

Revisión de literatura sobre beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes*

Literature Review about Benefits of Using Leguminous Cover in Oil Palm and Other Perennial Crops

Citación: Ruiz, E. y Molina, D. (2014) Beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes: una revisión de literatura. *Palmas*, 35(1), 53-64

Palabras clave: fijación de nitrógeno, lixiviación, biomasa, maleza, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna*.

Key words: Nitrogen fixation, Leaching, nitrogen, biomass, weed, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna*.

Recibido: octubre de 2013

Aprobado: noviembre de 2013

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

Elizabeth Ruiz Álvarez
Economía Agrícola
de Cenipalma
eruiz@cenipalma.org

Diego Luis Molina López
Programa de Agronomía
de Cenipalma
dmolina@cenipalma.org

Resumen

Las coberturas leguminosas están ampliamente difundidas y se consideran importantes componentes de sistemas productivos tales como el de la palma de aceite, el caucho, el café y el banano (Baligar *et al.*, 2006). En palma de aceite se les establece en etapas inmaduras del cultivo, en las cuales el follaje de la palma no tiene la capacidad de proteger el suelo de los rayos solares, el viento y la erosión. Se encontró literatura sobre los beneficios del establecimiento de estas especies en diferentes sistemas de producción, entre los que se incluye la palma de aceite. Tales beneficios se relacionan con el mejoramiento de las condiciones físicas y químicas de los suelos, el control de malezas, y el manejo de plagas y enfermedades en cultivos principales. El objetivo de este trabajo es presentar resultados de estudios publicados sobre las leguminosas, que den a conocer los beneficios asociados al establecimiento de estas especies.

Abstract

Leguminous cover crops are widely used and tend to be an integral part of productive systems such as oil palm, rubber, coffee and banana (Baligar *et al.*, 2006). Specifically, in oil palm crops leguminous covers are planted at developmental stages when foliage is not long enough to protect soils from exposure to sunlight, wind and erosion. Additionally, there is plenty of academic literature justifying that leguminous cover crops provide additional benefits to oil palm crops such as nutrient incorporation and pest control. Such benefits have been reported in topics as improving soil physical and chemical conditions, weed control, pest and diseases management, among others, when legumes are established with main crops. The main goal of this paper is to present results of published studies about leguminous, where the associated benefits are related to the establishment of these species.

Introducción

Las coberturas leguminosas son reconocidas por aportar múltiples beneficios al estar asociadas con otros cultivos. Aunque se conoce su aporte en el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos, su establecimiento va más allá, favoreciendo varias dimensiones de un sistema de producción, tales como la sanidad y la nutrición del cultivo asociado. Adicionalmente, se reconoce el efecto positivo de las coberturas sobre la sostenibilidad en el tiempo del sistema suelo. La literatura reporta otros beneficios en cuanto al reciclaje de nutrimentos, la fijación de nitrógeno y la reducción en lixiviación de este elemento (Han, K y Chew, P. 1984; Agamuthu, P y Broughton, W. 1985). También, gracias a la vigorosidad de algunas especies, las coberturas leguminosas tienen la posibilidad de competir con arvenses agresivas, como las gramíneas y ganarle espacio a estas (Fageria y Baligar, 2005). Un ejemplo del beneficio de las leguminosas para la palma de aceite es que pueden competir con especies de gramíneas y ciperáceas que hospedan estados inmaduros de insectos como *Haplastix crudus*, vector de la enfermedad de la Marchitez letal (ML). Este documento recoge literatura que reporta los beneficios técnicos y económicos que se han obtenido por usar coberturas de leguminosas en diferentes sistemas de producción incluyendo el de palma de aceite.

Resultados

Después de realizar una revisión de literatura sobre las coberturas leguminosas en diferentes sistemas de producción, entre los que se incluye el cultivo de palma de aceite, se han sintetizado algunas ideas sobre los principales aportes de estas especies. En primera instancia se tratan los beneficios reportados en torno al mejoramiento físico y químico de los suelos. Seguidamente, los relacionados con el aporte de nitrógeno de las leguminosas, desde los puntos de vista de fijación, reciclaje y retorno del nutriente a cultivos principales. La tercera sección presenta algunos estudios sobre el aporte de estas especies al manejo de las malezas y, en consecuencia, el de plagas dentro del cultivo. Finalmente, se tratan estudios que presentan el beneficio económico derivado de la adopción de leguminosas.

1. Aportes al mejoramiento de los suelos

Las coberturas leguminosas tienen la capacidad de minimizar el impacto de las gotas de lluvia, evitando la destrucción de la estructura del suelo en superficie, favorecen la infiltración del agua, y adicionalmente reducen la escorrentía y, por ende, el arrastre de partículas del suelo. Estos y otros beneficios entorno al mejoramiento de los suelos han sido reportados por numerosos autores, de los cuales se mencionan algunos a continuación.

Figura 1. Cobertura de *Mucuna bracteata* sobre palma de 2 años de edad. Foto: Elizabeth Álvarez.



En siete localidades de la zona cafetera colombiana, terrenos con altas pendientes, Suárez (1992) reporta como dentro de los trabajos desarrollados por Federacafé- Cenicafé, enfocados a mejorar la producción y la conservación del suelo para más de dos millones de hectáreas en pastos de baja producción de forraje, mediante la selección de gramíneas y leguminosas establecidas con mínima labranza, encontraron que *Desmodium ovalifolium* CIAT 350, gracias a su persistencia, rápido crecimiento y cobertura, permite un alto reciclaje de nutrientes y tiene buena capacidad para controlar la erosión, estimada con el suelo contenido en el agua de escorrentía, con pérdidas de suelo menores a 1 t/ha/año, cifras menores a las consideradas como aceptables para la zona.

Borges *et al.*, (2011), estudiaron en la región brasileña de Caatinga el comportamiento de algunas propiedades del suelo sembrado con leguminosas. Durante ocho meses evaluaron como tratamientos seis especies de coberturas leguminosas y un testigo, sin cobertura, en bloques al azar. Los principales resultados de sus estudios evidenciaron que el empleo de la leguminosa *Calopogonium Mucunoides* promovió, en todas las épocas de evaluación y profundidades del suelo (5, 10 y 15 cm), una reducción en las temperaturas del suelo frente a los demás tratamientos. Por ejemplo, a los 90 días de establecimiento de los tratamientos se encontraron temperaturas en el suelo a una profundidad de 15 cm de 37,8 °C con la siembra de *C. mucunoides*, mientras que el testigo presentó temperaturas de 40,1 °C. De igual manera, el establecimiento de esta cobertura presentó la mayor retención de humedad en el suelo frente a los demás tratamientos: a los 90 días de su establecimiento en el suelo con *C. mucunoides* se presentó un volumen de agua de 0,068 cm³ por cm⁻³ de suelo, frente a las otras coberturas, las cuales variaron entre los 0,030 y los 0,034 cm³ de agua por cm⁻³ de suelo.

Las leguminosas también poseen la capacidad de brindar al suelo abundantes cantidades de materia orgánica una vez que mueren o son cortadas. El incremento de esta materia favorece la acumulación en el suelo de ácidos húmicos, importantes por su participación en el mejoramiento de propiedades físicas y químicas de los suelos. Al respecto, Canellas *et al.*, (2004), establecieron ensayos que tienden a identificar el efecto de las leguminosas en algunas propieda-

des de la materia orgánica en el suelo. En un ensayo de bloques al azar establecieron diferentes tratamientos que incluyeron la siembra de *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi*, *Macroptilium atropurpureum* y *Panicum máximum* en un suelo ultisol. Después de 30 meses de establecimiento, se tomaron muestras del suelo a diferentes profundidades y se realizó la extracción de ácidos húmicos por medio de análisis espectroscópico. Ellos encontraron que el establecimiento de las leguminosas, especialmente *A. pintoi*, promueve la acumulación de ácidos húmicos en la superficie de los suelos en donde se establecieron, frente a otros sembrados con coberturas como *Panicum máximum*.

Nascimento *et al.*, (2003), identificaron el efecto de la siembra de leguminosas sobre las características químicas de un suelo degradado en una región de Brasil. El experimento tuvo una duración de dos años y los tratamientos correspondieron a la siembra de doce especies de leguminosas y un testigo, sembrados en parcelas divididas. Evaluando propiedades químicas de los suelos tales como materia orgánica, elementos mayores, pH y aluminio intercambiable, encontraron que el establecimiento de las leguminosas actúa en el mejoramiento de los suelos en términos de fertilidad, disminución de la acidez, incrementos en la capacidad de intercambio catiónico e índice de saturación de bases. En el tema del pH, por ejemplo, entre los 10 y 20 cm de profundidad, el testigo presentó un valor de 5,17 mientras que la mayoría de las leguminosas presentó valores superiores a los 5,40; el mismo comportamiento se encontró en profundidades de 0 a 10 cm y 20 a 30 cm. Otras cifras a resaltar fueron las encontradas en el contenido de potasio a profundidades de 0 – 10 cm, por ejemplo, en el tratamiento testigo se encontró un valor de 43,33 mg dm⁻³ mientras que en cualquiera de las doce especies leguminosas este valor fue superior a los 60,00 mg dm⁻³.

En palma de aceite, el uso de leguminosas como cobertura es una de las técnicas de manejo más antiguas adaptadas para el establecimiento de plantaciones debido, inicialmente, a los problemas de erosión de los suelos (Buntin y Milsum, 1928; Maas, 1922, citados por Giller y Fairhurst, 2012).

ASD Costa Rica, 1986, indica que el uso de coberturas leguminosas en suelos cultivados con palma de aceite contribuye a mejorar la aireación, aumenta la

Figura 2. Cobertura de *M. bracteata* sobre palma híbrida de tres años de edad. Foto: Diego Luis Molina.



capacidad de infiltración, incrementa la retención de humedad en los suelos y genera un incremento en la cantidad de materia orgánica que se aporta al suelo.

2. Aporte de nutrimentos con énfasis en nitrógeno

Broughton (1976), Han K.J. y Chew P.S. (1984), Agamuthu y Broughton (1985) y, más recientemente, Corley y Tinker., (2003), entre otros, documentaron que algunas especies de leguminosas son capaces de fijar nitrógeno y devolverlo al suelo. Entre los resultados más relevantes se encuentran los que se describen a continuación:

Fijación de nitrógeno. Las coberturas leguminosas tienen la capacidad de asociarse con bacterias nitrificantes, como las del género *Rhizobium*, que capturan nitrógeno atmosférico (N_2) y por medio de la enzima nitrogenasa, logran reducirlo a formas asimilables para las plantas como el NH_4^+ (Watson, 1957; Whitney *et al.*, 1967; Broughton, 1977; Cadisch y Sylvester-Bradley, 1986).

En las pocas estimaciones disponibles de fijación de N_2 por plantas de cobertura en plantaciones de caucho y palma, se han medido cantidades muy similares de N aportadas. Con *Pueraria phaseoloides* (kudzu) se estimó que la dilución del isótopo ^{15}N fijaba entre 60 y 80 % del nitrógeno acumulado en una plantación de

palma de aceite de dos años de edad, ascendiendo a $151 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; hay que tener en cuenta que esta cantidad derivada de la fijación de nitrógeno se dio con esta leguminosa mezclada con otras especies (80 % de *P. phaseoloides* y 20 % de otras) (Zahara *et al.*, 1986).

Agamuthu y Broughton (1985) estiman que leguminosas como *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides* pueden fijar $150 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. De forma similar Broughton (1977), citado por Fairhurst y Hardter (2003), encontró que una mezcla de *C. mucunoides*, *C. pubescens* y *P. phaseoloides* acumularon un valor medio de $151 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Según Giller y Fairhurst (2012), los anteriores estudios subestimaron la cantidad de N fijada, ya que se basaron en la cosecha de la planta en pie e ignoraron el N aportado continuamente en las hojas caídas.

Reducción en la lixiviación de nitrógeno. Las coberturas leguminosas juegan un papel fundamental en el reciclaje y reducción en pérdidas por lixiviación¹, debido a que pueden almacenar grandes cantidades de nutrimentos en sus estructuras y, posteriormente, liberarlos de forma lenta una vez que las coberturas son cortadas, liberan hojas o que cumplen con su ciclo de crecimiento y mueren.

- 1 Se hace referencia con el término lixiviación al movimiento de sustancias solubles a causa del agua a través del perfil del suelo.

Agamuthu y Broughton (1985), evaluaron la retención de nitrógeno en el suelo cuando en este se presentaban las siguientes condiciones: suelos desnudos, suelos con coberturas nativas en Malasia y suelos establecidos con coberturas leguminosas. En su ensayo, durante 19 meses, evaluaron por medio de lisímetros establecidos en suelos con diferentes tratamientos, la cantidad de nitrógeno total ($\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$) obtenida en los suelos. Los autores hallaron la mayor retención de nitrógeno 19 meses después del establecimiento de las coberturas en los suelos cubiertos con mezclas de *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*, con valores entre 236 y 295 kg de N ha⁻¹, mientras que en suelos con coberturas nativas encontraron 201 kg de N ha⁻¹ y en suelos desnudos 102 kg de N ha⁻¹.

Estos datos indican que cuando se establecieron las leguminosas, respecto de suelos sin otra cobertura que la palma (suelos desnudos), se ahorró por cuenta de lixiviación 163,5 kg de N ha⁻¹. De la misma manera se presentó un ahorro por lixiviación de 65 kg de N ha⁻¹ cuando se establecieron las leguminosas respecto de suelos establecidos con gramíneas nativas en Malasia.

Reciclaje y retorno de nitrógeno: Espindola *et al.*, 2006 trabajaron en la evaluación de la descomposición y liberación de nutrientes de las coberturas *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi*, *Macroptilium atropurpureum* y *Panicum maximum*, asociadas al cultivo de banano en una región brasilera. Mediante cortes y análisis de la biomasa de las leguminosas, en épocas lluviosas y secas encontraron mayores cantidades de nitrógeno en los tratamientos con leguminosas frente al tratamiento con pastos. Por ejemplo, encontraron 25,3 g /kg de nitrógeno en la biomasa de *P. phaseoloides* frente a 10,6 g/kg de N encontrados en *P. maximum* en la estación seca. Se presentó el mismo comportamiento en las mediciones realizadas en la estación lluviosa.

Ovalle *et al.*, 2007, llevaron a cabo una investigación dirigida a seleccionar coberturas vegetales como cubierta entre hileras de viñedos (*Vitis vinifera* L) en una región chilena. Para esta tarea, establecieron 5 tratamientos incorporando mezclas de coberturas leguminosas, vegetación espontánea y un testigo sin cobertura vegetal. Evaluaron la densidad de las leguminosas, la producción de biomasa y los contenidos de nitrógeno en la cobertura y en

el suelo. En las diferentes épocas de muestreo en los suelos, se encontró diferencia significativa en la cantidad de nitrógeno al establecer coberturas leguminosas frente a los suelos desnudos.

En palma de aceite, Tan y NG., (1981), cuantificaron la materia seca y la inmovilización de nutrimentos en diferentes arreglos de coberturas leguminosas (*P. phaseoloides*, *C. pubescens*, *D. ovalifolium* y coberturas nativas de Malasia). Durante 36 meses de seguimiento se encontraron incrementos en la biomasa de las especies y en el contenido de nitrógeno disponible durante los dos primeros años del establecimiento. A partir del tercer año, ambos parámetros disminuyeron debido a la falta de adaptación de las especies a condiciones de sombra. Los autores aseguran que entre el mes 24 y el mes 30 pueden retornar al suelo 200 kg de N ha⁻¹ cuando se establecen las leguminosas y 45 kg de N ha⁻¹ cuando las coberturas que están en los suelos corresponden a la regeneración natural. De igual manera observaron que entre el mes 30 y el 36 podrían retornar al suelo 111 kg de N ha⁻¹ por parte de las leguminosas.

Tan y NG (1981) consideran que debe tenerse cuidado con el retorno potencial de nitrógeno al suelo debido a la rápida tasa de descomposición de las coberturas leguminosas, especialmente en épocas de alta humedad y temperatura que podría ocasionar temporalmente un exceso de este nutriente en el suelo.

Han y Chew (1984) estudiaron el establecimiento, crecimiento, producción de materia seca y el reciclaje de nutrimentos de coberturas tradicionalmente empleadas en el cultivo de la palma de aceite en Malasia (*Pueraria phaseoloides*, *Desmodium ovalifolium*, *Centrosema pubescens* y *Calopogonium caeruleum*). Se realizaron dos ensayos en diferentes tipos de suelo, un ultisol y un inceptisol, y se realizó un seguimiento de 12 y 20 meses en cada uno de los ensayos realizados. Los autores encontraron entre 214 y 289 kg de N ha⁻¹ contenidos en coberturas de *P. phaseoloides*, *D. ovalifolium* y *C. pubescens* a los 12 meses de su establecimiento en suelos ultisoles e inceptisoles, en comparación a 90 kg de N ha⁻¹ encontrados en coberturas de gramíneas. Este mismo comportamiento se mantuvo a los 20 meses, donde las coberturas presentaron contenidos de nitrógeno total entre 226,6 y 386 kg ha⁻¹ frente a 108 kg ha⁻¹ encontrados en los pastos. Los autores estimaron que *C. pubescens* y *P. phaseoloides* es-

tarían retornando al suelo de manera inmediata 156 y 114 kg de N ha⁻¹ a los 12 meses con un máximo de 250 kg de N ha⁻¹ a los 20 meses.

Incremento en el contenido foliar de nitrógeno en la palma de aceite: el aumento en el contenido de nitrógeno en los suelos y la reducción de la lixiviación generan aumentos en el contenido de nitrógeno a nivel foliar. Esto se evidenció en dos estudios realizados en palma de aceite, por Tan y Ng (1982) y Han & Chew (1981), en los cuales se reporta mayor nivel foliar de nitrógeno y mayor producción en cultivos de palma establecidos con leguminosas. Después de 20 meses de evaluación, Han & Chew (1981) encontraron contenidos foliares de nitrógeno de 2,84 % en la hoja 17 de palmas establecidas con cobertura de *Pueraria phaseolides* respecto a las palmas establecidas con coberturas gramineas en donde encontraron valores de 2,56 %. Tan & Ng (1982) encontraron valores similares en su estudio después de 18 meses del establecimiento de las leguminosas. Allí evidenciaron 2,84 % de nitrógeno en la hoja 9, respecto de las palmas establecidas con coberturas nativas donde se encontraron valores de 2,61 %.

3. Manejo de malezas

Las malezas son especies vegetales que compiten con los cultivos principales por agua, luz y nutrimentos, dificultan labores culturales y de cosecha, y reducen la calidad de los frutos (Rubio, 1994 citado por Negrín *et al* (2007). Para su control se emplean métodos tradicionales como el uso de herbicidas y el control mecánico.

Okpala y Ikuenobe (2008), establecieron tratamientos consistentes en la siembra de las leguminosas *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides* y *Cajanus Cajan* en un suelo infestado por *Imperata cylindrica*. Adicionalmente, otros tratamientos incluyeron la aplicación de herbicidas como Imazapyr + Paraquat y Glifosato + Paraquat. Las evaluaciones realizadas durante cuatro años consistieron en la cuantificación de la materia seca de los brotes y rizomas de la maleza (*I. cylindrica*). Como resultados, los investigadores concluyeron que las especies *P. phaseoloides* y *M. pruriens* realizaron una efectiva reducción de los rizomas de *I. cylindrica* en el suelo y por tanto afectaron la capacidad regeneradora de esta especie.

En algunos cultivos perennes se ha implementado la siembra de leguminosas de cobertura con la finalidad de dar una alternativa a los métodos tradicionales de manejo de malezas. Algunos de los resultados de los estudios que presenta la literatura en este aspecto se describen a continuación:

Negrín *et al.*, (2007) investigaron la influencia del uso de las coberturas leguminosas *Lablab purpureus* L. Sweet y *Neonotonia wightii* AM en el control de arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.). El estudio se realizó en un cultivo de seis meses de edad, establecido en una localidad cubana, plantado a una densidad de 6m x 2m. El diseño empleado fue de bloques al azar y se realizaron mediciones periódicas que buscaban cuantificar arvenses en un marco de 0,25 m² en cada tratamiento. Los resultados de los autores después de dos años de seguimiento, indican que con la introducción de las mencionadas especies leguminosas se generó una reducción del 80 % de arvenses dicotiledóneas en comparación con las encontradas mediante el manejo mecánico realizado cada 30 a 45 días. En este caso la efectividad de las leguminosas obedeció a su hábito de crecimiento, ya que al ser de tipo rastrero logran reducir la germinación y proliferación de semillas de arvenses en el suelo.

De igual manera Orduz *et al.*, (2011), evaluaron el comportamiento de las coberturas leguminosas *Desmodium ovalifolium* y *Arachis pintoi* asociadas a un cultivo de naranja en condiciones de los Llanos Orientales colombianos. El experimento evaluó en los tratamientos variables como el porcentaje de cobertura, la producción de biomasa y la resistencia a la penetración del suelo durante 18 meses. Sus resultados muestran que la introducción de *Arachis pintoi* frente al empleo de métodos tradicionales, genera disminución en el uso de herbicidas y mejora la resistencia a la penetración de las raíces.

Senarathne *et al.*, (2003) evaluaron durante cuatro años la influencia de cinco diferentes sistemas de manejo de malezas en cultivos de coco (*Cocos nucifera* L), entre ellos la introducción de coberturas leguminosas encontrando, entre los principales resultados, que el empleo de la cobertura *P. phaseoloides* reduce efectivamente la densidad de malezas.

Ross *et al.*, (2001), citado por Fageria y Baligar, (2005) encontraron que siete especies de tréboles



Figura 3. Cobertura de *Pueraria phaseoloides* en palma de dos años de edad. Foto Diego Luis Molina.

controlan efectivamente las malezas, variando el porcentaje de control de acuerdo a cada especie.

En palma de aceite, ASD Costa Rica 1996, reporta la contribución de las coberturas leguminosas en el manejo de especies gramíneas, ya que, por sus hábitos de crecimiento y vigorosidad, tienen la posibilidad de ocupar el espacio de otro tipo de arvenses. Cabe destacar que no todas las coberturas leguminosas presentan los mismos hábitos de crecimiento, porcentajes de cubrimiento en los lotes y persistencia, a lo largo de la vida útil de la palma de aceite.

4. Manejo de plagas y enfermedades en cultivos

Además del beneficio directo asociado al aporte de nitrógeno y al control de malezas brindados por las coberturas leguminosas, la literatura reporta la contribución de las leguminosas en términos del control de plagas y enfermedades. Al disminuir la presencia de algunas arvenses, particularmente de gramíneas, se reduce el impacto de plagas que se hospedan allí y que transmiten enfermedades de importancia económica para los cultivos asociados. Respecto a esto, Caamal *et al.*, (2001), indican que las leguminosa pueden reducir la incidencia de pestes perjudiciales, como nematodos e insectos, para algunos cultivos.

En plantaciones de palma de aceite recién renovadas en Malasia, las coberturas leguminosas reducen

la incidencia de la infestación de *Oryctes rhinoceros* al proporcionar una cobertura densa sobre los potenciales sitios de cría en los troncos talados de las palmas de aceite en descomposición. También se acepta que los problemas de malezas y la incidencia de las enfermedades fungosas de la raíz, se reducen en la presencia de las coberturas leguminosas (Giller y Fairhurst, 2012).

Salgado y Chávez (2004) evaluaron las poblaciones de insectos en plantaciones de *Elaeis guineensis* bajo coberturas de *D.ovalifolium* y Gramíneas + Ciperáceas. El trabajo consistió en hacer muestreos de insectos en cada uno de los tipos de cobertura bajo dos métodos: el empleo de red y empleo de trampas pegajosas. Los autores encontraron mayor cantidad de insectos de las familias *Delphacidae*, *Cixiidae* y *Cicadellidae* en lotes de palma con coberturas de gramíneas y ciperáceas frente a las encontradas en la cobertura de *Desmodium ovalifolium*. De igual manera concluyeron que la cobertura *D.ovalifolium* disminuye significativamente la incidencia de insectos auquenorrincos², los cuales son sospechosos de transmitir enfermedades letales en las palmas.

Para el caso de la palma de aceite en Colombia, numerosas plagas impactan negativamente el cultivo con la transmisión de algunas enfermedades. Un ejemplo es la Marchitez letal (ML), cuyo vector son

2 Insectos auquenorrincos (Auchenorrhyncha) corresponden a un suborden del orden Hemiptera.

Figura 4. Cobertura de *P. phaseoloides* en palma de un año de edad. Foto Nolver Arias.



los adultos de *Haplaxius crudus*, insectos que desarrollan sus estados inmaduros en diferentes especies de gramíneas y ciperáceas (Arango *et al.*, 2012). Estudios realizados por Cenipalma han mostrado que el uso de leguminosas de cobertura reduce la incidencia de enfermedades como la Marchitez letal y la Marchitez sorpresiva al controlar el desarrollo de las malezas gramíneas en los lotes donde se hospedan los insectos vectores de estas enfermedades. Por tal motivo, cuando las poblaciones de gramínea se reducen, lo mismo ocurre con las poblaciones del insecto (Arango *et al.*, 2011).

Otros casos de enfermedades y plagas de la palma de aceite para los cuales se recomienda el adecuado control de especies gramíneas y uso de coberturas leguminosas son la Mancha anular y el defoliador *Leucothyreus femoratus* (Martínez, 2010) y (Peña *et al.*, 1991).

5. Beneficio económico de adopción de leguminosas

El establecimiento de coberturas leguminosas, como se ha visto hasta ahora, genera impactos positivos en diferentes aspectos del manejo de cultivos asociados. Ahora bien, algunos autores reportan estudios que referencian cómo el empleo de coberturas se vuelve tangible en la producción de los cultivos asociados y han cuantificado económicamente algunos beneficios encontrados en estudios de caso.

En caucho, Mainstone (1963) encontró que los árboles sembrados en suelos infértiles, con coberturas leguminosas, podían sangrarse³ 18 meses antes que los cultivados con coberturas gramíneas o de otras especies, y, además, los rendimientos fueron mucho mayores durante los primeros cuatro años de producción. Pushparajah y Tan (1976), en un cultivo de palma establecido con una mezcla de coberturas de *C. mucunoides*, *C. pubescens* y *Pphaseoloides*, alcanzó rendimiento similar al encontrado en cultivos con coberturas de gramíneas a los cuales se les aplicó 1.100 kg ha⁻¹ de fertilizantes durante un período de cinco años.

Pérez (1997) evaluó coberturas para el cultivo del banano en Costa Rica, estableció accesiones de *Arachis pintoii* tres meses después de la siembra del banano y las comparó con el cultivo sin cobertura. Después de cuatro ciclos de cosecha encontró valores significativos mayores de área foliar, peso del racimo y manos por racimo en el cultivo con las coberturas de *A. pintoii*. Espindola *et al.*, (2006), reportan incremento en la productividad del cultivo de banano con coberturas leguminosas *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii*, *Macroptilium atropurpureum*.

Nwonwu y Obiaga, citado por Chi Lu (2000), estimaron el beneficio económico de usar las coberturas leguminosas *Calopogonium mucunoides*, *Centrose-*

3 Sangrado se refiere a la extracción de látex del árbol de caucho por medio de cortes cíclicos en la corteza.

ma pubescens y *Pueraria phaseoloides* frente al control manual de malezas en plantaciones jóvenes de pino en Nigeria. En este trabajo, se estimó el Valor Presente Neto (VPN) del empleo de las tres coberturas y el manejo manual de las malezas, obteniéndose un VPN positivo cuando se empleó cualquiera de las leguminosas, y un VPN negativo al realizar un manejo manual. Los autores concluyeron que el empleo de coberturas leguminosas es más económico que el manejo manual de malezas en plantaciones de pino.

Allison y Ott (1987) citados por Chi Lu (2000), concluyen en su revisión de la literatura sobre beneficios económicos asociados al establecimiento de cultivos de cobertura en rotación con cultivos principales, que las coberturas leguminosas son rentables cuando estas producen incrementos en los rendimientos de cultivos subsiguientes, y que no lo son cuando se usan como única fuente de nitrógeno.

Conclusiones

La revisión de algunos estudios realizados en países donde se establecen las coberturas leguminosas en el sistema de producción de la palma de aceite y otros cultivos perennes, permitió encontrar beneficios cuantificables del establecimiento de estas especies en diferentes aspectos. Entre los beneficios encontrados se encuentran los relacionados con el aporte de estas al mejoramiento químico y físico de los suelos, el nitrógeno capturado de la atmósfera por medio de fijación, y los beneficios a los cultivos asociados en cuanto al control de malezas, insectos y enfermedades.

En cuanto a los aportes en términos de mejoramiento de suelos, se encontró que estas especies pueden reducir el impacto de la pérdida (erosión) de suelo, el empleo de *Desmodium ovalifolium* asociados a otros cultivos perennes disminuyó la pérdida de suelo en comparación con los sistemas tradicionales. Las leguminosas tienen la capacidad de aportar materia orgánica, especialmente en forma de humus, favoreciendo la reducción en la temperatura de los suelos y el incremento en su humedad. Adicionalmente, se encontró que el establecimiento de leguminosas favorece el incremento del pH en suelos ácidos y el contenido de nutrientes en el suelo.

Con respecto al aporte de nitrógeno se destaca que las leguminosas pueden convertir el nitrógeno atmosférico en nitrógeno disponible para otras especies vegetales: en palma de aceite, varios estudios coinciden en indicar que el aporte de las leguminosas, por cuenta de fijación de nitrógeno alcanza los 150 kg/ha/año. Por otra parte, estas especies tienen la capacidad de reducir la pérdida de elementos fácilmente lavables como el nitrógeno. En este caso, leguminosas asociadas con palma de aceite redujeron la pérdida por lixiviación de nitrógeno en 163 kg ha⁻¹ cuando se comparó con cultivos en donde no había otra cobertura que la palma.

La fijación de nitrógeno y el posterior retorno de este elemento al suelo, se puede ver fácilmente en los contenidos de nitrógeno foliares de los cultivos asociados a las leguminosas. En estudios realizados en Malasia se encontró que palmas de aceite establecidas con leguminosas tenían 2,84 % de N en la hoja 17, comparado con 2,56 % en palmas establecidas con coberturas gramíneas.

Otro aporte de las leguminosas, reportado en la literatura, corresponde al manejo de malezas, especialmente de gramíneas. Por ejemplo, se ha encontrado que la siembra de *P. phaseoloides* disminuye la cantidad de rizomas de *Imperata cylindrica*, una maleza agresiva en varios sistemas de producción. También se encontró que la siembra de *Desmodium ovalifolium* generó reducción en la cantidad de herbicidas empleados y mejoró la resistencia de las raíces de naranja a la penetración.

Finalmente, las coberturas leguminosas contribuyen a la reducción de poblaciones de insectos que se hospedan en gramíneas. Por ejemplo, la siembra de leguminosas redujo la población de *Oryctes rhinoceros* en Malasia, de igual manera se ha encontrado reducción en la población de insectos de la familias *Delphacidae*, *Cixiidae* y *Cicadellidae*, cuando se establecieron leguminosas asociadas con palma de aceite en Costa Rica.

La reducción de poblaciones de insectos plaga, beneficia el manejo de enfermedades de los cultivos asociados que puedan transmitirse por medio de tales insectos. En el caso de palma de aceite en Colombia se ha recomendado el empleo de coberturas leguminosas, con el fin de reducir poblaciones de insectos vectores transmisores de enfermedades como la Marchitez letal, Marchitez sorpresiva y Mancha anular.

Algunos estudios económicos muestran el beneficio de implementar las leguminosas; en sistemas de producción, como el pino, se demostró que la siembra de leguminosas ha resultado en VPN positivos, es decir proyectos viables desde el punto de vista financiero y más rentables que cuando se emplean manejos manuales y aplicación de herbicidas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero por la financiación. Un agradecimiento especial para Jhon Sebastian Castiblanco y los doctores Mauricio Mosquera y Jorge Torres por sus valiosos comentarios.

Bibliografía

- Agamuthu, P. y Broughton, W. (1985) Nutrient cycling within the developing Oil Palm – Legume ecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 13(2), 111 – 123.
- Agamuthu, P., Chan, Y., Jesinguer, R., Khoo, K. y Broughton, W. (1980) Effect of diphenyl ether pre – emergence herbicides on legume cover establishment under Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Revista, Agro – Ecosystems*, 6(3): 193 – 208.
- Arango, M.; Saavedra, M. y Martínez, G. (2012) Efecto del color de las trampas en el monitoreo de adultos de *Haploxys (Myndus) crudus*. *Palmas*, 33(4), 53– 60.
- Arango, M.; Sierra, L.; Aldana, R. y Martínez, G. (2011) Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la Marchitez letal de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare. *Palmas* 32(1), 1123.
- ASD de Costa Rica. (1996) Inoculación y peletización de semillas de leguminosas. En: *Curso Internacional de Palma Aceitera*, San José de Costa Rica. Artículo Número 15.
- Baligar, V., Fageria, N., Paiva, A., Silveria, A., Pomella, A. y Machado, R. (2006) Light intensity effects on growth and micronutrient uptake by tropical legume cover crops. *Journal of Plant Nutrition*, 29(11): 1959 – 1974.
- Borges, R., Oliveira, F., Silva, D., Fávero, C. y Lima, A. (2011) Leguminosas herbáceas perennes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. *Revista Ciência Agronômica* 42(2), 292-300.
- Broughton, W. (1976) *Effect of various covers on the performance of Elaeis guineensis (Jacq) on different soils. International Developments in Oil palm, Incorporated Society of Planters*. Kuala Lumpur: Malasia. pp. 501 – 525.
- Broughton, W.J. (1977) Effect of various covers on soil fertility under *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. And on growth of the tree. *Agro-ecosystems* 3(2), 147-170.
- Caamal, J., Jiménez, J., Torres, A. y Anaya, A. (2001) The Use of Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Control in Cropping Systems. In *Agronomy journal*, 93, 27– 36. Disponible en: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/93/1/27>
- Cadisch, G. y Sylvester-Bradley, R. (1986) Growth and symbiotic nitrogen fixation of eighth preestablished tropical forage legumes at two levels of PK supply. Informe presentado en la Tercera Re-

- unión FAO/IAEA/IG de Coordinación de la Investigación sobre el uso de técnicas nucleares para mejorar el manejo de los pastos. International Atomic Energy Agency (IAEA), Viena: Austria.
- Canellas, L., Azevedo, J., Rezande., C., Camargo, P., Zandonadi, D., Rumjanek, V., Marinho, J., Texeira, M. y Braz-Filho, R. (2004) Qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com leguminosas herbáceas perenes. *Sociedade Agrícola de Piracicaba*. Brazil, 61(1), 53 – 61.
- Corley, R. y Tinker, P. (2003) *The Oil Palm*. Blackwell Science Ltda. Cuarta Edición. 608 p.
- Chi Lu, Y., Watkins, B., Teasdale, J. y Abdul-Ars, A. (2000) Cover crops in sustainable food production. *Food Rev.* 16(2), 121–157.
- Espindola, J., Guilherme, J., Almeida, D., Grandi, M. y Urquiaga, S. (2006) Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. *Brasileira Ciencia do Solo* 30(2), 321 – 328.
- Fageria, N., Baligar, V. y Bailey, B. (2005) Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36. 2733 - 2757.
- Giller, K. y Fairhurst, T. (2012) *Plantas leguminosas de cobertura*. En: Fairhurst, T. y Hardter, R. (eds.). Palma de Aceite: Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. International Plant Nutritional Institute (IPNI) y International Potash Institute (IPI). 173-184.
- Han, K. y Chew, P. (1984) Growth and nutrient contents of leguminous covers in oil palm plantations in Malaysia. Disponible en: International Conference on Oil Palm in Agriculture in the eighties. Vol. 2 (June 17-20: Kuala Lumpur,).
- Hartwing, N. y Ammon, H. (2002) Cover crops and living mulches. In: *Weed Science*. 50: 688 – 699.
- Mainstone, B.J. (1963) Residual effect of ground-cover continuity of nitrogen fertilizer treatments, applied prior to tapping, on the yield and growth of *Hevea brasiliensis*. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 31, 213-225.
- Martínez, G. (2010) Pudrición del cogollo, Marchitez sorpresiva, Anillo rojo y Marchitez letal en palma de aceite en América. *Palmas*, 31(1), 43 – 55.
- Mathews, Ch. (2006) Introducción y establecimiento de una nueva cobertura leguminosa *Mucuna bracteata* para la palma de aceite en Malasia. *Palmas*, 27(2), 57-62.
- Nascimento, J., Silva, I., Santiago, R. y Silva, L. (2003) Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 7(3), 457 – 462.
- Negrín, B., Pérez, R., Mazorra, C. y Gutiérrez, I. (2007) Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajaba*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 11(2), 57- 69.
- Okpala- José, A.O. y Ikuenobe, C.E. (2008) Efficacy of legume and herbicidal fallows in the modification of *Imperata cylindrica* infested plots. *Journal of Agronomy* 7(3): 281 – 284.
- Orduz, J., Calderon, C., Bueno, G. y Baquero, J. (2011) Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas y su influencia en el control de malezas en el establecimiento de cítricos en el piedemonte del Meta. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 121 – 128.
- Ovalle, C., Pozo, Alejandro., Lavín, A. y Hirzel, J. (2007) Cubiertas vegetales en viñedos: comportamiento de mezclas de leguminosas forrajeras anuales y efectos sobre la fertilidad del suelo. *Agricultura Técnica* 67(4), 384 - 392.

- Peña, E., Jiménez, O. y Arciniegas, A. (1991) Mancha Anular de la Palma Africana. ISSN. 0121- 2931.
- Pérez, L. (1997) Evaluación de introducciones de *Arachis pinto* como plantas de cobertura en banana. Cv. "Gran enano" (Musa AAA). *Revista semestral de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA S.A)*, 22(48), 77-88
- Pushparajah, E. y Tan, K.H. (1978) Legumes in the nitrogen economy of rubber cultivation. In: *Broughton, W. J. (ed.). Soil Microbiology and Plant Nutrition. Kuala Lumpur, Malaysia, August 1976. University of Malaysia.*, pp. 413-434.
- Roberts, R., Larson, J., Tyler, D., Duck, D. y Dillivan, K. (1997) Economic Analysis of the effects of winter cover crops on no - tillage corn yield response to fertilizer nitrogen. Manuscript submitted as a selected paper for the Western Agricultural Economics Association meeting. Disponible on line <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/35851/1/waeasp84.pdf>.
- Salgado, M. y Chávez, M. (2004) *Evaluación de poblaciones de insectos en plantaciones de Elaeis guineensis bajo manejo con coberturas vegetales, EARTH, Limón, Costa Rica*. Tesis de grado Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica.
- Senarathne, S., Samarajeewa, A. y Perera, K. (2003) Comparison of different weed management systems and their effects on yield of coconut plantations in Sri Lanka. *Weed biology and management* 3(3), 158 – 161.
- Suárez, S. (1992) Las pasturas y la recuperación de suelos en zonas cafeteras de Colombia. En: *Seminario manejo integral de suelos para una agricultura sostenida. Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo*. Pág. 134 – 144.
- Tan, K. y NG., W. (1981) Preliminary results of nutrient cycling of covers in oil palm on Inland soils. *Intenational Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Kuala Lumpur:Malasia*, 17 – 20.
- Watson, G.A. (1957) Nitrogen fixation by *Centrosema pubescens*. *J. Rubber Res. Inst. Malays.* 15: 168-174.
- Whitney, A.S., Kanehiro, Y. y Sherman, G.D. (1967) Nitrogen relationships of three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures. *Agron. J.* 59(1): 47-50
- Zaharah, A., Sharifuddin, H., Razley, M. y Mohd, S. (1986) Measurement of nitrogen fixed by *Pueraria phaseoloides* by N– 15 dilution technique. *Pertakina*. 9(1), 45– 49.