



COBERTERAS VIVAS PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN MANGO (*Mangifera indica* L.) cv. MANILA

[LIVE-MULCHS FOR WEED MANAGEMENT IN MANGO (*Mangifera indica* L.) cv. MANILA]

Andrés Rebolledo-Martínez^{1*}, Ana Lid del Ángel-Pérez¹, Juan Valente Megchún-García¹, Jacel Adame García², Jeremías Nataren-Velázquez¹ y Ángel Capetillo-Burela¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Cotaxtla. Km. 34.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México. aldap28@yahoo.com

²Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Km. 4.5 Carretera Cardel-Chachalacas, CP. 91667, Úrsulo Galván, Veracruz, México. jadameg@gmail.com

*Autor para correspondencia: rebolledo.andres@inifap.gob.mx

RESUMEN

El uso constante de agroquímicos ha impactado fuertemente a ecosistemas, por lo que es necesario modificar los paradigmas productivos empleando metodologías sustentables que garanticen la protección de los recursos naturales y los seres vivos. El objetivo del estudio fue comparar dos coberteras del suelo vivas (*Mucuna pruriens* L. y *Clitoria ternatea* L.) y una plástica para el manejo de malezas, y su impacto en la conservación de la macrofauna y microflora del suelo en mango. Se utilizó una huerta de mango de 3.5 años, con densidad de 1250 árboles ha⁻¹. Se empleó un diseño de bloques al azar, con arreglo de tratamientos en parcelas divididas. Las variables fueron porcentaje de maleza y cobertera viva, altura de maleza y cobertera viva, macrofauna y microflora del suelo. Los resultados indicaron que *M. pruriens* tuvo 80 % de eficiencia en el control de malezas, mientras que en *C. ternatea* ésta fue de 60 %. En altura de cobertera viva, *M. pruriens* presentó mayor crecimiento longitudinal que *C. ternatea*. En cuanto a macrofauna, *M. pruriens* incrementó las poblaciones de individuos m⁻² con 225 individuos, y las poblaciones de hongos fueron de 9.5x10⁷ UFM g⁻¹. El uso de coberteras vivas entre las hileras de mango es una alternativa para suprimir la maleza y mejorar las condiciones biológicas del suelo.

Palabras clave: Coberteras vivas; agricultura sustentable; frutales tropicales.

INTRODUCCIÓN

El mango es uno de los frutales tropicales cuyo cultivo es de gran importancia a nivel nacional e internacional,

SUMMARY

The constant use of agrochemicals has strongly impacted ecosystems, thus, production paradigms need to be changed using sustainable methodologies that ensure the protection of natural resources and living beings. The objective of this study was to compare two live soil mulches (*Mucuna pruriens* L. and *Clitoria ternatea* L.) and one plastic soil mulch for weed management, and their impact on the preservation of soil macrofauna and microflora in a mango orchard. One 3.5 year-old mango orchard with a density of 1250 trees ha⁻¹ was used in the study. A randomized block design with treatments arranged in split plot was used. Variables evaluated were percentage of weeds and living mulch, weed height and plant cover, soil macrofauna and soil microflora. *Mucuna pruriens* had 80 % efficiency in controlling weeds, and in *C. ternatea* efficiency was 60 %. *Mucuna pruriens* had higher longitudinal growth than *C. ternatea*. Regarding macrofauna, *M. pruriens* increased the populations of individuals per m² with values of 225 individuals, and fungi populations were 9.5x10⁷ MFU g⁻¹ of soil. The use of live mulchs between rows of mango is an alternative to suppress weeds and improve soil biological conditions.

Key words: Live mulchs; sustainable agriculture; tropical fruits.

debido a la demanda del mercado. En México este frutal es producido a nivel comercial utilizando diversos agroquímicos, donde destaca el uso de herbicidas para el manejo de malezas. Los productores

frecuentemente emplean herbicidas residuales y selectivos que se caracterizan por inhibir la fotosíntesis de las malezas susceptibles logrando su supresión (Mallory-Smith y Retzinger, 2003). El impacto ecológico de esta actividad incluye suelos infértiles, contaminación de los mantos freáticos, pérdida de suelo y reciclaje de materia orgánica. El uso de herbicidas representa un peligro potencial para el ser humano, animales y plantas, aunque su importancia para la sociedad radica en su contribución a la disminución de plagas agrícolas (Plenge *et al.*, 2007).

La Organización Mundial de la Salud estima que cada año entre 500000 y un millón de personas se envenenan por agroquímicos y 5000 a 20000 mueren (Valdés *et al.*, 2000). Ante esta situación, se ha reducido el uso de agroquímicos, principalmente en países desarrollados. Además, se ha reportado que sólo 0.1 % de la cantidad de agroquímicos cumple con su función, mientras que el resto circula en el ambiente, contaminando la biósfera, suelo y agua (Torres y Capote, 2004). A medida que se utilizan métodos destructores para el manejo fitosanitario, el riesgo de daños irreversibles a la salud pública aumenta. Por otra parte, al uso irracional de plaguicidas se le atribuye el incremento de malformaciones congénitas y leucemia de personas expuestas a los agroquímicos (Valdes *et al.*, 2000; Plegue *et al.*, 2007).

Actualmente, la fruticultura requiere un cambio de paradigma mediante mecanismos que garanticen la sustentabilidad de los recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental negativo que ha generado el uso indiscriminado de plaguicidas (Massieu, 1991; Plegue *et al.*, 2007). Se busca un esquema donde el uso de técnicas y tecnologías permita alcanzar el máximo beneficio, y que a su vez estén ligadas con alternativas que garanticen la vida de los seres vivos. Por ejemplo, existen técnicas con las que se logra controlar eficientemente las malezas, como reportan Najul y Anzalone (2006), quienes mencionan el uso de coberteras vegetales como *Panicum maximum* Jacq., logrando un control por encima del 90 % en el cultivo de la caroata (*Phaseolus vulgaris* L.). Técnicas como éstas reducen la entrada de insumos externos y contribuyen a la conservación de suelos, mejorando las condiciones biológicas, físicas y químicas del mismo (Hernández *et al.*, 2009), mantienen cierta humedad, aumentan el contenido de materia orgánica e incluso actúan como fijadoras de nitrógeno, como es el caso de las leguminosas (Merayo y Fonseca, 1998). La especie *Mucuna pruriens* ha sido una de las más usadas como abono verde y cobertura vegetal; los reportes de investigación

muestran sus mayores beneficios en la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, el control de vegetación espontánea, la retención de humedad y la reducción de la erosión (Gerónimo *et al.*, 2002; Bustamante y Campos, 2004).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el manejo de malezas ente hileras de mango con el establecimiento de *Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea* usadas como coberteras vivas, así como con cubierta plástica, para conocer la diversidad biológica de la macrofauna y microflora presentes en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Cotaxtla, del INIFAP, localizado en el municipio de Medellín de Bravo, en Veracruz, México (18° 56' Lat. N. y 96° 11' Long. O, a una altitud de 40 msnm). El clima es Aw₀, con temperatura media anual de 24 °C, con temperatura mínima de 17.6 °C en enero y máxima de 36 °C en mayo. La humedad relativa media mensual varía entre 76.8 a 85 % en enero, y la precipitación media anual es de 1200 mm. El suelo que predomina es de origen aluvial, de textura migajón-arcillosa, con buen drenaje superficial e interno y pH ligeramente ácido (Mosqueda, 1993).

El material genético utilizado fue mango (*Mangifera indica* L.) "Manila Cotaxtla 2", cultivar perteneciente al banco de germoplasma del Campo Experimental Cotaxtla, injertado sobre material criollo de la región, con 3.5 años de edad. El material vegetal utilizado como cobertera viva para el control de malezas fue *Mucuna pruriens* L. y *Clitoria ternatea* L., con semilla de la región.

El experimento se estableció en diciembre de 2006 en una superficie de 576 m²; los árboles de mango fueron establecidos en un sistema de plantación de marco real, con espaciamiento de 4 x 2 m, y densidad de población de 1250 árboles ha⁻¹. Los árboles de mango se establecieron en cepas de 50 x 50 x 50 cm; previo al trasplante se depositaron en el fondo 7.5 kg de pollinaza como fertilizante. Se acolcharon las hileras de los árboles usando una cubierta plástica negra, calibre 125. Las coberteras vivas se sembraron en enero de 2007 entre las hileras de mango, en surcos de 0.8 m de distancia entre ellas y 5 cm entre semilla, ocupando una superficie de 54 m². Se realizaron aplicaciones de garlic (extracto de ajo *Allium sativum* L. 99 %) a dosis de 2 ml de garlic por litro de agua, con la finalidad de controlar plagas y enfermedades. Se realizó un monitoreo cada 15 días para podar las

guías de *M. pruriens* y evitar que trepan a las copas de los árboles.

Como variables de estudio se estimó el porcentaje de maleza y de cobertera viva por metro cuadrado, durante un periodo de 320 días después de la siembra. En cada fecha de registro se utilizó un marco de 1 m², que se lanzó al azar dos veces a la superficie del suelo donde se encontraban establecidos los tratamientos. Se midió al azar la altura de 10 plantas de malezas y cobertera viva; esta actividad se realizó después de que emergieron *M. pruriens* y *C. ternatea*, hasta los 320 días y al final se obtuvo un promedio para cada repetición, esto con base en lo reportado por Najuly Anzalone (2006).

Para estudiar la macrofauna edáfica se realizaron muestreos de suelo en cada tratamiento. En un monolito con dimensiones de 25 x 25 x 30 cm se colectó el suelo en estratos de 10 cm de profundidad y se depositó en una malla de 4 mm; manualmente el suelo se fue retirando y a la vez se contó y pesó el total organismos presentes en el mismo, para determinar la densidad (número de organismos/m²) y biomasa (g m⁻²) de macrofauna.

El estudio de la microflora se realizó con base en la técnica empleada por Adame *et al.* (2009). Esta actividad se desarrolló en abril y consistió en colectar una muestra de 2 kg de suelo por tratamiento, que se tamizó en malla calibre 20. Posteriormente, se tomaron 10 g de suelo tamizado y se depositaron en un frasco de dilución, se le adicionaron 90 ml de agua destilada, se agitó manualmente el frasco 30 veces, se centrifugó durante 30 min a 2500 rpm, y se dejó reposar durante 5 min para permitir la sedimentación. Después, se hizo una dilución 1:100, de la cual se tomaron 0.2 ml para la siembra en los medios de cultivos: para bacterias se utilizó agar y para hongos medio Martín (Tablas 1 y 2), empleando un asa de cultivo en cajas petri, que se dejaron reposar a 37 °C. El conteo de bacterias se

realizó 24 h después de la siembra, mientras que el de hongos inició a las 48 h; en ambos casos se utilizó un microscopio óptico provisto de una lente cuadrada para la cuantificación de las colonias.

Tabla 1. Reactivos utilizados en la elaboración de 1 L del medio de cultivo selectivo para bacterias.

Constituyente	Cantidad
Peptona	1 g
Extracto de levadura	1g
K ₂ HPO ₄	0.4 g
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0.5 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.05 g
Ca Cl ₂	0.01 g
Mg Cl ₂	0.1 g

Tabla 2. Reactivos utilizados en la elaboración de 1 L del medio de cultivo selectivo para hongos.

Constituyente	Cantidad
Peptona	5 g
Glucosa	10 g
Rosa de Bengala	3.3 ml
K ₂ HPO ₄	1 g
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.5 g
H ₂ O	1000 ml

El diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde la parcela grande correspondió a cubierta plástica establecida en árboles de mango, y la parcela chica a cobertera viva establecida entre las hileras de los mangos (Tabla 3). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, y se realizaron pruebas de comparación de medias mediante Tukey con $\alpha P \leq 0.01$.

Tabla 3. Diseño experimental utilizado con coberteras vivas para el manejo de malezas en mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Tratamiento	Parcela grande	Parcela chica
	Cubierta plástica en árboles de mango	Cobertera viva establecida entre hileras de mango
1	Cubierta plástica	Siempre limpio
2	Cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>
3	Cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>
4	Cubierta plástica	Siempre enmalezado
5	Sin cubierta plástica	Siempre limpio
6	Sin cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>
7	Sin cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>
8	Sin cubierta plástica	Siempre enmalezado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de malezas y cobertera viva en mango cv. Manila

Al establecer las coberteras vivas entre las hileras de mango Manila “Cotaxtla 2”, no se encontró diferencia estadística en la interacción de los árboles de mango establecidos, ya sea con cubierta plástica o en suelo desnudo, con los tratamientos *M. pruriens*, *C. ternatea*, control manual y siempre enmalezado; asimismo, no hubo diferencia estadística al comparar los tratamientos entre parcelas, árboles con cubierta plástica y sin cubierta plástica; sin embargo, al comparar los tratamientos de coberteras vivas entre ellos sí se encontró diferencia estadística ($P \leq 0.01$; Tabla 4).

Se observó que los tratamientos *M. pruriens* y *C. ternatea* a los 50 y 75 días después de la emergencia fueron estadísticamente similares, pero a los 80 días *M. pruriens* fue significativamente mayor. Después de la emergencia de las plántulas en las coberteras vivas, el comportamiento de las malezas en los diferentes tratamientos para el periodo de 80 días mostraron una proliferación de malezas superior al 80 % en el tratamiento siempre enmalezado, donde no se realizó

ningún tipo de control (Tabla 5). En los tratamientos con coberteras vivas se presentaron porcentajes de malezas menores del 30 %, mientras que en control manual no se observó diferencia con respecto al control de malezas, ya que ésta se realizó de forma manual. Se presume que al ir avanzando el estado fenológico de *M. pruriens* se presentó mayor cobertura del suelo, al igual que la *C. ternatea*, reduciendo ambas el porcentaje de malezas por metro cuadrado.

La Tabla 4 muestra que *M. pruriens* fue mayor que los demás tratamientos, principalmente sobre *C. ternatea*, logrando una cobertura superior al 90 % sobre el suelo, lo que permite deducir que su eficiencia se logra cuando ha llegado al máximo desarrollo vegetativo, que es a los 290 días, manifestando mayor eficiencia en el control de malezas. A los 320 días, la eficiencia de esta cobertera va decreciendo, debido a que la leguminosa ha llegado a la etapa de producción de vainas, por ser una leguminosa anual. Por el contrario, *C. ternatea* presenta un estado fenológico casi terminal a los 200 días, por ser de ciclo corto con un tiempo de reposo cerca de dos meses, recuperando después su ciclo vegetativo. Esto se debe a que las coberteras vivas desarrollan un ambiente biológico y biofísico que ofrece oportunidades para regular y minimizar las poblaciones de malezas (Liebman y Gallandt (1997).

Tabla 4. Porcentaje de cobertera viva de los 50 a los 320 días (d), después de la siembra, para el manejo de maleza en mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Porcentaje de cobertera viva								
	50 d	75 d	80 d	170 d	200 d	230 d	260 d	290 d	320 d
<i>Mucuna pruriens</i>	68.2 ^a	65.6 ^a	88.8 ^a	71.9 ^a	83.8 ^a	86.5 ^a	91.3 ^a	97.6 ^a	88.9 ^a
<i>Clitoria ternatea</i>	67.5 ^a	65.6 ^a	65.6 ^b	65.6 ^b	44.6 ^b	31.3 ^b	11.4 ^a	12.3 ^b	30.3 ^b
Siempre limpio	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Siempre enmalezado	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Significancia	**	**	**	**	**	**	**	**	**

^{a,b,c}Medias seguidas por letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0.01$).

El porcentaje de cobertera del suelo por las malezas indica que hubo diferencia en el tratamiento siempre enmalezado (Tabla 5), debido a que el porcentaje de maleza presente durante los 320 días fue continuo y estable, siendo que esta no es controlada por ninguna leguminosa de cobertera. Se observó que *M. pruriens* restringió el área cubierta por la malezas, por ser una leguminosa de rápido crecimiento con hojas relativamente grandes, por lo que no permite el paso de la radiación solar, en comparación con *C. ternatea*,

que es de ciclo corto y con hojas más pequeñas, por lo que su área foliar no es suficiente para competir por radiación solar y suprimir las malezas. La especie *M. pruriens* se caracteriza porque es una planta de crecimiento enredador, por lo tanto, es importante realizar monitoreos continuos al inicio de la plantación y durante el crecimiento inicial de los árboles de mango, para realizar podas y evitar que las guías de *M. pruriens* invadan el dosel del árbol.

Es necesario realizar riegos frecuentes para que las coberteras vivas y el cultivo de mango no presenten deficiencias de humedad, asimismo, evitar la competencia por agua entre los cultivos coberteras y el mango (Lisa y Rice 1998). Liyanage *et al.* (1988) mencionan que la incorporación de los cultivos de cobertera incrementa el rendimiento, por ejemplo, el incremento de la producción de copra en plantaciones pequeñas de cocos en Sri Lanka e India. Con base en este esquema, además, se logró la incorporación de la materia seca al suelo, conservación de la humedad e

incremento del rendimiento (Ruiz *et al.*, 2001). También son importantes las coberteras en las regiones tropicales con lluvias fuertes, porque mejoran la absorción y conservación del agua en el suelo al reducir la escorrentía, lixiviación de nutrientes y erosión del suelo (Renard *et al.*, 1991; Ferrera y Alarcón 2001), principalmente en laderas, donde se establecen monocultivos sin prácticas de conservación de suelo, ocasionando una reducción de la productividad de los cultivos en un 16 a 75 % (Salako *et al.*, 2007).

Tabla 5. Porcentaje de malezas presentes en las coberteras vivas de los 50 a los 320 días (d) después de la siembra para el manejo de maleza en mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Porcentaje de cobertura de maleza en suelo								
	50 d	75 d	80 d	170 d	200 d	230 d	260 d	290 d	320 d
<i>Mucuna pruriens</i>	31.9 ^b	34.4 ^b	11.3 ^c	28.2 ^b	16.3 ^c	13.50 ^c	8.8 ^c	2.38 ^b	11.1 ^c
<i>Clitoria ternatea</i>	32.5 ^b	34.4 ^b	34.4 ^b	34.4 ^b	55.4 ^b	68.75 ^b	88.6 ^b	87.8 ^a	69.8 ^b
Siempre limpio	0 ^c	2.3 ^c	8.1 ^c	2.06 ^c	0 ^d	0 ^d	2.3 ^d	5.8 ^b	19.3 ^c
Siempre enmalezado	87.1 ^a	89.9 ^a	94.2 ^a	90.4 ^a	88.1 ^a	91.3 ^a	93.4 ^a	89.3 ^a	89.9 ^a
Significancia	**	**	**	**	**	**	**	**	**

^{a,b,c,d}Medias seguidas por letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0.01$).

Altura de maleza y cobertura viva

La Tabla 6 muestra que el tratamiento de *M. pruriens* presentó diferencias estadísticas al obtener una altura promedio de 74.6 cm, en comparación con *C. ternatea* que obtuvo 48.2 cm. El máximo desarrollo de las coberteras vivas se logró a los 80 días, donde *M. pruriens* superó a *C. ternatea* en un 74 % de crecimiento longitudinal. La altura de las coberteras *M. pruriens* *C. ternatea* a los 200 días, de acuerdo

con la prueba de Tukey, no mostraron diferencia. A los 230-320 días *M. pruriens* presentó mayor crecimiento, compitiendo por espacio y luz con la maleza (Najuly Anzalone, 2006). Además, se obtuvieron diferencias significativas de estas dos especies en el control de malezas, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Negrín *et al.* (2007) para plantaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.), donde logró reducir en más del 80 % la maleza existente, perteneciente principalmente a dicotiledóneas.

Tabla 6. Altura de cobertura viva y entre hileras de mango 50 a 320 días (d) después de la siembra para el manejo de maleza en mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Altura de cobertura viva (cm/m ²)								
	50 d	75 d	80 d	170 d	200 d	230 d	260 d	290 d	320 d
<i>Mucuna pruriens</i>	80.3 ^a	118.3 ^a	138 ^a	78.6 ^a	65.9 ^a	73.6 ^a	59.4 ^a	6.6 ^a	50.6 ^a
<i>Clitoria ternatea</i>	32.1 ^b	75.8 ^b	83.6 ^b	61.3 ^b	66.0 ^a	48.7 ^b	31.8 ^b	4.8 ^b	42.8 ^b
Siempre limpio	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Siempre enmalezado	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Significancia	**	**	**	**	**	**	**	**	**

^{a,b,c}Medias seguidas por letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0.01$).

En cuanto a la altura de la maleza, el tratamiento siempre enmalezado fue significativamente diferente con respecto a las demás coberteras, con un promedio de 114.2 cm de crecimiento (Tabla 7). Esto se debe a que desde su establecimiento no se realizó control de malezas, lo que permitió su desarrollo. Por el contrario, el crecimiento rápido que caracteriza a *M. pruriens* propició que la maleza presente bajo su cobertera tuviera menor crecimiento. Este mismo efecto se observó en las malezas que interaccionaron con *C. ternatea*. Esto evidencia el efecto de la supresión de la maleza por la leguminosa que es mayor a medida que se incrementa la biomasa de esta última

(Bárbery y Mazzoncini, 2002). El crecimiento de malezas del tratamiento siempre limpio fue menor, debido a que se controló de forma manual; sin embargo, esta práctica demanda mayor mano de obra. Los resultados señalan una eficiencia del uso de coberteras vivas en el control de malezas, y sugieren que se podría desplazar el uso de agroquímicos en los agrosistemas, impulsando así la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y dando otros beneficios al suelo, como el aporte de biomasa fresca, fijación de nitrógeno atmosférico (50-200 kg N ha⁻¹) y reducción de la erosión por lixiviación y escorrentía (Anthofer y Kroschel, 2005).

Tabla 7. Altura de maleza desde los 50 hasta los 320 días (d), después de la siembra de dos coberteras vivas para el manejo de maleza en mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Altura de maleza (cm) por m ²								
	50 d	75 d	80 d	170 d	200 d	230 d	260 d	290 d	320 d
<i>Mucuna pruriens</i>	58.3 ^b	92.4 ^{ab}	87.3 ^b	61 ^b	63.9 ^b	31.3 ^c	24.75 ^c	18 ^b	28.6 ^c
<i>Clitoria ternatea</i>	56.8 ^b	85.8 ^b	114 ^a	95 ^b	94.13 ^b	77.3 ^b	87.5 ^b	96 ^b	100.5 ^b
Siempre limpio	0 ^c	12.5 ^c	13.6 ^c	5.6 ^c	0 ^c	0 ^c	10.5 ^c	20.4 ^b	16.6 ^c
Siempre enmalezado	85.6 ^a	119 ^a	128.5 ^a	103.5 ^a	108.5 ^a	116 ^a	125.4 ^a	128.8 ^a	112.6 ^a
Significancia	**	**	**	**	**	**	**	**	**

*Medias seguidas por letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$).

En la Tabla 8 se presenta el porcentaje total de las malezas que predominaron en los diferentes tratamientos de coberteras vivas. Se identificaron 16 especies de malezas, predominando en número las ciperáceas, seguido por las gramíneas, junto a las malezas de hoja ancha. En el tratamiento siempre limpio, *Cyperus rotundus* fue menos vulnerable al control manual y al control con las coberturas vivas evaluadas (*M. pruriens* y *C. ternatea*). *Clitoria rotundus* se puede encontrar en poblaciones de 100000 plantas ha⁻¹, alcanzando una altura promedio de 6.7 cm (Esqueda, 2007). Las malezas predominantes no superaron el 30 % de la superficie del cultivo, debido al crecimiento exuberante de las coberteras vivas; en el caso del tratamiento siempre enmalezado, la competencia por espacio, luz y agua entre las diferentes especies de malezas no permitió poblaciones altas (Rivas *et al.*, 2009).

Macrofauna y microflora del suelo

La población de organismos presentes para cada uno de los tratamientos se muestra en la Tabla 9. El mayor número de individuos se presentó en estratos de 0-10

cm de profundidad. Las coberteras vivas *M. pruriens* y *C. ternatea* establecidas entre las hileras de mango tuvieron el 65 % del total de los individuos presentes en el suelo, en comparación con los tratamientos siempre limpio y siempre enmalezado, que presentaron baja población de organismos, aunque no se hubo diferencia estadística entre tratamientos. La distribución de estos organismos mostró una población compuesta de escarabajos y gallinas ciegas (Coleóptero), lombrices (Oligochaeta), cien pies (Chilopoda) y cochinillas (Isópodos). La mayor diversidad y cantidad de individuos presentes en suelos establecidos con coberteras vivas fue consecuencia de la descomposición rápida de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, provocado por una alta tasa de respiración de los organismos presentes en el suelo, ya que estos se caracterizan por liberar en su mayoría CO₂ (aerobios) (Swisher, 1999).

Con respecto a la biomasa total de los organismos, no hubo diferencia estadística entre las diferentes cubiertas vivas con o sin cubierta plástica. Estos resultados son similares a los obtenidos por Araujo y

López (1999) en suelos de sabanas en el Amazonas Venezolano, manejados con enmiendas orgánicas, que indican que los suelos así manejados poseen mayor densidad y biomasa de lombrices que los suelos naturales, y también encontraron a profundidad de 0 a 10 cm la presencia de 145 individuos por m² (densidad) y 17.5 g m⁻² (biomasa). Al comparar los resultados presentados por Araujo y López (1999), los

tratamientos establecidos con *M. pruriens* superan en 54 % los valores de densidad y en 80 % los valores de biomasa, lo que puede ser debido al efecto adicional de los nutrientes aportados por *M. pruriens* sobre el incremento de las poblaciones de organismos edáficos, que son los responsables de incrementar la tasa de respiración del suelo (7.5 kg CO₂ ha⁻¹ d⁻¹) (Ruíz *et al.*, 2001; Blanchart *et al.*, 2006).

Tabla 8. Total de malezas presente entre hileras de mango (*Mangifera indica* L.) Manila establecidas con diferentes coberteras vivas, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Nombre común	Nombre científico	Cobertera maleza (%)	Altura individuos (cm)
<i>Mucuna pruriens</i>	Hierba amargosa	<i>Parthenium hysterophorus</i>	2	23
	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	15	30
	Z. amargo	<i>Paspalum virgatum</i>	5.8	59.5
	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	2	5
	Z. Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	4.6	153.5
	Lindernia	<i>Lindernia crustacea</i>	3.2	25.5
	Borreria	<i>Borreria laevis</i>	10	8
	Euphorbia	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	6	10
	Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	3	24.5
	Mozote amarillo	<i>Melampodium divaricatum</i>	4	23.5
	Vernonia	<i>Vernonia cinerea</i>	2	9
	Acahualera	<i>Ageratum conyzoides</i>	3	28
Zacate estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	2	28	
<i>Clitoria ternatea</i>	Acahualera	<i>Ageratum conyzoides</i>	4	43
	Altamiz	<i>Parthenium hysterophorus</i>	15	38
	Mozote blanco	<i>Bidens pilosa</i>	2	22
	Borreria	<i>Borreria laevis</i>	25	25
	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	20	15
	Euphorbia	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	9	19
	Mozote amarillo	<i>Melampodium divaricatum</i>	30	66
	Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	10	31
	Lindernia	<i>Lindernia crustacea</i>	10	22
	Vernonia	<i>Vernonia cinerea</i>	17	20
	Z. Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	12	98
	Siempre limpio	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	1
Siempre enmalezado	Acahualera	<i>Ageratum conyzoides</i>	18	22
	Z. estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	21	95
	H. Amargosa	<i>Parthenium hysterophorus</i>	5	30
	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	29	19
	Mozote blanco	<i>Bidens pilosa</i>	15	46
	F. amarilla	<i>Melampodium divaricatum</i>	29	26
	Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	7	27
	Lindernia	<i>Lindernia crustacea</i>	15	23
	Vernonia	<i>Vernonia cinerea</i>	15	29
	Z. Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	22	96
	Z. amargo	<i>Paspalum virgatum</i>	15	88
	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	15	9

Tabla 9. Densidad y biomasa de organismo en suelos establecidos con coberteras vivas (*Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea*) en árboles de mango (*Mangifera indica* L.) Manila con y sin cubierta plástica, en Veracruz, México.

Tratamientos		Densidad de macrofauna a diferente profundidad (individuos m ⁻²)				Biomasa de macrofauna (g m ⁻²)
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0- 30 cm	0-30 cm
Con cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>	137.5	31.2	37.5	206.2	28.8
Con cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>	50	37.5	31.2	118.7	16.6
Con cubierta plástica	Siempre limpio	0	31.2	50	81.2	11.3
Con cubierta plástica	Siempre enmalezado	31	31	31	93	13
Sin cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>	206.2	25	12.5	243.7	34.1
Sin cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>	37.5	50	12.5	100	14
Sin cubierta plástica	Siempre limpio	6.2	18.7	43.7	68.7	9.6
Sin cubierta plástica	Siempre enmalezado	6.2	6.2	0	12.5	1.7
Coeficiente de variación (%)		87	117	115	69	83
Significancia		NS	NS	NS	NS	NS

NS: no significativo ($P \leq 0.01$)

En la Tabla 10 se muestran las diferencias, según Tukey ($P \leq 0.01$), de los tratamientos de coberteras vivas a profundidad de 0-10 cm. *Mucuna pruriens* obtuvo mayor número de individuos en el suelo, similar a lo encontrado por Pashanasi (2001), quien indicó que el 70 % de la población se concentró a una profundidad de 0-10 cm, compuesta por oligochaetas, isópteras y formicidas. Regularmente a esta profundidad los parámetros químicos del suelo son de 36500 $\mu\text{g MO g}^{-1}$, 1200 $\mu\text{g Nt g}^{-1}$ y 584 $\mu\text{g Pt g}^{-1}$ de suelo manejados con enmiendas orgánicas (Araujo y López, 1999).

El análisis de varianza de la macrofauna a una profundidad de 0-30 cm mostró diferencia estadística de las coberteras vivas en comparación con el control manual y siempre enmalezado que presentaron la menor densidad de individuos; presumiblemente la disponibilidad de materia orgánica ayuda a que los organismos realicen funciones como el reciclaje de nutrientes y aceleran la actividad biológica del suelo.

En la variable biomasa no se encontró diferencia estadística al comparar los tratamientos de coberteras vivas; se estima que la cantidad de biomasa en suelo se incrementará de acuerdo con el avance en la edad de los árboles de mango, manejando esta técnica de control con coberteras vivas. Lo anterior se deduce por los resultados obtenidos por Pashanasi (2001), que estimó que en sistemas agroforestales, la biomasa de *Pontoscolex corethrurus*, lombriz típica de suelos disturbados, es de 85 y 55 g de peso fresco m⁻² y conforman el 80 % de la biomasa del suelo.

La presencia de microorganismos en los diferentes tratamientos se presenta en la Tabla 11. No hubo diferencia estadística entre tratamientos, aunque los microorganismos que se aislaron del sitio donde se establecieron las coberteras vivas mostraron mayor abundancia de bacterias. Las unidades formadoras de colonias (MFU y CFU), presentes en el suelo fueron más abundantes en los tratamientos donde se utilizaron coberteras vivas (*M. pruriens* y *C. ternatea*), comparados con los tratamientos siempre limpio y

siempre enhierbado, tanto con el empleo y no empleo de cubierta plástica. Estos resultados fueron superiores a la cantidad microorganismos observada por Araujo *et al.* (2006) en un estudio realizado sobre la utilización

de cepas bacterianas autóctonas en la biorremediación de un suelo contaminado con petróleo en Venezuela, donde reportaron densidad poblacional de 27 y 19×10^9 UFC/ml.

Tabla 10. Densidad y biomasa de organismos en el suelo establecidos con coberteras vivas (*Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea*) en árboles de mango (*Mangifera indica* L.) Manila, en Veracruz, México.

Cobertera viva	Densidad de macrofauna a diferente profundidad (individuos m^{-2})			Biomasa de macrofauna ($g\ m^{-2}$)	
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0- 30 cm	0-30 cm
<i>Mucuna pruriens</i>	171.5 ^a	32	21.8	225.3 ^a	31.46
<i>Clitoria ternatea</i>	43.8 ^b	43.8	22	109.6 ^{ab}	21.46
Siempre limpio	13.1 ^b	25	37.8	75.9 ^b	13.11
Siempre enmalezado	18.7 ^b	15.8	13.6	41.1 ^b	7.38
Significancia	**	NS	NS	**	NS

^{a,b}Diferentes literales indican diferencia estadísticas ($P \leq 0.01$). NS: No significativa

Tabla 11. Densidad de hongos y bacterias en el suelo establecidos con diferentes coberteras vivas y árboles de mango con y sin cubierta plástica.

Tratamientos		Hongos (*UFM g^{-1} de suelo)	Bacterias (*UFC g^{-1} de suelo)
Con cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>	11.7×10^7	2.6×10^{19}
Con cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>	20.8×10^7	1.5×10^{19}
Con cubierta plástica	Siempre limpio	3.2×10^7	1.0×10^{19}
Con cubierta plástica	Siempre enhierbado	3.8×10^7	1.0×10^{19}
Sin cubierta plástica	<i>Mucuna pruriens</i>	7.2×10^7	2.4×10^{19}
Sin cubierta plástica	<i>Clitoria ternatea</i>	3.2×10^7	2.2×10^{19}
Sin cubierta plástica	Siempre limpio	1.8×10^7	1.5×10^{19}
Sin cubierta plástica	Siempre enhierbado	1.7×10^7	1.3×10^{19}
Coeficiente variación (%)		11.4	32.5
Significancia estadística		NS	NS

*UFM (C): Unidades formadoras de micelio y colonias; NS: no significativa; C.V.: Coeficiente de variación.

Se encontró diferencia estadística con respecto a la población de hongos en los tratamientos *M. pruriens* y *C. ternatea*, en comparación con el siempre enhierbado y control manual. Aunque para el caso de bacterias no hubo diferencia estadística entre tratamientos en la densidad de población, se observó que las coberteras vivas *M. pruriens* y *C. ternatea* superaron en 87 % a los tratamientos siempre limpio y siempre enhierbado (Tabla 12). Cabe mencionar que este estudio solo estimó una parte del número total de los microorganismos, debido a que existen especies de las cuales se desconocen los requerimientos específicos para su crecimiento, por lo que las cifras representan sólo una fracción del total, además de que

muchos organismos se encuentran en el suelo en forma de aglomerados, los cuales no se desintegran fácilmente durante la preparación de las diluciones, por lo que las estimaciones son bajas (Adame *et al.*, 2009).

Se presume que el incremento de las poblaciones de hongos y bacterias en los tratamientos *Mucuna* y *Clitoria* es resultado del ingreso neto de nitrógeno de las coberteras vivas, que permite la estimulación de los procesos microbianos en la transformación de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes necesarios de los agroecosistemas tropicales o aquellos considerados como sostenibles (Ferrera y Alarcón, 2001). También,

se le atribuye a que el suelo fértil proporciona a las plantas un ambiente adecuado para su desarrollo, pero la exigencia de los microorganismos edáficos en energía, elementos nutritivos, agua, temperaturas adecuada, es similar al de las plantas cultivadas, que permite el desarrollo de virus, bacterias, hongos y colémbolos (Julca *et al.*, 2006); en este sentido, se

puede observar que los hongos se desarrollaron mejor en suelos con coberteras vivas, debido a las variaciones microclimáticas de humedad, temperatura, calidad química y física y las actividades de las enzimas del suelo, que responden mucho más rápido a los cambios de las prácticas de manejo del suelo (Ferrera y Alarcón, 2001; Varela y Feria, 2004).

Tabla 12. Densidad de hongos y bacterias en suelo establecidos con diferentes coberteras vivas en mango.

Cobertera viva	Hongos (*UFM g ⁻¹ de suelo)	Bacterias (*UFM g ⁻¹ de suelo)
<i>Mucuna pruriens</i>	9.5x10 ⁷ ^a	2.5x10 ¹⁹ ^a
<i>Clitoria ternatea</i>	12.0x10 ⁷ ^a	1.8x10 ¹⁹ ^a
Siempre enhierrado	2.8x10 ⁷ ^b	1.2x10 ¹⁹ ^a
Control manual	2.5x10 ⁷ ^b	1.1x10 ¹⁹ ^a
Significancia estadística	**	NS

^{a,b}Diferetes literales por columna indican diferencia estadística (P ≤ 0.01).

*UFM (C): Unidades formadoras de micelio y colonias; NS: no significativa; C.V.: Coeficiente de variación.

A pesar que los cultivos de cobertera entre las hileras de los mangos fueron eficientes en el control de malezas, se observó que el uso de cubierta plástica establecida en las hileras de mango cv. Manila “Cotaxtla 2”, al interactuar con los tratamientos coberteras vivas, no influyó en la supresión de las malezas del cultivo; ante esta situación, aunque no se descarta el uso de esta tecnología debido a que se ha demostrado en otros cultivos establecidos su eficacia en el control de malezas, vale la pena considerar el uso de plásticos agrícolas biodegradables que ya existen en el mercado, puesto que también proporcionan una mejor disponibilidad de nutrientes y un mejor desarrollo radical del cultivo (Grados *et al.*, 2008). También, está demostrado que se logra una mayor productividad y calidad en la cosecha del cultivo (López y Mirafuentes, 2004).

CONCLUSIÓN

Mucuna pruriens fue el tratamiento que logró suprimir en un 80 % las malezas del cultivo mango; *C. ternatea* y *M. pruriens* lograron incrementar las poblaciones de hongos y bacterias en el suelo en el estrato de 0 a 30 cm. Las coberteras vivas son una opción para el control de malezas que además ayudan a mejorar las propiedades biológicas del suelo en los agroecosistemas de producción de mango en etapas jóvenes; además, permiten reducir el uso de agroquímicos que deterioran el ambiente.

REFERENCIAS

- Adame, G. J., Luna, R. M., Trigos, L. A. R. 2009. Bacterias antagonista de hongos fitopatógenos asociados a la raíz de *Vanilla planiflora* Andrews. Agricultura Sostenible. 6: 29-35.
- Anthofer, J., Kroschel, J. 2005. Above ground biomass, nutrients, and persistence of an early and a late maturing *Mucuna* variety in the Forest-Savannah Transitional Zone of Ghana. Journal of Agriculture Ecosystems and Environment. 110: 59-77.
- Araujo, I., Montilla, M., Cárdenas, C., Herrera, L., Angulo, N., Morillo, G. 2006. Stabilized luges and bacterial strains for bioremediation of oil contaminated soils. Interciencia. 31(4): 268-275.
- Araujo, Y., López, H. D. 1999. Caracterización de las poblaciones de lombrices de tierra de en un sistema de agricultura orgánica ubicado en una sabana en el amazonas Venezolano. Ecotrópicos. 12(1): 49-55.
- Barbery, P., Mazzoncini, M. 2001. Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. Weed Science. 49: 491-499.

- Blanchart, E., Villenave, C., Viallatoux, A., Barthès, B., Girardin, C., Azontonde A., Feller, C. 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucunapruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *European Journal of Soil Biology*. 136(42): 144.
- Bustamante, U. M., Campos, T. R. 2004. Contaminación por plaguicidas en la región de Maule, Chile. *Panorama Socioeconómico*. 28(mayo): 1-16.
- Esqueda, E. V. A. 2007. Control de malezas con amicarbazone + paraquat en maíz con labranza de conservación. *Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano 2007*. pp. 133-142
- Ferrera, C. R., Alarcón, A. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum*. 8(2): 175-183.
- Gerónimo, C. A., Salgado, G. S., Catzin, R. F. J., Ortiz, C. I. 2002. Descomposición del follaje de nescafé (*Mucunaspp*) en la época seca. *Interciencia*. 27(11): 625-630.
- Grados, T. R., Álvarez, A. M. T., Giménez, T. A. 2008. Degradación anaeróbica de desechos agrícolas por consorcios microbianos para la producción de polihidroxialcanoatos. *Biofarbo*. 16(1): 28-35.
- Hernández, S. Y., Alfaro, A. E., Mederos, M. D., Rivas, F. E. 2009. Las coberturas vivas en sistemas de cultivos agrícolas. *Ensayo: Tema de Ciencia y Tecnología*. 13(38): 7-16.
- Julca, O. A., Meneses, F. L., Blas, S. R., Bello, A. S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA*. 24(1): 49-61.
- Liebman, M., Gallandt, E. R. 1997. Many little hammers: Ecological management of crop-weed interactions. In: Jackson, L. E. (ed.). *Agricultural Ecology. Physiological Ecology Series*. Academic Press, San Diego, California, USA. pp. 291-343.
- Lisa, B. L., Rice, K. J. 1998. Competencia por agua entre el café y tres coberturas vivas (*Arachis*, *Desmodium* y malezas) en Nicaragua. *Agronomía Costarricense*. 21(1): 51-60.
- Liyanage, L. V. K., Jayasundara, H. P. S., Gunasekara, T. G. L. G. 1988. Potential uses of nitrogen-fixing trees on small coconut plantations in Sri Lanka. In: *Multipurpose Tree Species for Small-Farm Use. Proceedings of an international Workshop in Pattaya, Thailand*. pp. 91-97.
- López, L. R., Mirafuentes H., F. 2004. Sistema de fertirrigación y Acolchado plástico en la producción de chile habanero (*Capsicumchinense*JACQ.). In: *Primera Convención Mundial de Chile*. León, Guanajuato, México. pp: 223-229.
- Mallory-Smith, C. A., Retzinger Jr., E. J. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed Technology*. 17: 605-619.
- Massieu, Y. 1991. Plaguicidas y biotecnología: El Poder Multinacional. *Sociológica*. 6(16): 16.
- Merayo, M. A., Fonseca, F. 1998. Usos y Beneficios de la Mucuna. Folleto para agricultores, CATIE.
- Najul, C., Anzalone, A. 2006. Control de malezas con cobertura vegetal en el cultivo de la caraota negra (*Phaseolusvulgaris*L.). *Bioagro*. 18(2): 75-82.
- Negrín, B. A., Pérez, R., Mazorra, C., Gutiérrez, I. 2007. Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. *Avances de Investigación Agropecuaria*. 11(2): 57-69.
- Pashanasi, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía Peruana. *Folia Amazonica*. 12(1-2): 75-97.
- Plegue, T. F., Sierra, F. J. A., Castillo, S. Y. A. 2007. Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas. *Tecnociencia Chihuahua*. 1(3): 4-6.

- Renard, J. L., Franqueville, H. 1991. Effectiveness of crop techniques in the integrated control of oil palm vascular wilt. *Oleagineaux*. 46(7): 255-265.
- Rivas, P. F., Castillo, H. J., Ortega, R. L. 2009. Selectividad de herbicidas y control de malezas para establecer una asociación *Brachiaria brizantha-Leucaena leucocephala*. *Técnica Pecuaria Mexicana*. 47(4): 339-355.
- Ruíz, V. J., Bravo, E. M., Loeza R. G. 2001. Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra*. 19(1): 89-95.
- Salako, F. K., Olowekere, F. A., Tian, G., Kirchhof, G., Osiname, O. 2007. Ground cover by three crops cultivated on marginal lands in southwestern Nigeria and implications for soil erosion. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 5(4): 497-505.
- Torres, D., Capote, T. 2004. Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas*. 13(3): 2-6.
- Valdés, S. B., García, D. E. I., Cobo, R. J. M., López, B. G. 2000. Impacto de los plaguicidas en la salud de los habitantes del valle de Mexicali, México. *Revista de Ecología Latino Americana*. 6(3): 15-21
- Valera, A., Feria, L. I. 2004. Comparación de la actividad microbiana en hojarasca entre un fragmento y un área continua de bosque nublado del sector occidental de la sabana de Bogotá. *Universitas Scientiarum*. 9: 47-58.

Submitted September 15 February 2011 – Accepted June 06, 2011
Revised received October 17, 2011