

**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**

**Joel Guerrero Soler  
Favio Herrera Egüez**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

# **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**

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

Presentado por

**Joel Guerrero Soler**  
**Favio Herrera Egüez**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 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**

Presentado por:

Joel Guerrero Soler  
Favio Herrera Egüez

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 Área Temática  
Fitotecnia

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Guerrero J; Herrera, F. 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. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras, 28 p.

Los policultivos exitosos son sistemas en que dos o más cultivos se establecen en el mismo espacio de terreno, para poder aprovechar la luz, agua y nutrientes disponibles y llenar diferentes nichos ecológicos. Un factor que se debe evaluar para maximizar la relación es la densidad idónea entre los cultivos. Este estudio evaluó la producción (rendimientos y valor) y diferencias de malezas con tres cultivos hortícolas (maíz dulce, *Zea mays*; habichuela, *Phaseolus vulgaris*; y ayote *Cucurbita moschata*) y en ocho densidades de siembra (combinaciones de 33 y 66% de una densidad típica de monocultivo). Se usó un diseño BCA con once tratamientos (tres monocultivos y ocho policultivos) y cuatro repeticiones cada uno. Se analizó con el programa Statistical Analysis System con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$  y se separaron las medias con el método Tukey. La productividad absoluta por área de los monocultivos fue más alta que los policultivos, pero al sumar los rendimientos relativos de los cultivos en policultura, siempre mostraron ventajas sobre sus monocultivos. El policultivo de maíz (M66%), habichuela (H66%), ayote (A66%) tuvo un valor uso equivalente del terreno (UET) de 1.78, mientras que aun el peor de los policultivos rindió 42% más por área que los monocultivos. El uso equivalente del terreno financiero (UETf) se calculó dividiendo los ingresos brutos de cada policultivo entre los ingresos brutos del monocultivo más valioso (habichuela). Todos los policultivos fueron más valiosos numéricamente comparado con el monocultivo de habichuela. El tratamiento con la densidad 66:66:66 produjo el mejor UETf de 1.43, lo que significa que fue 43% más valioso que el monocultivo de habichuela. La densidad total dos mostró una reducción de hoja ancha, gramínea y coyolillo en 41, 93 y 67% respectivamente en comparación con la densidad total uno.

**Palabras clave:** UET, UETf, monocultivo, cultivos intercalados

## ABSTRACT

Guerrero J, Herrera, F. 2010. Evaluation of eight densities in polyculture yields of sweet corn, beans and squash and weed control in Zamorano, Honduras. Special Graduation Project Program of Agricultural Engineering, Zamorano, Honduras. 28 p.

The successful polycultures are systems in which two or more crops are set in the same space of ground, to take advantage of light, water and nutrients available and fill different niches. One factor that assessment to maximize the relationship is the ideal density between different cultures present. This study evaluated the production (yield and value) and differences in weed with three vegetable crops (sweet corn, *Zea mays*; bean, *Phaseolus vulgaris*, and squash *Cucurbita moschata*), and eight densities (combinations of 33% and 66% a typical density monoculture). CRBD is using a design with eleven treatments (three monoculture and polyculture eight) and four replicates each. Was analyzed with the Statistical Analysis System with a significance level of  $P \leq 0.05$  and were separated halves with the Tukey method. Absolute productivity per area of monoculture was higher than polycultures, but by adding the relative yields of crops in polyculture, they always showed advantages over monocultures. Polyculture of M66% H66% A66% had a LER value of 1.78, while even the worst of all polycultures yielded 42% more area than monocultures. The LERf was calculated by dividing the gross revenue of each intercrop between the gross incomes of most valuable single crop (beans). All were more valuable polyculture numerically compared with the monoculture of beans. Density treatment produced the best LERf 66:66:66 1.43, which means it was 43% more valuable than the bean monoculture. The total density showed a reduction of two broad-leaved grass and Coyolillo in 41, 93 and 67% respectively compared with a total density.

**Keywords:** LER, LERf, monoculture, intercropping

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>17</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>19</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Densidades de siembra por tratamiento en monocultivos y policultivos.....	4
2. Cantidad de fertilizante por cultivo en kg/tratamiento.....	5
3. Rendimiento de maíz dulce en mono y policultivos.....	8
4. Rendimiento de habichuela en mono y policultivos.....	9
5. Rendimiento de ayote en mono y policultivos.....	10
6. Uso Equivalente del Terreno de maíz dulce, habichuela y ayote en policultivos...	12
7. Valor económico bruto parcial y total de los cultivos por tratamiento en L/ha .....	13
8. Uso equivalente del terreno financiero del uso de policultivos comparado con habichuela como cultivo más valioso.....	13
9. Efecto de los Monocultivos y Policultivos en la población de malezas.....	15
10. Promedio de la población de malezas/m <sup>2</sup> en densidad total de monocultivos y policultivos .....	15
Figura	Página
1 Comparación de rendimientos relativos de los monocultivos con base en la densidad total de los policultivos.....	11
Anexo	Página
1. Mapa de randomización.....	20
2. Producción de maíz, habichuela, y ayote (kg/ha) según diferentes densidades de siembra en mono- y policultivos.....	21
3. Aporte económico por cultivo en miles de L/ha según diferentes densidades de siembra en mono- y policultivos.....	21
4. Aporte económico total por cultivo en miles de L/ha según densidades de siembra en mono y policultivos.....	22
5. Poblaciones de malezas /m <sup>2</sup> en comparación con las densidades totales.....	22
6. Arreglo de siembra de los monocultivos y policultivos.....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de siembra en policultivos se originaron en los principios de la agricultura misma, como parte de los conocimientos de los indígenas para la subsistencia. Los policultivos se caracterizan por la diversidad de especies de plantas, integración de las plantas con los animales y los humanos, y un estilo de vida que gira alrededor de la necesidad de producir biodiversidad de alimento (Francis, 1986; Altieri, 1994).

Los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza han sido y siguen siendo los sistemas más productivos, comúnmente practicados en toda Latinoamérica (Pinchinat *et al.*, 1976), aunque no son los mismo cultivos el maíz tradicional comparado con el maíz dulce y los frijoles con la habichuela, pero poseen similitud entre sí. Estos sistemas de policultivos, son más importantes que los monocultivos en los trópicos y subtrópicos, debido a la predominancia de los pequeños agricultores (Davis *et al.*, 1986).

Por muchas razones agricultores a nivel mundial históricamente han optado por sembrar policultivos. Algunas son que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente en comparación a un monocultivo (Liebman, 1997) y para la disminución de la población de las plagas de insectos y la supresión de malezas por el sombreado de los follajes complejos por efectos alelopáticos (Gliessman y Amador, 1980). Además, la asociación de cultivos es una práctica comúnmente utilizada por los pequeños agricultores que permite una mayor utilización del terreno, un menor riesgo de pérdida total por cualquier factor de estrés físico o enfermedades de una de las especies, provee estabilidad en la producción y una mejor distribución del trabajo durante el año (Francis, 1981; Mutsaers *et al.* 1993 y Shaxson y Tauer, 1992).

Estas interacciones pueden tener efectos inhibidores o estimulantes en la producción (Hart, 1974), las mismas se ven reflejadas en los rendimientos. Una interacción negativa puede llegar a eliminar uno de los cultivos asociados, mientras que una asociación positiva puede estimular rendimientos similares a las mono culturas de cada uno (Arias y Muñoz 1983). En el diseño y manejo de estos sistemas, una de las estrategias es reducir al mínimo la competencia y obtener la máxima complementaridad de las especies en la mezcla (Francis *et al.*, 1976). Beneficios adicionales son una mayor estabilidad en el sistema, esto representa una reducción en el uso de agroquímicos, mayor supresión de malezas y menor susceptibilidad a enfermedades y plagas.

Una ventaja adicional es el menor uso de tierra comparado con monocultivos. Esto se determina con el uet (uso equivalente de terreno), que es una medida de cuanta tierra se necesitará para lograr rendimientos iguales en policultivos con relación a sus

Monocultivos. Hernández *et al.* (1999) demostraron que 0.99 ha de monocultivo de yuca y 0.15 ha de monocultivo de frijol produjeron la misma cantidad de yuca y frijol que un policultivo de 1.0 ha, o sea que el UET total del policultivo de yuca y frijol fue de 1.85. En este caso, el rendimiento de cada especie cultivada en la combinación, se redujo por competencia del cultivo asociado; pero el rendimiento total del policultivo, por unidad de superficie, fue un 85% mayor comparado con el de los monocultivos.

El Uso Equivalente de Terreno financiero (UETf) es la relación entre ingresos brutos de los policultivos dividido entre el monocultivo más valioso (Vandermeer, 1989). Achupallas, J. y Gaitán, M. (2009) encontraron el UETf más valioso en el monocultivo de maíz dulce (1.0), porque las mezclas de maíz dulce + habichuela (0.97) y maíz dulce + pepino (0.91), en ese caso los policultivos no fueron rentables pero no difirieron del monocultivo de maíz dulce.

Además demostraron una reducción en la población de malezas de hoja ancha, gramínea y coyolillo (*Cyperus rotundus*), comparando monocultivos con policultivos usando diferentes densidades de maíz dulce (*Zea mays*), habichuela (*Phaseolus vulgaris*) y pepino (*Cucumis sativus*).

Los policultivos constituyen entonces una manera eficiente de aprovechar los factores físicos y biológicos para aumentar la producción agrícola, minimizando el impacto ambiental provocado generalmente en la agricultura.

El objetivo del estudio fue evaluar la producción del maíz dulce (*Zea mays* var. Abasto, cultivar Shimmer), habichuela (*Phaseolus vulgaris* var. Opus) y ayote (*Cucurbita moschata* var. Seminole Pumpkin) bajo sistemas de siembra de monocultivos y policultivos. Se evaluaron ocho densidades, el uso equivalente de terreno (UET), uso equivalente del terreno financiero (UETf), los rendimientos en cada tratamiento, y la población relativa de malezas.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 UBICACIÓN**

El estudio se realizó en el lote 13 de zona II, en el área de Olericultura de la Escuela Agrícola Panamericana a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. Esta zona está situada a 14°00'31" latitud norte, y 86°59'50" longitud oeste, con una temperatura promedio anual de 24°C, y una altura de 740 msnm. El sitio cuenta con una precipitación promedio anual de 1,100 mm. El estudio se realizó durante un período seco de octubre de 2009 a enero de 2010.

### **2.2 PREPARACIÓN DE SITIO**

El área que se utilizó en el estudio fue de 3,564 m<sup>2</sup> (99 m de largo × 34 m de ancho). El lote se preparó con un paso de un subsolador y una rastra pesada, seguido de un acamador para tener camas de 0.90 m de ancho, 1.50 m entre camas y 0.20 a 0.25 m de alto. Se instaló un sistema de riego por goteo con dos cintas de riego por cama.

### **2.3 SIEMBRA DE LOS CULTIVOS**

Se utilizaron tres cultivos, maíz dulce (var. Abasto), habichuela (var. Opus), y ayote (var. Seminole Pumpkin). Antes de la siembra se probó la germinación y se determinó la viabilidad de las semillas de los tres cultivos. El maíz dulce tuvo un porcentaje de germinación de 96%, habichuela 94% y el ayote 84%, y se calculó el número de plántulas de maíz dulce y ayote según estos datos. La habichuela tuvo una siembra directa, pero también se consideró su porcentaje de germinación al momento de sembrarla en el campo. El maíz dulce fue trasplantado 14 días después de sembrado en bandejas con medio de crecimiento, la habichuela se sembró directamente y simultánea con el trasplante de maíz, el ayote se sembró en bandejas diez días después del maíz dulce y fue trasplantado 12 días después del trasplante del maíz dulce y la siembra de habichuela. La resiembra o reposición de las plántulas perdidas se hizo diez días después de la siembra.

### **2.4 DENSIDAD DE PLANTAS**

La densidad de plantas que se evaluó fue diferente para cada tratamiento, para asociarlos con la finalidad de tener un sistema de policultivos y evaluar la densidad más adecuada en la asociación, tomando como base la densidad utilizada normalmente en monocultivos: maíz dulce 60,000 plantas/ha, habichuela 100,000 plantas/ha, y ayote 4,400 plantas/ha (Olson *et al.* 2008<sup>a</sup>; Simonne *et al.* 2008). Para los policultivos, se sembraron densidades de 33% y 66% basados en las densidades de cada uno de los monocultivos (Cuadro 1)

Cuadro 1. Densidades de siembra por tratamiento en monocultivos y policultivos.

Trt	sistema	cultivo(s)	% semilla	plantas/ ha	distancia/ plantas (m)	surcos/ cama
1	Monocultivo	Maíz dulce	100	60,000	0.22	2
2	Monocultivo	Habichuela	100	100,000	0.13	2
3	Monocultivo	Ayote	100	4,400	1.50	1
4	Policultivo	Maíz dulce	33	20,000	0.33	1
		Habichuela	33	33,000	0.20	1
		Ayote	33	1,450	4.50	1
5	Policultivo	Maíz dulce	66	40,000	0.33	2
		Habichuela	33	33,000	0.20	1
		Ayote	33	1,450	4.50	1
6	Policultivo	Maíz dulce	33	20,000	0.33	1
		Habichuela	66	66,000	0.20	2
		Ayote	33	1,450	4.50	1
7	Policultivo	Maíz dulce	33	20,000	0.33	1
		Habichuela	33	33,000	0.20	1
		Ayote	66	2,900	2.25	1
8	Policultivo	Maíz dulce	66	40,000	0.33	2
		Habichuela	66	66,000	0.15	2
		Ayote	33	1,450	4.50	1
9	Policultivo	Maíz dulce	66	40,000	0.33	2
		Habichuela	33	33,000	0.20	1
		Ayote	66	2,900	2.25	1
10	Policultivo	Maíz dulce	33	20,000	0.33	1
		Habichuela	66	66,000	0.20	2
		Ayote	66	2,900	2.25	1
11	Policultivo	Maíz dulce	66	40,000	0.33	2
		Habichuela	66	66,000	0.20	2
		Ayote	66	2,900	2.25	1

## 2.5 MALEZAS

Se desmalezaron todas las parcelas a los 10, 25 y 40 días después del trasplante (DDT) con azadón entre hileras y a mano entre plantas, para que las malezas no compitan con el cultivo y afecten los rendimientos. Después del tercer desmalezado se dejaron las parcelas, 30 días después de la cosecha de ayote se contaron las malezas en cada tratamiento. Se contaron utilizando un aro de metal con 0.50 m de diámetro, equivalente a 0.19 m<sup>2</sup>, lanzado al azar una vez en cada unidad experimental. Las malezas fueron divididas en tres grupos generales: coyolillo, gramíneas, y plantas de hoja ancha. No se

realizó un conteo inicial, así que solamente se evaluaron las diferencias en poblaciones de malezas en cada tratamiento en vez de un efecto de supresión.

## 2.6 FERTILIZACIÓN

Se ajustó de acuerdo a los requerimientos de nutrientes NPK que demanda cada uno de los cultivos, maíz dulce (200-150-150), habichuela (100-100-100) y ayote (150-100-100) (Olson *et al.* 2008b). Fertilizantes aplicados fueron MAP (12-61-0), nitrato de potasio (13.5-0-44) y urea (46-0-0), fraccionado en partes iguales en cuatro aplicaciones que se hicieron a los 7, 14, 35 y 42 DDS. Se fertilizó alrededor de la base de las plantas de forma granular. Cada tratamiento se fertilizó según el porcentaje de la densidad de plantas de cada cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de fertilizante por densidad de cultivos en kg/tratamiento.

Cultivo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
M100	200	150	150
H100	100	100	100
A100	150	100	150
M33,H33,A33	150	116	132
M66,H33,A33	217	165	182
M33,H66,A33	282	149	165
M33,H33,A66	198	149	182
M66,H66,A33	248	198	215
M66,H33,A66	264	198	231
M33,H66,A66	231	182	215
M66,H66,A66	297	231	264

M= Maíz dulce H= Habichuela A= Ayote

## 2.7 RIEGO

Se realizó de acuerdo a las necesidades hídricas presentadas por los cultivos, según los parámetros manejados por la unidad de Olericultura. Se utilizó sistema de riego por goteo, utilizando dos cintas por cama.

## 2.8 CONTROL DE PLAGAS

Se monitoreo constante la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, para evitar un daño irreversible en las plantas. Se colocaron trampas amarillas contra insectos con pegante biotac. Para el control de mildiú lanoso en ayote se usó: Azoxystrobin 50%, Pyraclostrobin 12.8% y Boscalid 25.2%. Para el control de cogollero en maíz dulce, se usó Emamectina benzoato 5%, utilizando bombas de mochila para la aplicación.

## 2.9 COSECHAS

Se cosechó de acuerdo a la madurez del cultivo y no de forma simultánea. Se cosechó el maíz dulce (75 DDT), dos de habichuela (60 y 70 DDS), y una de ayote (130 DDT) y se pesaron los rendimientos por cada tratamiento.

## 2.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA). Se realizaron once tratamientos (tres de monocultivo y ocho de policultivos) con cuatro repeticiones cada uno, para un total de 44 unidades experimentales (Cuadro 1). Cada unidad experimental tuvo un tamaño de  $9 \times 9$  m (81 m<sup>2</sup>), dejando un espacio de 1 m entre cada unidad experimental. Para la toma de datos se dejó un metro hacia adentro para evitar el efecto de borde. El área total del estudio fue de 3,564 m<sup>2</sup> (Anexo 1).

Los datos fueron analizados usando el Análisis de Varianza (ANDEVA), con la ayuda del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 2007). El grado de significancia fue de  $P \leq 0.05$  y para la separación de medias se usó el método Tukey.

## 2.11 USO EQUIVALENTE DEL TERRENO

Se determinó el uso equivalente de terreno (UET) que define el área de terreno requerido bajo monocultivo para producir los rendimientos obtenidos bajo asociación (Willey y Rao, 1980) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{UET} = \text{PA/MA} + \text{PB/MB} + \text{PC/MC} \quad (\text{Fórmula 1})$$

PA = Rendimiento del cultivo A en policultivos.

MA = Rendimiento del cultivo A en monocultivo.

PB = Rendimiento del cultivo B en policultivos.

MB = Rendimiento del cultivo B en monocultivo.

PC = Rendimiento del cultivo C en policultivos.

MC = Rendimiento del cultivo C en monocultivo.

## 2.12 USO EQUIVALENTE DEL TERRENO FINANCIERO

Para calcular el UETf se dividieron los ingresos brutos de cada policultivo entre los ingresos brutos del monocultivo más valioso (Vandermeer 1989). Se consideraron los precios reportados a nivel de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Y en el caso del ayote el valor interno dentro de la Escuela Agrícola Panamericana. Los precios dentro del Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras (SIMPAH 2009 - 2010), consultado el 12 de diciembre de 2009 al 8 de enero de 2010. L 9.68/kg para maíz dulce, L 7.70/kg para habichuela y L 3.00/kg para ayote.

$$\text{UETf} = \text{IBI/IBCV} \quad (\text{Fórmula 2})$$

IBI= ingreso bruto de policultivos

IBCV= ingreso bruto del monocultivo más valioso.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS**

Los rendimientos de los cultivos fueron más bajos de los típicamente cosechados en explotaciones comerciales. Esto fue principalmente a causa de una falta de lluvia que típicamente cae durante los meses de diciembre y enero. El consiguiente estrés sobre las plantas dio una producción en monocultivos de 5,641 kg/ha de maíz dulce, 9,464 kg/ha de habichuela y 8,954 kg/ha de ayote, en comparación con rendimientos comerciales típicos de 7,000 a 10,000 kg/ha de maíz dulce, 11,000 kg/ha de habichuela y 15,000 a 20,000 kg/ha de ayote (Pack, comunicación personal). Sin embargo, los análisis relativos entre tratamientos habrían sido poco afectados ya que todos los cultivos sufrieron las mismas condiciones climáticas.

##### **3.1.1 Rendimiento de maíz dulce**

El rendimiento del monocultivo de maíz dulce fue de 5,641 kg/ha, lo que no presentó diferencias en rendimientos en comparación con el policultivo de maíz dulce + habichuela + ayote con densidad 66:66:66 (Cuadro 3). Entre los policultivos, hubo mucha variación a base de las diferentes mezclas en que el maíz 66:66:66 rindió significativamente más (5,279 kg/ha) que cualquier otra mezcla.

Al analizar el maíz con una densidad constante de 33%, con el tratamiento 33:33:33 como base y comparado con los tratamientos 33:66:33, 33:33:66 y 33:66:66, se observó que ninguno difirió significativamente en sus rendimientos por hectárea ni por planta, aunque rendimientos de maíz dulce fueron siempre más altos numéricamente con densidades de otros cultivos más altas (promedio 9%). Con una densidad constante de 66%, con el tratamiento 66:33:33 como base y comparando con los tratamientos 66:66:33, 66:33:66 y 66:66:66 se observó una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en los tratamientos 66:66:33 y 66:66:66 en rendimientos por hectárea y por planta. Estos resultados indican que el maíz dulce no se vio afectado su desarrollo por cultivos a nivel del suelo, tampoco con el aumento o disminución de la densidad de éstas por ende la competencia interespecie no es un problema con las densidades evaluadas. Cuando se comparó la duplicación de densidad de maíz dulce en un ambiente dado, es decir 33:33:33 con 66:33:33, 33:66:33 con 66:66:33, 33:33:66 con 66:33:66 y 33:66:66 con 66:66:66, se observó que al duplicar la densidad del maíz los rendimientos subieron un promedio de 55%, en todos los tratamientos sino por el de 33:66:33 en que se observó una reducción de 10%. Esta relación es inversa en los rendimientos por planta donde al tener una menor densidad de maíz, cada planta desarrolla mucho más. También es interesante notar que aunque se

duplicó la cantidad de maíz dulce, en ningún caso se duplicó su producción (el máximo fue un aumento de 66% en 33:66:66 vs 66:66:66).

Al analizar el maíz por densidad total en los tratamientos usando 33:33:33 como densidad total uno; 66:33:33, 33:66:33 y 33:33:66 como densidad total 1.33; 66:66:33, 66:33:66, 33:66:66 como densidad total 1.67 y 66:66:66 como densidad total dos, se observó que el maíz tuvo mejores rendimientos en los policultivos en condiciones más compactas de cultivos. Se obtuvo rendimientos mayores de 19, 22, y 96% con densidades totales de 1.33, 1.67 y 2, respectivamente, comparado con el policultivo con densidad total de uno.

Cuadro 3. Rendimiento de maíz dulce en mono y policultivos en Zamorano, Honduras.<sup>1</sup>

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Análisis comparativo en policultivos <sup>2</sup>	Rendimiento (kg/planta)
<b>M100</b>	5,641 a	(*)	0.09 cd
<b>M33,H33,A33</b>	2,700 c	d	0.13 ab
<b>M66,H33,A33</b>	3,989 b	bc	0.10 c
<b>M33,H66,A33</b>	2,881 c	d	0.14 a
<b>M33,H33,A66</b>	2,740 c	d	0.14 a
<b>M66,H66,A33</b>	2,579 c	d	0.06 d
<b>M66,H33,A66</b>	4,110 b	b	0.10 c
<b>M33,H66,A66</b>	3,183 bc	cd	0.16 a
<b>M66,H66,A66</b>	5,279 a	a	0.13 abc

<sup>1</sup> Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí,  $P < 0.05$ .

<sup>2</sup> Análisis comparativo entre policultivos sin incluir el monocultivo.

### 3.1.2 Rendimiento de habichuela

El monocultivo de habichuela tuvo un rendimiento de 9,464 kg/ha, que fue significativamente mayor que cualquier densidad en policultivos (Cuadro 4). Entre los policultivos, habichuelas en 33:66:33 rindieron significativamente más (5,520 kg/ha) que cualquier otro tratamiento, mientras que 66:33:66 (1,985 kg/ha), rindió menos que cualquier otro tratamiento.

Al analizar la habichuela con una densidad constante de 33%, usando el tratamiento 33:33:33 como base y comparándolo con los tratamientos 66:33:33, 33:33:66, 66:33:66, se observó que la habichuela tuvo un comportamiento variado, dependiendo del duplicado del otro cultivo. Cuando se duplicó el ayote, se redujeron los rendimientos 13%, pero con maíz duplicado se aumentaron 79%, y con ambos se aumentaron algunos 28%. Con densidad constante de 66%, usando el tratamiento 33:66:33 como base se observó el mismo patrón en que duplicando maíz dulce (66:66:33) aumentó 14%, duplicando ayote (33:66:66) hubo una reducción del 25% y duplicando ambos (66:66:66) hubo una reducción del 1%. Esos resultados indican una competencia interespecie con el ayote, no así con el maíz dulce.

Cuando se comparó la duplicación de densidad de habichuela en un ambiente dado, es decir 33:33:33 con 33:66:33, 66:33:33 con 66:66:33, 33:33:66 con 33:66:66 y 66:33:66 con 66:66:66, se observó que al duplicar la habichuela en todos los casos se causó una reducción en los rendimientos (promedio de 29%). Lo interesante del resultado no es que el mayor número de plantas de habichuela combinaron a producir más, aun sea menos por planta. Pero el aumento de plantas redujo el rendimiento total del área. Esos datos se complementan con los rendimientos por planta, ya que al haber un ambiente más compacto, cada planta de habichuela se vio afectada negativamente, reduciendo su productividad en un promedio de 30% e indicando una competencia intraespecie, además de la competencia interespecie.

Al analizar la habichuela como densidad total en los tratamientos usando 33:33:33 como densidad total uno; 66:33:33, 33:66:33 y 33:33:66 como densidad total 1.33; 66:66:33, 66:33:66, 33:66:66 como densidad total 1.67 y 66:66:66 como densidad total dos, la habichuela aprovecha densidades de 1.33 (aumento de 17%) y no responde a 1.67 (reducción de 3%), pero la densidad total de 2 causó una reducción de 14% indicando posiblemente que las competencias interespecie e intraespecie habían superado las ventajas de la interrelación y que la habichuela había llegado a un techo de producción y no pudo ser aumentada.

Cuadro 4. Rendimiento de habichuela en mono y policultivos en Zamorano, Honduras.<sup>1</sup>

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Análisis comparativo en policultivos <sup>2</sup>	Rendimiento (kg/planta)
<b>H100</b>	9,464 a	(*)	0.09 a
M33, <b>H33</b> ,A33	3,083 d	c	0.09 a
M66, <b>H33</b> ,A33	2,660 de	c	0.08 a
M33, <b>H66</b> ,A33	5,520 b	a	0.08 a
M33, <b>H33</b> ,A66	2,680 de	c	0.08 a
M66, <b>H66</b> ,A33	3,042 d	c	0.04 b
M66, <b>H33</b> ,A66	1,985 e	d	0.06 b
M33, <b>H66</b> ,A66	3,960 c	b	0.06 b
M66, <b>H66</b> ,A66	2,639 de	c	0.04 b

<sup>1</sup> Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.

<sup>2</sup> Análisis comparativo entre policultivos sin incluir el monocultivo.

### 3.1.3 Rendimiento de ayote

El monocultivo ayote tuvo un rendimiento de 8,954 kg/ha, significativamente mayor que cualquier otro tratamiento (Cuadro 5). Entre los policultivos los rendimientos de todos los tratamientos fueron muy parecidos al más productivo (33:33:66; 5,918 kg/ha) sino por los tratamientos con densidades de 33:66:66 (4,239 kg/ha) y con 33:66:33 (3,778 kg/ha).

Al analizar el policultivo de ayote con una densidad constante de 33%, usando el tratamiento 33:33:33 como base y comparándolo con aumentos de otros cultivos, se

observó poco cambio en los tratamientos con densidades de 66:33:33 (3% menor) y 66:66:33 (5% superior), mientras que en densidad 33:66:33 (31% menor) difirió sustancialmente. Con densidad constante de 66%, usando el tratamiento 33:33:66 como base, se observó la misma tendencia con reducciones mínimas con 66:33:66 (11% menor) y 66:66:66 (15% menor) y una reducción mayor cuando se duplicó la habichuela (28% menor).

Duplicando el ayote en un ambiente dado, es decir 33:33:33 con 33:33:66 (8% superior); 66:33:33 con 66:33:66 (1% inferior); 33:66:33 con 33:66:66 (12% superior) y 66:66:33 con 66:66:66 (13% menor) el ayote no pareció tener una tendencia de cambio al duplicar su densidad. Los efectos de competencia intraespecie son complejos a entender ya que no se observa una diferencia significativa en cada uno de los mismos. Sin embargo cuando la densidad del ayote es baja, su rendimiento por planta es mayor en todos los casos.

Al analizar el ayote en densidad total 1 (A100 y 33:33:33) con promedio 7,212 kg/ha. Comparada con la densidad 1.33 (66:33:33; 33:66:33 y 33:33:66), con promedio de 5,009 kg/ha. Se observó una disminución de 31% en rendimientos. En cambio al pasar de densidad total 1 (7,212 kg/ha), a densidad total 1.67 (66:66:33; 66:33:66 y 33:66:66), con 5,079 kg/ha. Se observó una reducción de 30% en rendimientos. De igual manera, al comparar la densidad total 1 vs la densidad total 2 (66:66:66), con promedio de 5,009 kg/ha. Se redujeron los rendimientos en 31%. El ayote sufrió reducciones similares en rendimientos de 31, 30, y 31% en densidades totales de 1.33, 1.67, y 2 respectivamente, por lo tanto, el ayote no se afectó negativamente al aumentar las densidades totales de los cultivos.

Cuadro 5. Rendimiento de ayote en monocultivo y policultivos en Zamorano, Honduras.<sup>1</sup>

Tratamiento	kg/ha	Análisis comparativo	
		en policultivos <sup>2</sup>	kg/planta
<b>A100</b>	8,954 a	(*)	2.01 bc
<b>M33,H33,A33</b>	5,470 bc	a	3.69 a
<b>M66,H33,A33</b>	5,331 bcd	ab	3.60 a
<b>M33,H66,A33</b>	3,778 d	c	2.55 b
<b>M33,H33,A66</b>	5,918 b	a	2.00 bc
<b>M66,H66,A33</b>	5,736 bc	a	3.87 a
<b>M66,H33,A66</b>	5,261 bcd	ab	1.78 c
<b>M33,H66,A66</b>	4,239 cd	bc	1.43 c
<b>M66,H66,A66</b>	5,009 bcd	ab	1.69 c

<sup>1</sup> Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.

<sup>2</sup> Análisis comparativo entre policultivos sin incluir el monocultivo.

### 3.2 USO EQUIVALENTE DE TERRENO

Todos los policultivos tuvieron mayores rendimientos por área que los monocultivos por el efecto de sinergia entre cultivos ( $UET > 1$ ). El mayor uso equivalente de terreno (UET) se encontró en el policultivo con densidad de 66:66:66 (1.78) y fue significativamente mayor que el resto de tratamientos sino por 66:33:33 (1.58) (Cuadro 6). Ese primer resultado indica que sería necesario sembrar 78% más de terreno para producir la misma cantidad de producto si fuese de monocultivo. También, con todos los policultivos el menor valor de UET fue mayor a los monocultivos por 42% indicando que bajo las condiciones de este ensayo, las mezclas fueron sumamente más productivas que cualquier monocultivo.

Al analizar los UET parciales, el maíz siempre sobre rindió (promedio de 40%) en relación a su densidad, sin importar el ambiente en que se encontrara. La única excepción fue de 66:66:33 lo que tuvo una reducción de rendimiento de 30%. La habichuela respondió de forma opuesta y se vio afectada negativamente siempre (promedio de 32% en reducción de rendimiento). Ese resultado probablemente fue debido a la competencia intraespecie e interespecie que sufrió con el maíz dulce y el ayote como fue discutido anteriormente. El ayote tuvo una respuesta mixta de rendimiento relativo a su densidad, variando entre -29 a +94% comparado con las densidades relativas de los monocultivos.

Al comparar el UET parcial por la densidad total en cada tratamiento, se observó que al aumentar la densidad total afectó negativamente a la habichuela, de un rendimiento por densidad relativo de 1.00 para una densidad de 1 a 0.42 para una densidad de 2 (Figura 1) De igual manera, con el ayote se observó un sobre rendimiento de 1.85 con una densidad de 1 a 0.85 con una densidad de 2. El maíz resistió un poco más este hecho y rindió más de lo esperado, independientemente de su densidad.

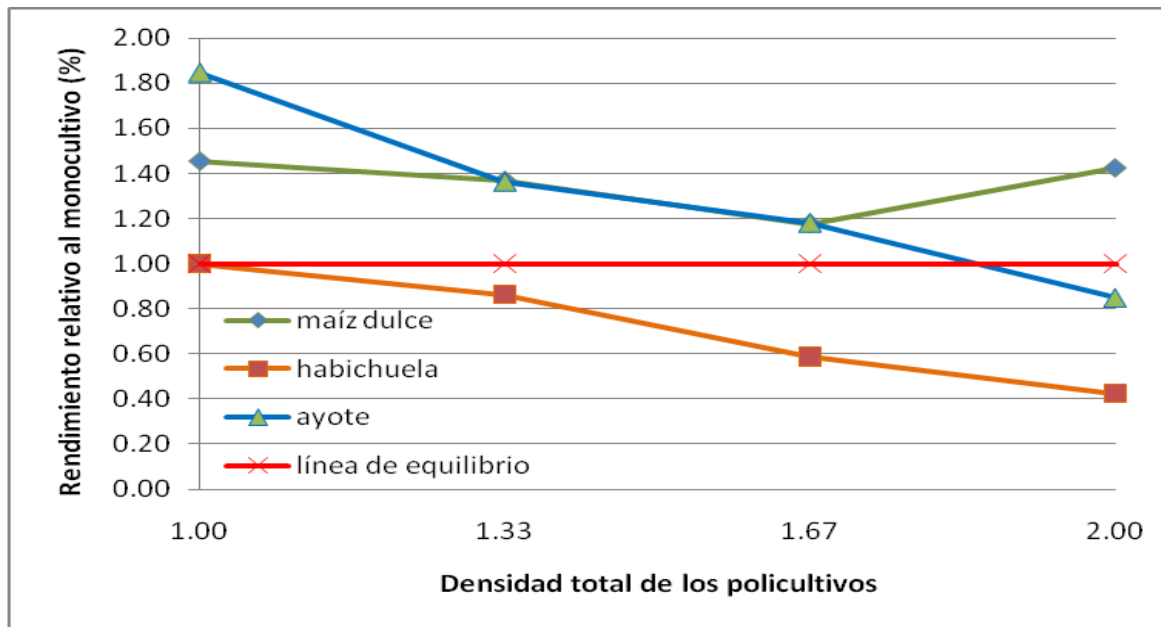


Figura 1. Comparación de rendimientos relativos de los monocultivos con base en la densidad total de los policultivos.

El UET total se ve bastante aislado de los efectos de los UET parciales e independiente de las densidades totales de cultivos, ya que entre una densidad de 1 a 1.67, siempre promedió 1.47; sin embargo con una densidad de 2 se aumentó hasta 1.78. Podría ser que bajo las condiciones del ensayo el sistema estuvo casi topado, ya que difícilmente se aumentó productividad al aumentar la densidad y mezclas relativas de los policultivos.

Cuadro 6. Uso equivalente del terreno del maíz dulce, habichuela y ayote en policultivos en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	UET parciales <sup>1</sup>			UET total <sup>2</sup>
	Maíz dulce	Habichuela	Ayote	
M33,H33,A33	0.48 d	0.33 c	0.61 a	1.42 b
M66,H33,A33	0.71 bc	0.28 c	0.60 ab	1.58 ab
M33,H66,A33	0.51 d	0.59 a	0.42 c	1.52 b
M33,H33,A66	0.49 d	0.28 c	0.66 a	1.43 b
M66,H66,A33	0.46 d	0.32 c	0.64 a	1.42 b
M66,H33,A66	0.73 b	0.21 d	0.59 ab	1.53 b
M33,H66,A66	0.57 cd	0.42 b	0.47 bc	1.46 b
M66,H66,A66	0.94 a	0.28 c	0.56 ab	1.78 a

<sup>1</sup> Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05.

<sup>2</sup> Uso equivalente de terreno.

### 3.3 USO EQUIVALENTE DE TERRENO FINANCIERO

El uso equivalente de terreno financiero (UETf) se calculó con ingresos brutos, en vez de ingresos netos por falta de información de las horas de trabajo que se utilizaron en las actividades de campo. Los ingresos de los policultivos se compararon con el monocultivo de habichuela por ser el cultivo más valioso (Cuadro 7, Anexo 3, Anexo 4).

Todos los policultivos fueron más valiosos numéricamente comparado con el monocultivo de habichuela (Cuadro 8). El tratamiento con la densidad 66:66:66 produjo un valor de UETf de 1.43, lo que significa que fue 43% más valiosa que la habichuela. Sin embargo, no difirió significativamente de los tratamientos con densidades de 66:33:33 (29% superiores ganancias) y 33:66:33 (31% superior). También, tratamientos de 66:33:66 y 33:66:66 fueron significativamente más valiosos que el monocultivo de habichuela, mientras que los policultivos con densidades de 33:33:33, 33:33:66 y 66:66:33 no presentaron diferencia significativa (Cuadro 8).

Al analizar las densidades de M100, H100, A100 y 33:33:33 como densidad total 1 comparada con las otras densidades de 1.33 (66:33:33; 33:66:33 y 33:33:66), 1.67 (66:66:33; 66:33:66 y 33:66:66), y 2 (66:66:66), se observó que el valor económico tuvo una tendencia positiva con aumentos de valor de 35, 30 y 53%, respectivamente. Eso significa que al tener doble densidad en policultivos, la rentabilidad aumentó

considerablemente y a paralelo de los valores de UET, puede ser que no se haya llegado a un techo de densidad.

Realizando el análisis de valor de rendimiento relativo a su densidad en cada tratamiento, el maíz y ayote consistentemente se “sobre-valoraron” según su densidad relativa comparado con los monocultivos cuando estaban con densidad de 33% (promedio de 15 y 40% mayores ingresos relativos, respectivamente), mientras que habichuela siempre se “sub-valoraron” en densidad de 33% (16% menores ingresos relativos). Con densidades más altas ninguno de los cultivos en ninguna de las mezclas no llevaron su peso relativo de ganancia de ingresos, con excepción a maíz en la densidad 66:66:66 (+6% ingresos).

En este estudio, los ingresos brutos, juntos con los rendimientos, favorecieron a los policultivos sobre los monocultivos, aportando mayores posibilidades para productores. Otra consideración para productores es que con variedad de cultivos, comparado con sembrar un solo cultivo, el riesgo de pérdida total en policultivos es menor, lo que también favorece a aquellos de pocos recursos.

Cuadro 7. Valor económico bruto parcial y total de los cultivos por tratamiento (L/ha) en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Maíz dulce	Habichuela	Ayote	Valor total
M100	54,607			54,607
H100		72,876		72,876
A100			59,098	59,098
M33,H33,A33	26,133	23,737	36,105	85,975
M66,H33,A33	38,615	20,479	35,182	94,275
M33,H66,A33	27,888	42,507	24,932	95,328
M33,H33,A66	26,523	20,633	39,060	86,216
M66,H66,A33	24,963	23,425	37,860	86,248
M66,H33,A66	39,785	15,287	34,720	89,792
M33,H66,A66	30,814	30,492	27,979	89,285
M66,H66,A66	51,096	20,321	33,058	104,475

Cuadro 8. Uso equivalente del terreno financiero del uso de policultivos comparado con habichuela como cultivo más valioso en Zamorano, Honduras.<sup>2</sup>

Tratamiento	UETf parciales			UETf total <sup>1</sup>
	Maíz dulce	Habichuela	Ayote	
M100	0.75			0.75 e
H100		1.00		1.00 cd
A100			0.81	0.81 de
M33,H33,A33	0.36	0.33	0.50	1.18 bc
M66,H33,A33	0.53	0.28	0.48	1.29 ab
M33,H66,A33	0.38	0.58	0.34	1.31 ab
M33,H33,A66	0.36	0.28	0.54	1.18 bc
M66,H66,A33	0.34	0.32	0.52	1.18 bc
M66,H33,A66	0.55	0.21	0.48	1.23 b
M33,H66,A66	0.42	0.42	0.38	1.23 b
M66,H66,A66	0.70	0.28	0.45	1.43 a

<sup>1</sup> Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05

<sup>2</sup> Uso equivalente de terreno financiero

### 3.4 POBLACIONES DE MALEZAS

El tratamiento con menores poblaciones de malezas de hoja ancha ( $8/m^2$ ) fue la densidad 33:33:66, 78% inferior a la población encontrada en el tratamiento con densidad 33:66:33 ( $36/m^2$ ), fue el tratamiento que más benefició la población de malezas de hoja ancha. Al pasar de densidad total 1 (M100; H100, A100 y 33:33:33) con promedio de  $22/m^2$  a densidad total 1.33 (66:33:33, 33:66:33 y 33:33:66) con promedio de  $25/m^2$ , hubo un incremento en la población de 13%; mientras que al pasar a densidad 1.67 (66:66:33, 66:33:66 y 33:66:66) con promedio de  $14/m^2$ , hubo una reducción de 34%; y por último en densidad total 2 (66:66:66) con  $8/m^2$ , la reducción fue de 63% comparado con densidad total de 1.

En malezas gramíneas, el tratamiento 66:66:66 tuvo menos individuos ( $4/m^2$ ) una reducción de 97% comparado con el monocultivo de maíz dulce donde favoreció la población de malezas gramíneas ( $130/m^2$ ). Al aumentar la densidad total 1 con promedio de  $60/m^2$  a densidad total 1.33 con promedio de  $42/m^2$ , hubo una reducción de 31%; Al pasar a densidad 1.67 con promedio de  $21/m^2$ , hubo una reducción de 65%; duplicando la densidad total de 1 a 2 con un promedio de  $4/m^2$ , la diferencia en población de malezas fue de 93% inferior al utilizar doble densidad en policultivos (66:66:66).

En malezas de coyolillo el tratamiento con densidad 33:66:66. Tuvo menos población ( $41/m^2$ ), encontrándose una reducción de 83% comparado con el monocultivo de maíz dulce donde más se favoreció la población de malezas de coyolillo con promedio de  $236/m^2$ . Usando la misma referencia de densidades totales, al pasar de densidad total 1 con promedio de malezas de coyolillo de  $139/m^2$  a densidad total 1.33 ( $91/m^2$ ) hubo una reducción de 34%. En cambio al pasar de densidad total 1 ( $139/m^2$ ), a densidad total 1.67

(72/m<sup>2</sup>) la reducción fue de 48%. Consecuentemente, al comparar densidad total 1 (139/m<sup>2</sup>), con densidad total 2 (46/m<sup>2</sup>), se observó una reducción de 67% (Cuadro 9).

En los tres tipos de malezas (hoja ancha, gramínea y coyolillo) Al pasar de una a dos densidades totales, se redujeron las poblaciones en 41, 93 y 67% respectivamente. (Cuadro 10). Esos datos concuerdan con Francis (1986), quien determinó que los sistemas de policultivos tienen potencial como inhibidores de maleza porque ofrecen una mezcla de cultivos que permiten capturar mayores recursos como agua y luz que un monocultivo, tomando ventajas sobre las malezas.

Cuadro 9. Efecto de los monocultivos y policultivos en poblaciones de malezas en Zamorano, Honduras.<sup>1</sup>

Tratamiento	Población de malezas en 1 m <sup>2</sup>		
	Hoja Ancha	Gramínea	Coyolillo
M100	24 abc	130 a	236 a
H100	26 abc	33 bc	138 b
A100	12 bc	33 bc	86 bcd
M33,H33,A33	25 abc	45 b	97 bcd
M66,H33,A33	30 ba	50 b	103 bcd
M33,H66,A33	36 a	39 bc	92 bcd
M33,H33,A66	8 c	36 bc	79 cd
M66,H66,A33	16 bc	37 bc	89 bcd
M66,H33,A66	18 abc	13 bc	87 bcd
M33,H66,A66	9 c	13 bc	41 d
M66,H66,A66	13 bc	4 c	46 cd

<sup>1</sup>Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, P<0.05

Cuadro 10. Promedio de la población de malezas/m<sup>2</sup> en densidad total de monocultivos y policultivos en Zamorano, Honduras.

Densidad total	Hoja ancha	Gramínea	Coyolillo
1.00	22	60	139
1.33	25	42	91
1.67	14	21	72
2.00	13	4	46

## **4. CONCLUSIONES**

El Uso Equivalente del Terreno fue entre 42 a 78% más alto en policultivos que en monocultivos.

El Uso Equivalente del Terreno financiero de los policultivos fue entre un 18 a 43% superior a los monocultivos.

Utilizando el policultivo con densidad 66% en los tres cultivos se obtuvo más ingresos, comparado con monocultivo de habichuela como cultivo más valioso.

No se alcanzó un techo de producción, por lo que se puede saturar más el sistema, utilizando densidades más altas de maíz dulce y ayote.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Usar policultivos como estrategia para evitar las pérdidas totales de producción respecto a monocultivos donde existe mayor riesgo.
- Realizar el estudio con densidades mayores en policultivos, porque no se alcanzó el techo de producción.
- Realizar el ensayo en otra época del año, para evaluar estas mezclas de cultivos bajo condiciones más favorables para el crecimiento de estos cultivos, introduciendo diferentes grados de competencias y diferentes precios del mercado.
- Realizar una selección pos cosecha para determinar la calidad del producto comparando los monocultivos con los policultivos o cuantificar la cantidad de producto comercial.
- Realizar un conteo inicial de malezas para determinar posible efecto de reducción de malezas.
- Realizar experimentos evaluando diferencias de poblaciones y daños provocados por las plagas.

## 6. LITERATURA CITADA

Achupallas, J. y Gaitán, M. 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 18 p.

Altieri, M. A. (1994). Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica (Chile)* 54(4):371-386. Consultado el 20 de junio. 2010. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR17178.pdf>

Davis, J. H. C., Woolley, J. N. y Moreno, R. A. (1986). Multiple cropping with legumes and starchy roots. pp. 133-160. In: *Multiple Cropping Systems*. C. A. Francis (eds.). MacMillan, New York, NY, USA.

Francis, C. 1981. Development of plant genotypes for multiple cropping systems. In: Frey, K. (ed.). *Plant Breeding II*. The Iowa State University Press, Iowa, pp. 179-131

Francis, C. A. (1986). *Multiple Cropping Systems*. MacMillan Publishing Co., New York, NY. 383 p.

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

Gliessman, S. R., y Amador, M. A. (1980). Ecological aspects of production in traditional agro ecosystems in the humid lowland tropics of México. En *D-tropical ecology and development*. J. I. Furtado, ed. ISTE, Kuala Lumpur. pp. 601-608.

Hernández, A., R. Ramos y J. Sánchez. 1999. Distribución espacial y temporal en el policultivo Yuca-frijol: uso equivalente de la tierra. *Agronomía Mesoamericana* 10 (1): 63-66.

Liebman, M. (1997). Sistemas de policultivos. pp. 133-141. En: *Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*. M. A. Altieri (ed.). CLADES-Grupo Gestor Asociación Cubana de Agricultura Orgánica, ACAO, La Habana, Cuba

Marlats R. M., G. Denegri, O. E. Ansín y J. W. Lanfranco. 1995. Agroforestería en las Américas 2(8):20-25.

Mutsaers, H., H. Ezumah y D. Osiru. 1993. Cassava- based intercropping: a review. *Field Crops Research* 34:431-457.

Olson, S.M.; Simonne, E.H.; Stall, W.M.; Roberts, Webb, S.E.; Taylor, T.G.; Smith, S.A. y Freeman, J.H. 2008<sup>a</sup>. Cucurbit Production in Florida. *In*: Olson, S.M. y Simonne, E.H. (eds) Vegetable production handbook for Florida. Publicación de la Universidad de Florida, Publicación de Extensión. 201 p.

Olson, S.M.; Simonne, E.H.; Stall, W.M.; Webb, S.E.; Taylor, T.G.; Smith, S.A.; y Palmateer, A.J. 2008<sup>b</sup>. Legume Production in Florida. *In*: Olson, S.M. y Simonne, E.H. (eds) Vegetable production handbook for Florida. Publicación de la Universidad de Florida, Publicación de Extensión. 265 p.

Pinchinat, A. M., Soria, J., and Bazan, R. (1976). Multiple cropping in tropical America. pp. 51-61. *In*: R. I. Papendick, P. A. Sanchez and G. B. Triplett (eds.). Multiple Cropping. ASA Publication Special No. 27. Madison, WI.

SAS Cary, NC. 2007

Shaxson, L. y L. Tauer. 1992. Intercropping and diversity: An economic analysis of cropping pattern on smallholder farms in Malawi. *Experimental Agriculture* 28: 211-228.

Simonne, E.H., Stall, W.M., Olson, S.M., Webb, S.E., Taylor, T.G., Smith, S.A., y Raid, R.N. 2008. Sweet corn Production in Florida. *In*: Olson, S.M. y Simonne, E.H. (eds) Vegetable production handbook for Florida. Publicación de la Universidad de Florida, Publicación de Extensión. 387 p.

SIMPAAH (Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras), 2010. Tegucigalpa: base de datos FHIA Honduras. (en línea). Consultado el 10 enero. 2010. Disponible en <http://www.fhia.org.hn/simpah/simpah.htm>.

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

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

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de randomización

---

Rep.4	5	9	3	10	8	1	6	2	4	11	7	9 m
Rep.3	10	4	2	7	5	11	3	1	6	8	9	
Rep.2	6	1	5	11	9	4	2	7	8	10	3	
Rep.1	2	6	7	4	1	10	8	3	5	9	11	
	9 m											

#### Leyenda:

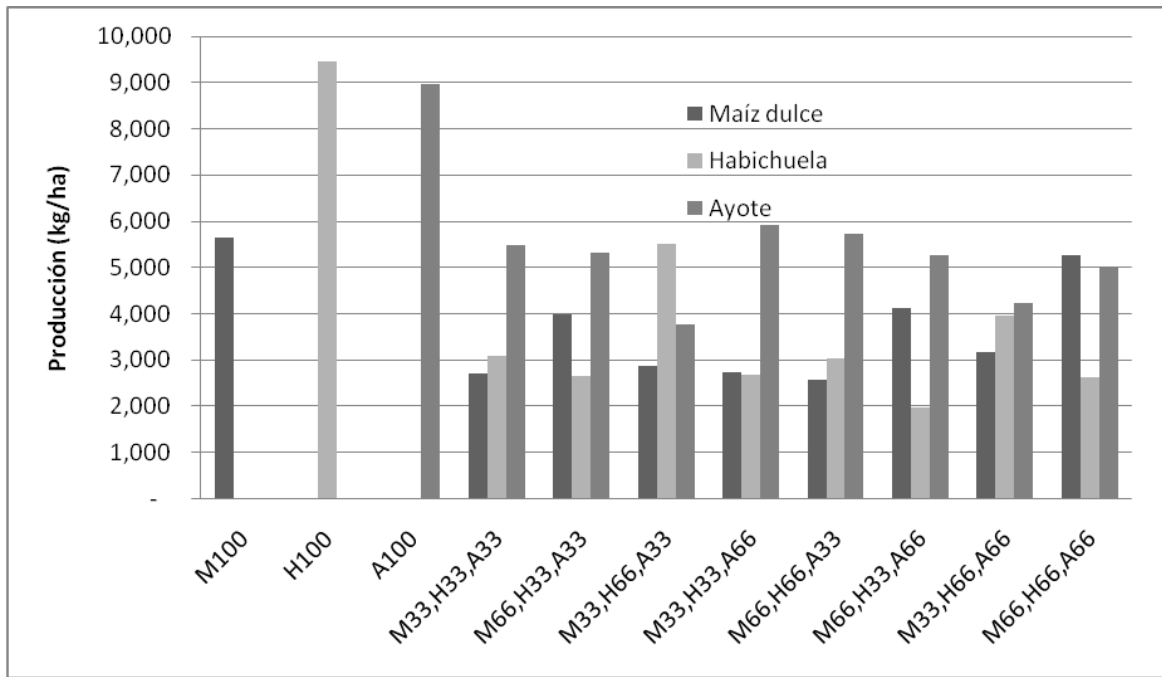
- 1 = M 100%
- 2 = H 100%
- 3 = A 100%
- 4 = M 33% H 33% A 33%
- 5 = M 66% H 33% A 33%
- 6 = M 33% H 66% A 33%
- 7 = M 33% H 33% A 66%
- 8 = M 66% H 66% A 33%
- 9 = M 66% H 33% A 66%
- 10 = M 33% H 66% A 66%
- 11 = M 66% H 66% A 66%

\* M = Maíz dulce

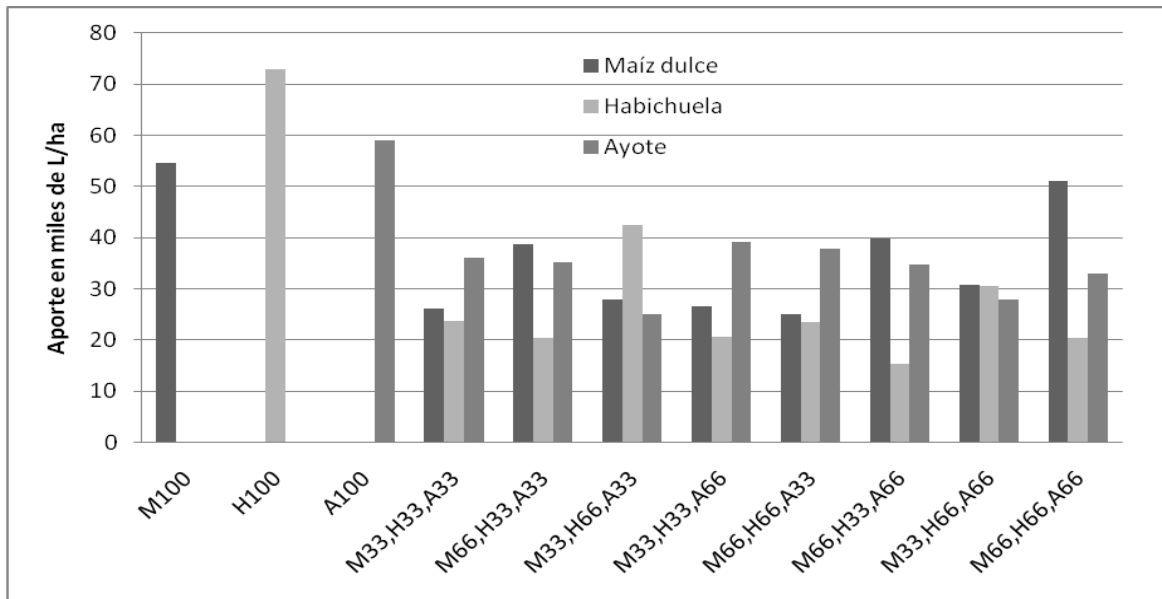
\* H = Habichuela

\* A = Ayote

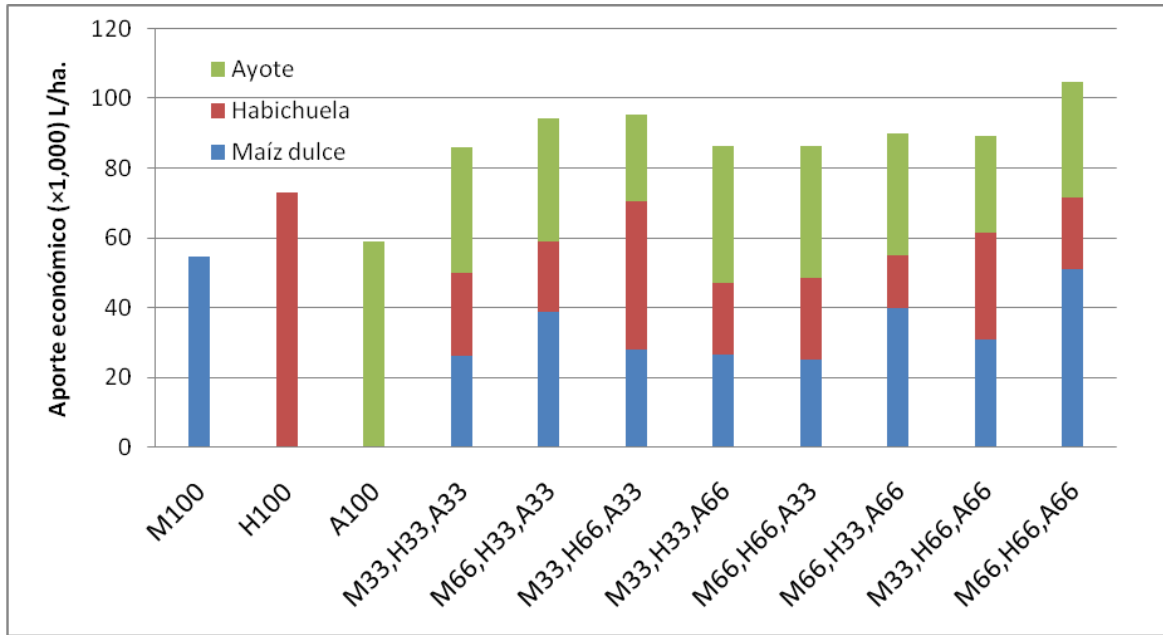
\* Rep = Repetición



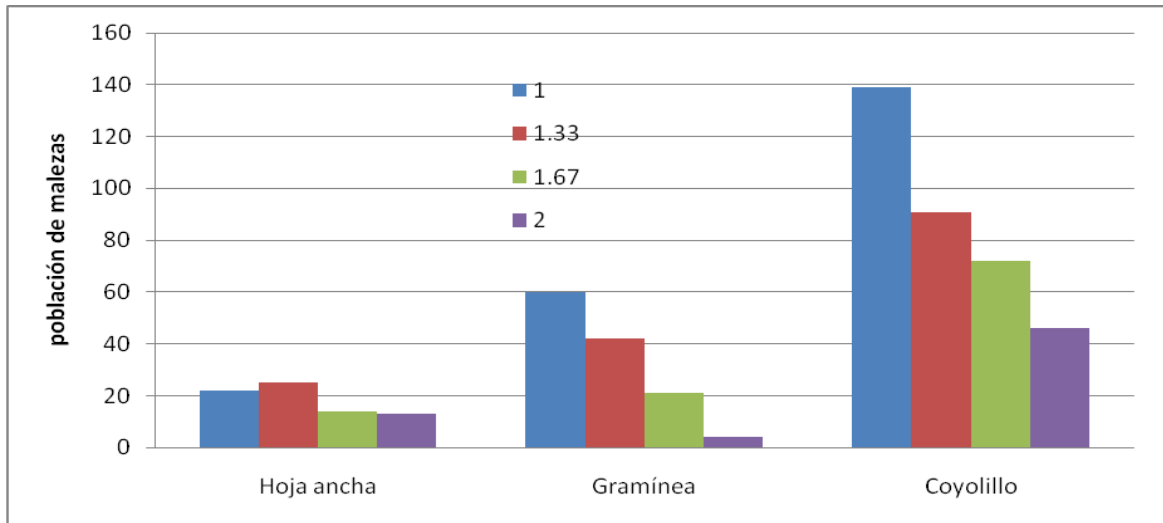
Anexo 2. Producción de maíz, habichuela, y ayote (kg/ha) según diferentes densidades de siembra en mono- y policultivos en Zamorano, Honduras.



Anexo 3. Aporte económico por cultivo en miles de L/ha según diferentes densidades de siembra en mono- y policultivos en Zamorano, Honduras.

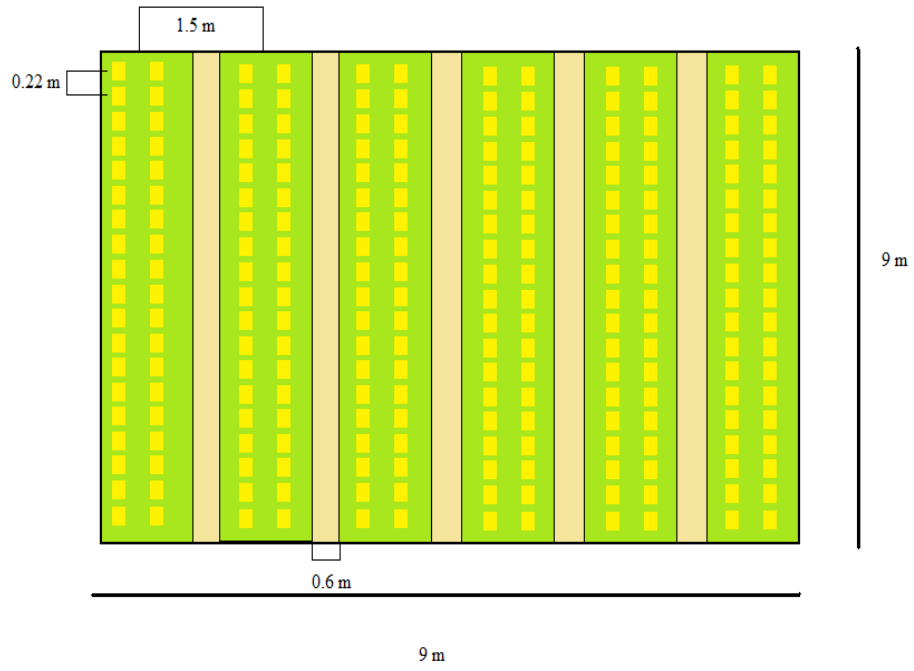


Anexo 4. Aporte económico total por cultivo en miles de L/ha según densidades de siembra en mono y policultivos en Zamorano, Honduras.

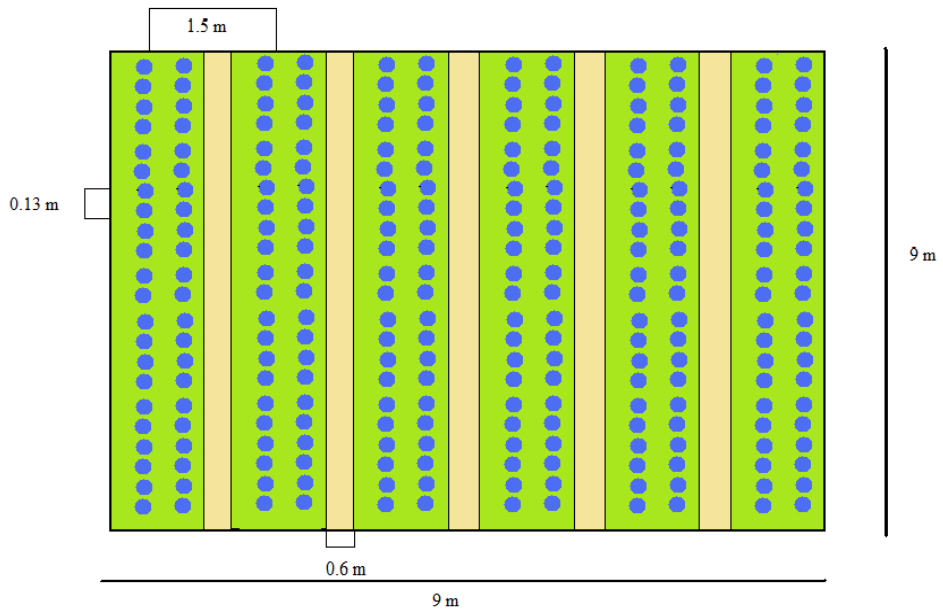


Anexo 5. Poblaciones de malezas/m<sup>2</sup> en comparación con las densidades totales en Zamorano, Honduras.

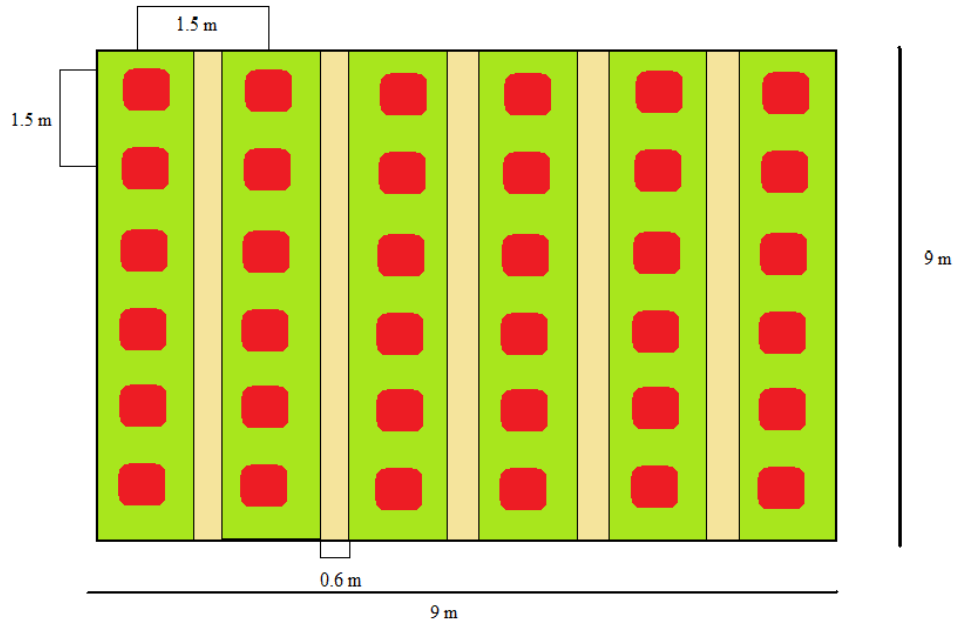
Anexo 6. Arreglo de siembra de los monocultivos y policultivos.



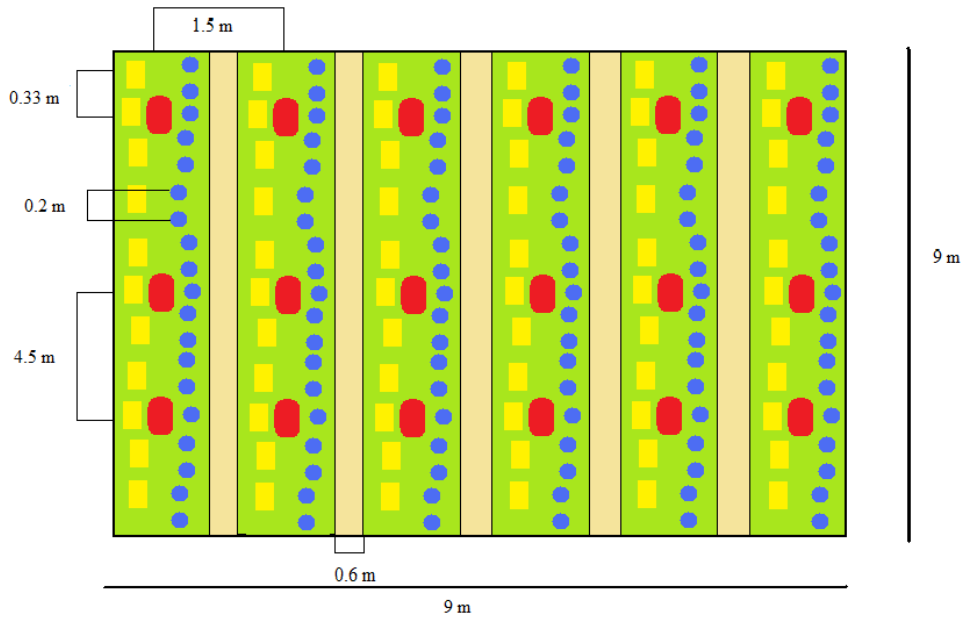
Parcela de Maíz Dulce 100%



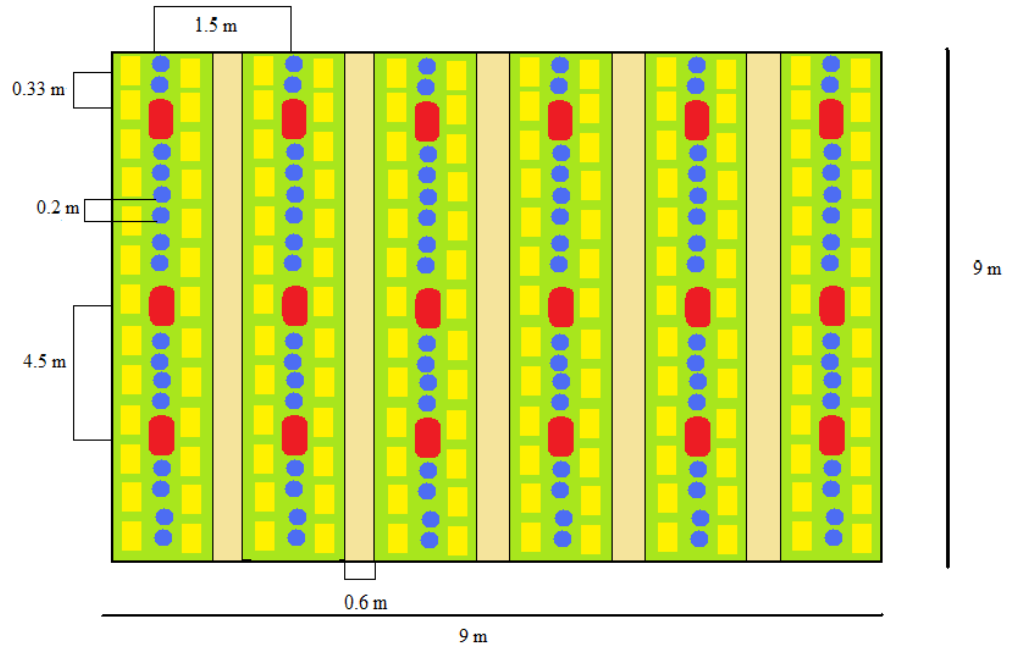
Parcela de Habichuela 100%



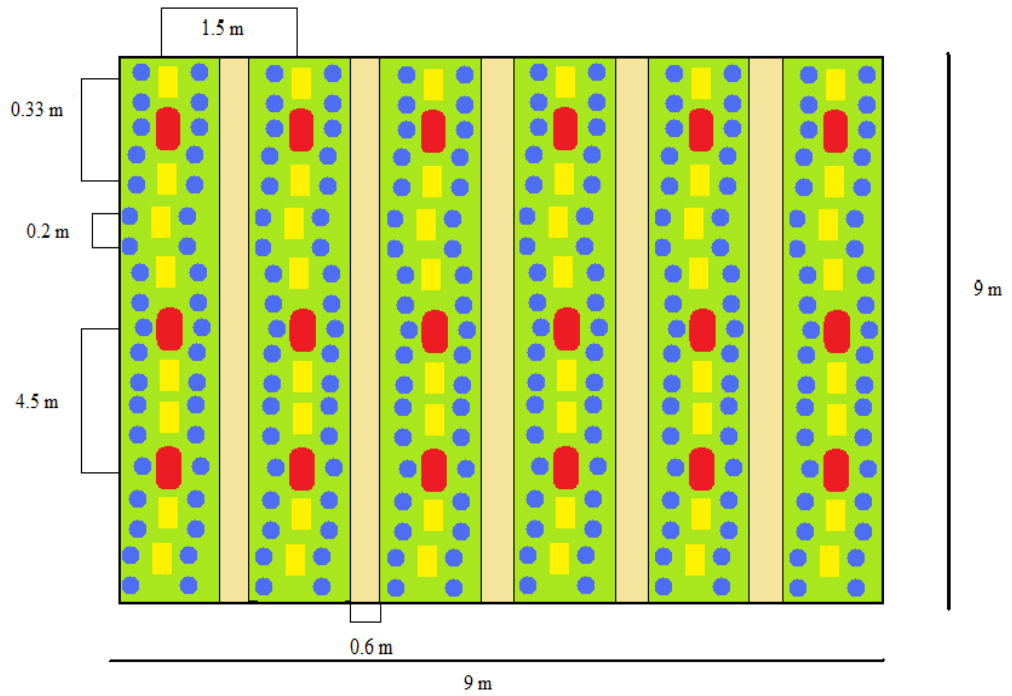
Parcela Ayote 100%



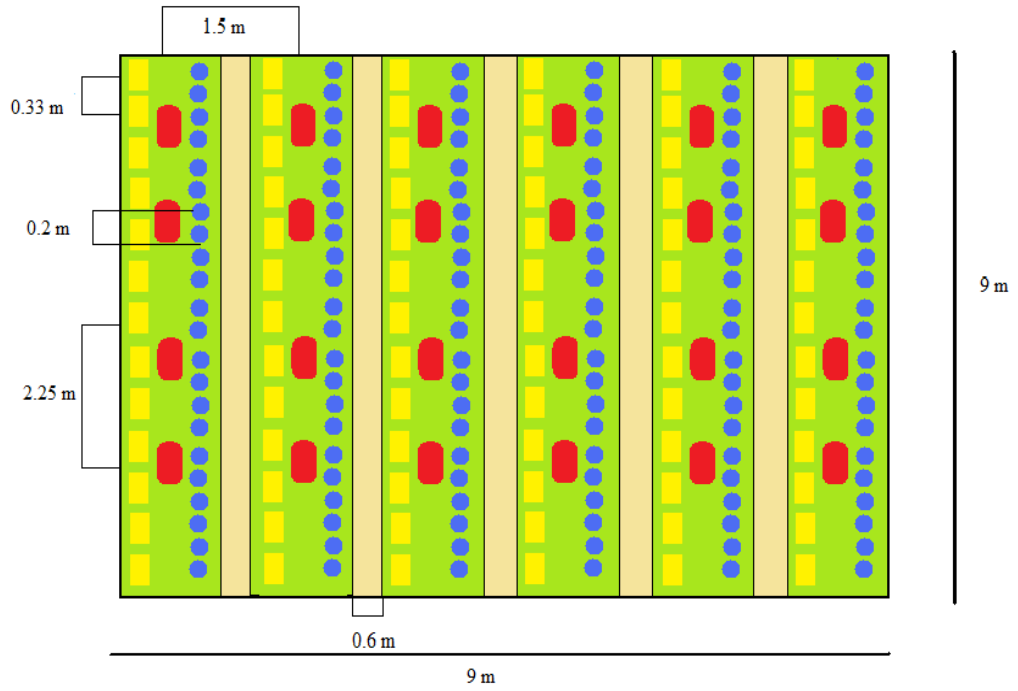
Parcela densidad 33:33:33



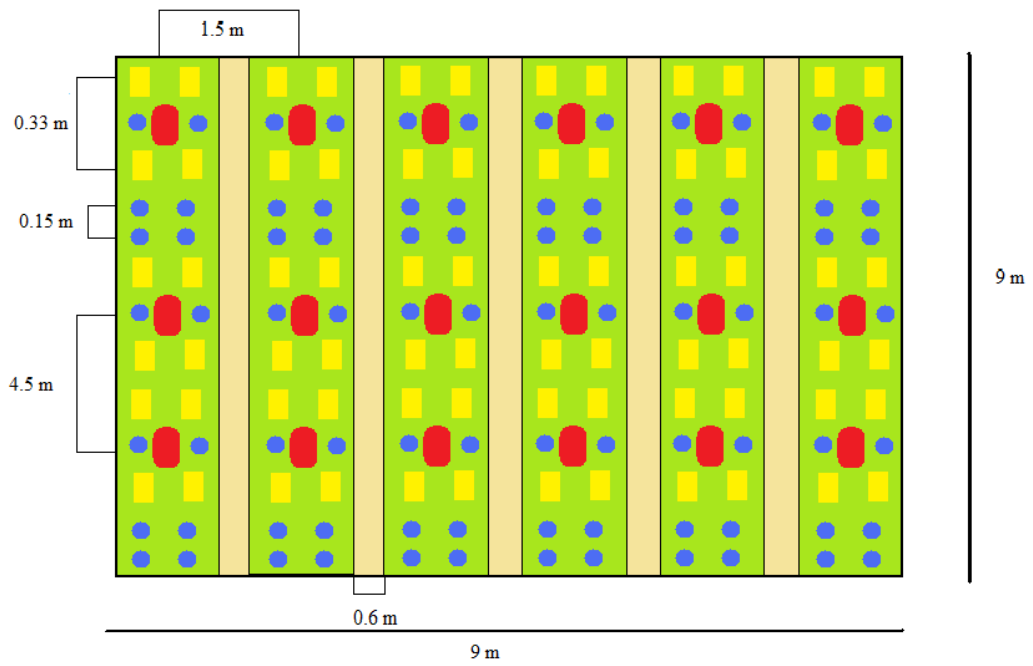
Parcela densidad 66:33:33



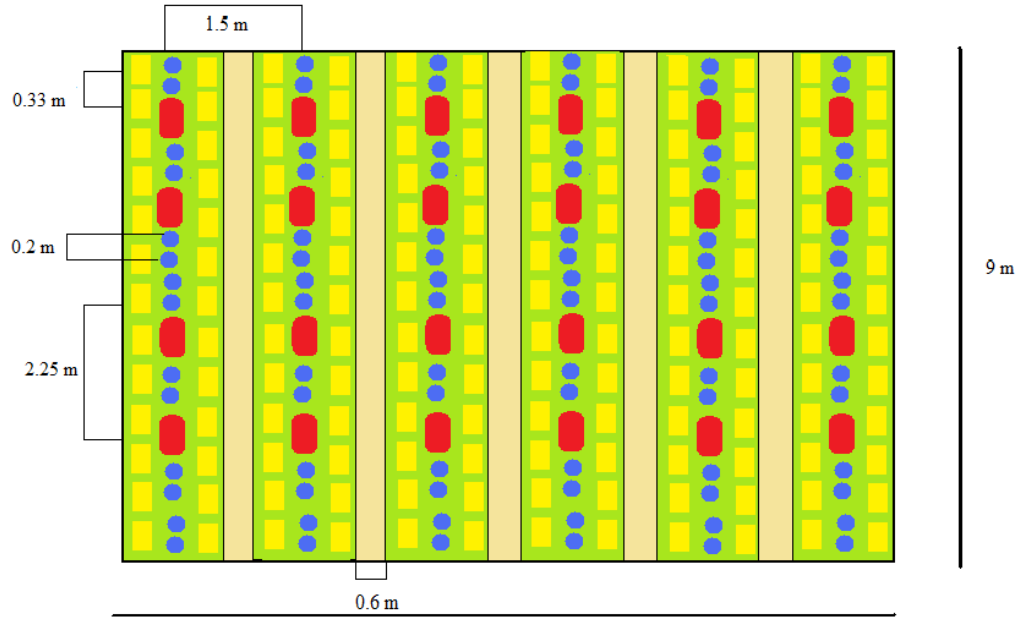
Parcela densidad 33:66:33



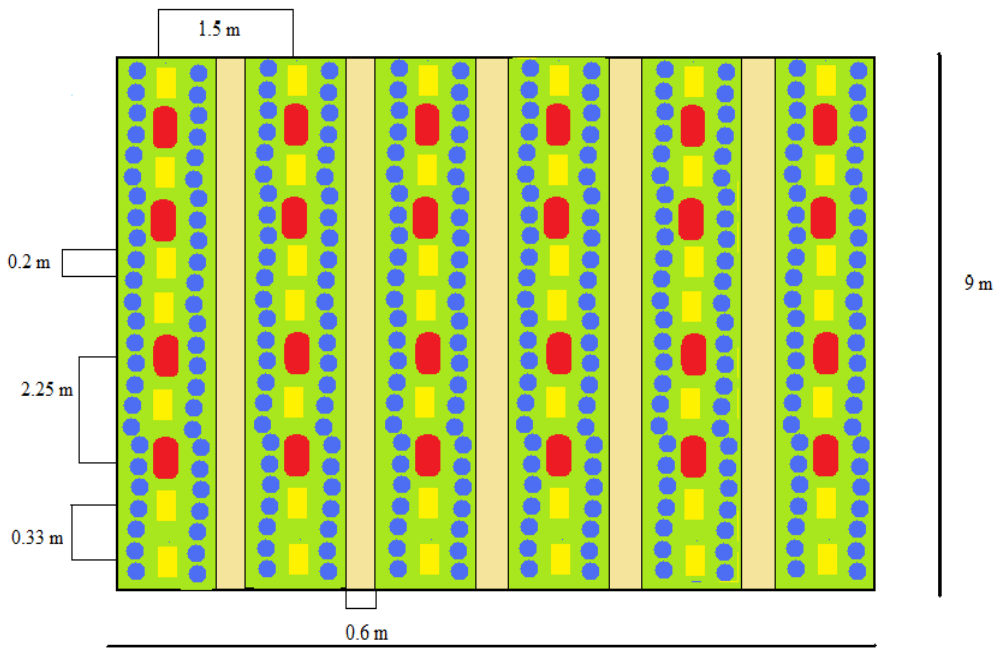
Parcela densidad 33:33:66



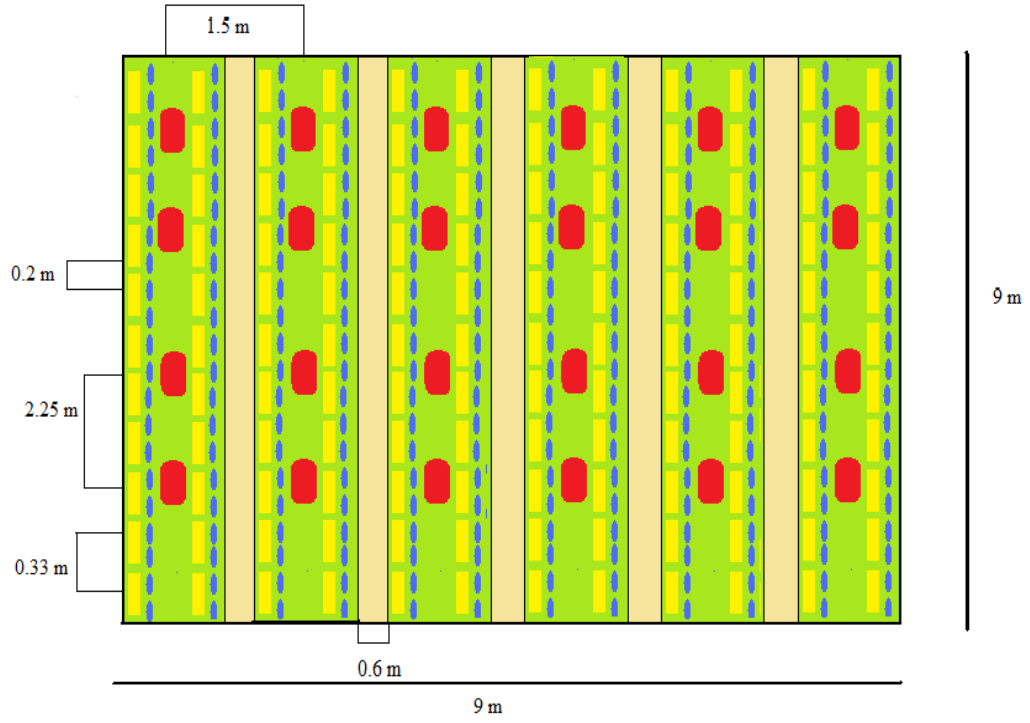
Parcela densidad 66:66:33



9 m  
Parcela densidad 66:33:66



9 m  
Parcela densidad 33:66:66



Parcela densidad 66:66:66