Honduras..... 19

Anexo Página

1. Distribución espacial de los cultivos en la cama..... 30
2. Análisis de suelo..... 30
3. Tiempos de desmalezado por unidad experimental..... 31

1. INTRODUCCIÓN

La expansión de la frontera agrícola, los cambios climáticos y el crecimiento de la población a nivel mundial, son unos de los factores que han puesto a los agricultores a pensar en maneras más eficientes de producción y a producir más comida por unidad de área. Entre muchas alternativas para producir de una manera más eficiente, es el uso de policultivos o cultivos intercalados, que es comúnmente usado por los pequeños agricultores en las regiones de Latinoamérica. Gran parte de la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales latinoamericanas proviene de un sistema de policultivos: más del 40% de la yuca, 60% del maíz y 80% de los frijoles de aquellas regiones se cultivan combinados entre sí o con otros cultivos (Francis *et al*. 1976, Leihner, 1983).

Los intercultivos se proponen como solución integral que puede reducir los problemas de alimentación mundial. Los intercultivos o cultivos intercalados son la práctica en donde dos o más cultivos crecen simultáneamente (Iragavarapu y Randall, 1996). El objetivo de este tipo de producción es la colocación de especies con diferentes requerimientos (luz, nutrientes, agua, espacio) para que todas las plantas aprovechen de mejor manera los recursos y llenen los nichos disponibles. Además, el uso de policultivos tiene varios beneficios:

1. Se utilizan intercultivos con el objetivo de una disminución en plagas. Las plagas pueden ser muy selectivas inclusive por especie, al tener diferentes cultivos en un área ayuda a la distracción de la plaga, evitando que esta se concentre en una sola especie que sea susceptible (Root, 1973).
2. Se disminuye el gasto en el control de malezas: Esto sucede porque el porcentaje de suelo cubierto con cultivos de interés es más alto que un monocultivo y la maleza no tiene la suficiente radiación para su germinación y desarrollo (Akobundu, 1980).
3. Se espera un mejor aprovechamiento de nutrientes por la diversidad de raíces que se tiene al mezclar cultivos con diferente desarrollo radicular. Además, aprovechan nutrientes que se encuentra a mayores profundidades(O'Brien *et al*., 1967, Whittington y O'Brien, 1968).

El sembrar en policultivos puede tener una gran cantidad de ventajas, incluso que pueden ayudar a tener mejor control de malezas, mayor uso eficiente de la tierra (UET), mejores ingresos por área sembrada (UETf), mejor aprovechamiento de nutrientes, menos uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades, mayor atracción de insectos benéficos, y aprovechamiento más eficiente de los recursos luz y agua. A medida que los investigadores dirigen sus investigaciones hacia los mecanismos de uso de recursos en policultivos y monocultivos, se hace más evidente que las ventajas de producción de los policultivos están a menudo asociadas con el uso de una mayor proporción de luz, agua y nutrientes disponibles (captación mayor de recursos) o con el uso más eficaz de una

determinada unidad de recursos (mayor eficacia de conversión de recursos) (Willey, 1990).

El sistema de intercultivos también es una forma de incrementar la producción por unidad de área y de tiempo (Calviño *et al*., 2005; Caviglia, 2007). Una forma de evaluar el efecto del intercultivos sobre los rendimientos de los cultivos es a través del cálculo del uso eficiente de la tierra (UET). Este índice es igual a la suma de las fracciones de rendimiento de los cultivos integrantes del intercultivos relativo al rendimiento de los cultivos individuales, y expresa la fracción de tierra necesaria para que con los cultivos individuales se obtengan los volúmenes del intercultivo (Monzón, 2005; Caviglia, 2007).

Los policultivos también presentan alta estabilidad en los cambios climáticos para ayudar en la producción, ya que estos simulan la producción de biomasa de los bosques, en que tienen varias plantas de diferentes tipos, son más estables que cualquier monocultivo, y tienen mayor reciclamiento de los nutrientes y mejor transformación de los ciclos biológicos tales como el ciclo del agua y el ciclo del nitrógeno.

La producción de policultivos se puede adaptar a diferentes climas, desde zonas templados hasta climas tropicales. Algunos ejemplos de estos son los pastos forrajeros y leguminosas que se siembran asociados a cultivos de maíz, soya, cebada, avena o trigo (Stewart *et al*. 1980); la soya que se entre siembra con un cultivo de trigo en crecimiento (Reinbott *et al*., 1987); las arvejas de campo sembradas en combinaciones con granos pequeños para la producción de forraje o semillas (Johnston *et al*., 1978); la soya cultivada en hileras con maíz o girasoles (Radke y Hagstrom 1976, Francis *et al*., 1986); pastos y leguminosas sembradas como vegetación de cobertura en huertos de nueces y frutas (Altieri y Schmidt 1985, Bugg y Dutcher 1989, Bugg *et al*., 1990); también se puede mencionar cultivos hortícolas para los policultivos, entre estos podemos mencionar maíz y yuca Zoufa *et al*., (1992) y por último combinaciones de pastos/leguminosas para la producción de forraje (Heath *et al*., 1985).

El control de malezas es uno de los problemas más críticos en las producciones comerciales, siendo también muy costoso por su alta inversión de mano de obra o de pesticidas. Los policultivos ayudan a los productores con eso, ya que ofrecen un mejor control o supresión sobre las malezas. Akobundu (1980) informó que en cuanto al rendimiento de cultivos y al de la supresión de malezas, cultivos tales como el melón egusi y camote podrían reemplazar tres desmalezados manuales cuando se cultivaban con siembras de ñame y maíz, solamente; y en combinaciones de policultivos con ñame, maíz y yuca. Los cultivos de protección no sólo sirvieron como un medio para ahorrar mano de obra en el control de malezas, sino que también ayudaron a controlar la erosión debido a su mayor cobertura de suelo. Zuofa *et al*., (1992) descubrieron que un cultivo intercalado de maní, caupí o melón con un cultivo principal de yuca/maíz, daba como resultado un control superior de malezas, aumentaba los rendimientos totales y elevaba los coeficientes equivalentes de la tierra.

Fisiología de los Cultivos

Maíz: Es una planta de producción anual, perteneciente a las familias de las Gramíneas, cuyo nombre científico es *Zea mays*. Su ciclo vegetativo varía entre 90 y 120 días. Es una planta de características muy robustas y de muy rápido desarrollo. Posee un tallo simple erecto que puede alcanzar hasta los 4 m de altura, no posee ramificaciones, tiene un aspecto muy parecido a la caña ya que no presenta entrenudos, pero sí una médula esponjosa solo visible al hacer un corte en el tallo. La planta de maíz es monoica ya que presenta la inflorescencia masculina y femenina separada en la misma planta. La inflorescencia masculina es la panícula conocida también como espiga, que es de coloración amarilla y dentro de ella se encuentra una gran cantidad de granos de polen, la inflorescencia femenina contiene una cantidad menor de granos de polen en unas estructura llamadas espádices que están ubicados en los laterales de la planta. Se asoció bien con los tratamientos debido a que es una planta de altura superior a la del resto de los cultivos, lo cual favoreció al aprovechamiento de la luz primaria, teniendo un sistema radicular profundo aprovechó de mejor manera los nutrientes que se encontraban a mayor profundidad en el perfil del suelo.

Habichuela: El cultivo de la habichuela es un cultivo anual, pertenece a las familia de las leguminosas, el nombre científico es *Phaseolus vulgaris*. Es de crecimiento rápido y posee un sistema radicular muy desarrollado, está compuesta de una raíz principal y de muchas raíces secundarias ubicadas en la parte superior, los tallos son débiles y delgados y son de altura muy variable. Esta planta presenta hojas alternas compuestas de tres foliolos, siendo éstos dos laterales y uno terminal, el color de los hojas varía entre verde normal y verde amarillento, las inflorescencias pueden estar en racimos terminales o axiales con los pedúnculos erguidos y algo vellosos; cada pedúnculo lleva numerosas flores subtendidas por un par de hojas pequeñas. El fruto es una vaina lineal más o menos comprimida aunque a veces es de sección circular, polispermo, dehiscente, de color verde después de la fecundación y amarillenta al momento de la maduración. El ciclo del cultivo dura entre 70 a 90 días, haciendo varias cosechas de acuerdo a la maduración. Este cultivo se asoció de buena manera debido a que estuvo en un estrato inferior y aprovecho la luz secundaria que filtraban las hojas del maíz, contando con una raíz de mayor profundidad que el rábano y la lechuga, aprovechó los nutrientes que se encontraban en el estrato medio del perfil del suelo en función de la profundidad que alcanzó la raíz del maíz

Lechuga: Es una planta anual perteneciente a la familia de las Compositae cuyo nombre botánico es *Latuca sativa* L. El cultivo mantiene un período vegetativo que va desde 60 a 100 días. Posee una raíz pivotante, corta y con ramificaciones no mayor a los 25 cm. La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20ºC. En la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18ºC por día y 5-8ºC por la noche, pues exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche.

Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. La raíz de la lechuga es muy reducida en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

Los suelos para la producción de la lechuga deben ser ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4. En los suelos humíferos, la lechuga presenta mejor desarrollo vegetativo, pero si son excesivamente ácidos es necesario encalar. Planta de porte inferior al del maíz y la habichuela aprovechó la radiación que los dos cultivos anteriores permitían ingresar, teniendo un sistema radicular menor al del maíz y habichuela aprovechó los nutrientes que se encontraban en el estrato que estuvieron las raíces.

Rábano: Esta planta pertenece a la familia de las Cruciferae y cuyo nombre científico es *Raphanus sativus* L. La raíz es gruesa, carnosa, muy variable en cuanto a la forma y al tamaño, de piel roja, rosada, blanca, pardo-oscura o manchada de diversos colores. El tallo es breve antes de la floración, con una roseta de hojas. Posteriormente, cuando florece la planta, se alarga alcanzando una altura de 0.50 a 1 m, de color glauco y algo pubescente. Prefiere los climas templados, teniendo en cuenta que hay que proteger al cultivo durante las épocas de elevadas temperaturas. El ciclo del cultivo depende de las condiciones climáticas y se puede encontrar desde 20 días a más de 70 días; en Zamorano demora entre 21-28 días. Siendo de porte muy bajo el cultivo tuvo un buen asocio en el policultivo debido a que no requiere de mucha luz para su desarrollo y aprovechó la radiación que dejo infiltrar el cultivo de maíz, habichuela y lechuga, los nutrientes que esta planta aprovechó fueron los de la primera porción del perfil del suelo debido a que sus raíces tienen una profundidad inferior a la de los cultivos antes mencionados.

Yuca: Pertenece a la familia de las Euforbiáceas y cuyo nombre científico es *Manihot esculenta.* El ciclo vegetativo va desde 8 a 10 meses o puede durar hasta un año, ésta se puede sembrar y cosechar durante todo el año. La yuca también conocida como un arbusto perenne, alcanza los dos metros de altura. Se adaptada a condiciones de la zona intertropical, por lo que no resiste las bajas temperaturas. Requiere altos niveles de humedad aunque no anegamiento y prefiere pleno sol para crecer. El crecimiento es lento en los primeros meses, por lo que el control de malezas es esencial para un correcto desarrollo. La raíz de la yuca es cilíndrica y oblonga, alcanzando hasta un metro de largo y los 10 cm de diámetro. A pesar de que este cultivo no fue cosechado se observó un buen asocio en el policultivo debido a que los esquejes que se plantaron no tenían mayor demanda de radiación debido a que no tenían gran cantidad de follaje, y en cuanto a nutrientes no tenía mayor demanda, debido a que los esquejes se encontraban en un joven estado fisiológico, con esto podemos decir que la demanda de nutrientes que tenía los pudo aprovechar en el estrato que estaba.

Las producciones mundiales son cada día más mono cultivadas y en grandes extensiones, para los pequeños productores es difícil realizar el monocultivo de este tipo. El desarrollo de policultivos como una técnica, para hacer un mayor uso del terreno produciendo más cultivos por periodos de producción, ha despertado mucho interés para los pequeños productores. Sin embargo, falta mucha información técnica de cómo realizar las siembras (densidades, fechas de siembra, mezclas apropiadas), como fertilizar policultivos y como aprovechar (cuantificar) los beneficios otorgados por los mismos (supresión de malezas, plagas y enfermedades). Se han realizado investigaciones con diferentes cultivos obteniendo buenos rendimientos en cuanto a producción, disminución de plagas, malezas.

En Zamorano se han desarrollado investigaciones con maíz, habichuela, pepino con diferentes densidades de siembra y diferentes dosis de fertilizantes Amalio y Espinosa (2010), Herrera y Guerrero (2010) y Achupallas y Gaitán (2009) los cuales dieron buenos resultados. Sin embargo, esos estudios solo evaluaron tres cultivos simultáneos, al igual que la mayoría de estudios de este tipo. Se cree que se puede aprovechar aún mejor el terreno, cultivando más especies para aprovechar de mejor manera los nichos disponibles.

Este estudio evaluó la producción de cinco cultivos hortícolas: maíz (*Zea mays*), habichuela (*Phaseolus vulgaris*), lechuga (*Latuca sativa* L.), rábano (*Raphanus sativus* L) y yuca (*Manihot esculenta*), en siembra de monocultivo y policultivo, se compararon los rendimientos, se evaluó el uso equivalente del terreno (UET), uso equivalente del terreno financiero (UETf) y la supresión de las malezas de los diferentes tratamientos.

2. MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó de Junio a Septiembre de 2010 en la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), localizada en el Valle Yeguare, Departamento de Francisco Morazán, a 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras. El sitio está a 800 msnm y cuenta con una precipitación promedio anual de 1100 mm, distribuidos de mayo a octubre y una temperatura promedio de 24 °C. Los suelos son franco arcillosos, con un pH 5.98, bajo contenido de materia orgánica (1.43%) y altos contenidos de fósforo (P) y potasio (K).

PREPARACIÓN DE TERRENO

Se subsoló a una profundidad de 80 cm, seguido de una rastra para romper los agregados. Luego se levantaron camas con una acamadora con 1.5 m entre camas y 0.9 m de ancho de cada cama. Se instaló el sistema de riego con dos cintas de goteo por cama con un caudal de 0.6 l/hr y 8 psi.

DISEÑO ESPERIMENTAL

Los tratamientos fueron arreglados en un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió de cuatro camas de 6 m de largo y con 1 m de separación entre tratamientos (Cuadro 1).

Los tratamientos consisten de cinco monocultivos (yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano) para comparación con los policultivos. También de monocultivo se adicionó un tratamiento con maíz sin pesticida, para evaluar el efecto de los mismos sobre la riqueza biótica del sistema.

Para el caso de los policultivos de MH y YMHLR se realizaron dos tratamientos, los tratamientos adicionados (MH (n) y YMHLR (n)) fueron los tratamientos naturales para la comparación antes mencionada de la riqueza biótica, el policultivo de MH fue elegido debido a que es una de las combinaciones más utilizadas por los pequeños productores en toda la región Centro Americana. Para el caso del policultivo YMHLR también se realizaron tres tratamientos más, los cuales sirvieron para la comparación de diferentes dosis de fertilizantes (50%, 75% y 125%) debido a que el tratamiento YMHLR fue tratado con la dosis normal (100%). Además de los tratamientos antes mencionados también se hicieron los tratamientos de YLR, YMLR y YHLR para observar el comportamiento en el uso del terreno con mayor cantidad de cultivos.

Cuadro 1.Descripción de tratamientos de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras.

#	Tratamiento	Descripción
1	Yuca (Y)	Monocultivo de yuca
2	Maíz (M)	Monocultivo de maíz
3	Habichuela (H)	Monocultivo de habichuela
4	Lechuga (L)	Monocultivo de lechuga
5	Rábano (R)	Monocultivo de rábano
6	M (n)	Monocultivo de maíz; sin pesticidas
7	MH	Policultivo de maíz y habichuela
8	MH (n)	Policultivo de maíz y habichuela; sin pesticidas
9	YLR	Policultivo de yuca, lechuga y rábano
10	YMLR	Policultivo de yuca, maíz, lechuga y rábano
11	YHLR	Policultivo de yuca, habichuela, lechuga y rábano
12	YMHLR	Policultivo de yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano
13	YMHLR (n)	Policultivo de yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano; sin pesticidas
14	YMHLR 50%	Policultivo de yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano; con 50% de fertilización
15	YMHLR 75%	Policultivo de yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano; con 75% de fertilización
16	YMHLR 125%	Policultivo de yuca, maíz, habichuela, lechuga y rábano; con 125% de fertilización

SIEMBRA/TRASPLANTE

Preparación de plántulas

La siembra/trasplante se realizó de forma simultánea. Para el maíz dulce (var. "Sweet Valley") y lechuga (var. "Maximus") se utilizó plántulas. Se utilizó sustrato (marca Kekkila) en bandejas con 96 agujeros para la lechuga y 216 agujeros las bandejas de maíz dulce. El rábano (var. "Crimson Giant") y habichuela (var. "Opus") se sembraron directamente en la cama con una semilla por postura; la yuca (var. "Valencia") se sembró utilizando esquejes, recién cortados.

Arreglos de plantas y densidad

Como testigos se sembraron/trasplantaron parcelas de monocultivos, para el caso de la siembra directa se utilizó una semilla por postura. La lechuga y el maíz dulce se trasplantaron a las 3 y 2 semanas respectivamente. Los esquejes de yuca fueron plantados inmediatamente después de ser cortados.

El maíz se trasplantó con dos hileras por cama a 30 cm entre plantas y 40 cm entre hileras para todos los tratamientos. Las habichuelas se sembraron con dos hileras por cama a 15 cm entre plantas y a 30 cm entre hileras para todos los tratamientos. El rábano del monocultivo se sembró a cuatro hileras por cama a 5 cm entre plantas y a 20 cm entre hileras, para los policultivos se sembró el rábano a dos hileras por cama a 5 cm entre plantas y a 60 cm entre hileras. La lechuga en monocultivo se trasplantó a cuatro hileras por cama separadas a 20 cm y entre planta a 30 cm; para el policultivo se trasplantó a dos hileras por cama separadas a 40 cm y a 30 cm entre plantas. La yuca en el monocultivo se plantó a una hilera, separadas entre plantas a 40 cm; para los policultivos también se tuvo

una hilera, con separación entre plantas de 120 cm (Anexo 1). Las densidades de plantas se señalan en el Cuadro 2.

En el cultivo de habichuela, se realizó la siembra y a los quince días se realizó una resiembra debido a la alta precipitación que provocó anegamiento en el terreno y asfixió la primera siembra resultando en altas mortalidades. Para los cultivos de maíz y lechuga también se realizaron dos trasplantes debido a que se tuvo poca germinación de la semilla. El segundo trasplante para ambos cultivos también se realizó a los quince días después del primer trasplante.

Densidades de siembra (Cuadro 2).
Cuadro 2. Densidades de siembra para monocultivos y policultivos en Zamorano, honduras.

Tratamientos	Densidades de siembra	% de densidades monocultivos				
	Plantas/ha	M	H	L	Y	R
Maíz	44,400	100	--	--	--	--
Habichuela	88,000	--	100	--	--	--
Lechuga	88,000	--	--	100	--	--
Yuca	16,500	--	--	--	100	--
Rábano	528,000	--	--	--	--	100
MH	176,000	100	100	--	--	--
YLR	313,445	--	--	50	33	50
YHLR	445,445	--	100	50	33	50
YMLR	401,845	100	--	50	33	50
YMHLR	489,845	100	100	50	33	50

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.

FERTILIZACIÓN

Se realizó un análisis de suelo (Anexo 2), y a pesar de indicar una suficiencia de fósforo y potasio se decidió aplicar una dosis normal de nutrientes porque las siembras anteriores en el sitio habían respondido a las aplicaciones y no se quiso introducir otro factor de incertidumbre en el ensayo.

La dosis de fertilizante a aplicar se basó en la densidad de siembra de cada cultivo relativo al monocultivo. Por ejemplo, YMHLR recibió una dosis completa de N, P, K, correspondiente a los cultivos de maíz y habichuela, una media aplicación de fertilizante correspondiendo a los cultivos de lechuga y rábano, y un tercio la dosis correspondiente al cultivo de yuca (Cuadro 3). Para los tratamientos de policultivos con dosis variable de fertilizantes, se agregó o restó el porcentaje debido (Anexo 3), con base en la suma de los aportes individuales de cada cultivo.

Los nutrientes se aplicaron a base de dos fuentes. Abono orgánico, con análisis de 1.12% N, 0.93% P_2O_5 y 0.61% K_2O, fue aplicado a razón de 30 m^3/ha por densidad equivalente

de cultivo. Se calcularon cantidades de fertilizantes estimando una disponibilidad de 75% a lo largo del cultivo y una densidad de 300 kg/m^3. El abono fue aplicado uniformemente en las camas tres días antes de la siembra/trasplante. Por ejemplo, el tratamiento de YMHLR recibió 100 m3/ha equivalente de abono como función de su densidad total de 3.33 (100% de maíz, 100% de habichuela, 50% de lechuga, 50% de rábano y 33% de yuca) el balance de los nutrientes fue aplicado por fertilizantes sintéticos de urea, MAP (12-61-0) y nitrato de potasio (13-0-46) (Anexo 3).

La distribución de nutrientes sintéticos se realizó basado en la duración del ciclo de cada cultivo en la mezcla, y su demanda relativa de nutrientes, divididas quincenalmente, empezando dos semanas después de la siembra/trasplante. Aplicaciones de fertilizantes sintéticos se realizaron de forma granular en la base de las plantas en cada tratamiento.

Cuadro 3. Nutrientes requeridos (kg/ha) maíz dulce, yuca, rábano, lechuga y habichuela en sistemas de monocultivo y policultivo en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	N	P_2O_5	K_2O
Maíz (M)	224	112	112
Yuca (Y)	30	40	200
Rábano (R)	100	90	90
Lechuga (L)	224	112	112
Habichuela (H)	112	90	90
MH	336	202	202
YLR	354	242	402
YMLR	578	354	514
YHLR	466	332	492
YMHLR	690	444	604

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.

MEDICIÓN DE POBLACIÓN DE MALEZAS Y TIEMPOS DE DESMALEZADO

Para la medición de las poblaciones de malezas se realizaron tres conteos, el primero se hizo a los siete días después de la siembra/trasplante de los cultivos y los otros dos a los 21 y 45 días después de la siembra (DDS) respectivamente. Se utilizaron cuadrantes de 50 cm × 50 cm lanzados al azar en la cama en cada tratamiento. Las malezas identificadas en cada conteo se agruparon en tres clasificaciones generales de coyolillo, gramíneas y plantas de hoja ancha. Se desmalezó cada tratamiento a los 7, 21 y 45 DDS después del previo conteo, de forma manual. Los tiempos de desmalezado se tomaron para cada unidad experimental sobre las camas. El control de malezas en los canales se realizó de forma química.

COSECHAS

La cosecha de los cultivos se realizó de acuerdo a la madurez de cada uno. Se realizaron dos cosechas de rábano (21-35 DDS), cuatro de lechuga (28-55 DDT), dos de habichuela (45-70 DDS) y dos cosechas de maíz (65-75 DDT). La yuca no se cosechó debido a que existe una sucesión de cultivos de los cuales se tomarán los datos el siguiente año. Las

cosechas se pesaron y se clasificaron los rendimientos comerciales, los cuales fueron utilizados para la venta. Los rendimientos totales fueron todos los productos obtenidos sin ninguna clasificación. Por ejemplo, en el maíz se descartó toda la mazorca que fue atacada por el gusano cogollero y las que tenían un tamaño menor a 15 cm de longitud. Las habichuelas fueron clasificadas comerciales todas aquellas que no presentaban daños mecánicos, por insectos, hongos, y/o solares, y con un tamaño mayor a 10 cm. La lechuga solo se clasificó comercial, toda aquella que no presentó daños por organismos vivos y que fue de un tamaño de mercado. El rábano se clasificó comercial, todo aquel que no presentaba rajaduras.

USO EQUIVALENTE DEL TERRENO (UET)

El UET es la cantidad de terreno que se necesita para producir dos o más cultivos juntos en comparación con sus monocultivos. Para el cálculo de UET se dividió el rendimiento de los intercultivos entre los rendimientos de sus monocultivos y luego se sumaron los rendimientos parciales (Willey y Osiru, 1980) (Fórmula 1). Ya que no se cosechó yuca, este UET se considera como un UET subtotal. Se utilizaron los rendimientos comerciales para este cálculo.

$$UET = \Sigma \frac{pi}{mi} + \frac{pj}{mj}$$

Fórmula 1.

Dónde:
pi= rendimiento del policultivo i
mi= rendimiento del monocultivo i
pj= rendimiento del policultivo j
mj= rendimiento del monocultivo j

USO EQUIVALENTE DEL TERRENO FINANCIERO (UETf)

En el cálculo de UTEf se tomó la suma de los ingresos brutos de cada intercultivo y se dividió entre los ingresos brutos del monocultivo más valioso (Vandermeer 1989) (Fórmula 2).

UETf=IBI/IBCV

Fórmula 2.

Dónde:
IBI= ingreso bruto de los intercultivos
IBCV= ingreso bruto del monocultivo más valioso

Los precios utilizados fueron 3.75 L./libra para rábano, 6.25 L./libra para lechuga y habichuela, y 10.20 L./libra para maíz. La tasa de cambio fue $ 1 = L.18.895

EFICIENCIA DE TIEMPO DE DESMALEZADO

Para determinar la eficiencia en el uso de la mano de obra como efecto de rendimiento se tomaron tiempos de desmalezados para que fueran relacionados con la cantidad de malezas que se tenían en cada bloque. Para la toma de estos datos se realizó primero el conteo de malezas en cada bloque y después se desmalezó a mano, tomando el tiempo en cada bloque en todo el experimento.

Con los tiempos tabulados se desarrolló una fórmula que se nombró como uso eficiente de mano de obra (UEMO). Dicha fórmula hacía la comparación entre los tiempos de desmalezado en los monos y policultivos, tomando en cuenta el rendimiento de cada uno de los tratamientos.

$$UEMO = \Sigma (UETp \times UEt)$$

Fórmula 3.

Dónde:

$$UEt = \frac{tdm}{tdp}$$

Fórmula 4.

Y:

UETp= Uso equivalente del terreno parcial (Fórmula 1).
UEt= Uso eficiente del tiempo.
tdm= Tiempo en desmalezar monocultivo.
tdp= Tiempo en desmalezar policultivo.

Valores de UEMO > 1 indican la superioridad que se tuvo sobre cualquiera de los monocultivos dentro del policultivo evaluado, por ejemplo un UEMO de 1.3 indica que se fue 30% superior sobre el monocultivo que se evalúe. Mientras que valores de UEMO <1 indican la inferioridad que el policultivo tuvo sobre cualquiera de los monocultivos evaluados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS 2003), con el método de Tukey con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$) para la separación de medias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, se tuvo un ensayo bajo condiciones pésimas de lluvias, impidiendo un buen manejo del suelo. Las camas no se pudieron trabajar de una manera adecuada, la distribución de la materia orgánica se realizó con muchas dificultades debido a que era casi imposible caminar dentro del experimento. Dichas condiciones propiciaron un mejor desarrollo de malezas, debido a que las malezas tuvieron mejor desarrollo en condiciones adversas en comparación a cualquier cultivo comercial.

A pesar de estas condiciones climáticas, se observó mejor adaptación en los policultivos en comparación con los monocultivos, los policultivos tuvieron mejores rendimientos y presentaron mejor control sobre las malezas que cualquier monocultivo comparado. Aunque comparando los mismos cultivos en policultivo y monocultivo el último mencionado tuvo mayores rendimientos por cada cultivo individualmente, pero en la sumatoria de los rendimientos, los policultivos fueron superiores.

COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS

Maíz dulce

Los rendimientos de maíz no presentaron diferencia estadística significativa entre sí en los tratamientos (Cuadro 4). Vale mencionar que todos los policultivos tuvieron rendimientos de maíz más altos que los monocultivos, hasta el grado que el tratamiento de YMHLR (n) tuvo casi el doble de producción (12030 kg), que el monocultivo de maíz(6570 kg) aun estando en un ambiente mucho más compactado por los otros cultivos, lo que va al contrario de lo que se anticiparía en este caso. No se sabe la causa de ese suceso. A pesar que cada uno de los tratamientos estuvo a corta distancia, se podía observar que la cantidad de insectos que estuvieron afectando el cultivo eran mayores en el monocultivo que en el policultivo.

El policultivo de YMHLR (n) fue numéricamente superior (12030 kg/ha) que el policultivo YMHLR (8230 kg/ha) una diferencia de 46%, y merece ser evaluado más afondo. De igual manera se observó en el policultivo MH (n) (9880 kg/ha) comparado con el policultivo MH (8270 kg/ha), una diferencia del 19% a favor del policultivo natural. Como contraste en el monocultivo de maíz se observó una diferencia a favor de la producción convencional (6570 kg/ha) en comparación con el tratamiento sin pesticida (6310 kg/ha), dando como resultado una diferencia del 4%.

Evaluando las dosis de fertilizantes, aunque no hubo diferencia significativamente diferente por la varianza causada por la cuarta repetición, se observaron tendencias interesantes en rendimientos con las dosis utilizadas. Cuando se utilizó un 25% más de fertilizante en el caso del tratamiento de YMHLR 125% (9120 kg/ha) y también cuando se utilizó 50% menos de la dosis recomendada, en el tratamiento YMHLR 50% (7480 kg/ha), beneficiando a los tratamientos YMHLR 75% (10890 kg/ha) y YMHLR (n). En este comportamiento se observa que a medida se aumenta la dosis hasta 75% los rendimientos aumentan, pero en ese punto cuando se aumenta la dosis los rendimientos disminuyen (Figura 1). La razón por falta de diferencia estadística en los diferentes análisis, no solo con maíz sino casi con todos los cultivos, se debe principalmente a una alta variabilidad de rendimientos. Eso fue porque algunas parcelas se anegaron con las lluvias y se perdieron por completo.

En el rendimiento por planta, no se presentó ninguna diferencia estadística significativa, pero de igual manera se observa una tendencia numérica en que todos los policultivos tuvieron rendimientos por planta mayores que los monocultivos, y que eso fue sin excepción. Además, como descrito anteriormente, lo interesante de este dato (0.27 kg/planta para YMHLR (n) y 0.15 kg/planta para el monocultivo) es que el maíz en los policultivos estaba en un ambiente más compactado que en los monocultivos por la presencia de todos los otros cultivos. Ese resultado va en contra de lo anticipado ya que al aumentar las densidades de las plantas, generalmente se reducen rendimientos por planta. Los resultados observados acá probablemente se explican por la alta mortalidad sufrida en tratamientos con monocultivos, lo que bajó el rendimiento total de la parcela, y de ahí a cada planta.

Cuadro 4.Comparación de los rendimientos de maíz dulce en monocultivo y policultivo en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	(kg/ha)							kg/planta	
M	6570	ns[1]	ns[2]	--	--	--	--	0.15	ns
M (n)	6310			--	--	--	--	0.14	
MH	8270		--	ns[3]	ns[4]	--	--	0.19	
MH(n)	9880		--			--	--	0.22	
YMLR	11620		--		--	--	--	0.26	
YMHLR	8230		--		--	ns[5]	ns[6]	0.19	
YMHLR (n)	12030		--		--		--	0.27	
YMHLR 50%	7480		--		--	--		0.17	
YMHLR 75%	10890		--		--	--		0.25	
YMHLR 125%	9120		--		--	--		0.21	
Andeva	0.423		0.337	0.449	0.552	0.132	0.54	0.43	
Tukey	9040		1454	1731	13740	11710	8933	0.47	

(n) Natural (sin pesticidas)
%=Dosis de fertilizantes.
M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
[1]Comparacíon de todos los tratamientos
[2]Comparacíon de M vs. M(n)
[3]Comparacíon de los policultivos sin los monocultivos
[4]Comparacíon de los policultivos MH vs. MH(n)
[5]Comparacíon de los policultivos YMHLR vs. YMHLR(n)
[6]Comparacíon de los policultivos YMHLR con diferentes dosis de fertilizantes
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

Habichuela

Las semillas de habichuela tuvieron problemas de germinación debido al exceso de lluvia que provocó cero germinación en algunos tratamientos a pesar de la resiembra. Por esa alta variabilidad, no se presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero se notó que las semillas que fueron puestas en los policultivos fueron más beneficiadas presentando una mejor uniformidad en la germinación ya que se le atribuye a los policultivos la capacidad de amortiguación de las inundaciones, pero la uniformidad no se vio afectada en el monocultivo debido a que en las partes en las que germino de mejor maneras tuvo mejores rendimientos aunque no fue de germinación uniforme (Cuadro 5).

Evaluando los rendimientos como función de aplicación de pesticidas, se observó que los resultados fueron numéricamente opuestos a los del maíz, en que el monocultivo de habichuela con pesticidas fue peor que el sin pesticidas y el policultivo de YMHLR sin pesticidas fue peor que el con los mismos.

En la comparación de dosis de fertilizantes en rendimientos de habichuela, el policultivo de dosis de 75% rindió el casi el doble de cualquier otra dosis.

Cuadro 5.Comparación de los rendimientos de habichuela en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	(kg/ha)					kg/planta	
H	410	ns[1]	--	--	--	--	0.012	ns
MH	150		ns[2]	ns[3]	--	--	0.006	
MH (n)	200				--	--	0.007	
YHLR	180			--	--	--	0.007	
YMHLR	150			--	ns[4]	ns[5]	0.006	
YMHLR (n)	4			--		--	0.004	
YMHLR 50%	140			--	--		0.006	
YMHLR 75%	290			--	--		0.009	
YMHLR 125%	100			--	--		0.005	
Andeva	0.337		0.659	0.689	0.066	0.621	0.420	
Tukey	1100		1002	666	346	982	0.020	

(n) Natural (sin pesticidas).
%=Dosis de fertilizantes.
M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
[1]Comparación de todos los tratamientos.
[2]Comparación de los policultivos sin los monocultivos.
[3]Comparación de los policultivos MH vs. MH(n).
[4]Comparación de los policultivos YMHLR vs. YMHLR(n).
[5]Comparación de los policultivos YMHLR con diferentes dosis de fertilizantes.
(--)=tratamiento no está presente dentro del análisis estadístico.

Lechuga

El mejor rendimiento se tuvo en el monocultivo con un rendimiento de 5790 kg/ha lo cual fue superior a cualquiera de los policultivos (Cuadro 6). Sin embargo, cuando se toma en consideración que el monocultivo se encontraba en un 100% de densidad y los policultivos se encontraban sembrados a un 50%, la densidad se vuelve el factor principal por el cual los rendimientos presentaron dicha diferencia. Eso se refleja también en la producción por planta en que plantas en monocultivo no fueron más pesadas. El mayor rendimiento en la producción por planta se tuvo en el monocultivo con un rendimiento de 0.064 kg/planta, el resto de tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí (Cuadro 6).

Ni la presencia ni ausencia de pesticidas aumentó el rendimiento estadísticamente, ni tampoco diferentes dosis de fertilizantes. Sin embargo, siguiendo el patrón observado con los otros cultivos, plantas en tratamientos naturales tendían a rendir más numéricamente que sus equivalentes con pesticidas (2300 kg/ha vs. 1560 kg/ha, respectivamente, 47% mayor). Dosis entre 75%-100% de lo recomendado rindieron mejores que los extremos de dosificación, al igual que el patrón de los otros cultivos.

Cuadro 6.Comparación de los rendimientos de lechuga en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	kg/ha				kg/planta	
L	5790	a[1]*	--	--	--	0.064 a
YLR	1990	b	ns[2]	--	--	0.045 ab
YMLR	1720	b		--	--	0.041 ab
YHLR	1550	b		--	--	0.036 ab
YMHLR	1560	b		ns[3]	ns[4]	0.036 ab
YMHLR (n)	2300	b			--	0.050 ab
YMHLR 50%	770	b		--		0.050 b
YMHLR 75%	2100	b		--		0.038 ab
YMHLR 125%	960	b		--		0.045 b
Andeva	<0.0001		0.1748	0.206	0.4517	0.025
Tukey	4266		4314.4	2816	3156.4	0.094

(n) Natural (sin pesticidas)
[1]Comparacíon de todos los tratamientos
[2]Comparacíon de los policultivos sin los monocultivos
[3]Comparacíon de los policultivos YMHLR vs. YMHLR(n)
[4]Comparacíon de los policultivos YMHLR con diferentes dosis de fertilizantes
%=Dosis de fertilizantes.
M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
*Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

Rábano

Cabe mencionar que el mayor rendimiento se tuvo en el monocultivo con un rendimiento total de 3060 kg/ha, superior al resto de tratamientos que no difirieron estadísticamente entre sí (Cuadro 7). Rescatando que el monocultivo se sembró a una densidad del 100% y el resto de los policultivos con dicho cultivo estuvieron a un 50% de densidad, como lo reflejado en el análisis de rendimiento por planta, se observó que aun así el monocultivo tuvo mejor peso unitario. Cada rábano pesó más de 6 gramos, pero las altas mortalidades diluyen esos valores. A diferencia de los otros cultivos, los tratamientos con pesticidas tendieron a tener mayores rendimientos que los tratamientos sin pesticidas (1330 kg/planta vs. 350 kg/planta, respectivamente, una reducción de 74%). Las dosis de fertilizantes que más rindieron fueron las de altas aplicaciones YMHLR y YMHLR 125% a diferencia de los otros cultivos(Cuadro 7).

Cuadro 7.Comparación de los rendimientos de rábano en monocultivos y policultivos en kilogramos por hectárea y kilogramos por planta en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Rendimientos Rábano						
	kg/ha					g/planta	
R	3060	a[1]*	--	--	--	6	a*
YLR	840	B	ns[2]	--	--	3	ab
YMLR	630	B		--	--	2	b
YHLR	600	B		--	--	2	b
YMHLR	1330	B		ns[3]	ns[4]	5	ab
YMHLR (n)	350	B			--	3	b
YMHLR 50%	730	B		--		3	b
YMHLR75%	570	B		--		2	ab
YMHLR 125%	1000	B		--		4	ab
Andeva	<0.0001		0.2717	0.1253	0.4517	0.039	
Tukey	2601		2667	2958.8	3156	0.010	

(n) Natural (sin pesticidas)
%=Dosis de fertilizantes.
[1]Comparacíon de todos los tratamientos
[2]Comparacíon de los policultivos sin los monocultivos
[3]Comparacíon de los policultivos YMHLR vs. YMHLR(n)
[4]Comparacíon de los policultivos YMHLR con diferentes dosis de fertilizantes
M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
*Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

Yuca

Este cultivo se encontraba en su desarrollo vegetativo, por lo tanto no fue cosechado, debido a que su tiempo de cosecha está programado para el próximo año con la sucesión de cultivos que se espera obtener.

USO EQUIVALENTE DEL TERRENO (UET)

En general los valores de UET de los tratamientos fueron altos, eso se debe principalmente a los rendimientos de maíz en policultivo que fueron mayores que en los monocultivos, a pesar de la densidad alta en esas parcelas. Los tratamientos de (YML y YHLR) fueron la excepción ya que no tuvieron este cultivo para amortiguar los efectos negativos del clima.

El mayor UET total se obtuvo en los tratamientos de YMHLR con 75% de fertilización (UET=2.81) y en el tratamiento natural de YMHLR (UET=2.37). Estos UET indican que se necesita 1.81 y 1.37 más área de los monocultivos para obtener la producción que se obtuvo en los policultivos. También se pudo observar que en los UET parciales de cada cultivo no se presentó ninguna diferencia estadística significativa (Cuadro 8). En el caso de todos los valores UET se puede observar que los mayores valores se presentaban en los tratamientos en los cuales se encontraba presente el cultivo de maíz dulce el cual fue el

que mejor resistió con las condiciones climáticas que se tuvieron en los meses que duró el experimento, volviéndolo en el cultivo más importante en las producciones de intercultivo.

En los resultados de UET se hicieron combinaciones que se consideraron importantes como el caso de MH, que es una de las principales combinaciones utilizadas en América Latina. Para esta combinación, se evaluó la diferencia de cultivo natural y cultivo convencional en el cual se demostró que el policultivo natural presentaba mayor UET 2.06 y el convencional de 1.63 hablando en términos numéricos, pero estadísticamente estos resultados no son diferentes. Otro de los tratamientos que se compararon fueron las combinaciones de YMHLR(n) y convencional, en el que de igual manera se demostró que el natural tuvo un mayor UET 2.37 que el del convencional de 2.15.

Se realizó la comparación de las diferentes dosis de fertilizantes en las cuales se demostró diferencia estadística entre cada uno de los tratamientos, siendo el de la aplicación del 75% de fertilizante el que presento el mejor UET 2.81 y el peor fue el de 50% con un UET de 1.78 (Cuadro 9) (Figura 1). Estos resultados son totalmente diferentes a los de E. Amalio y E. Joel (2010) para quienes el mejor resultado fue el de 125%.

Cuadro 8. Uso equivalente del terreno en los policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga y rábano en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	UET PARCIALES				UET sub-total	
	Maíz	Habichuela	Rábano	Lechuga		
MH	1.26 ns	0.37 ns	-- ns	-- ns	1.63	a-c*
MH (n)	1.57	0.49	--	--	2.06	a-c
YLR	--	--	0.16	0.28	0.44	c
YMLR	1.77	--	0.18	0.24	2.19	c
YHLR	--	0.45	0.15	0.23	0.83	bc
YMHLR	1.26	0.37	0.35	0.18	2.16	ab
YMHLR (n)	1.83	0.01	0.16	0.37	2.37	ab
YMHLR 50%	1.14	0.35	0.23	0.06	1.78	a-c
YMHLR 75%	1.61	0.71	0.25	0.24	2.81	a
YMHLR 125%	1.39	0.25	0.30	0.12	2.07	a-c
Andeva	0.4435	0.6563	0.2651	0.1526	0.0003	
Tukey	1.2025	1.1121	0.3663	0.3474	1.5033	

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
(n) Natural (sin pesticidas)
[1] no se consideró la yuca en los análisis por no haberse cosechado todavía al momento de realizar los análisis
*Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

Cuadro 9. Comparación de UET parciales y totales a cuatro dosis de fertilizantes en el tratamiento de YMHLR en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	UET Parciales				UET sub-total	
	Maíz	Habichuela	Rábano	Lechuga		
YMHLR	1.26	0.37	0.44	0.27	2.15	ns
YMHLR 50%	1.14	0.35	0.24	0.14	1.78	
YMHLR 75%	1.66	0.76	0.19	0.36	2.81	
YMHLR 125%	1.39	0.25	0.36	0.17	2.07	
Andeva					0.2948	
Tukey					1.5515	

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
ns=no significancia

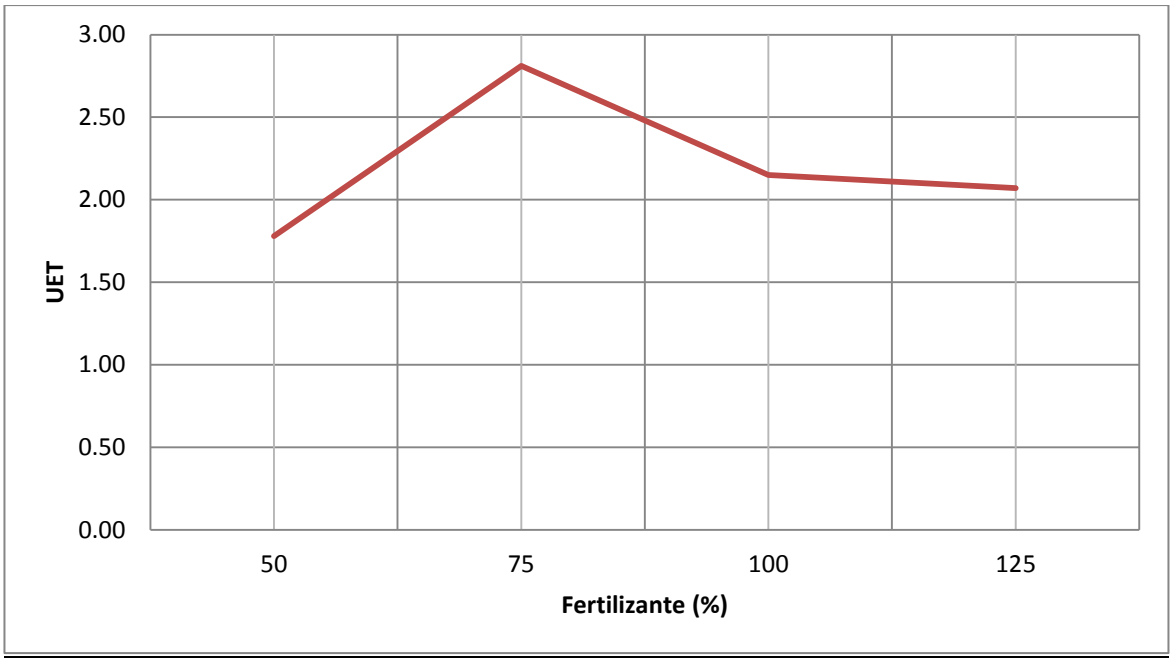


Figura 1. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizantes sobre el uso equivalente del terreno (UET) en Zamorano, Honduras.

Para observar la diferencia entre los tratamientos con y sin pesticidas se realizó un análisis en el cual se demostró que ninguno de los tratamientos fue significativamente diferente (Cuadro 10), pero en ambos casos se observó que el tratamiento natural fue superior, en el caso de MH (n) fue 20% superior que el tratamiento de MH, para el caso de YMHLR (n) fue 10% superior que el tratamiento de YMHLR, esto se atribuye a que la incidencia de plagas para el caso de los cultivos naturales era menor que para los tratamientos con pesticidas, esto no quiere decir que la plaga no estuvo presente sino que si se encontraba pero fue controlada de manera natural, un ejemplo de esto es el gusano cogollero (*Spodoptera* sp.) que a pesar de las aplicaciones que se realizaron en los otros tratamientos, no afectó los rendimientos en los tratamientos naturales y al contrario fueron los tratamientos naturales quienes presentaron los mejores resultados.

Con los cultivos sembrados a diferentes densidades se esperan diferentes rendimientos, debido a que si un cultivo se encuentra sembrado a un 50% de densidad también se espera que su producción sea 50% menos que la producción del monocultivo, también tomando en cuenta que el monocultivo con mayor espacio desarrolla más. Para poder observar esto de mejor manera se realizó el análisis de sobre-rendimiento y sub-rendimiento que se calculó dividiendo el UET parcial de cada cultivo y se dividió entre la densidad de siembra en números relativos. Un valor >1 indica que el cultivo en policultivo rindió más producto por unidad ("sobre-rindió") sembrada que el monocultivo, y un valor < 1representa alguna depresión de rendimientos en los policultivos comparado con sus monocultivos, después de corregir por densidad.

En todos los tratamientos, maíz rindió más en tratamientos con policultivos en comparación con su monocultivo. Eso fue sorprendente porque el maíz se encontró en un entorno con mayor densidad de plantas que en los policultivos que en monocultivo. Sin embargo, en vez de perjudicar su crecimiento, los otros cultivos lo aumentaron. El caso del maíz fue sumamente diferente que con los otros cultivos. Para ellos, sin importar la mezcla, rindieron menos en comparación al monocultivo, aun si había menores números de plantas de la especie en cuestión en la parcela. Para evaluar las causas de ese efecto se tendría que poder distinguir entre efectos de luz (u otra competencia interespecie o intraespecie presente) y mortalidad por las condiciones climáticas, ambos de los cuales pudieron haber causado las pérdidas.

Cuadro 10. Comparación de los cultivos naturales y cultivos con aplicaciones de pesticidas en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	UET Parciales				UET sub-total	
	Maíz	Habichuela	Rábano	Lechuga		
MH	1.26	0.37	--	--	1.26	ns
MH (n)	1.57	0.49	--	--	1.57	
Andeva					0.4663	
Tukey					0.9597	
YMHLR	1.26	0.37	0.44	2.06	2.15	ns
YMHLR (n)	1.83	0.01	0.11	1.62	2.37	
Andeva					0.5937	
Tukey					0.9558	

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
ns=no significancia
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

Cuadro 11. Datos de sobre rendimiento y sub rendimiento de cada cultivo dentro de los policultivos en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Sobre y sub rendimiento			
	M	H	R	L
MH	1.26	0.37	--	--
MH (n)	1.57	0.49	--	--
YLR	--	--	0.31	0.57
YMLR	1.77	--	0.37	0.48
YHLR	--	0.45	0.29	0.47
YMHLR	1.26	0.37	0.70	0.37
YMHLR (n)	1.83	0.01	0.15	0.74
YMHLR 50%	1.14	0.35	0.47	0.13
YMHLR 75%	1.66	0.76	0.29	0.58
YMHLR 125%	1.39	0.25	0.60	0.25

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
UET=uso equivalente del terreno
Rend=rendimiento
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

USO EQUIVALENTE DEL TERRENO FINANCIERO (UETF)

El UET financiero (UETf) fue calculado con precios utilizados internamente en la EAP, y que reflejan precios promedios de los productos en el mercado de Tegucigalpa. Además de permitir estabilidad de flujos de cuentas internas de Zamorano, permite usar el mismo durante todo el año y evitar fluctuaciones de valores de una temporada otra. Sin embargo se reconoce que los productores no siempre tendrán acceso a precios constantes y por consiguientes ingresos y los valores de UETf podrían variar entre temporadas y años de producción. Los precios de venta para este estudio fueron: L. /lb 6.25, L. /lb 3.75 y L. /lb 10.20 para lechuga y habichuela, rábano y maíz dulce, respectivamente. Se evaluaron valores de UETf a base de ingresos brutos por faltar datos de otros costos necesarios para calcular ingresos netos. En los cultivos sembrados para este estudio y la temporada de lluvias, ningún tratamiento habría salido rentable por las altas mortalidades y bajos rendimientos observados.

El cultivo de maíz es muy importante en los ingresos, pero es muy importante ver que los policultivo tuvieron mayores ingresos que el monocultivo (L.147333), dicho caso es porque como se observó (Cuadro 7), el cultivo de maíz en policultivo fue más rendidor que el monocultivo en todos los casos. De manera contraria, la habichuela y el rábano fueron los que generaron mayores ingresos en monocultivos contra policultivos. La lechuga en monocultivo (L.3805) fue superior en ingresos que algunos policultivos como YHLR (L.3642) y YMHLR (n) (L.3753), pero fue superada por el resto de policultivos (Cuadro 12).

Los mayores UETF ($P \leq 0.05$) se presentaron en los tratamientos de YMHLR(n), 75% y 100% de fertilización y en el tratamiento de YMLR obteniendo valores de 7.67, 8.55, 7.44

y 7.81, respectivamente (Cuadro 13). En estos valores se puede observar claramente lo antes mencionado, que el cultivo de maíz dulce fue el de mayor influencia en los tratamientos, ya sea para producción o para ingresos.

Cuadro 12. Comparación de los ingresos (L.) de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Maíz		Habichuela		Rábano		Lechuga		Valor Total
M	147333	ns	--	ns	--	ns	--	ns	147333
M(n)	141667		--		--		--		141667
H	--		5621		--		--		5621
L	--		--		--		3805		3805
R	--		--		5990		--		5990
MH	185583		0		--		--		185583
MH (n)	221708		0		--		--		221708
YLR	--		--		3906		5879		9785
YHLR	--		2496		2214		3642		8352
YMLR	269667		--		1693		5285		276645
YMHLR	184875		2040		4167		7729		198811
YMHLR (n)	269875		543		1433		3753		275604
YMHLR 50%	167875		1953		1563		5978		177369
YMHLR 75%	244375		4015		1954		6711		257055
YMHLR 125%	204709		1411		2474		3821		212415
Andeva	0.4296		0.1378		0.2601		0.2896		
Tukey	214524		6423.4		6308.3		6303.6		

ns=no significancia
(n) Natural (sin pesticidas)
%=Dosis de fertilizantes.

Cuadro 13. Evaluación de uso equivalente del terreno financiero (UETf) en monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	UETf Parciales								UETF sub-total	
	Maíz		Habichuela		Rábano		Lechuga			
M	1.00	ns	--	ns	--	ns	--	ns		
M(n)	0.96		--		--		--			
H	--		0.04		--		--			
L	--		--		--		0.03			
R	--		--		0.04		--			
MH	1.26		0.00		--		--		1.26	ns
MH (n)	1.50		0.00		--		--		1.50	
YLR	--		--		0.03		0.04		0.07	
YHLR	--		0.02		0.02		0.02		0.06	
YMLR	1.83		--		0.01		0.04		1.88	
YMHLR	1.25		0.01		0.03		0.05		1.35	
YMHLR (n)	1.83		0.00		0.01		0.03		1.87	
YMHLR 50%	1.14		0.01		0.01		0.04		1.20	
YMHLR 75%	1.66		0.03		0.01		0.05		1.74	
YMHLR 125%	1.39		0.01		0.02		0.03		1.44	
Andeva									0.066	
Tukey									1.24	

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
ns=no significancia
(n) Natural (sin pesticidas)
%=Dosis de fertilizantes.
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

SUPRESIÓN DE MALEZAS

En la supresión de malezas de los tratamientos no se observó ninguna diferencia estadística significativa, en términos generales y con las medias podemos observar que las cantidades de malezas por muestreo tendieron a disminuir (Cuadro 13).La razón que se le atribuye a la no significancia fue que la dispersión de los datos es muy variable. Al inicio del experimento las malezas se desarrollaron de igual manera en todos los tratamientos pero a medida que los cultivos aumentaban su desarrollo fisiológico fueron cubriendo mayor parte del área sembrada y con esto se logró mayor supresión de las malezas.

Cuando se tiene más supresión de las malezas se disminuye también el uso de mano de obra, lo cual ayuda a disminuir los costos de producción, aunque los costos se eleven al inicio debido a que todas las siembras de los cultivos es manual, el uso de agroquímicos ya sea insecticidas, fungicidas y/o herbicidas disminuyen.

Se presentó menos malezas en el policultivo de YMHLR y YMHLR con 75% de fertilización, con un total de 68 malezas en promedio, presentando una mayor cantidad el tratamiento de MH con un total de 91 malezas por tratamiento en promedio.

Cuadro 14. Efecto de los monocultivos y los policultivos en la supresión de malezas divididas en coyolillo (C), gramíneas (G) y hoja ancha (HA) en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	7 DDS			21 DDS			45 DDS		
	C	G	HA	C	G	HA	C	G	HA
Yuca	2 ns	22 ns	28 ns	0 ns	10 ns	10 ns	0 b*	5 ns	5 ns
Habichuela	4	13	24	3	9	5	4 a	6	4
Lechuga	4	10	23	4	9	10	2 ab	5	7
Rábano	4	14	22	6	5	6	2 ab	6	5
Maíz	1	15	29	2	8	11	1 ab	5	6
Maíz (n)	3	13	21	3	9	7	1 ab	6	4
MH	2	15	28	4	9	10	2 ab	4	6
MH (n)	1	19	23	4	10	8	1 ab	4	4
YLR	2	15	21	5	8	8	1 b	5	4
YHLR	1	9	19	1	8	7	1 b	4	4
YMLR	2	12	13	4	9	7	2 ab	4	4
YMHLR	1	13	18	1	8	10	1 ab	3	6
YMHLR (n)	3	14	38	3	10	8	1 ab	5	4
YMHLR 50%	2	18	28	0	9	8	0 b	5	4
YMHLR 75%	3	15	24	4	8	6	1 b	5	5
YMHLR 125%	1	12	10	1	8	7	2 ab	4	5
Andeva	0.558	0.6167	0.8653	0.4448	0.4582	0.9619	0.03	0.523	0.6346
Tukey	2	18	43	8	10.5	10	3.6	5	5

(n) Natural (sin pesticidas)
%=Dosis de fertilizantes.
M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
*Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.
DDS=días después de siembra

El tiempo de desmalezado se realizó para cada uno de los tratamientos y para cada desmalezado observando que el tiempo promedio para cada desmalezado no tuvo mayores variaciones. Sin embargo, se puede observar una disminución en el tiempo de desmalezado del primer al tercer desmalezado (Anexo 3), terminando cuando se desmalezaba la cama, este tiempo incluía el tiempo muerto que se utilizaba para cambiar de una cama a otra.

Con la utilización de la fórmula UEMO (uso equivalente de mano de obra), se obtuvieron resultados desde 0.32 para el caso de YLR, hasta 2.89 para YMHLR 75% (Cuadro 14), lo cual indicó que todos los policultivos fueron superiores para la supresión de malezas a excepción de los tratamientos de YLR (0.32) y YHLR (0.78), todo esto calculado en función de producción. Para el mejor tratamiento (YMHLR 75% 2.89) se menciona que para poder lograr la supresión que se obtuvo en este tratamiento necesitamos invertir 1.89 veces más de tiempo de cualquier monocultivo, lo cual indica que fue 289% más eficiente que cualquier monocultivo. Los datos con índices más bajos es debido a que son policultivos en los cuales se tenían cultivos que son muy malos para la supresión de malezas, en el caso del tratamiento YLR fue muy malo debido a que tanto el rábano y la

lechuga son malos cultivos para el control de malezas y por tal razón no se obtuvieron mejorados resultados.

Cuadro 15. Efecto de los monocultivos y los policultivos en la supresión de malezas, con la fórmula de uso eficiente de mano de obra (UEMO) en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Maíz	Habichuela	Rábano	Lechuga	Total	
MH	1.03	0.41	--	--	1.44	a-c*
MH (n)	1.43	0.48	--	--	1.91	a-c
YLR	--	--	0.13	0.20	0.33	c
YMLR	1.82	--	0.15	0.19	2.16	ab
YHLR	--	0.52	0.10	0.17	0.78	bc
YMHLR	1.32	0.46	0.30	0.14	2.21	ab
YMHLR (n)	1.88	0.11	0.06	0.29	2.34	ab
YMHLR 50%	1.09	0.40	0.18	0.05	1.72	a-c
YMHLR 75%	1.69	0.83	0.12	0.24	2.89	a
YMHLR 125%	1.23	0.28	0.25	0.09	1.84	a-c
Andeva					0.0006	
Tukey					1.6763	

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.
ns=no significancia
(n) Natural (sin pesticidas)
*Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05
(--)=tratamiento no estaba presente en el análisis estadístico.

4. CONCLUSIONES

- Para los rendimientos de maíz no hubo ninguna diferencia significativa estadística, pero el rendimiento del policultivo de MHLRY (n) fue 55% superior (numéricamente) al monocultivo, de igual manera en el rendimiento por planta.

- Los rendimientos de habichuela fueron superiores en el monocultivo, pero sin ninguna diferencia estadística significativa.

- El rendimiento del monocultivo de lechuga fue significativamente diferente para el rendimiento por planta, pero sin ninguna diferencia en el rendimiento por hectárea.

- El rendimiento de rábano fue significativamente superior para los monocultivos en la producción por hectárea y en la producción por planta.

- Los UET parciales no presentaron ninguna diferencia significativa entre sí, pero los UET sub totales se demostró una diferencia superior para los policultivos de YMHLR con 75% de fertilización y para el tratamiento de YMHLR natural.

- Los UETf parciales no presentaron diferencia significativas, sin embargo los UETf subtotales demostraron que fueron más rentables los tratamientos de YMLR, YMHLR, YMHLR natural y YMHLR con 75% de fertilización.

- La supresión de malezas no presentó ninguna diferencia estadística significativa, pero si se observó una disminución en el tiempo de desmalezado para los policultivos, medida en el tercer desmalezado realizado a los 45 idas.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar siempre el cultivo de maíz en cualquier producción de policultivos que se realice bajo las condiciones de Zamorano.

- Realizar el mismo experimento en la misma época para evaluar las diferencias entre sí, debido a que las condiciones climáticas de este año estuvieron fuera de lo normal.

- Realizar un nuevo ensayo para la verificación de la fórmula de uso eficiente de mano de obra (UEMO).

- Realizar la siembra de lechuga antes de la siembra del maíz.

6. BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M.A., y Schmidt L.L. 1985. Cover crop manipulation in northern California orchards and vineyards: sects on arthropod communities. Biol. Agr. Hort. 3: 1-24.

Akobundu, I.O. 1980. Weed Science research at the International Institute of Tropical Agriculture and research needs in Africa. *Weed Science* 28**:** 439-444.

Bugg, R.L., Phatak, S.C., y Dutcher, J.D. 1990. Insects associated with cool-season cover crops in southern Georgia: Implications for pest control in the truck-jbrm and pecan agroecosystems. Biol. A@. Hort. 7: 17-45.

Calviño, P., Cirilo A., Gaviglia, O. P. y Monzón, J. P. 2005. Resultados de intersiembra de maíz y soja en tres regiones maiceras argentinas. Actas VII congreso nacional de Maíz. 16 al 18 de Noviembre de 2005. Rosario, Argentina.

Caviglia, O.P. 2007. La contribución de los cultivos múltiples a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en Entre Ríos. Agricultura Sustentable en Entre Ríos Instituto Nacional de Tecnología Agraria (INTA).

Leihner, D. 1983. Management and evaluation of intercropping systems with cassava. Colombia, CIAT. 79 pp.

Monzón, J.P., Carrozzo, T.J., Calviño, P. y Andrade, F.H. 2005. Efectos del intercultivo en franjas de maíz y soya sobre el rendimiento. Actas VII Congreso Nacional del Maíz. 16 al 18 de Noviembre de 2005. Rosario, Argentina.

O'Brien, R.D., Hilton, B.D., Gilmour, L. 1966. The reaction of carbamates with cholinesterase. Mol. Pharmacol. 2: 593-605.

Reinbott, T.M., Gebhardt, H.H. y Minor 1987. Intercropping soybean into standing green wheat. Agron. J. 79:886–891.

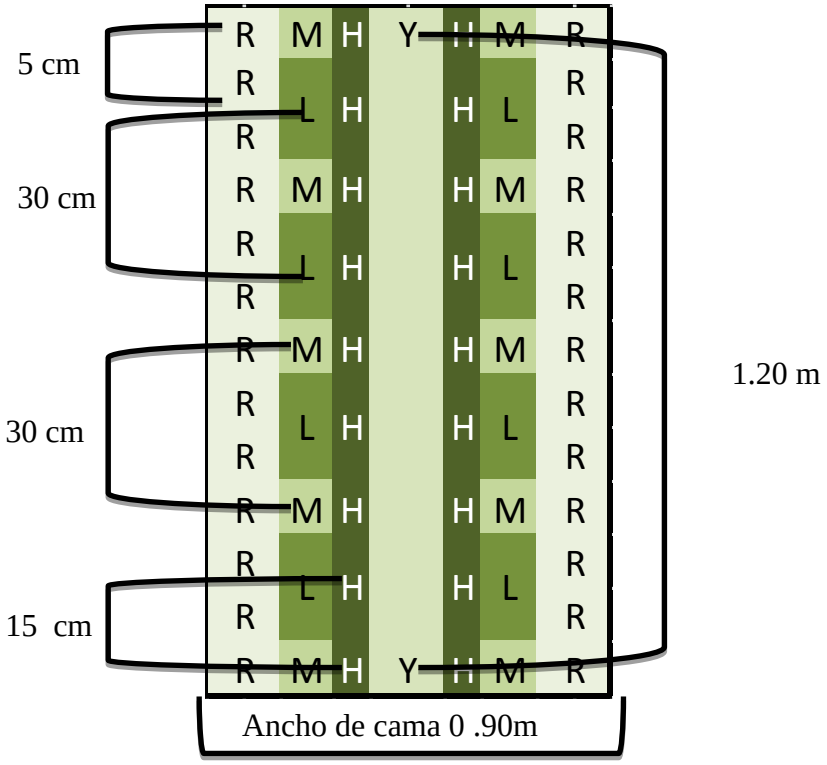
Root, R.B.1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol Monogr 43:95-124.

Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping systems. Agric. Water Manage. 17:215-231.

Zoufa, K. y Loganathan, P. 1989. Effect of crude oil on maize performance and soil chemical properties in the humid forest zone of Nigeria. Discovery and Innovation, 1: 95-98.

ANEXOS

Anexo 1. Distribución espacial de los cultivos en una cama.



Anexo2. Análisis de suelo
Métodos:
P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, MN, Zn: Solución extractora Mehlich 3
%M.O.: Método de Walkley & Black
% N total: 5% de M.O.
pH: Relación suelo: agua; 1:1

# Lab	Muestra	pH (H2O)	% M.O.	% N total	mg/kg (Extractable P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
					Alto	Alto	Medio	Bajo	Normal	Medio	Alto	Alto	Alto
10-S-0766	Zona 2 lote 14	5.98	1.43	0.07	165	1460	2090	180	178	302	254	172	22

Rango Medio		2.00 4.00	0.20 0.50	13.00 30.00					1.70 3.40	56.00 112.00	28.00 112.00	1.70 3.40

Anexo 3. Tiempos de desmalezado por unidad experimental.

Tratamiento	Número de desmalezados (min/UE)		
	1	2	3
Maíz	88	57	63
Maíz (n)	96	65	70
Habichuela	93	95	76
Lechuga	97	67	
Rábano	96	76	
MH	100	101	73
MH (n)	96	65	70
YLR	97	73	71
YMLR	92	73	42
YHLR	94	86	77
YMHLR	96	68	39
YMHLR(n)	82	88	36
YMHLR 50%	96	83	38
YMHLR 75%	90	81	34
YMHLR 125%	92	98	38

M=maíz; H= habichuela; L=lechuga; R=rábano; Y=yuca.