

PRODUCCIÓN DEL POLICULTIVOS MAÍZ-FRÍJOL-CALABAZA BAJO MANEJO ORGÁNICO EN VILLAFLORES, CHIAPAS; MÉXICO.

José Alonso Guzmán Girón¹

RESUMEN

El experimento se realizó en el ciclo primavera-verano del 2008, en el terrenos del Rancho San Ramón, propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas. El objetivo fue evaluar la respuesta de los sistemas de policultivo: maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza en comparación a los monocultivos maíz, frijol y calabaza, manejados bajo el enfoque orgánico. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con seis tratamientos: maíz, maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza, frijol y calabaza y tres repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales. El área experimental constó de 38.8 m de largo y 34.5 m de ancho, cada parcela experimental fue de 4.8 m de ancho y 10 m de largo, con una separación entre tratamientos de 1.5 m, habiendo una calle de dos metros entre repeticiones. Los principios de manejo de los cultivos fueron orgánico. El mejor rendimiento de grano, se obtuvo para el sistema de maíz monocultivo con 3166.31 kg ha⁻¹ mientras que el menor fue con el sistema maíz-frijol-calabaza, cuya media cuantificó 1372.62 kg ha⁻¹. Para frijol, el mejor rendimiento de grano se obtuvo en el policultivo maíz-frijol con 375.69 kg ha⁻¹ y el menor rendimiento fue en el sistema de maíz-frijol-calabaza con 69.44 kg ha⁻¹. Finalmente para la calabaza el mayor rendimiento de fruto se obtuvo con el sistema maíz-calabaza con 3819.44 kg ha⁻¹. El uso equivalente de la tierra (UET) fue mayor con el sistema maíz-calabaza (4.1), seguido de maíz-frijol (3.9) y el menor fue con el sistema maíz-frijol-calabaza con 1.07. Los policultivos tradicionales enseñaron mayor eficiencia del uso del suelo en comparación a los monocultivos.

PALABRAS CLAVES: policultivos, agricultura orgánica.

INTRODUCCIÓN

Al principio del uso sistemático de la política de la revolución verde, la producción agrícola gozó de rendimientos exaltados por superficie, es decir consiguiendo la mayor productividad por cada hectárea cultivada. El aumento de la productividad se conseguía mediante la utilización de nuevas de semillas mejoradas, unificados a nuevas prácticas agrícolas que ejercen las grandes cantidades de fertilizantes, pesticidas, tractores y otras maquinarias pesadas.

Los resultados de la ejecución y los beneficios en el corto plazo de la agricultura convencional (revolución verde) son indiscutibles, pero después de cuarenta años ha surgido grandes problemáticas en cuanto al uso de esta práctica, los problemas más importantes que se logran apreciar hoy en día son, la contaminación ambiental y el incremento de los costos de insumos. Dando como resultado el abandono de las prácticas agrícolas reduciendo las superficies sembradas y la oferta de productos agropecuarios.

Por lo anterior, surge la alternativa de la agricultura orgánica, que es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible, la cual fomenta y exalta la salud de los agroecosistemas, incluso la diversidad biológica y la actividad biológica de los suelos, tomando en cuenta las diversas practicas a realizar; dentro de este enfoque se destacan como técnicas utilizadas, los cultivos intercalados, el acolchado, control biológico de plagas, entre otros. Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, están prohibidos todos los insumos sintéticos y es obligatoria la

¹ Universidad Autónoma de Chiapas Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V. Correo: guga_86@live.com.mx

rotación de cultivos para "fortalecer el suelo". Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y del suelo. El objetivo de la investigación, fue evaluar la respuesta de los sistemas de policultivo maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza en comparación a los monocultivos maíz, frijol y calabaza, manejados bajo el enfoque orgánico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente experimento se realizó bajo las condiciones de temporal en el campo agrícola experimental, Rancho San Ramón, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas, localizado a 16° 14" de latitud norte y 93° 15' de longitud oeste, con 631 msnm, el clima con mayor predominancia es el cálido subhúmedo intermedio Aw'' 1 (w) (i') g con lluvias en verano, la precipitación media es de 1200 mm, con una temperatura media anual de 22°C.

Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar, en donde se distribuyeron seis tratamientos: maíz, maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-frijol-calabaza, frijol y calabaza con tres repeticiones; haciendo un total de 18 unidades experimentales. El área experimental consto de 38.8 m de longitud y 33 m de ancho, cada parcela experimental fue de 4.8 m de ancho y 10 m de largo, con una separación entre tratamientos de 2 m y entre repeticiones 1.5 m.

Trabajo de campo

La siembra se realizó, con el temporal de lluvias 2008 ya establecido. Se sembró de manera manual, depositando dos semillas por punto. Se usaron semillas criollas para las tres especies (maíz, frijol y calabaza). Las distancias de siembra en cuanto al maíz fue de 40 cm entre plantas y 80 cm entre filas, para tener una densidad de población inicial de 62,500 plantas por hectárea; para el frijol la distancia entre plantas fue de 30 cm y entre filas de 60 cm, originando una densidad de población de 111,000 plantas por hectárea y finalmente para la calabaza la distancia entre filas fue de 1.8 m y por punto 2 m.

La primera siembra se realizó el día 11 de junio del 2008, iniciando con el sistema de maíz, frijol y la calabaza en monocultivo. Para el policultivo maíz-frijol, se sembró únicamente el frijol quedando pendiente el maíz para la segunda siembra (19 de junio de 2008), maíz-calabaza, se hizo una mezcla de estas dos semillas haciendo una siembra imbricada y finalmente el policultivo maíz-frijol-calabaza se sembró frijol y dejando para la segunda siembra maíz-calabaza imbricada.

Fertilización sólido y líquida

La fertilización se realizó de forma orgánica de forma sólida y líquida. Para la primera se utilizó 150 g de composta, aplicando sobre la base del tallo, dividido en dos aplicaciones. La primera aplicación se realizó a los 30 días después de la siembra, aplicándose 75 g por punto, la segunda aplicación se realizó a los 15 días después, empleando los 75 g restantes. La fertilización foliar se ejecutó con tres aplicaciones de ácido húmico, la primera aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra aplicando 300 ml de ácido húmico disueltos en 20 ml de agua, la segunda aplicación se realizó a los 15 días después usando 400 ml de ácido húmico y la última aplicación foliar se realizó a los 15 días después de la segunda aplicación, empleándose 600 ml de ácido húmico disueltos en 20 L de agua.

Control de arvenses

Fue de forma manual, haciendo uso del apero coa. Las arvenses que predominaron en los sistemas de cultivos fueron: Coquillo *Cyperus rotundus*, Flor amarilla *Melampodium divaricatum*, Zacate estrella *Cynodon spp*, Mozote *Bidens pilosa*.

Control de plagas

El manejo de las plagas se realizó de dos formas, etológico, mediante atrayentes para el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH). El control consistió en la utilización de trampa cónica, con atrayentes artesanales elaborados con lo siguiente; 1 kg de guayaba, 500 g de levadura, 1 L de melaza, 1 L de cebada, todo estos ingredientes fueron mezclados y colocados en la parte baja de la trampa; sustituyendo el atrayente artesanal cada 15 días. El control biológico, se baso en la aplicación de la *Beauveria bassiana*, mismo que se aplicó de manera combinada con el ácido hímico.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Caracterización física y química del suelo del sitio experimental del sitio experimental

Se determinaron las propiedades físicas y químicas a través del análisis de laboratorio de muestras tomadas a la profundidad de 0 a 20 cm (cuadro 1). El análisis de laboratorio indica que la textura del suelo es franco arenoso, presenta una Da de 1.15 g cm³ y un pH de 6.2. Coincidiendo con Ginés y Mariscal, (2000), quienes indican que un pH “ideal” está entre 6 y 7”, lo que se considera adecuada para la siembra de los cultivos básicos.

Cuadro 1. Caracterización física y química del suelo del sitio, en Villaflores, Chiapas, México

Elementos	Suelo
Textura	Franco-arenosos
Arena	73.12
Arcilla	10.88
Limo	16
pH	6.2
M O (%)	0.7
N t (ppm)	0.05
Da (gr/cm ³)	1.15
P (ppm)	49.3
Ca (meq/100g)	0.9
Mg (meq/100g)	0.1
K (meq/100g)	0.49
CIC	1.5
Fe (meq/100g)	64.6
Cu (ppm)	0.4
Mn (ppm)	6.8
Zn (ppm)	1.4
B (ppm)	4.8

Cultivo de maíz

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema de maíz unicultivo con 3166.31 kg ha⁻¹, seguido de maíz-frijol con 2998.07 kg ha⁻¹, mientras que el menor rendimiento fue para el tratamiento de maíz-frijol-calabaza con 1372.62 kg ha⁻¹ (Cuadro 2). En el sistema maíz unicultivo se presentó un mayor rendimiento, debido a que los cultivos solos se desarrollan mejor, en comparación de a los policultivos, esto se debe a que la asociación produce un efecto de competencia por agua, luz, nutrimentos y espacio. Estos resultados concuerdan con

Martínez (2004) quien indica el, que el rendimiento de grano en maíz depende de la fecha de siembra, densidad de población y de la interacción de otros factores como la competencia, reposta además que el mayor rendimiento de grano fue en el sistema de maíz unicultivo.

Cuadro 2. Rendimiento de grano maíz en los sistemas tratados bajo el enfoque orgánico en Villaflores, Chiapas; México.

Sistemas de cultivos	Rendimientos
Maíz	3166.31
Maíz-frijol	2998.07
Maíz-calabaza	1577.95
Maíz-frijol-calabaza	1372.62

Cultivo de frijol

Para las variables de rendimiento de grano por unidad de superficie, se encontró que el mayor rendimiento se obtuvo en el sistema de maíz-frijol con $375.69 \text{ kg ha}^{-1}$, respecto al sistema de maíz-frijol-calabaza que alcanzó un rendimiento mínimo de 69.44 kg ha^{-1} (Cuadro 3). En el sistema asociado maíz-frijol, el frijol no se ve afectado por efecto de la asociación, en comparación con el rendimiento del maíz del mismo tratamiento. Estos resultados no concuerdan con Toala (2008), que reposta el mayor rendimiento de frijol en el sistema de frijol sólo con 0.414 t ha^{-1} , seguidos de los sistemas maíz-frijol-calabaza con 0.168 t ha^{-1} y el sistema maíz-frijol con 0.081 t ha^{-1} . Así mismo Lepiz (1982), indica que en la asociación ocurre un efecto de competencia de genotipos que abaten los rendimientos de maíz-frijol-calabaza.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de frijol, en los sistemas manejados bajo el enfoque orgánico en Villaflores, Chiapas; México.

Sistema de cultivos	Rendimientos
Maíz-frijol	375.69
Maíz-frijol-calabaza	69.44
Frijol	125.69

Cultivo de calabaza

De acuerdo con el análisis de varianza para el rendimiento total de frutos por unidad de superficie, mostro que hubo diferencia estadística significativa entre sistemas de calabaza. Al realizar la prueba de media de Duncan, se encontró que el mejor rendimiento total de frutos de calabaza fue en el sistema de maíz-calabaza con $3819.44 \text{ kg ha}^{-1}$, comparando con los sistemas de cultivo de maíz-frijol-calabaza y calabaza al presentar el menor rendimiento total de frutos. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento de calabaza, en los sistemas manejados bajo el enfoque orgánico en Villaflores, Chiapas; México.

Sistema de cultivos	Rendimientos
Maíz-calabaza	3819.44a
Maíz-frijol-Calabaza	104.16
Calabaza	1041.66b

Uso equivalente de la tierra

Se observa en el Cuadro 5, que el mejor aprovechamiento de la tierra, fue al sembrar el sistema de maíz-calabaza con 4.15, seguido del sistema maíz-frijol con 3.92, finalmente se encontró con el sistema maíz-frijol-calaba el menor UET con 1.07. Este policultivo, presentó un bajo aprovechamiento del suelo, debido a que los rendimientos de calabaza y frijol se vieron

afectados por el manejo otorgado a estos. De acuerdo con lo anterior, podemos aseverar que los policultivos presentan mayor aprovechamiento del suelo, cuando se asocian en comparación a los unicultivos de especies básicas de las regiones tropicales. Los resultados anteriores, no son compartidos con Toala (2009), quien reporta un mayor UET en el sistema de maíz-frijol-calabaza. Gonzales (2004) que menciona que la mayor eficiencia UET se obtuvo en el sistema maíz-frijol-calabaza con 2.29, seguido del sistema maíz-calabaza un UET de 1.73, finalmente anota para el sistema maíz-frijol con 1.37 de UET.

Cuadro 4. Uso Equivalente de la Tierra por sistemas de cultivo: maíz, frijol y la calabaza, manejados bajo el sistema orgánico, en Villaflores, Chiapas.

	Rendimiento Unicultivo			Rendimiento policultivo			Rendimientos relativos			UET
	Maíz	Frijol	Calabaza	Maíz	Frijol	Calabaza	Maíz	Frijol	Calabaza	
Maíz	3166.31	—	—	—	—	—	1.0	—	—	1.0
Maíz-frijol	—	—	—	2998.07	375.69	—	0.94	2.98	—	3.92
Maíz-calabaza	—	—	—	1557.95	—	3819.44	0.49	—	3.66	4.15
Maíz-frijol-calabaza	—	—	—	1372.62	69.44	104.16	0.43	0.55	0.09	1.07
Frijol	—	125.69	—	—	—	—	—	1.0	—	1.0
Calabaza	—	—	1041.66	—	—	—	—	—	1.0	1.0

CONCLUSIÓN

Los mejores rendimientos de grano, en maíz se obtuvieron con el sistema maíz unicultivo con 3166.31 kg ha⁻¹; para el cultivo de frijol, con policultivo maíz-frijol con 375.69 kg ha⁻¹ y para la calabaza, se logró un máximo rendimiento de 3819.44 kg ha⁻¹ en el sistema de maíz-calabaza. La mayor eficiencia en cuanto al uso de la tierra, se logró en el policultivo de maíz-calabaza con 4.15; seguido de maíz-frijol con 3.92; mientras que el menor UET se manifestó en el sistema de maíz-frijol-calabaza con 1.07. Los policultivos con excepción del sistema maíz-frijol-calabaza, fueron más eficientes en el uso del suelo al obtener mayor producción en comparación de la siembra de unicultivo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Produce Chiapas, A. C., que financia el proyecto de investigación y transferencia de tecnología “Transferencia de fertilizantes alternativos para el cultivo de maíz”, dirigido por el Dr. Carlos Ernesto Aguilar Jiménez, del Cuerpo Académico en Agricultura Sostenible de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas; en el marco del cual se realizo la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Ginés, I. y Mariscal, I. 2000. Actuación de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Pp. 64-70.

Gonzales, R. A. 2004. Producción orgánica en policultivo en maíz (*Zea mays* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)-calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.) Villaflores, Chiapas. Tesis profesional para obtener el título de Ing. Agrónomo en producción vegetal. Universidad Autónoma de Chiapas. 109 p.

Lepiz, I. R. 1982. Asociación de cultivos maíz-frijol. Folleto tec. No. 58. INIA, SAG, México. 58 p.

Martínez, P. M. 2004. Tiempos de asociación del maíz (*Zea mays* L.) al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Villaflores, Chiapas. Tesis profesional para obtener el título de Ing. Agrónomo en fitotecnia. Universidad autónoma de Chiapas. 68 pág.

Toala, M. J. A. 2008. Recuperación y reconversión al sistema orgánico del agroecosistema maíz-frijol, en la frailesca, Chiapas. Tesis profesional para obtener el título de Ing. Agrónomo en producción vegetal. Universidad Autónoma de Chiapas. 85 pág.

Toala, M. L. 2009. Producción orgánica del policultivo maíz (*Zea mays* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)-calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.) en la Frailesca, Chiapas, México. Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo en producción vegetal. Universidad Autónoma de Chiapas. 83 p.