

# **Maximización del uso equivalente del terreno con 14 hortalizas en policultivo**

**Freddy Augusto Brotons Salvador**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2011

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Maximización del uso equivalente del terreno con 14 hortalizas en policultivo**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título del Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Freddy Augusto Brotons Salvador**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2011

# **Maximización del uso equivalente del terreno con 14 hortalizas en policultivo**

Presentado por:

Freddy Augusto Brotons Salvador

Aprobado:

---

Jeffery Pack, D.P.M.  
Asesor Principal

---

Abel Gernat, Ph.D.  
Director  
Carrera de Ingeniería Agronómica

---

Ulises Barahona, Ing.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

## RESUMEN

Brotons Salvador, F. A. 2011. Maximización del uso equivalente del terreno con catorce hortalizas en policultivo. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 26 p.

La utilización de policultivos tiene raíces muy antiguas, empezando con el mismo inicio de la agricultura en poblaciones indígenas y proveen respuestas a muchos de los problemas que actualmente enfrentan los productores de alimento. En la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano, Honduras) se han realizado varios estudios demostrando los beneficios que este sistema trae, pero no han evaluado la carga máxima del mismo. El objetivo de este estudio fue evaluar un sistema a ser sobrecargado para ver hasta cuanto aguantaba, evaluando factores de rendimientos, el uso equivalente del terreno (UET) y el UET financiero (UETf). Se evaluaron 14 cultivos (banano, yuca, tomate, remolacha, habichuela, lechuga, rábano, zanahoria, brócoli, ayote, sandía, taxo, maíz), tras nueve meses de producción en monocultivo, un Poli14 (todos intercalados y en sucesión), las tres hermanas (maíz, ayote y habichuela; una combinación antigua), y un “Ecuador mix” (taxo, yuca y sandía). Se usó un diseño BCA con cuatro repeticiones. El Poli14 tuvo rendimientos comerciales parecidos a los monocultivos para yuca, tomate, habichuela y remolacha, y su producción total, tras los nueve meses del ciclo, fue arriba de 40,000 kg de comida, mientras que el mejor monocultivo fue de apenas 28,000 kg/ha (yuca). Rendimientos por planta fueron mayores en policultivos (hasta cinco veces) para plantas grandes (yuca, tomate, habichuela y maíz), pero más bajo para plantas pequeñas (rábano, zanahoria, remolacha y lechuga). Para el UET, la primera sucesión fue de 2.39, y la segunda de 3.77, ambos muy por encima de de uno. El UETf de Poli14 fue 1.57, mejor que la mejor combinación de monocultivos de lechuga seguida por maíz. También se observó en el policultivo menos plagas, enfermedades, malezas y mejores condiciones de cosecha, lo que resultó en un mayor porcentaje de cultivos comerciales del total cosechado.

**Palabras clave:** Cultivos intercalados, Intercultivos, UET, UETf.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen .....	iii
Contenido.....	vi
Índice de cuadros, figuras y anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>23</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>25</b>

## INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Cuadro 1. Cultivos integrantes de los tratamientos en el experimento .....	7
2. Cuadro 2 Variedades y tipo de material utilizado en la siembra de cultivos en mono- y poli-cultivos .....	8
3. Cuadro 3. Espaciado y arreglo de siembra en los sistemas de monocultivo y policultivo en Zamorano, Honduras .....	8
4. Cuadro 4. Los requerimientos nutricionales de cultivos en mono- y poli-cultivos.	11
5. Cuadro 5. Ventana de aplicación con las particiones apropiadas para diferentes hortalizas en monocultivo y asocio .....	12
6. Cuadro 6. Precios por Kg en dólares americanos de cada uno de los cultivos.....	13
7. Cuadro 7. Rendimientos totales, comerciales y por planta de diferentes hortalizas en monocultivos y policultivos.....	16
8. Cuadro 8. Uso Equivalente del Terreno con las aportaciones individuales de cada cultivo.....	19
9. Cuadro 9. Ingresos (US\$/ha) de los cultivos en monocultivos y policultivos .....	19
10. Cuadro 10. Uso Equivalente del Terreno Financiero (UETf).....	20
Figuras	Página
1. Figura 1. Mapa de Lote 0 sección de Olericultura.....	6
2. Figura 2. Calendario de siembras de cultivos evaluados en policultivos complejos en Zamorano, Honduras. Para cultivos de colores, la parte clara nos presenta la etapa de plántulas, y la más colorida su estadía en campo.....	9
Anexos	Página
1. Anexo 1 Randomización de los diferentes tratamientos.....	24
2. Anexo 2 Arreglo en la cama de plantas intercaladas y sucesivas en una primera sucesión (A) y segunda sucesión (B) de crecimiento.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de policultivos tiene su inicio en una producción de supervivencia, conocida como agricultura de subsistencia. Es implementado para aprovechar al máximo el terreno y es muy difundido entre los campesinos de escasos recursos naturales y económicos por todo el mundo. La utilización de policultivos tiene raíces muy antiguas, empezando con el mismo inicio de la agricultura en poblaciones indígenas. Actualmente constituyen alrededor del 80% de área cultivada en África Occidental (Steiner 1984). En Latino América más de un 40% de la yuca, 60% del maíz y 80% del frijol se cultivan en asociación entre sí o con otros cultivos (Leinher 1983).

Los sistemas de policultivos se caracterizan por sembrar en una misma área de terreno dos o más cultivos, aprovechando al máximo el terreno y las condiciones ambientales de luz, agua y nutrientes. Los policultivos pueden comprender combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales con perennes o perennes con perennes. Los sistemas más complejos e integrados también incorporan producciones de animales. Pueden sembrarse desde una combinación simple de dos cultivos hasta asociaciones complejas de doce o más. También, cultivos de ciclo corto pueden sembrarse en sucesión mientras que los cultivos de ciclo largo se establezcan y dominen el sistema.

Este sistema, además de fomentar un ciclo cerrado de nutrientes e incrementar fauna y flora, proporciona una serie de ventajas muy importante para la agricultura. Algunas de ellas son mejorar la fertilidad del suelo, obtener rendimientos más altos, disminuir la erosión y proveer beneficios económicos más altos para los productores (Innis 1997).

Con una densidad total de siembra mayor en policultivos que en monocultivos, los primeros pueden interceptar más luz en las etapas tempranas de desarrollo. A su vez el aumento de cobertura del área producida por los policultivos puede aumentar la infiltración del agua de lluvia en el suelo y disminuir la erosión. Los policultivos compuestos por especies que tienen patrones complementarios y temporales de crecimiento radicular y absorción de nutrientes, pueden capturar más nutrientes. También hay reducción de plagas debido a la diversidad de cultivos y al equilibrio biológico entre plaga y enemigo natural y menor espacio de desarrollo y cantidad de luz para desarrollo de malezas (Altieri 1994)

Actualmente, con crecimientos de poblaciones por todo el mundo, los rendimientos en campo tienen que ser mayores que los actuales, pero a su vez más amigables con el medio ambiente. Una de las alternativas para aumentar los rendimientos por área, son los policultivos. La comparación entre los monocultivos y policultivos se hace por una comparación relativa llamada Uso Equivalente de la Tierra (UET), el cual expresa los

rendimientos de un policultivo contrastándolo con un ratio o porción contra lo que produce un monocultivo (Gliessman 2002). Un valor mayor a uno indica que para una producción dada en una parcela de policultivo, se ocuparía más que esa cantidad de terreno para producir lo mismo en monocultivo. Esa es una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial optan por este tipo de sistema, porque pueden obtener un mejor rendimiento de un área sembrada con policultivo, de la misma área sembrada con monocultivo.

El mismo principio existe para ingresos relativos entre los mono- y los poli-cultivos y se mide por el UETf (financiero) (Vandermeer, 1989). El UETf mide los ingresos que un productor realizaría con sus variados cultivos, versus su monocultivo. Tras todo el mundo, muchas veces productores de escasos recursos utilizan sus diferentes cultivos como seguro, contra precios bajos, clima errático, y cualquier otro factor que pueda arriesgar su estabilidad.

**Policultivos en Zamorano.** En Zamorano se han realizado varios estudios de policultivos con resultados positivos. Achupallas Mesa y Gaitán Pérez (2009) evaluaron pepinos con maíz dulce y habichuela y reportaron valores de UET de 1.61 y buena supresión de malezas de hoja ancha, gramíneas y coyolillo (*Cyperus* spp.).

Guerrero Soler y Herrera Egüez (2010) evaluaron densidades de policultivos de ayote, maíz dulce y habichuelas, y también reportaron valores de UET arriba de 1.00. El más alto valor alcanzado por ellos fue de 1.89 con densidades relativas de 67% de cada uno de los tres cultivos. También midieron una supresión fuerte de malezas, y mayores ingresos en los policultivos.

Enciso Espínola y Espinoza Arteaga (2010) evaluaron maíz dulce, pepino y habichuela reportando un UET de 1.45 y mayor utilización de nutrientes, expresado como la eficiencia de uso de nutrientes (EUN), con policultivos comparado con los monocultivos. Para sus rendimientos de UETf obtuvieron mayor ingreso de su tratamiento policultivo con 125% del fertilizante total (1.40).

Pérez Atencio y Ruiz Guerra (2010) evaluaron un sistema de cinco cultivos en asocio (maíz dulce, lechuga, rábano, habichuela y yuca) y reportaron valores máximos de UET de 2.81. Malezas también fueron suprimidas por mayores a 90% (Pérez Atencio y Ruiz Guerra, 2010). En el cálculo del UETf, obtuvieron su mejor valor en su combinación de yuca, maíz dulce, lechuga y rábano (1.88) obteniendo su mayor ingreso por la yuca (Pérez Atencio y Ruiz Guerra, 2010). En el mismo estudio, Nieto Sáenz (2010) observó que la biodiversidad total y particularmente la riqueza biótica de insectos enemigos se mejoró en los policultivos comparado con los monocultivos y que el daño por plagas sobre las habichuelas fue reducido.

Espinal Ávila y Onesias (2011) evaluaron un sistema de policultivos, de siete hortalizas (maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano, yuca, ayote y camote), con cuatro dosis de fertilización. Evaluaron nutrientes, UET y UETf y encontraron que los mejores rendimientos, ingresos y supresión de malezas, se encontraron en policultivos. También

reportaron mejores resultados con 75% de la dosis recomendada de fertilizante, permitiendo ahorro de este insumo y protección del medio ambiente.

Hill Valdés (2011) evaluó policultivos de sábila con combinaciones de lechuga, habichuela, maíz dulce y yuca. Este ensayo fue uno de los primeros en evaluar la eficiencia de los policultivos anuales junto a perennes en Zamorano. Entre los resultados se dio que el mayor UET fue la mezcla de sábila con maíz (2.18). De igual manera el UETf se lo obtuvo en la combinación de sábila, lechuga y maíz. Un dato interesante fue que en todos los policultivos Sábila rindió más que los monocultivos. (Hill Valdés 2011)

## CULTIVOS

**Banano.** *Musa paradisiaca*, pertenece a la familia musácea. Es un cultivo alto de ciclo largo, formado por pseudotallos de hasta 30 cm de diámetro, y una altura promedio de 2.5 m, aunque puede llegar a 7 m. Este es el cultivo principal en un sistema de policultivos, sembrándose al inicio del ciclo y domina la parcela a finales del ciclo.

**Yuca.** *Manihot esculenta*, pertenece a la familia euforbiácea. Técnicamente es un perenne pero comercialmente se lo maneja como anual. Tiene raíces tuberosas que pueden alcanzar hasta 2m de largo y es considerado la séptima mayor fuente de alimentos básicos del mundo. Por poder alcanzar 2 m de altura, este cultivo es uno de los cultivos principales, sembrándose al inicio del ciclo. Es de crecimiento lento, tiene bastante cobertura y domina la parcela a finales del ciclo.

**Tomate.** *Lycopersicum esculentum*, pertenece a la familia de las solanáceas. Originaria de América, y cultivada en todo el mundo por su fruto, es una baya de color rojo. Es un cultivo de ciclo corto, y generalmente se lo maneja en 1-2 m de altura. Este cultivo es uno de los cultivos secundarios, trasplantándose al inicio del ciclo ya que necesita bastante luz para producir.

**Remolacha.** *Beta vulgaris*, pertenece a la familia de las chenopodiáceas. Es un cultivo de ciclo corto (aproximadamente 60 días). Sus hojas y raíces son comestibles, sin embargo se comercializa solamente la raíz, de textura gruesa, color rojo y carnosos. Ocupa un máximo de 15 cm<sup>2</sup> por planta. Este cultivo se siembra al inicio del ciclo como una sucesión temprana por su ciclo corto, para luego ser reemplazado por cultivos como tomate y habichuela.

**Habichuela.** *Phaseolus vulgaris*, pertenece a la familia fabácea. Es un cultivo de ciclo corto, aproximadamente 60 días. Su altura promedio oscila entre los 30 a 60 cm en las variedades arbustivas y su vaina se cosecha tierna. Este cultivo es común en asociaciones, particularmente con maíz. Por su crecimiento cumple una función de cultivo secundario después de salir cultivos de primera sucesión y cubriendo la cama hasta crecer los cultivos dominantes. También, por la habilidad de algunas variedades a ser enredaderas puede subir cultivos altos, y por ser una leguminosa, puede fijar nitrógeno de la atmósfera.

**Lechuga.** *Lactuca sativa*, pertenece a la familia asterácea. Es un cultivo de ciclo corto, alcanza una altura promedio de 20 cm y ocupa un espacio de 30 cm de diámetro dependiendo la variedad. Por su necesidad de pleno sol, junto a su cosecha temprana, es buena como primer cultivo en la sucesión al igual que las remolachas y rábanos.

**Rábano.** *Raphanus sativus*, pertenece a la familia brassicaceae. Es un cultivo con el ciclo más corto de las hortalizas. Se cosecha su raíz principal, generalmente de color rojizo. Es un cultivo de primera sucesión, a cosecharse temprano y cediendo la cama a cultivos secundarios.

**Zanahoria.** *Daucus carota*, pertenece a la familia umbelífera. Es un cultivo de ciclo mediano, alcanza una altura promedio de 25 cm y se cosecha su raíz, generalmente de color naranja. Este cultivo ocupa poco espacio, y se siembra a inicio del ciclo, para luego sucederse por otros cultivos.

**Brócoli.** *Brássica oleracea* (grupo itálica), pertenece a la familia brassicaceae. Su ciclo oscila entre los dos a tres meses y alcanza una altura promedio de 50 a 80 cm. Se cosecha la cabeza floral, que es carnosa y de color verde. Es un cultivo de climas frescos. Crece lentamente, pero cerca de cosecha ocupa bastante espacio, así que se siembra al inicio del ciclo, para servir como cultivo de segunda sucesión, y cubriendo camas después de cosechar los cultivos tempranos.

**Ayote.** *Cucúrbita pepo*, pertenece a la familia cucurbitácea. Su ciclo oscila entre las 18 a 24 semanas, tiene raíces fibrosas y superficiales con su fruto parecido a la calabaza. Siendo un cultivo rastrero, corre en la cama y es muy bueno para encontrar la luz y estrangular malezas por sus hojas grandes. Se siembra a finales del ciclo, a la base de los cultivos dominantes para aprovechar cualquier rayo de luz que llegue al suelo, conservar agua y mantener cubierto el suelo contra erosión y malezas.

**Sandía.** *Citrullus lanatus*, pertenece a la familia cucurbitácea. Su crecimiento y ciclo es muy parecido al del ayote, pero por su mayor valor relativo en el mercado, demanda más atención que los ayotes. En sistemas de policultivos se utiliza en sucesiones tempranas y se los guía hacia los surcos para estrangular malezas en los caminos y no competir contra plantas en la cama.

**Taxo.** *Passiflora mollísima* es una planta perenne, y pertenece a la familia pasiflorácea, del clado tacionia, y es nativa de la cordillera de los andes. Es de crecimiento tipo enredadera y el fruto es una baya ovoide de color amarillo al madurar. Por su ciclo semi-perenne (9 meses a años), este cultivo tiene como función ocupar un estrato más alto en el cultivo. Se siembra al inicio del ciclo, para luego subir a cultivos erectos como yuca.

**Maíz dulce.** *Zea mays* pertenece a la familia de las gramíneas. Originaria de América, actualmente es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo (FAO 2009). Este cultivo se siembra temprano en el ciclo para servir en sucesiones secundarias, se asocia comúnmente con habichuela. También, por su habilidad de aguantar variadas condiciones, es un fuerte rendidor en policultivos, solo exigiendo pleno sol.

**Justificación.** Innis (1997) dedica 50 páginas de anexo a diferentes combinaciones de cultivo y sus rendimientos, incluyendo valores de UET (y algunos casos de UETf).

También, Soule y Piper (1992), Francis (1986) y Trenbath (1976) han realizado excelentes análisis de policultivos, con aportes adicionales por Vandermeer (1989), Altieri (1995) y Gliessman (2007). Sin embargo un análisis de los tipos de combinaciones evaluadas revela sistemas generalmente con dos o tres cultivos, a veces con sucesiones sencillas, pero raramente con un mayor número de cultivos, combinaciones o sucesiones complejas.

A pesar de eso, y en luz de las experiencias en Zamorano, los potenciales de combinaciones más complejas para mayores beneficios son grandes. Es deseable probar el techo de cuantos cultivos puede aguantar un sistema de policultivo. Este estudio evaluó los rendimientos, el uso equivalente del terreno (UET), y el UET financiero (UETf) de un policultivo compuesto por catorce cultivos hortícolas, intercalados y escalonados entre sí, en la misma cama de cultivo en comparación a la producción de estos en monocultivo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación de la zona de estudio.** El estudio se realizó en Lote 0 (figura 1), en el área de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 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. Suelos son franco limosos sobre franco arcillosos, con presencia de pedregocidad y problemas con la infiltración de agua. Contienen 1.5% de M.O. un pH entre 5.5 – 6.5. Se realizó de Enero a finales de Septiembre.



Figura 1. Mapa de Lote 0 sección de Olericultura en la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), Honduras.

### TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo consistió en 17 tratamientos: 14 de monocultivos y 3 de policultivos (Cuadro 1). Se arregló con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Ver Anexo 1 para la Randomización de las parcelas. Cada unidad experimental consistió en cuatro camas de ancho por seis metros de largo.

**Análisis estadístico.** Se analizaron los datos con SAS<sup>®</sup> 9.1 “Statistical Analysis System”, con un modelo GLM, y el método de separaciones de medias Tukey, con su nivel de significancia  $p \leq 0.05$ .

Cuadro 1. Cultivos integrantes de los tratamientos en el experimento.

Tratamientos	Sistema	Cultivos	Tratamientos	Sistema	Cultivos
1	Mono	Banano			Banano
2	Mono	Yuca			Yuca
3, 4	Mono	Tomate			Tomate
5, 6	Mono	Lechuga Rábano			Lechuga Rábano
7, 8	Mono	Remolacha Habichuela			Remolacha Habichuela
9	Mono	Zanahoria	17	Poli14	Zanahoria
10, 11,12	Mono	Brócoli Lechuga Ayote			Brócoli Lechuga Ayote
13	Mono	Sandia			Sandia
14	Mono	Taxo			Taxo
15	Mono	Maíz			Maíz
16	3Hermanas	Maíz Habichuela Ayote	18	Ecuador mix	Taxo Yuca Sandia

Los tratamientos con más de un número como 10, 11, 12 implican que en la misma parcela hubo varias sucesiones de monocultivos.

**Preparación de suelo.** En Marzo de 2010 se realizaron dos pases de subsolador, para romper un horizonte masificado (Galarza Brito, 2011). En Enero de 2011, durante la época seca se preparó el terreno usando una rastra pesada, seguida por una liviana para romper terrones. Luego, se levantaron camas cada 1.5 m y 0.9 m de ancho.

**Siembra.** Se sembraron los diferentes cultivos en diferentes épocas. Todos se sembraron como plántulas, a excepción de la yuca (siembra de estacas) y zanahoria, rábano y habichuela (siembra directa) (Cuadro 2).

El arreglo de las camas en el monocultivo fue realizado con siembras lineales, prácticas comerciales típicas de cada cultivo (Cuadro 3). Con los policultivos, debido al alto número de plantas en la misma cama de cultivo, la siembra se organizó con una menor densidad que la comercial por cada cultivo y su arreglo incluye intercultivos y cultivos sucesivos. Figura 2 indica las diferentes fechas de siembra y cosecha de los varios cultivos, y el arreglo de las diferentes plantas en la cama se señala en Anexo 2.

Cuadro 2. Variedades y tipo de material utilizado en la siembra de cultivos en mono- y poli-cultivos.

Cultivo	Tipos de material	Variedad
Banano	Plántula	Cavendish
Yuca	Estaca	Valencia
Tomate	Plántula	Cristy
Brócoli	Plántula	Legacy
Sandía	Plántula	Mickey Lee
Lechuga	Plántula	Variedades tipo hoja
Remolacha	Semilla	Detroit
Zanahoria	Semilla	Esperanza
Lechuga	Plántula	Salinas
Taxo	Plántula	Amarillo
Rábano	Semilla	Crimson Giant
Maíz dulce	Plántula	Sweet Valley
Habichuela	Semilla	Opus
Ayote	Plántula	Seminole Pumpkin

Cuadro 3. Espaciado y arreglo de siembra en los sistemas de monocultivo y policultivo en Zamorano, Honduras.

Cultivo	Espacio entre plantas (cm)		Hileras por cama		Plantas por Hectárea	
	Mono	Poli	Mono	Poli	Mono	Poli
Banano	200	200	1	1	3335	3335
Yuca	40	200	1	1	13334	3335
Tomate	30	30	1	1	22223	17778
Brócoli	40	40	2	1	33335	16667
Sandía	100	100	1	1	6667	5333
Lechuga	30	30	4	1	80812	20203
Remolacha	10	10	4	1	266680	66670
Zanahoria	15	15	4	1	177787	44447
Taxo	200	200	1	1	3335	3335
Rábano	5	5	4	1	533333	133333
Maíz	30	30	2	1	44447	22223
Habichuela	15	30	2	2	88893	44447
Ayote	100	100	1	1	6667	6667

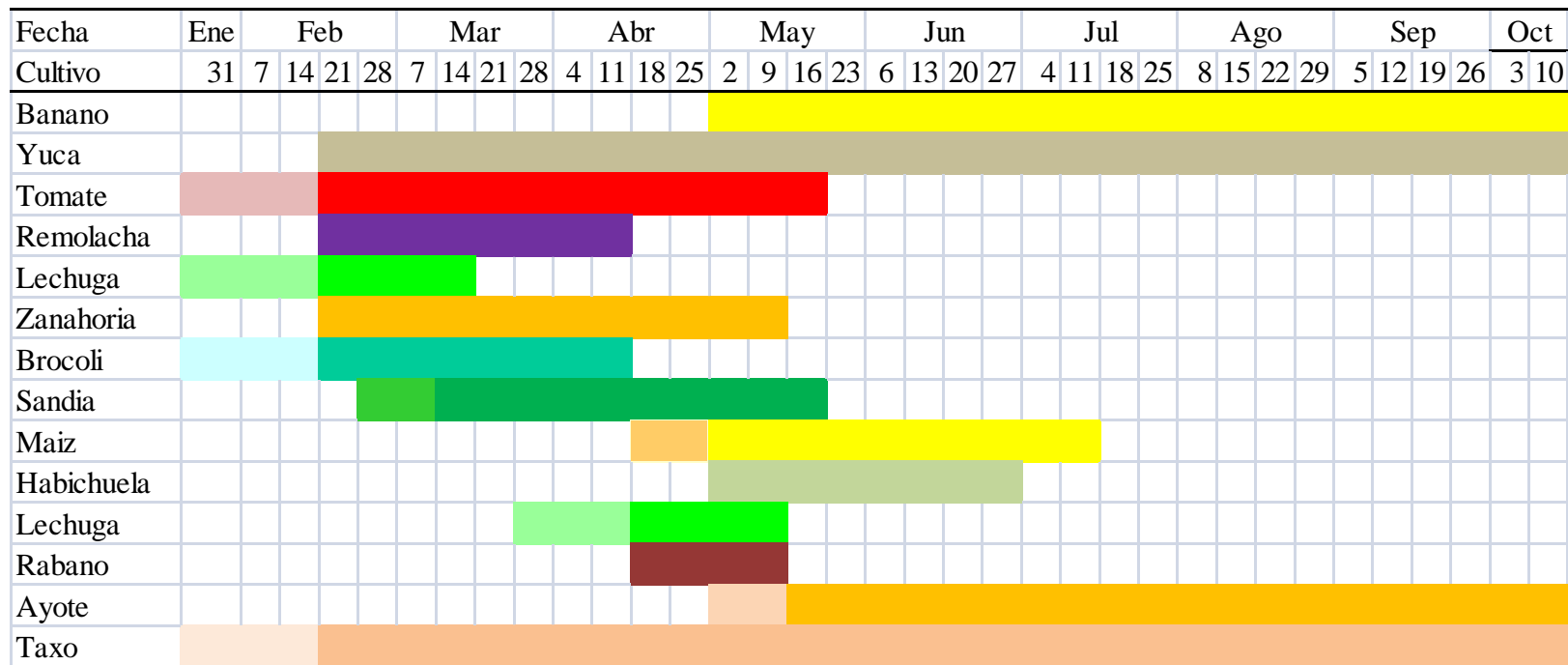


Figura 2. Calendario de siembras de cultivos evaluados en policultivos complejos en Zamorano, Honduras. Para cultivos con dos colores, la parte clara representa la etapa de plántulas, y la más colorida su estadía en campo.

**Fertilización.** Los requerimientos nutricionales de los diferentes cultivos se suplieron individualmente para la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizante a utilizar se basó en la densidad del cultivo en la mezcla. Por ejemplo, en la mezcla de las tres hermanas, se aplicó la dosis total (comparada con el monocultivo) de maíz dulce y ayote, pero solo 50% de la dosis para la habichuela por su densidad de siembra de 50% (Cuadro 4).

El fertilizante se aplicó de dos formas, con abono orgánico aplicado al inicio del ciclo y químico para balancear la demanda de nutrientes y aplicado dos veces mensuales. El abono orgánico se aplicó a razón de 30 m<sup>3</sup>/ ha por cultivo (densidad equivalente), calculando un análisis de 1.12 N – 0.93 P – 0.61 de K, una densidad de 300 kg / m<sup>3</sup>, y una disponibilidad del 50% a lo largo del ciclo. El fertilizante se aplicó dos veces al mes, en la cantidad requerida por los cultivos, dependiendo del ciclo de cada cultivo y las necesidades del mismo (Cuadro 5). Se aplicó de forma manual con fertilizantes de tipo granular a la base de cada planta.

**Riego.** Se utilizó un sistema de riego por goteo, con dos cintas por cama. La cinta tenía emisores a 15 cm de distancia y una descarga de 0.6 L/h. El riego se realizó según las necesidades hídricas del cultivo, con un promedio de riego en los meses secos de una hora por día y fue manejado por el personal de Olericultura.

## PRÁCTICAS CULTURALES

**Desmalezado.** El desmalezado se realizó cada semana, con el objetivo de evitar competencia por agua, luz y nutrientes de las malezas hacia el cultivo. El desmalezado en las parcelas de policultivo solamente duró 5 semanas, luego de ello se lo realizaba una vez cada 2 meses, debido a que la cobertura que formaban, impedía el crecimiento de las malezas en dichas parcelas; los monocultivos se desmalezaron cada 2 semanas a lo largo del estudio.

**Tutoreo.** El tutoreo se realizó en la semana dos, como objetivo ser el soporte de la planta enredadera Taxo (*Pasiflora mollísima*). También para tomates.

**Raleo.** En los rábanos, las remolachas y las zanahorias se practicó el raleo, a las dos semanas de sembrado, esto se hizo para dejarlas con una densidad apropiada y similar en las parcelas; en el caso de los policultivos el raleo fue mínimo, ya que la densidad sembrada fue menor.

Cuadro 4. Los requerimientos nutricionales de cultivos en mono- y poli-cultivos.

Cultivos	% de siembra	Demanda 100% NPK (kg/ha)			Aporte por abono (kg/ha)			Restante por sintético (kg/ha)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
Banano	100	420	170	620	30	25	16	389	144	603
Yuca	100	30	40	200	30	25	16	0	14	183
Tomate	100	250	200	200	30	25	16	219	174	183
Remolacha	100	162	88	88	30	25	16	131	62	71
Habichuela	100	112	90	90	30	25	16	81	64	73
Lechuga	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Rábano	100	100	90	90	30	25	16	69	64	73
Zanahoria	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Brócoli	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Lechuga	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Ayote	100	162	112	112	30	25	16	131	86	95
Sandia	100	162	112	112	30	25	16	131	86	95
Taxo	100	250	50	120	30	25	16	219	24	103
Maíz	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Banano	100	420	170	620	30	25	16	38	144	603
Yuca	20	6	8	40	6	5	3	0	3	36
Tomate	33	83	66	66	9	8	5	72	57	60
Remolacha	23	37	20	20	6	5	3	30	14	16
Lechuga 1	17	38	19	19	5	4	2	32	14	16
Zanahoria	25	56	28	28	7	6	4	48	21	23
Brócoli	25	56	28	28	7	6	4	48	21	23
Sandia	80	130	90	90	24	20	13	105	69	76
Maíz	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Habichuela	50	56	45	45	15	12	8	40	32	36
Lechuga 2	17	38	19	19	5	4	2	32	14	16
Rábano	25	25	23	23	7	6	4	17	16	18
Ayote	100	162	112	112	30	25	16	131	86	95
Taxo	100	250	50	120	30	25	16	219	24	103
Maíz	100	224	112	112	30	25	16	193	86	95
Habichuela	50	56	45	45	15	12	8	40	32	36
Ayote	100	162	112	112	30	25	16	131	86	95
Taxo	100	250	50	120	30	25	16	219	24	103
Yuca	20	6	8	40	6	5	3	0	3	36
Sandia	80	130	90	90	24	20	13	105	69	76

Cuadro 5. Ventana de aplicación con las particiones apropiadas para diferentes hortalizas en monocultivo y asocio.

Cultivos	Ventana de aplicación (% de aplicación)													
	Feb abono	Mar sint	Abr sint	May sint	Jun sint	Jul sint	Ago sint	Sep sint	Oct sint	Nov sint	Dic sint	Ene sint	Feb sint	
Banano	100	5	6	9	11	12	12	11	9	7	7	6	5	
Yuca	100	11	11	11	11	11	11	11	11	11				
Tomate	100	40	50	10										
Remolacha	100	50	50											
Habichuela	100			50	50									
Lechuga	100	100												
Rabano	100		50	50										
Zanahoria	100	50	50											
Brocoli	100	80	20											
Lechuga	100		40	60										
Ayote	100			10	30	30	30	30						
Sandia	100	40	50	10										
Taxo	100	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	
Maiz	100			50	50									
Banano		5	6	9	11	12	12	11	9	7	7	6	5	
Yuca		11	11	11	11	11	11	11	11	11				
Tomate		40	50	10										
Remolacha		50	50											
Lechuga 1		100												
Zanahoria		50	50											
Brocoli	100	80	20											
Sandia		40	50	10										
Maiz				50	50									
Habichuela				50	50									
Lechuga 2			40	60										
Rabano			50	50										
Ayote				10	22,5	22,5	22,5	22,5						
Taxo		8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	
Maiz				50	50									
Habichuela	100			50	50									
Ayote				10	22,5	22,5	22,5	22,5						
Taxo		8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3					
Yuca	100	11	11	11	11	11	11	11	11	11				
Sandia		40	50	10										

**Cosecha.** La cosecha se realizó manualmente cuando las hortalizas estaban maduros o en punto de cosecha. Se pesaron y se clasificaron en comerciales y no comerciales, según prácticas típicas de cada cultivo y a base de daños (físicos y biológicos), malformaciones, etc. La lechuga se cosechó a los 28 ddt (días después de trasplante), la remolacha se cosechó a los 56 dds (días después de siembra), el brócoli a los 77 ddt, aunque no se logró un rendimiento comercial, por un problema causado probablemente fisiológico no identificado. El maíz dulce se cosechó a los 70 ddt. La cosecha de tomate inició a los 70 ddt y se extendió durante 21 días más. La zanahoria se cosechó a los 84 dds, el rábano a los 28 dds, la habichuela a los 56 dds y la yuca a las 36 semanas.

**UET.** El cálculo del uso equivalente del terreno (UET), se hizo mediante la comparación del rendimiento obtenido en el policultivo, comparado con el rendimiento comercial de cada uno de sus cultivos. Fórmula de UET [1] (Mead y Rao, 1980). Un UET mayor a uno, indica que en una hectárea se ha logrado producir más que su equivalente de comida si ha sido producido en monocultivos (Gliessman, 2002).

$$\frac{\text{RCP}}{\text{RCM}} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad [1]$$

Donde: RCP: Rendimiento comercial de uno de los cultivos del policultivo  
RCM: Rendimiento comercial del monocultivo.

**UET financiero.** Para el análisis económico, se calculó del UETf. El cálculo del Uso Equivalente del Terreno Financiero (UETf) consiste en la comparación de los ingresos obtenidos por la producción comercial del policultivo, contra los ingresos obtenidos por la producción comercial de los monocultivos más valiosos, tomando en cuenta una sucesión de estos en el tiempo del ciclo total del policultivo. [2] (Vandermeer, 1989). En este estudio, se evaluó el UETf con valores brutos por faltar todos los valores para el análisis de ingresos netos.

$$\frac{\text{Ingresos policultivo}}{\text{Ingresos monocultivos}} \quad \text{---} \quad [2]$$

La sumatoria de los ingresos del policultivo por unidad de área se compara con los ingresos obtenidos de él o los monocultivos más valiosos en la misma área durante el mismo ciclo de cultivo. Para los precios utilizados en este estudio, se promedió de los precios típicos para todas las diferentes hortalizas en todo el año en la zona de Tegucigalpa Honduras (Pack, 2011).

Cuadro 6. Precios por kg en dólares americanos de cada uno de los cultivos.

Cultivo	\$/kg
Banano	0.41
Yuca	0.64
Tomate	0.69
Ayote	0.35
Sandía	0.41
Brócoli	0.72
Camote	0.46
Habichuela	0.72
Lechuga	0.72
Maíz dulce	1.18
Rábano	0.43
Remolacha	0.67
Zanahoria	0.58

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimientos.** Los rendimientos de los diferentes cultivos en policultivo fueron bajos comparados con los rendimientos comerciales, con excepción de la yuca. El ayote y el banano se dejaron fuera de análisis por no cumplir con sus ciclos productivos aún; taxo, siendo una planta nativa de altura nunca logró adaptarse al clima de Zamorano y su mortalidad fue completa. Lo mismo sucedió con a sandía, debido a un ataque fuerte de áfidos (cientos por hoja) provenientes de una parcela vecina abandonada, y brócoli, en todos los tratamientos fue desechado por una enfermedad fisiológica no identificada en que las hojas crecieron por entre las flores de la cabeza.

Para rendimientos comparativos de cada cultivo en sus diferentes ambientes, generalmente los rendimientos fueron mayores con monocultivos que con policultivos (Cuadro 7). Las excepciones fueron con yuca, tomate y habichuela, que tuvieron rendimientos totales parecidos entre los dos sistemas. En los rendimientos comerciales persistió la misma tendencia, pero no sorprende porque la densidad de los policultivos en muchos casos fue inferior a la de los monocultivos. Sin embargo el porcentaje de comercial fue mayor para todos los cultivos excepto por lechuga y rábano y con resultados mixtos para el maíz dulce (Cuadro 7), indicando una mejor protección de los daños en los cultivos producidos.

Para corregir las variaciones por densidades de cultivos en cada tratamiento, se evaluó los rendimientos por planta. Rendimientos por planta fueron mayores en policultivos que en monocultivos para tomate (2.4 veces), maíz dulce en el tratamiento tres hermanas (1.3 veces), habichuela en las tres hermanas y en Poli14 (3.9 y 5.3 veces, respectivamente), y yuca (4.9 veces), para el Poli14 y Ecuador mix. A diferencia de estas plantas altas, las relaciones fueron menores para las plantas bajas como zanahoria (0.1 veces), remolacha (0.2 veces), lechuga (0.3 veces) y rábano (0.2 veces) (Cuadro 7).

Estos datos concuerdan con lo reportado por Pérez Atencio y Ruiz Guerra (2010), Espinal Ávila y Onesias (2011), y Hill Valdés (2011) en que las plantas bajas sufren por competencia con las plantas más grandes y se supone que sea por deficiencia luz. Estas plantas deben sembrarse con antelación para que puedan rendir en sistemas de policultivos con plantas altas.

El maíz en el Poli14 sufrió comparado con el de monocultivo, por la sombra causada por la yuca. Hill Valdés (2011) reportó datos parecidos, en que maíz dulce no compite bien en policultivos cuando la yuca ya se encuentra en etapas intermedias de crecimiento. Su comportamiento en las tres hermanas fue lo mismo que se ha observado en otros estudios en Zamorano (véase Achupallas Mesa y Gaitán Pérez (2009), Guerrero Soler y HerreraEgüez (2010), Enciso Espínola y Espinoza Arteaga (2010), Pérez Atencio y Ruiz

Guerra (2010), Espinal Ávila y Onesias (2011)), en que rindió fuertemente en los policultivos.

Se observó que la cosecha de la yuca en los policultivos fue más sencilla que en los policultivos, en primer lugar por la menor densidad, y en segundo lugar, porque el alto número de cultivos que incluía la parcela Poli 14, permitió incluir una cantidad de abono orgánico mayor, lo que ayudó a la soltura del suelo en el momento de la cosecha de la yuca.

Cuadro 7. Rendimientos totales, comerciales y por planta de diferentes hortalizas en monocultivos y policultivos.

Tratamiento	Total(Kg/Ha)	Comercial		Kg(Planta)	Rend comp
		(Kg/ha)	%		
Yuca	32689 <sup>ns</sup>	28996 <sup>ns</sup>	88.7	1.7 <sup>b</sup>	
Poli14	28538	28087	98.4	8.4 <sup>a</sup>	4.9
EcMix	29184	27865	95.5	8.4 <sup>a</sup>	4.9
Andeva	0.3324	0.3318		0.0016	
Tomate	9438 <sup>ns</sup>	7639 <sup>ns</sup>	80.9	343.8 <sup>b</sup>	
Poli14	6944	6092	87.7	822.6 <sup>a</sup>	2.4
Andeva	0.1060	0.2963		0.0296	
Zanahoria	20485.5 <sup>a</sup>	10953.0 <sup>a</sup>	53.5	246.5 <sup>a</sup>	
Poli14	2736.7 <sup>b</sup>	1562.5 <sup>b</sup>	57.1	35.2 <sup>b</sup>	0.1
Andeva	0.0009	0.0012		0.0012	
Habichuela	138.9 <sup>ns</sup>	53.7 <sup>ns</sup>	38.6	1.2 <sup>b</sup>	
Poli14	138.9	138.9	100.0	6.3 <sup>a</sup>	5.2
3 H	104.2	104.2	100.0	4.7 <sup>ab</sup>	3.9
Andeva	0.5798	0.1285		0.0484	
Remolacha	14867.0 <sup>a</sup>	6912.7 <sup>ns</sup>	46.5	103.7 <sup>ns</sup>	
Poli14	1874.9 <sup>b</sup>	1392.0	74.2	20.9	0.2
Andeva	0.0271	0.0727		0.0726	
Lechuga	12152.4 <sup>a</sup>	10132.3 <sup>a</sup>	83.4	456.0 <sup>a</sup>	
Poli14	3724.6 <sup>b</sup>	2809.3 <sup>b</sup>	75.4	126.4 <sup>b</sup>	0.3
Andeva	0.0256	0.0359		0.0358	
Maíz	5460.7 <sup>a</sup>	5460.7 <sup>a</sup>	100.0	245.8 <sup>a</sup>	
Poli14	416.7 <sup>b</sup>	277.8 <sup>b</sup>	66.7	12.5 <sup>b</sup>	0.1
3Hermanas	6912.7 <sup>a</sup>	6912.7 <sup>a</sup>	100.0	311.1 <sup>a</sup>	1.3
Andeva	0.0062	0.0052		0.0052	
Brócoli	15245.8 <sup>a</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.0	0.0 <sup>ns</sup>	
Poli14	8080.6 <sup>b</sup>	0.0	0.0	0.0	-
Andeva	0.0466	.		.	
Rábano	1704.5 <sup>a</sup>	1578.2 <sup>a</sup>	92.6	11.8 <sup>a</sup>	
Poli14	473.8 <sup>b</sup>	246.5 <sup>b</sup>	52.0	1.8 <sup>b</sup>	0.2
Andeva	0.0009	0.0002		0.0002	

Rend comp = Rendimiento Comparativo; divide el rendimiento por planta en policultivo por el de monocultivo.

Promedios en cada columna seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Plagas/Enfermedades/malezas.** Las plagas más comunes fueron: mosca blanca, *Plutella* spp, crisomélidos, y algunos lepidópteros piéride. Pero, aunque no fue objetivo del estudio, es válido comentar que en las parcelas de policultivo, se tuvo menores ataques de plagas, lo que se reflejó en la baja cantidad de desechos de los cultivos, indicando una interacción de los cultivos que crea un equilibrio en el sistema, y lo cual reduce de manera sustancial la incidencia de daños provocados por plagas en los mismos. Un ejemplo claro sucedió con los zompopos (*Atta* spp.) que atacaron a las plantas de yuca exclusivamente en parcelas de monocultivo, evitándolas en policultivos, aún cuando estaban cercanos a cada otro.

De igual manera se controlaron las enfermedades, siendo las principales: virosis, marchitez bacteriana y nematodos en tomate; y *Fusarium* spp en varios cultivos, incluso en taxo. En el caso del taxo, fue atacado de manera similar tanto en los monocultivos como en los policultivos y aunque el crecimiento del mismo había sido mayor en los policultivos, todas las plantas murieron en los primeros cuatro meses de sembradas. Se cree también que el clima cálido de Zamorano no fue favorable para el desarrollo del mismo.

Las malezas se las controlaron con azadón en los caminos, y a mano en la cama. Para los policultivos se ocuparon un par de desmalezadas, esto es por la misma supresión causada por el sistema, mientras que en los monocultivos fueron regulares y numerosas.

**UET.** En todo el ensayo, solo 8 cultivos lograron cosecharse para el cálculo de UET. En el caso del tratamiento 3 Hermanas, solamente se calculó el aporte del maíz y la habichuela por la demora de los ayotes. El caso del tratamiento Ecuador Mix, solamente se contó con el aporte de la yuca, por la pérdida total de sandía y taxo, se comportó como un monocultivo. (Cuadro 8).

Por la definición de UET, no se puede evaluar los 14 cultivos a la vez, porque muchos fueron sucesiones de cada otro. Por lo tanto, se evaluó el UET en dos partes, la primera sucesión y la segunda. Ya que yuca estaba presente durante ambos, se incluyó cada vez. También, ya que no hubo tiempo de cosechar el banano y el ayote se considera un UET subtotal. Para la primera sucesión (yuca hasta zanahoria) el UET subtotal fue de 2.39, y la segunda (yuca con maíz habichuela y rábano) fue de 3.77. En ambos casos el UET fue mucho mayor a 1.0, indicando una sinergia sumamente positiva en el sistema. La razón principal para el posterior fueron las habichuelas. En monocultivo sufrieron pérdidas grandes por las condiciones adversas en que se cultivaron, pero en policultivos esos efectos negativos se amortiguaron sustancialmente. Un productor en cualquiera de los dos casos, ocuparía mucho más espacio para producir igual cantidad de alimento en monocultivo que en policultivo.

Uno de los valores sorprendentes fue el del maíz en el Poli14. En los estudios anteriores en Zamorano, maíz siempre fue un ancla en el sistema (véase, Achupallas Mesa y Gaitán Pérez (2009); Guerrero Soler y Herrera Egúez (2010); Enciso Espínola y Espinoza Arteaga (2010); Pérez Atencio y Ruiz Guerra (2010) y Espinal Ávila y Onesias, 2011.) Solo con Hill Valdez (2011) el maíz no rindió bien y en ambos casos fue a causa de la yuca previamente sembrada que lo sombreó.

El tratamiento tres hermanas, muestra un UET de 3.21, aún con la aportación solo de dos cultivos, y es una muestra sutil de la eficacia de los policultivos en comparación con los monocultivos, ya que este tratamiento contó solamente con el aporte de dos de sus tres cultivos. Se considera que el maíz se comportó como normal en esa mezcla, ya que la yuca no estaba presente en ese tratamiento. El rendimiento de las habichuelas fue artificialmente alto, porque en monocultivo sufrieron pérdidas por el clima, como discutido anteriormente.

**Ingresos.** Los ingresos obtenidos por los diferentes cultivos fueron proporcionales a la cantidad comercial cosechada de cada uno de los mismos (Cuadro 5). El precio de referencia utilizado para calcular el valor de los mismos fue brindado por la unidad de Horticultura, con el precio base en Lempiras, una tasa de cambio de 19L.

El cultivo de yuca, fue uno de los más valiosos de los monocultivos. Sin embargo su ciclo tarda nueve meses, y en ese mismo tiempo, si un productor fuese adivino, hubiese decidido sembrar un ciclo de lechuga, seguido por otro de maíz dulce, y de esta forma hubiese logrado un mayor ingreso. Es por ello que se los usó como punto de referencia para realizar el estudio de UETf. (Cuadro 9)

**UETf.** El ingreso económico de este sistema fue evaluado en comparación a la sucesión de los dos monocultivos más valiosos, la lechuga y el maíz dulce (referencia de 1.0). El sistema del Poli14 resultó en ingresos económicos 1.57 veces más alto. Aun que los mayores ingresos se reflejan en la mayoría de los estudios realizados en Zamorano, y son buenas noticias para cualquier productor de policultivos, la conformación de esos resultados difiere con los otros estudios, ya que el maíz no aportó casi nada en policultivo por su pobre competencia contra la yuca (descrito anteriormente). En su lugar la yuca fue el más responsable de los ingresos realizados, con tomates aportando sustancialmente también.

Cuadro 8. Uso Equivalente del Terreno con las aportaciones individuales de cada cultivo.

Tratamiento	Yuca	Tomate	Remolacha	Lechuga	Zanahoria	UET Subtotal	Maíz	Habichuela	Rábano	UET Subtotal
Poli14	0.97 <sup>ns</sup>	0.80	0.20	0.28	0.14	2.39	0.05 <sup>b</sup>	2.59 <sup>ns</sup>	0.16	3.77 <sup>a</sup>
3H	.	.	.	.	.		1.27 <sup>a</sup>	1.94	.	3.21 <sup>ab</sup>
EcMix	0.96	.	.	.	.		.	.	.	0.96 <sup>b</sup>

Yuca forma parte de ambas sucesiones, por lo cual se lo incluyó cada vez

Cuadro 9. Ingresos (US\$/ha) de los cultivos en monocultivos y policultivos.

Tratamiento	Yuca	Tomate	Remolacha	Lechuga	Zanahoria	Maíz	Habichuela	Rábano	Ingresos Totales (\$)
Yuca	13425	.	.	.	.	.	.	.	13425
Tomate	.	5309	.	.	.	.	.	.	5309
Remolacha	.	.	4604	.	.	.	.	.	4604
Lechuga	.	.	.	7336	.	.	.	.	7336
Zanahoria	.	.	.	.	6342	.	.	.	6342
Maíz	.	.	.	.	.	6449	.	.	6449
Habichuela	.	.	.	.	.	.	39	.	39
Rábano	.	.	.	.	.	.	.	685	685
Poli14	13004	4234	927	2034	905	328	101	107	21640
3Hermanas	.	.	.	.	.	8164	75	.	8240
Ecuador Mix	12902	.	.	.	.	.	.	.	12902

Cuadro 10. Uso Equivalente del Terreno Financiero (UETf)

Tratamientos	UETf Parcial								UETf sub-total
	Yuca	Tomate	Remolacha	Lechuga	Zanahoria	Maíz	Habichuela	Rábano	
Yuca	0.97	.	.	.	.	.	.	.	0.97
Tomate	.	0.39	.	.	.	.	.	.	0.39
Remolacha	.	.	0.33	.	.	.	.	.	0.33
Lechuga	.	.	.	0.53	.	.	.	.	0.53
Zanahoria	.	.	.	.	0.46	.	.	.	0.46
Maíz	.	.	.	.	.	0.47	.	.	0.47
Habichuela	.	.	.	.	.	.	0.00	.	0.00
Rábano	.	.	.	.	.	.	.	0.05	0.05
Poli14	0.94	0.31	0.07	0.15	0.07	0.02	0.01	0.01	1.57
3h	.	.	.	.	.	0.59	0.01	.	0.60
EcMix	0.94	.	.	.	.	.	.	.	0.94

## 4. CONCLUSIONES

- El sistema de Policultivo con 14 hortalizas indicó el límite de complejidad en el sistema. Esto se atribuye a que la sombra del mismo sistema afecta al maíz dulce y rábano, que no crecieron o no produjeron debido a la falta de luz, o de ayote o banano que se retrasaron.
- Los cultivos pequeños fueron severamente afectados por la sombra del sistema, y no pudieron competir con cultivos más grandes.
- Los rendimientos en los policultivos superaron por mucho a los rendimientos obtenidos en los monocultivos, no individualmente, pero sí en conjunto. De igual manera, los ingresos fueron mucho mayores y fueron mucho mayores y fueron dispersados entre muchos cultivos, reduciendo el riesgo de pérdida total por cualquier factor inesperado.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio con otros cultivos, tanto de ciclo corto como de ciclo largo para evaluar el efecto de la carga del sistema y sus valores de UET y UETf.
- Programar los ciclos de siembra considerando una posible demora en la cosecha del cultivo anterior en la sucesión, para evitar atrasos en la siembra y lograr colocar en el sistema los cultivos, antes que la sombra de los cultivos dominantes cierre la parcela. También cultivos cortos deben sembrarse muy temprano en el ciclo.
- Hacer estudios del equilibrio biológico del sistema, comparado con los rendimientos del mismo sin la aplicación de pesticidas, para evaluar el efecto de la estabilidad del sistema en comparación con los monocultivos sin aplicación de pesticidas.
- Hacer un estudio de análisis de suelos, ya que si bien es cierto que los policultivos extraen muchos nutrientes, también aportan más materia orgánica, pero no se sabe el balance final.
- Realizar un estudio de UETf neto, ya que el UETf que se utilizó en este estudio fue un UETf bruto. Se debe tomar en consideración todos los gastos por ambos tipos de sistemas. Eso incluiría ahorros en fertilizantes, pesticidas y herbicidas, uso de maquinaria, etc. Con los policultivos, pero potencialmente mayores costos de mano de obra.

## 6. LITERATURA CITADA

Achupallas Mesa, J. y M. Gaitán Pérez 2009. 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. Tesis Ing. Agr. El Zamorano. Honduras 18p.

Altieri M. A. 1994. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad en agroecosistemas: efectos sobre plagas y enfermedades. División de Control Biológico, Universidad de California, Berkeley USA. 16p

Altieri M.A. 1995. Agroecology: The science of sustainable Agriculture. Cambridge University Press. London. 417p.

Enciso Espínola, A. y J. Espinoza Arteaga 2010. Evaluación del uso equivalente de terreno y eficiencias de extracción de tres dosificaciones de nutrientes en policultivo de maíz dulce, habichuela y pepino en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 25p.

Espinal Ávila S.N. y D. Onesias 2011. Un sistema de siete hortalizas en policultivos con cuatro dosis de fertilización evaluando rendimientos, uso equivalente del terreno (UET), UET financiero y de nutrientes. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 38p. (En prensa)

FAO 2009. Producción mundial del maíz 2009. FAOstat. consultado en línea el 17 de Octubre de 2011. Disponible en línea en: <http://faostat.fao.org/>

Francis C.A. 1986. Multiple Cropping Systems. Macmillan Publishing Company. New York. 368p.

Galarza Brito P. J. 2011. Comunicación personal.

Gliessman S.R. 2007. Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Ratón, Florida. 353p.

Gliessman, S.R. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 243-244

Guerrero Soler, J. y F. Herrera Egüez 2010. Evaluación de ocho densidades de siembra de maíz dulce, habichuela y ayote en policultivo en uso equivalente de terreno y control de malezas en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 28p.

Hill Valdés, F.A. 2011. Policultivos de sábila con hortalizas sobre rendimientos, el uso equivalente de terreno (UET) y el UET financiero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 22 p. (En Prensa)

Innis, D.Q. 1997. Intercropping and the scientific Basis of Traditional Agriculture. Intermediate Technology Publications. Londres. 179p.

Leihner, D. 1983. Yuca en cultivos asociados. Manejo y evaluación. Cali, Colombia: CIAT .80p

Nieto Sáenz A.S. 2010. Efecto de la asociación de cinco cultivos hortícolas en los niveles de defoliación y en la biodiversidad de organismos plaga y benéficos. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 79p

Pack J. 2011. Comunicación personal.

Pérez Atencio, A., K. Ruiz Guerra 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. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 31p

Soule J.D. y J.K. Piper 1992. Farming in Nature's Image: An Ecological Approach to Agriculture. McGraw-Hill, Inc. Washington. 286p

Steiner R. 1984. La prevalencia de los policultivos en el mundo. En Curso intensivo de agroecología y desarrollo sustentable: conceptos y prácticas. Miguel Altieri y Clara I. Nicholls (ed.), Chile. p 190-202

Trenbath B.R. 1976. Plant Interactions in Mixed Crop Communities. En (R.I. Pappendick, P.A. Sanchez, y G.B. Triplett, eds.) Multiple Cropping. American Society of Agronomy, publicación especial # 27. USA p 129-170

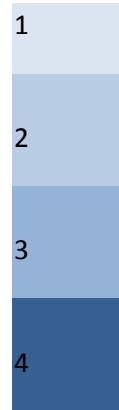
Vandermeer J. 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press. London. 203p

Willey, R. W. y M. R. Rao. 1980 A competitive ratio for quantifying competition between intercropping. Exp. Agric. 16:117-125.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Randomización de los tratamientos de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras.

	Taxo	Maíz dulce	Maíz dulce	3Hermanas	Maíz dulce	
	Yuca	Ecuador mix	Ecuador mix	Tomate	Sandía	
	Sandía	Banano	Yuca	Zanahoria	Remolacha Habichuela	
	Banano	Taxo	Tomate	Taxo	Ecuador mix	
	Poli14	Lechuga 1 Rábano	3Hermanas	Sandía	Zanahoria	
	Brócoli Lechuga Ayote	Brócoli Lechuga Ayote	Zanahoria	Banano	Taxo	
	Ecuador mix	Maíz dulce	Remolacha Habichuela	Remolacha Habichuela	Banano	Tomate
	3Hermanas	Remolacha Habichuela	Yuca	Lechuga 1 Rábano	Poli14	Brócoli Lechuga Ayote
	Tomate	Zanahoria	Poli14	Poli14	Yuca	Lechuga1 Rábano
	X	Lechuga 1 Rábano	Sandía	Brócoli Lechuga Ayote	3Hermanas	x
Calle de zona II						



Anexo 2 Arreglo en la cama de plantas intercaladas y sucesivas en una primera sucesión (A) y segunda sucesión (B) de crecimiento.

