

Rentabilidad agroecológica de sistema productivos palma de aceite con fabáceas

Rentabilidade agroecológica de sistemas de produção de dendê e fabáceas

Agroecological profitability of oil palm and fabaceae production systems

DOI: 10.34188/bjaerv7n2-111

Submetido: 19/01/2024

Aprovado: 01/03/2024

Francisco Javier Marroquin Agreda

Doctor en Ciencias Agrícolas por la Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn, Alemania/Landwirtschaftliche Fakultät
Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas
Chiapas. México
Correo electrónico: francisco.marroquin@unach.mx

Humberto Osorio Espinosa

Doctor en Ciencias Agrícolas por la Universidad Agraria de la Habana, Republica de Cuba
Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas
Chiapas. México
Correo electrónico: humberto.osorio@unach.mx

Ernesto Toledo Toledo

Doctor en Ciencias Agrícolas por la Universidad Agraria de la Habana, Republica de Cuba
Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas
Chiapas. México
Correo electrónico: ernesto.toledo@unach.mx

José Noé Lerma Molina

Doctor en Ciencias en Agricultura Tropical por la Universidad Autónoma de Chiapas/Facultad de
Ciencias Agrícolas
Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas
Chiapas. México
Correo electrónico: jose.lerma@unach.mx

RESUMEN

En esta investigación se analizó las interacciones de la asociación de dos especies de fabáceas; 1) Kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roexb) Benth) y 2). Mucuna (*Mucuna pruriens*, L D.C. var. utilis) con palma de aceite. Coberteras que se establecieron como estrategia para la resiliencia y mitigación del cambio climático. Durante el desarrollo de la investigación se midieron variables cuantitativas de la captura de carbono por la cobertera vegetal, N, Carbono de la biomasa de las fabáceas y algunas propiedades químicas del suelo; asimismo variables de la producción primaria de la palma de aceite. El uso de Kudzú en el sistema Palma de Aceite como coberteras vegetales beneficia de manera positiva en la rentabilidad ecológica por la fijación de C y N. Asimismo ofrecen un control biológico de arvenses, lo que genera la posible erradicación el uso de herbicidas en los surcos de las plantaciones. Para el primer año se reduce en 20% los costos de manejo de arvenses y su persistencia para el segundo reduce 58% los costos de control mecánico y químico de arvenses. El costo de

oportunidad representa un ingreso que el productor deja de percibir por no utilizar coberteras vegetales de Mx \$1,907.00.

Palabras clave: oleaginosa, coberteras, rehabilitación ecológica, productividad

RESUMO

Nesta pesquisa, as interações da associação de duas espécies de Fabaceae; 1) Kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roexb) Benth) e 2). *Mucuna* (*Mucuna pruriens*, L D.C. var. utilis) com dendê. As culturas de cobertura foram estabelecidas como uma estratégia de resiliência e mitigação das mudanças climáticas. Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram medidas variáveis quantitativas de sequestro de carbono pela cobertura vegetal, N, carbono na biomassa das fabáceas e algumas propriedades químicas do solo, bem como variáveis da produção primária da palma de óleo. O uso do kudzu no sistema de palma de óleo como cobertura morta beneficia de forma positiva a rentabilidade ecológica pela fixação de C e N. Eles também oferecem um controle biológico de ervas daninhas, o que gera a possível erradicação do uso de herbicidas nos sulcos das plantações. No primeiro ano, os custos de manejo de ervas daninhas são reduzidos em 20% e sua persistência no segundo ano reduz os custos de controle mecânico e químico de ervas daninhas em 58%. O custo de oportunidade representa uma renda perdida pelo produtor por não usar coberturas vegetais de Mx \$1.907,00.

Palavras-chave: sementes oleaginosas, culturas de cobertura, reabilitação ecológica, produtividade.

ABSTRACT

In the research, the interactions of the association of two species of legumes were analyzed; 1) Kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roexb) Benth) and 2). *Mucuna* (*Mucuna pruriens*, L D.C. var. utilis) associated with palm oil. Cover plant species were established as a strategy for resilience and mitigation of climate change. During research development, quantitative variables of carbon capture by the plant cover, Nitrogen, Carbon of the biomass legumes and soil chemical properties were measured; also, variables of the primary yield of palm oil. The associated Kudzu with Palm benefits in ecological productivity by fixing C and N. They, also biological control of weeds offers, which generates the possibility of eradication of herbicides use in palm systems. For the first-year management, the costs of weeds control are reduced by 20% and for the second cycle was been reduces the costs of mechanical and chemical weeds control 58%. Benefits that represents Mx \$1,907.00, that the farmer does not receive at not using legumes.

Keywords: oilseed, cover plans, ecological rehabilitation, productivity

1 INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de aceite de palma y los ascendentes precios en la última década, así como el potencial de las condiciones agroecológicas del sureste de México (Chiapas, Campeche, Tabasco y Veracruz) para la explotación de este cultivo agroindustrial, son los pilares sólidos para un desarrollo económico, social y ecológico sostenible de estas zonas. Premisas que se demuestran por las acciones y políticas federales y estatales de los actuales gobiernos; albergando los cuatro estados una superficie total de 90,118.60 hectáreas, con un valor estimado de la producción aprox

de \$1,084.978 millones de pesos por la venta de FF (fruta fresca) y un rendimiento nacional anual de 12.89 t ha⁻¹ (SIAP, 2016). En el estado de Chiapas, esta oleaginosa se encuentra en una superficie de 43,443 ha y un aporte social de más 5,000 empleos. Sin embargo, los rendimientos de FF están muy por debajo de la media de Guatemala; estancamientos atribuibles a la tecnología del sistema de producción, adoptadas para las diversas condiciones del sur de México; donde el manejo de arvenses integra 03 controles mecánicos con machete y 04 aplicaciones de herbicidas (paraquat y glifosato) lo que representa un costo de Mx \$3,251, equivalente al 38% de los costos; tecnología que está incrementando la evaporación, erosión del suelo y aniquilación de la materia orgánica y como producto final la resistencia de arvenses a los herbicidas; asimismo la creciente demanda de recursos hídricos, cultivo que exige 5 mm m² día, con una demanda por ciclo de 18250 m³ ha⁻¹ año. Ante la creciente superficie de palma, exigencias hídricas, nutrimentales y carencia tecnológica en los sistemas tradicionales; las fabáceas ofrecen interesantes alternativas en la incorporación de nitrógeno, materia orgánica, mejora de la actividad macro y microbiana, captura de carbono y control biológico de las arvenses. El objetivo general del trabajo es analizar la captura de carbono por la cobertera vegetal, Nitrógeno y la rentabilidad de las fabáceas en la reducción de herbicidas en la palma de aceite

2 METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se realizó durante el periodo enero 2016 – junio 2017, en una plantación de palma de aceite (Deli x Ekona) establecida en el año 2010, con una densidad de 143 plantas por ha⁻¹, con arreglo topológico de 8.5 * 8.5 en tres bolillos. El sistema de producción se encuentra localizado en el municipio de Escuintla, Chiapas; Méx., en el punto geográfico 15°19' 51" latitud norte y 92°39'21" longitud oeste y una altitud de 92 msnm (INEGI, 2005).

Las condiciones biogeográficas prevaleciente del área de estudio corresponden a un clima am(w)ig, con temperaturas media anual de 28° C, máxima de 34° C y mínima de 22° C, precipitación media anual de 3444 mm, distribuidos entre los meses mayo–noviembre (CONAGUA, 2017). La vegetación existente corresponde a los pastizales, huertos frutícolas, cultivos básicos como el maíz, frijol y ajonjolí y vegetación de acahuals (ecosistema en reposo después de la siembra de maíz).

En esta investigación se analizó las interacciones de la asociación de dos especies de fabáceas; 1) Kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roexb) Benth) y 2). Mucuna (*Mucuna pruriens*, L D.C. var. utilis) con palma de aceite. Coberteras que se establecieron como estrategia para la resiliencia y mitigación del cambio climático. Durante el desarrollo de la investigación se midieron variables cuantitativas de biomasa de la cobertera vegetal (biomasa seca m²), N total de las fabáceas (micro Kjeldahl), carbono total de las fabáceas (Walkley-Black) y variables de la producción primaria de

la palma de aceite (Corley *et al.* 2009); así como los costos de control de arvenses y en el sistema palma de aceite con Fabáceas.

Los datos de las variables para la determinación de la producción primaria fueron; Peso seco de la hoja, Área Foliar e Índice Foliar fueron obtenidos de la hoja num. 17 (más madura y representativa de la palma), con la metodología descrita por Corley *et al.* 2009. Para ello, se seleccionaron 10 plantas por tratamiento, en cada planta se seleccionó la hoja 17; tejido donde se midieron las variables a continuación descrita.

Numero de hojas

Para el conteo del número de hojas se identificó la hoja 01 que presento el 70% de abertura de sus foliolos, a partir de su identificación, se enumeró cada octava que esta alineadas en espiral en el siguiente orden 1, 9, 17, 25, 33, 41, respectivamente.

Peso seco de la hoja

Se determinó mediante la fórmula desarrollada por Contreras *et al.* (1996).

$$PSH_{17}=(b(A*G)) + 0.2062$$

Donde

b= 0.1023 (factor de corrección)

G= ancho del raquis

A= profundidad del raquis

Área Foliar

Conteo de foliolos por un lado de la hoja. Se inicia por el lado de la hoja, en donde los foliolos rudimentarios (espinas) estén más cerca de la base del peciolo.

2. Largo y ancho de los foliolos de la hoja: Se toman 6 foliolos (los más largos) ubicados en las 2/5 partes de la longitud del raquis. Luego se procede a realizar la toma de los 3 foliolos más sanos de cada lado. Cada foliolo se dobla en la mitad y se mide el ancho y el largo.

$$4) AF = b *[2n * (lw)]$$

Donde AF: Área foliar m²

n = número de foliolos por un lado de la hoja

lw = ancho promedio de los 6 foliolos * largo promedio de los 6 foliolos en m. Si los registra en cm, finalmente se debe dividir por 10000

b= Factor de corrección es 0,55, con cierta variación por la edad de la palma y la progenie

Índice de área foliar

Se determinó mediante la fórmula desarrollada por Corley *et al.* (2009).

$$IAF = (AF * (N^{\circ} \text{ Hojas/Palma}) * 143) / 10000$$

IAF= Índice de área foliar.

AF= área foliar

El manejo a la plantación de palma de aceite se fundamentó en el saneo, fertilización realizada con insumos mineral + residuos de la industria de la extractora. Para el manejo de arvenses se integró un control químico (paraquat + diuron “200 ml de gramocil en 20 l agua”); durante el desarrollo de las fabáceas y de acuerdo a la competencia con las arvenses se realizó control mecánico (machete) de arvenses.

3 RESULTADOS

El conteo de número de hojas obtenido del muestreo fue de **47** hojas por palma de aceite. La dinámica del flujo de emisión de hojas es importante para este cultivo, ya que cada hoja en su axila tiene el potencial para producir una inflorescencia con potencial para formar racimos (♀) comercializables.

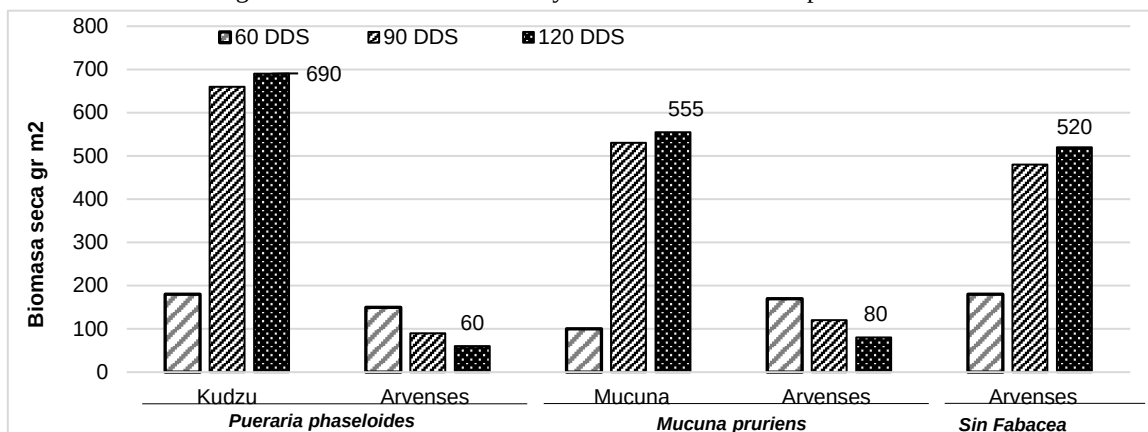
Peso seco de la hoja (PSH). refleja la capacidad de crecimiento como consecuencia de la actividad fotosintética y la absorción de nutrientes por las raíces (Coto *et al.*, 2002). Para la plantación de palma muestreada se determinó un PSH de 3.07 kg, valor bajo con respecto al optimo revisado (3.5)

Área Foliar (AF). Los datos de AF fue **6.4** el cual se encuentra bajo. Este dato indica que híbrido de palma de aceite evaluado tiene gran capacidad de captación de luz solar.

Índice de área foliar (IAF). Para esta variable se determinó un IAF de 4.1 m², el cual se considera bajo (4- 7 m²), esto es el resultado de un estrés hídrico muy prolongado (nov- mayo).

La captura de carbono en un sistema palma de aceite es de 104.17 ton C ha⁻¹. El tallo de una planta de palma de aceite captura 552 kg de C, las hojas corresponden a 287 kg C, las raíces 94 kg C y por planta de palma de aceite es de 846.91 kg de C.

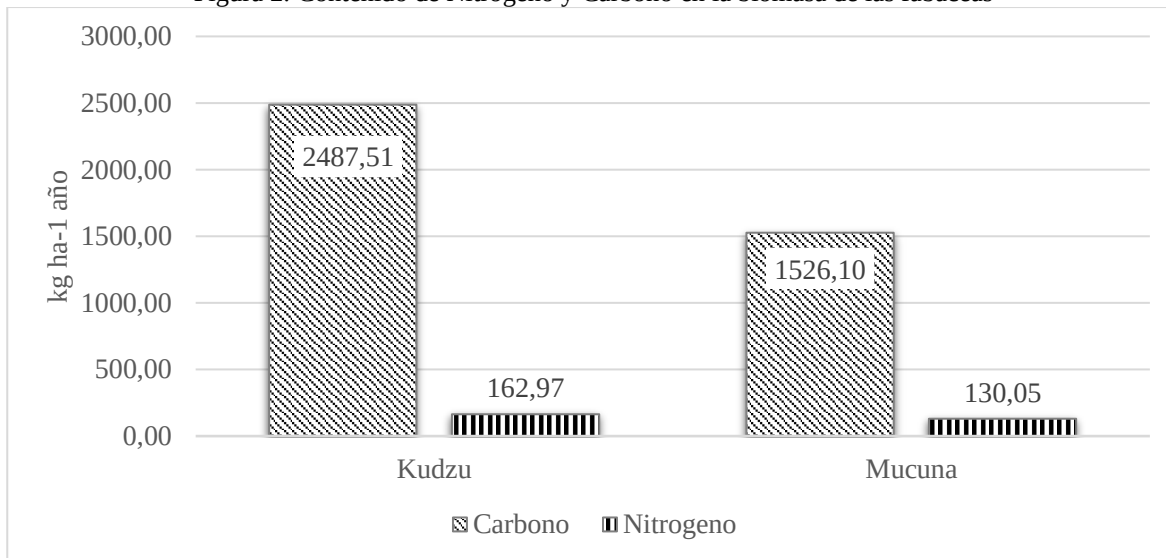
Figura 1. Biomasa de Fabáceas y coberteras en sistema palma de aceite



Biomasa de la cobertera

El crecimiento y desarrollo de las coberteras vegetales muestran que tanto la flora acompañante como las fabáceas cubren el 100% de la superficie del suelo donde se encuentran establecidas. Teniendo un potencial de biomasa de más de 800 gr m², equivalente a más de 8 t ha⁻¹ año.

Figura 2. Contenido de Nitrógeno y Carbono en la biomasa de las fabáceas



La incorporación de biomasa de las fabáceas ofrece un aporte de 162.97 kg N₂ ha⁻¹ año valores que superan las necesidades de nitrógeno de la Palma de aceite (Figura 2).

Cuadro 1. Costos de control de arvenses en palma de aceite con Fabáceas.

Actividad	1 ^{er} año			2 ^{do} año		
	Testigo	Mucuna	Kudzú	Testigo	Mucuna	Kudzú
Rastra	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$0
Semilla kudzú	\$0	\$0	\$750	\$0	\$0	\$0
Semilla mucuna	\$0	\$210	\$0	\$0	\$210	\$0
Siembra	\$0	\$300	\$200	\$0	\$300	\$0
Aplicación herbicida	\$800	\$0	\$0	\$800	\$0	\$0
Limpia para ayuda de Cobertera	\$0	\$200	\$200	\$0	\$200	\$200
Herbicida	\$1,293	\$0	\$0	\$1,293	\$0	\$0
Cajeteo	\$858	\$1,144	\$1,144	\$858	\$1,144	\$1,144
Total	\$3,251	\$2,154	\$2,594	\$3,251	\$2,154	\$1,344

El costo de oportunidad después del segundo año representa un ingreso que deja de percibir el productor por el hecho de no utilizar coberteras vegetales ya sea Kudzú o Mucuna en las plantaciones de palma de aceite, el productor está dejando de percibir \$1,907.00 Mx y esto se multiplica por la cantidad total de hectáreas que tiene (Cuadro 1).

4 DISCUSIÓN

De acuerdo a Brunner et al. (2011), menciona que mucuna puede llegar a aportar 129 kg de N ha⁻¹ en biomasa, muy parecido a nuestros resultados, mientras que en kudzu (Han & Chew, 1984) encontraron que kudzu a los 2 años de establecimiento produce hasta 289 kg de N ha⁻¹. Esto juega un papel importante desde el punto de vista económico y ecológico, donde el N² fijado por las fabáceas cumple con la demanda de las palmas a los 3 años de su establecimiento (180 kg N ha⁻¹ año).

La asociación de Kudzu y Mucuna en palma de aceite demuestran el potencial de biomasa de estas fabáceas, lo cual provoca una disminución de abundancia y limitan el crecimiento de las arvenses. Al respecto, Zwart et al. (2005), encontraron que *Arachis pintoi*, *Centrocema molle*, *Desmodium ovalifolium* y *Flemingia macrophylla* reducen la germinación de nuevas especies de arvenses y evita que estas se desarrollen. Trabajos en frijol terciopelo como cobertera en maíz y *Mucuna pruriens* en mango demuestran la disminución de abundancia y limitan el crecimiento de las arvenses presentes (Rebolledo et al. (2011); Castillo et al. (2010), resultados que se obtienen por la etiolación causada por la sombra del frijol terciopelo.

5 CONCLUSIONES

El uso de Kudzú en el sistema Palma de Aceite como coberteras vegetales beneficia de manera positiva en la rentabilidad ecológica por la fijación de Carbono e incorporación de

Nitrogeno. Asimismo, ofrecen un control biológico de arvenses, lo que genera la posible erradicación el uso de herbicidas en los surcos de las plantaciones y por ende la reducción de los costos de control de arvenses; disminuyendo con ello la contaminación de los mantos acuíferos y la erosión en la flora y fauna de los sistemas palma de aceite. Para el primer año se reduce en 20% los costos de manejo de arvenses y su persistencia para el segundo reduce 58% los costos de control mecánico y químico de arvenses. El costo de oportunidad representa un ingreso que el productor deja de percibir por no utilizar coberteras vegetales de Mx \$1,907.00.

REFERENCIAS

- Brunner, B., James, B. & Luisa, F., 2011. Hoja informativa Mucuna, Lajas, Puerto Rico: Proyecto de Agricultura Orgánica Departamento de Cultivos y Ciencias Agrícolas.
- Castillo, B. J., Caamal, J. A., Jiménez, J. J., Bautista, F., Amaya, M. J., Rodríguez, C. R. (2010). Evaluación de tres leguminosas como coberturas asociadas con maíz en el trópico húmedo. *Agronomía mesoamericana*. Volumen 21, 39-50.
- CONAGUA. Red de Estaciones Climatológicas. 2017. Consultado en <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html> 18 de julio de 2017.
- Contreras, A. 1996. Estimación y cálculo de parámetros de crecimiento de palma africana. Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniera Agrónoma. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 64 páginas.
- Contreras, A., G. Corchuelo, O. Martínez y G. Cayón. 1999. Estimación del área y del peso seco foliar en *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleífera* y el híbrido interespecífico *E. guineensis* x *E. Oleífera*. *Agronomía Colombiana* 16 (1-3), 24-29.
- Corley, R. y P. Tinker. 2009. La palma de aceite. Primera publicación en español (4a edición en inglés). Federación Nacional de Cultivadores de Palma de aceite Fedepalma. Bogotá D.C. 604 páginas
- Coto, E., C. Chinchilla, J. Bulgarlli y T. Palma. 2002. Crecimiento vegetativo en previvero de cinco cruces comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). *ASD Oil Palm Papers* (Costa Rica) 23, 14-19.
- 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,).
- Hardon, J.J. Leaf Area and Yield in the oil palm in Malaya. *Expl. Agric.* 5, 25-32. 1969. de Julio de 2017.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). 2005. Prontuario Estadístico Municipal de los Municipios de Chiapas. www.inegi.org.mx.
- Rebolledo, M. A., Del Ángel, P. A. L., Megchún, G. A., García, J. A., Nataren V. J., Capetillo, B. A. (2011). Coberturas vivas para el manejo de malezas en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Volumen 13, 327-338.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016). <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Consultado el 12.
- Zwart, M. A, Rojo, J. M., De la cruz, R., Yeomans, J. (2005). Coberturas y la salud del suelo. *Tierra Tropical*, Volumen 1, 9-20.