



# EFECTO ECONÓMICO DE LA ROTACIÓN CANAVALIA-MAÍZ Y DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE FERTILIZANTES MINERALES

## Economic effect of the jack bean-corn rotation and the partial substitution of mineral fertilizers

Gloria M. Martín Alonso<sup>✉</sup> y Ramón Rivera Espinosa

**ABSTRACT.** The green manures are a practice that is used to substitute total or partially the nitrogen fertilization in agricultural systems. However, few works guided to evaluate their economic effect. The present work was carried out to quantify the costs and benefits of the employment of Jack Bean and the mycorrhizal inoculation like nutritional alternatives next to the nitrogen fertilization in corn and to evaluate the profitability of the system. It was demonstrated that to bigger contribution of the N from Jack Bean, it is higher the quantity of the fertilizer substitution. Also, the mycorrhizal inoculation promotes a bigger use of the N coming from the fertilizer or the Jack Bean, reflected in an increment of the agricultural yields, with the rising decrease of the production costs and increase the value of the production and the relationship benefits/cost. Bigger economic benefits were obtained if the canavalia was used in the rainy period in comparison to the one sowed in the dry period, due to the increment of their benefits like green manure in the rainy season.

*Key words:* green manures, agricultural economics, maize, jack bean

**RESUMEN.** Los abonos verdes son una práctica que se emplea para sustituir total o parcialmente la fertilización nitrogenada en los sistemas agrícolas. Sin embargo, existen pocos trabajos encaminados a evaluar su efecto desde el punto de vista económico. Es por ello que el presente trabajo se realizó para cuantificar los costos y beneficios del empleo de canavalia y la inoculación micorrízica como alternativas nutricionales junto a la fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz y evaluar la rentabilidad del sistema. Se demostró que a mayor aporte del N de la canavalia, es más alta la cuantía de la sustitución de fertilizante. Además, la inoculación micorrízica promueve un mayor aprovechamiento del N proveniente del fertilizante o de la canavalia, reflejado en un incremento de los rendimientos agrícolas, con la consiguiente disminución de los costos de producción y aumento del valor de la producción y de la relación beneficio/costo. Se obtuvieron mayores beneficios económicos si la canavalia se empleó en el período lluvioso, en comparación con la sembrada en el período poco lluvioso, debido al incremento de sus beneficios como abono verde en la temporada de lluvias.

*Palabras clave:* abonos verdes, economía agrícola, maíz, canavalia

## INTRODUCCIÓN

El abonado verde es una antigua práctica de cultivo e incorporación de plantas, con la finalidad de preservar y restaurar los niveles de materia orgánica y de nutrientes en los suelos. Esta técnica tiene como principio la cobertura del suelo, además de la conservación y el restablecimiento de la productividad de las áreas de cultivo y del ambiente, con un aprovechamiento adecuado del terreno, las maquinarias y los insumos (1, 2).

Sin embargo, su adopción fue abandonada en las condiciones de la agricultura intensiva, particularmente a partir del inicio de la llamada Revolución Verde, debido al desarrollo de la industria de fertilizantes minerales. En la actualidad se integra dentro de la tendencia mundial de obtener alimentos más saludables, provenientes de la agricultura orgánica o producidos con un mínimo de insumos químicos y sin degradación del ambiente (2).

La agricultura enfrenta la pérdida de la autosuficiencia y el deterioro de los recursos naturales. Por ello existe la necesidad de desarrollar alternativas de manejo rentables, respetuosas con el medio ambiente y que proporcionen una mejor calidad

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

✉ [gloriam@inca.edu.cu](mailto:gloriam@inca.edu.cu); [rrivera@inca.edu.cu](mailto:rrivera@inca.edu.cu)

de vida a los campesinos (3). Así, existe una gran perspectiva de utilización de los abonos verdes para garantizar la productividad agrícola; de preservación ambiental; ahorro de insumos, principalmente abonos nitrogenados, en la recuperación de la fertilidad del suelo y control de la erosión (4).

Uno de los aspectos menos abordados dentro de la literatura científica es precisamente el impacto económico derivado del empleo de los abonos verdes en los sistemas agrícolas. En México se han realizado estudios a largo plazo en los que se demuestra que los sistemas agrícolas con la inclusión de leguminosas como la *Canavalia ensiformis* D.C con el maíz, es más rentable que el maíz (*Zea mays* L.) en monocultivo, debido al ahorro de fertilizantes, herbicidas y por sus usos forrajeros (5).

Sin embargo, en Cuba existen pocos trabajos al respecto, abordando sobre todo, el efecto de la sustitución total de fertilizantes minerales por el empleo de los abonos verdes (6); no obstante, en la investigación citada no se realizó un desglose de los costos de producción incurridos por la introducción de los abonos verdes, ni se comparó su empleo combinado con dosis complementarias de fertilizante mineral nitrogenado.

Es por ello que en el presente trabajo se propuso como objetivos cuantificar los costos y beneficios del empleo de canavalia como sustituto parcial de la fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz y evaluar la rentabilidad del sistema.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó tomando como referencia los resultados de dos investigaciones realizadas con el empleo de abonos verdes en el cultivo del maíz.

Experimento 1. Efecto de la *Canavalia ensiformis*, dosis de fertilizante mineral y micorrizas arbusculares en el cultivo del maíz (7).

Este experimento se realizó en dos ocasiones durante 2003 y 2006. Se evaluaron las rotaciones barbecho-maíz y canavalia-maíz, con la inoculación micorrízica

o no de la gramínea. Al maíz se le añadieron dosis crecientes de fertilizante mineral ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Se estimaron los rendimientos y a partir del modelo discontinuo de respuesta a los fertilizantes, se estimaron las dosis óptimas de fertilizante mineral para obtener los rendimientos máximos estables en cada rotación (Tabla I) (7).

Experimento 2. Respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación micorrízica con *Glomus cubense* (cepa INCAM-4), su efecto de permanencia en el cultivo del maíz (8).

Este experimento se realizó en tres fincas agrícolas, durante dos temporadas, primavera (época de lluvia) y frío (época de seca). En cada finca se estudiaron las rotaciones canavalia-maíz, con la inoculación micorrízica del abono verde y el cultivo principal. En la Tabla II se muestran los tratamientos recomendados según las condiciones de cada finca y los rendimientos, tanto del tratamiento como del testigo de producción (barbecho y sin inoculación micorrízica) (8).

## VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ

La valoración económica de los rendimientos se realizó sobre la base de los tratamientos recomendados en los experimentos realizados y se evaluaron los siguientes indicadores:

- ♦ Valor de la producción (valor total de la producción en  $\text{\$ ha}^{-1}$ ): rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de producto.
- ♦ Costos de producción por hectárea (costo total en  $\text{\$ ha}^{-1}$ ): sumatoria de los gastos incurridos por la aplicación de los fertilizantes minerales, los biofertilizantes empleados y los abonos verdes más el costo de preparación del suelo, cultivo y costo de mano de obra. Para calcular este valor se realizó un desglose de todos los costos incurridos.
- ♦ Ganancia ( $\text{\$ ha}^{-1}$ ): diferencia entre el valor de la producción y los costos de producción.
- ♦ Beneficio económico ( $\text{\$ ha}^{-1}$ ): diferencia entre la ganancia del tratamiento analizado y la del tratamiento testigo.

**Tabla I. Rotaciones estudiadas en el experimento 1, dosis óptima recomendada en cada una de ellas y rendimientos máximos estables de maíz.**

Rotación	Año	Dosis óptima recomendada ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )	Rendimiento máximo estable ( $\text{t ha}^{-1}$ )
barbecho-maíz	2003	0,00	3,20 <sup>M</sup>
barbecho-maíz		129,03	4,47
canavalia-maíz			4,59 <sup>C</sup>
canavalia-maíz inoculado con HMA			4,53 <sup>C</sup>
barbecho-maíz	2006	0,00	2,87 <sup>M</sup>
barbecho-maíz		69,07	4,02
barbecho-maíz inoculado con HMA		70,07	4,67
canavalia-maíz		50,31	4,61
canavalia-maíz inoculado con HMA		50,00	4,85

HMA: a base de *Glomus cubense*. Barbecho: suelo en descanso por tres meses. Fertilizante mineral  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . <sup>M</sup>Rendimientos de maíz en el tratamiento sin canavalia y sin aplicación de fertilizante nitrogenado. <sup>C</sup> en las rotaciones con canavalia del año 2003, el rendimiento máximo estable se obtuvo sin la necesidad de aplicación de dosis complementarias de fertilizante mineral.

**Tabla II. Rotaciones testigo y recomendada en cada finca estudiada y rendimientos del maíz.**

Finca	Temporada	Rotaciones	Rendimientos (t ha <sup>-1</sup> )
La Asunción	Primavera 07	barbecho-maíz	3,33
		canavalia-maíz <sup>N</sup>	4,73
La Asunción	Frío 07	barbecho-maíz	2,16
		canavalia-maíz <sup>N</sup>	2,68
Santa Teresa	Primavera 07	barbecho-maíz	3,72
		canavalia inoculada-maíz inoculado con HMA	4,70
Zacarías	Primavera 07	barbecho-maíz	3,57
		canavalia inoculada-maíz inoculado con HMA	4,75
Zacarías-1	Frío 07	barbecho-maíz	1,54
		canavalia inoculada-maíz inoculado con HMA	2,60
Zacarías-2	Frío 07	barbecho-maíz	1,33
		canavalia inoculada-maíz inoculado con HMA	2,44

HMA: a base de *Glomus cubense*. Barbecho: suelo en descanso por tres meses. <sup>N</sup> En los tratamientos recomendados en la finca "La Asunción", en las dos temporadas evaluadas, no fue necesario inocular con HMA.

- ♦ Costo relativo del tratamiento (\$ ha<sup>-1</sup>): diferencia entre los costos del tratamiento analizado y los del tratamiento testigo.

- ♦ Relación B/C: cociente obtenido de dividir el beneficio económico entre el costo relativo.

Valores de la relación B/C mayores a 1 indican el aporte de ganancia y un valor de 2, la obtención

de un beneficio del 100 %. Valores de 3 o superiores corresponden a ganancias muy notables.

Los costos de mano de obra se distribuyeron en función del tiempo utilizado en la atención que se le dio a cada tratamiento tomando como base la tarifa horaria (\$ hora<sup>-1</sup>), teniendo en cuenta la cantidad de personas y tiempo utilizado. Para el cálculo de estos indicadores, se utilizó como información básica la ofrecida en la Tabla III.

**Tabla III. Valor de los diferentes insumos y costo de las actividades agrícolas en el empleo de abonos verdes y producción de maíz<sup>A, B, C, D, E, F</sup>.**

	Unidad de medida	Valor	Referencia
1) Precios de los fertilizantes minerales			
Nitrato de amonio	\$ t <sup>-1</sup> (CUP)	257,36	(9)
2) Precios de venta de biofertilizantes			
EcoMic® (HMA)	\$ kg <sup>-1</sup> (CUP)	2,50	(10)
3) Costo de los abonos verdes			
Preparación de suelo	\$ ha <sup>-1</sup> (CUP)	20,00	(11)
Siembra		5,00	
Incorporación		20,00	
Total		45,00	
4) Precios de las semillas adquiridas			
Canavalia	\$ kg <sup>-1</sup> (CUP)	6,30	(12)
Maíz	\$ kg <sup>-1</sup> (CUP)	4,93	(13)
5) Tarifas de preparación de suelos y atenciones culturales del maíz			
Rotura	\$ ha <sup>-1</sup> (CUP)	31,60	(11)
Cruce		17,28	
Grada de 965 kg		4,80	
Surcar		17,28	
Siembra de maíz		56,21	
Atenciones culturales		14,75	
Total		141,92	
6) Tarifa horaria de la mano de obra			
	\$ hora <sup>-1</sup> (CUP)	2,4147	(14)
7) Precios de producto acopiado			
Maíz	\$ kg <sup>-1</sup> (CUP)	3,74	(15)

CUP = Peso cubano

<sup>A</sup> Ministerio de la agricultura. *Listado Oficial de Precios de Servicios Agropecuarios*, La Habana, Cuba, 1999, p. 4.

<sup>B</sup> Instituto de Pastos y Forrajes. *Precio oficial de las semillas de pastos y forrajes*, 2002, p. 1.

<sup>C</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Ficha de costo EcoMic®*, Mayabeque, Cuba, 2005, p. 1.

<sup>D</sup> Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. *Resolución de salario de los Auxiliares de Investigaciones Agropecuarias*, La Habana, Cuba, 2005, p. 2.

<sup>E</sup> Ministerio de la agricultura. *Precios de los fertilizantes y de la papa reconsumo*, La Habana, Cuba, 2007, p. 1.

<sup>F</sup> Ministerio de la agricultura. *Listado Oficial de Precios*, La Habana, Cuba, 2008, p. 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla IV se presenta el análisis económico realizado a los tratamientos con las dosis óptimas de fertilizante mineral recomendadas en cada una de las sucesiones estudiadas en el experimento 1, al compararlas con el tratamiento de maíz sin inoculación micorrízica y sin fuentes nitrogenadas.

En los dos años estudiados se observó una relación beneficio/costo superior a 1, lo que implicó retornos económicos de las cosechas obtenidas. En el año 2003, el tratamiento donde sólo se aplicó la dosis recomendada de fertilizante mineral, aunque presentó un beneficio, este fue inferior al obtenido con el empleo de la canavalia e inoculación micorrízica del maíz, que fue muy notable en las sucesiones, con valores superiores a 3 (9).

Esto se debió a que se obtuvieron altos rendimientos en presencia de la utilización de la canavalia y sin la aplicación de dosis de fertilizante mineral, pues este abono verde incorporó 290 kg ha<sup>-1</sup> de N al sistema y multiplicó los propágulos micorrízicos en el suelo (7), lo que provocó un funcionamiento adecuado de la micorriza, lográndose sustituir todo el fertilizante necesario para garantizar altos rendimientos. Por otra parte, el valor del fertilizante químico fue muy alto, lo que provocó un aumento en los costos totales del cultivo.

Durante el año 2006 se observó, en el tratamiento que sólo recibió la dosis óptima de fertilización mineral, una elevación de la relación beneficio/costo en comparación al primer año, lo cual estuvo en correspondencia con la disminución de las dosis óptimas de fertilización mineral obtenidas durante el segundo año; sin embargo, estos indicadores fueron inferiores a los obtenidos en los tratamientos que recibieron canavalia y la inoculación con HMA en presencia de las dosis complementaria de fertilizante.

Resultados semejantes han sido obtenidos en Brasil, al realizar el análisis económico de la producción de maíz en sistemas agrícolas que incluyeron la rotación con diversas especies de abonos verdes, debido a la reducción de insumos externos que implicó la utilización de plantas de cobertura como fuente de N (10).

Al analizar las otras sucesiones, aunque la relación beneficio/costo del abono verde no fue tan alta como en el año 2003, debido a la aplicación de dosis complementarias de fertilizante mineral, los indicadores económicos fueron muy provechosos. Durante este año se presentaron altos retornos económicos también en el tratamiento inoculado y con dosis óptimas de fertilizante, sin el empleo de canavalia.

No obstante, las mejores relaciones B/C se obtuvieron en los tratamientos canavalia e inoculación micorrízica según fuera el caso. Estos tratamientos además, conllevaron, en los dos años, a ahorros en dinero, producto de las disminuciones en las dosis de aplicación del fertilizante mineral nitrogenado, lo cual es un importante indicador adicional a tener en cuenta en la valoración económica de estos tratamientos.

Resultados similares fueron obtenidos en México donde la relación B/C fue superior a 1 en todos los tratamientos de maíz monocultivo y maíz más canavalia; sin embargo, en este último los indicadores económicos fueron superiores, debido al ahorro de fertilizantes y al incremento de la producción en el sistema con la inclusión del abono verde (5).

En la Tabla V, se muestra el análisis económico realizado a los resultados del experimento 2, al comparar las sucesiones canavalia-maíz y su inoculación, recomendadas para cada finca y temporada con las sucesiones barbecho-maíz sin inocular (8).

**Tabla IV. Análisis económico de los tratamientos recomendados en las secuencias estudiadas en el experimento 1.**

Rotación	Año	Dosis óptima (kg N ha <sup>-1</sup> )	Valor de la producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costos de producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Ganancia (\$ ha <sup>-1</sup> )	Beneficio (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo Relativo (\$ ha <sup>-1</sup> )	B/C
B-M	2003	0,00	11968,00	2746,15	9221,85			
B-M		129,03	16717,80	5124,23	11593,57	2371,72	2378,08	1,00
C-M			17166,60	3490,45	13676,15	4454,30	744,30	5,98
C-M+HMA			16942,20	3493,20	13449,00	4227,15	747,05	5,66
B-M	2006	0,00	10733,80	2746,15	7987,65			
B-M		69,07	15034,80	4019,14	11015,66	3028,01	1272,99	2,38
B-M+HMA		70,07	17465,80	4040,32	13425,48	5437,83	1294,17	4,20
C-M		50,31	17241,40	4417,69	12823,71	4836,06	1671,54	2,89
C-M+HMA		50,00	18139,00	4414,72	13724,28	5736,63	1668,57	3,44

Rel B/C: relación beneficio/costo. HMA: a base de *Glomus cubense*. B-M: barbecho-maíz; C-M: canavalia-maíz; C-M+HMA: canavalia-maíz inoculado. Barbecho: suelo en descanso por tres meses. Fertilizante mineral NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, \$ = CUP (peso cubano).

**Tabla V. Análisis económico de las secuencias recomendadas en las fincas campesinas. Experimento 2.**

Finca	Temporada	Tratamiento	Valor de la producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costos de producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Ganancia (\$ ha <sup>-1</sup> )	Beneficio (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo Relativo (\$ ha <sup>-1</sup> )	B/C
La Asunción	Primavera 07	B-M	12441,73	2746,15	9695,58			
		C-M	17702,67	3490,45	14212,22	4516,63	744,30	6,07
La Asunción	Frío 07	B-M	8078,40	2746,15	5332,25			
		C-M	10023,20	3490,45	6532,75	1200,50	744,30	1,61
Santa Teresa	Primavera 07	B-M	13912,80	2746,15	11166,65			
		C+HMA-M	17578,00	3520,70	14057,30	2890,65	774,55	3,73
Zacarías	Primavera 07	B-M	13364,27	2746,15	10618,12			
		C+HMA-M	17752,53	3520,70	14231,83	3613,72	774,55	4,67
Zacarías - 1	Frío 07	B-M	5759,60	2746,15	3013,45			
		C+HMA-M	9724,00	3520,70	6203,30	3189,85	774,55	4,12
Zacarías - 2	Frío 07	B-M	4961,73	2746,15	2215,58			
		C+HMA-M	9125,60	3520,70	5604,90	3389,32	774,55	4,38

Rel B/C: relación beneficio/Costo. HMA: a base de *Glomus cubense*. B - M: barbecho - maíz; C - M: canavalia - maíz; C + HMA - M + HMA: canavalia inoculada - maíz inoculado. Barbecho: suelo en descanso por tres meses. \$ = CUP (peso cubano).

En la finca "La Asunción", donde se encontró un funcionamiento satisfactorio de la micorriza en la canavalia y del maíz, sin necesidad de inoculación, las relaciones beneficio/costo dependieron de la época. Los retornos económicos fueron muy notables en la temporada de primavera, lo que dejó muy clara la importancia de la canavalia y fueron aceptables en la temporada de frío, debido a la disminución de los rendimientos agrícolas en esta época; no obstante, se alcanzaron rendimientos superiores en el maíz cuando al tratamiento se le adicionó abono verde, en comparación al tratamiento tradicional de maíz precedido de un barbecho (Tabla II).

Por otro lado, en las dos fincas con bajo número inicial de esporas de HMA, en las que sí se observó una respuesta a la inoculación micorrízica, reflejada en el aumento de los rendimientos, el empleo de la canavalia proporcionó retornos económicos a los agricultores. Se presentó un mayor impacto económico al inocular la canavalia y promover una simbiosis micorrízica eficiente en ambos cultivos, con independencia de la temporada y época en la que se sembraron las plantas, debido a las mejoras productivas que proporcionó el uso combinado de canavalia y HMA.

Resultados similares han sido reportados en la producción de posturas de cafeto, en las que se emplearon diferentes especies de leguminosas como fuente de N y materia orgánica en el sustrato, que provocaron no solo un ahorro considerable de insumos externos sino también promovieron la multiplicación de propágulos micorrízicos en el suelo, que contribuyeron a una simbiosis eficiente del cultivo económico (11).

Los resultados indicaron que el empleo combinado de la canavalia y biofertilizantes micorrízicos ofrecieron beneficios económicos superiores a los obtenidos por la fertilización mineral, pues propiciaron una

disminución en el uso de fertilizantes<sup>G, H</sup>, elevaron los rendimientos, mejoraron la eficiencia de los fertilizantes minerales y disminuyeron la inversión monetaria en el cultivo del maíz.

De igual forma, en áreas donde no se aplicaron fertilizantes, la canavalia aportó y recicló una considerable cantidad de N, del orden de entre 130-147 kg ha<sup>-1</sup> de N (7), que al considerar el aporte de la fijación biológica, disminuye el balance negativo del nutriente en el sistema suelo-planta<sup>I</sup>.

En el caso de las inoculaciones micorrízicas el incremento de la absorción de nutrientes, hizo que se elevara la eficiencia en el uso del fertilizante mineral y en el caso de que estos no se aplicaran, elevó la eficiencia en el uso del abono verde<sup>J</sup>.

En relación con lo anterior, el uso de especies de abonos verdes puede ser muy eficiente económicamente en los sistemas de producción sostenible de maíz con bajos insumos, aún sin la integración del manejo de la inoculación micorrízica (6).

<sup>G</sup> Torres, N.C.L. y Vallejo, R.A. *Efecto de tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (apium graveolens) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi* [Tesis de Ingeniero], Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, 2013, p. 62.

<sup>H</sup> Rosero, R.R. *Respuesta del cultivo de cebolla roja (Allium cepa L.) a la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en la parroquia Imantag, provincia de Imbabura* [Tesis en opción al título de ingeniero], Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, 2012, p. 62.

<sup>I</sup> Domínguez, A. *Manejo de las cubiertas vegetales en cítricos ecológicos valencianos. Jornadas de Fertilización en Citricultura Ecológica*, edit. Estación Experimental Agraria de Carcaixent. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), 2010, p. 22.

<sup>J</sup> Martín, G.M. *Manejo de la inoculación micorrízica arbuscular, la Canavalia ensiformis y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (Zea mays) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana* [en línea] [Tesis de Doctorado], Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2009, [Consultado: 14 marzo 2015]. Disponible en: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2010400099>>.



En investigaciones realizadas por otros autores han determinado que si bien los abonos verdes estudiados por ellos aumentaron los gastos por concepto de semillas, a su vez disminuyeron los costos de los fertilizantes y elevaron los rendimientos, lo cual los convierte en una alternativa que permite el ahorro de insumos (12), beneficios que se potencian al emplearlos de forma conjunta con biofertilizantes micorrizógenos de producción nacional.

Además, otra la de las ventajas de los abonos verdes es que aportan beneficios directos a la fertilidad del suelo por el aporte y reciclaje de nutrientes y promueven la biología del suelo, tanto la natural, como las especies introducidas a través de la biofertilización.

Por otra parte, el incremento obtenido en los rendimientos fue capaz de cubrir ampliamente los costos de producción al emplear biofertilizantes y abonos verdes (13). Por el contrario, la siembra de maíz sin suministro de nutrientes esquilma al suelo y disminuye los rendimientos y las potencialidades productivas del mismo (14).

Otra ventaja económica de los abonos verdes, es que una vez introducidos los abonos verdes en las fincas, se pueden destinar pequeñas áreas a la producción de semillas, lo cual hace que disminuyan los costos por concepto de su adquisición e incluso, se pueden vender las semillas sobrantes y constituir una nueva fuente de ingresos para los campesinos (15).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Tivelli, S.W.; PURQUERIO, L. y KANO, C. "Adubação verde e plantio direto em hortaliças", *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 7, no. 1, 2010, pp. 1-7, ISSN 2316-5146.
2. Mateus, G.P. y Wutke, E.B. "Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes", *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 8, no. 103, 2011, ISSN 2316-5146.
3. Astier, M.; Pérez-Agis, E.; Ortiz, T. y Mota, F. "Sustentabilidad de sistemas campesinos de maíz después de cinco años: el segundo ciclo de evaluación MESMIS", *LEISA Revista de Agroecología*, vol. 19 (Edición especial), 2004, pp. 39-46, ISSN 1569-8424.
4. Ambrosano, E.J.; Guirado, N.; Rossi, F.; Schammas, E.A.; Ambrosano, G.M.B.; Dias, F.L.F.; Sachs, R.C.C.; Cantarella, H.; Muraoka, T. y Trivelin, P.C.O. "Vantagens do pré-cultivo de adubos verdes em áreas de reforma do canavial", *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 8, no. 64, 2011, ISSN 2316-5146, [Consultado: 14 de marzo de 2015], Disponible en: <[http://www2.apta regional.sp.gov.br/images\\_editor/64.Edmilson\\_AduboVerde.pdf](http://www2.apta regional.sp.gov.br/images_editor/64.Edmilson_AduboVerde.pdf)>.
5. Ruiz, R.P.; Madrigal, R.Q.; Medina, F.J.; Hernández, F.G. y Castro, H.G. "Experiencias del uso de especies leguminosas como cobertura para la producción sostenible de maíz" [en línea], *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas*, 1.ª ed., edit. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 2009, (ser. Serie técnica, no. ser. 377), p. 127, ISBN 978-9977-57-485-1, [Consultado: 14 de marzo de 2015], Disponible en: <[http://www.territorioscentroamericanos.org/ecoagricultura/Documents/05-09\\_Libro\\_Practicas\\_Agricolas.pdf#page=153](http://www.territorioscentroamericanos.org/ecoagricultura/Documents/05-09_Libro_Practicas_Agricolas.pdf#page=153)>.
6. García, M. "Estudio comparativo de diferentes especies de abonos verdes y su influencia en el cultivo del maíz", *Cultivos Tropicales*, vol. 23, no. 3, 2013, pp. 19-30, ISSN 0258-5936.
7. Martín, G.M.; Rivera, R.; Arias, L. y Rentería, M. "Effect of *Canavalia ensiformis* and arbuscular mycorrhizae on corn crops", *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 43, no. 2, 2009, pp. 185-192, ISSN 0864-0408.
8. Martín, A.G.M.; Rivera Espinosa, R.; Arias Pérez, L. y Pérez Díaz, A. "Respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación micorrízica con *Glomus cubense* (cepa INCAM-4), su efecto de permanencia en el cultivo del maíz", *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 2, junio de 2012, pp. 20-28, ISSN 0258-5936.
9. FAO *Los fertilizantes y su uso. Guía de bolsillo para los oficiales de extensión*, 4.ª ed., Rome, Italy, 2002, p. 77, ISBN 92-5-304414-4.
10. Carvalho, A. de. y Amabile, R.F. "Cerrado: adubação verde" [en línea], *Cerrado: adubação verde*, edit. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, Brazil, 2006, pp. 331-369, ISBN 85-7075-027-8, [Consultado: 14 de marzo de 2015], Disponible en: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.st&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=225484>>.
11. Rivera, R. "Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de cafeto sobre suelos Fersialíticos Rojos Lixiviados", *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 3, septiembre de 2010, pp. 00-00, ISSN 0258-5936.
12. Capurro, J.; Dickie, M.J.; Ninfí, D.; Zazzarini, A.; Tosi, E. y González, M.C. "Vicia y avena como cultivos de cobertura en maíz", *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, vol. 6, 2012, pp. 20-22, ISSN 2222-0178.
13. Barradas, C., C. A. "Uso da adubação verde", *Manual Técnico*, vol. 25, 2010, p. 10, ISSN 1983-5671.
14. Ferraris, G.N.; Couretot, L.; Toribio, M. y Falconi, R. "Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos", *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, no. 45, 2012, pp. 16-21, ISSN 2222-0178.
15. Ambrosano, E.J.; Azcón, R.; Cantarella, H.; Ambrosano, G.M.B.; Schammas, E.A.; Muraoka, T.; Trivelin, P.C.O.; Rossi, F.; Guirado, N.; Ungaro, M.R.G. y Teramoto, J.R.S. "Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield", *Scientia Agricola*, vol. 67, no. 6, diciembre de 2010, pp. 692-701, ISSN 0103-9016, DOI 10.1590/S0103-90162010000600011.

Recibido: 2 de octubre de 2014

Aceptado: 8 de enero de 2015