

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE AJÍ (*Capsicum annuum* L.) DURANTE LA ÉPOCA SECA¹

**José A Guerra-Murillo²; Yisela Villarreal-Caballero³; Rubén Samaniego-Sánchez⁴;
Luis Barahona-Amores⁵; Arturo Batista-De Gracia⁶; Gustavo Castillo-Vega⁷**

RESUMEN

Se evaluó el manejo convencional y alternativas orgánicas con el propósito de contribuir con el sistema de producción de ají, en un área de 500 m² para cada manejo en la Estación Experimental El Ejido, entre los meses de noviembre de 2013 y abril de 2014 en la provincia de Los Santos. Se incluyó como alternativas orgánicas el abonamiento a base 5,0 t.ha⁻¹ de lumbrihumus y manejo de plagas insectiles con extractos vegetales de *Azadirachta indica* y *Gliricidia sepium*. Las variables dependientes fueron porcentaje de mortalidad de plantas a los 15 y 30 días después del trasplante, número de frutos dañados por planta, características químicas del suelo y rendimiento en kg/ha. Además, se realizó un análisis de la tasa marginal de retorno, considerando el precio de mercado de la fruta proviene de un manejo convencional o manejo con alternativas orgánicas. El porcentaje de mortalidad de plantas en ambos manejos fue de 3%. Con manejo orgánico se mejoró positivamente el pH y el contenido de calcio. En el rendimiento se presentó diferencia altamente significativa ($P < 0,0011$), en el manejo convencional se alcanzó 19277,6 kg.ha⁻¹, 4331,7 kg más que con alternativas orgánicas (14945,9 kg.ha⁻¹). La mortalidad de plantas ocasionada por patógenos de suelo y frutos dañados por planta, no fueron factores determinantes en el rendimiento. El abonamiento completo de base en el manejo convencional influyó significativamente. Sin considerar la inocuidad de la fruta, la diferencia de precio por la incorporación de algunas alternativas orgánicas, la producción bajo este sistema presenta tasa marginal de retorno positiva.

PALABRAS CLAVES: Abono orgánico, extracto vegetal, manejo agronómico, rendimiento, tasa marginal de retorno.

¹ Recepción: 5 de febrero de 2018. Aceptación: 21 de mayo de 2018. Financiado por el Proyecto de Investigación e Innovación de Agricultura Orgánica de Hortalizas en el Arco Seco de Panamá.

² Ing. Agr. Fitotecnista. IDIAP. e-mail: guerra.josenagel@gmail.com

³ Licda. en Administración de Empresas Agropecuarias. IDIAP. e-mail: yisselavillarreal@gmail.com

⁴ M.Sc. en Agricultura Ecológica. IDIAP. e-mail: rubensama15@gmail.com

⁵ M.Sc. en Suelo y Agua. IDIAP. e-mail: aberline@gmail.com

⁶ M.Sc. en Producción Agrícola Sostenible. IDIAP. e-mail: arturobatista19@yahoo.com

⁷ Bachiller Agropecuario. IDIAP.

ORGANIC TECHNOLOGICAL ALTERNATIVES IN SWEET PEPPER (*Capsicum annuum* L.) PRODUCTION DURING THE DRY SEASON

ABSTRACT

Conventional management and organic alternatives were evaluated to contribute with the sweet pepper production system, in 500 m² for each management in El Ejido Experimental Station, between the months of November 2013 and April 2014 in Los Santos province. The organic fertilization based on 5,0 t.ha⁻¹ of earthworm humus and the management of insect pests with vegetable extracts of *Azadirachta indica* and *Gliricidia sepium* were included as organic alternatives. The dependent variables were percentage of plant mortality at 15 and 30 days after transplanting, number of damaged fruits per plant, chemical characteristics of the soil and yield in kilograms per hectare. In addition, an analysis of the marginal rate of return was carried out, considering the market price of the fruit from a conventional management and with organic alternatives. The percentage of plant mortality in both treatments was 3%. With organic management, the pH and calcium content were positively improved. In the kilograms per hectare the analysis presented a highly significant difference (P <0,0011), in the conventional management reached 19277,6 kg.ha⁻¹, 4331,7 kg more than with organic alternatives (14945,9 kg.ha⁻¹). The mortality of plants caused by soil pathogens and damaged fruits per plant, were not determining factors in the yield in kilograms per hectare. The complete basic fertilization in conventional management significantly influenced the kilograms per hectare. Without considering the harmlessness of the fruit, but the difference in price due to the incorporation of some organic alternatives, production under this system presented a marginal rate of positive return.

KEY WORDS: Organic fertilizer, plant extract, agronomic management, yield, marginal rate of return.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica en Panamá inició en la década del noventa, en la provincia de Chiriquí con grupos individuales de productores, con algunas ONG nacionales y agencias internacionales de Cooperación. De 471 productores que cultivaron 363 ha de agricultura agroecológica en el 2001 en Panamá, para 2009 la cantidad de productores se incrementó en un 249%.

El área sufrió un cambio significativo; de 363 pasó a 7689 ha (MIDA 2009).

Esta actividad se lleva a cabo en diferentes lugares del país. En la provincia de Chiriquí, existen más de 10 organizaciones que tienen que ver con la agricultura agroecológica; en Coclé, tres organizaciones y un Grupo de Consumidores de Productos Orgánicos.

Panamá como Estado, en los últimos años ha impulsado la producción agroecológica. Se creó un Programa de Agricultura Orgánica en el MIDA, se ejecutaron dos proyectos de Investigación e Innovación de Agricultura Orgánica de Hortalizas en el Arco Seco de Panamá y de Investigación e Innovación en Agricultura Familiar; además, se instauró el Decreto Ejecutivo No.146 del 1 de agosto de 2004 en donde se reglamenta la Ley No.8 de 24 de enero de 2002 que establece las Regulaciones Nacionales para el Desarrollo de Actividades Agropecuarias Orgánicas y recientemente se formó la Autoridad de Control de la Certificación de la Producción Orgánica Agrícola (Tejera 2017).

Una de las mayores limitantes de este sistema de producción es que las investigaciones que se efectuaron con relación a la temática, es limitada. En el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) se realizaron investigaciones que enmarcan algunas tecnologías de producción orgánica. Desde 2010 en la Estación Experimental El Ejido, del Centro de Investigación Agropecuaria Azuero, Ingeniero Germán de León, se investigó sobre abonamiento, biofumigación, control de insectos plagas (Barahona *et al.* 2015) y se evaluó abonos orgánicos en cebolla en las tierras

altas de la parte occidental del país Lezcano (2005).

A nivel nacional se estima que la demanda per cápita de productos hortícolas, vegetales y frutas frescas es de 75 kg anuales (Aizprúa 2009). En la península de Azuero la construcción de hoteles y el turismo en general, va en aumento, lo que ocasiona un mayor consumo de vegetales inocuos y de calidad.

Además, con el incremento del área dedicada a la producción agroecológica se demanda tecnología acorde con la necesidad de la población de comer productos sanos y de calidad (MIDA 2009).

La producción extensiva e intensiva en el Arco Seco de Panamá depende en gran medida de la utilización de agroquímicos. El uso de tecnologías agroecológicas reduce la contaminación de los ecosistemas, y en caso de los abonos orgánicos contribuye a mediano y largo plazo con el mejoramiento del suelo. Es un sistema de producción que ayuda al control de las malezas, aporta residuos para la elaboración de compost y contribuye a la seguridad alimentaria de pequeños productores en las áreas rurales (Vásquez *et al.* 2017).

El lumbrihumus es un abono cuyos nutrientes son asimilados rápidamente por las plantas, mejora la estructura de suelo, aumenta la aireación, disminuye la compactación, incrementa la actividad microbiana y previene el desarrollo de patógenos del suelo (Céspedes 2005).

La investigación tiene poco valor si no se divulga y utiliza, por lo que la tecnología debe difundirse y establecerse en parcelas demostrativas de resultados para el proceso de transferencia.

La demostración de resultados, es una forma de transferir tecnologías en que todos los actores están cara a cara en el campo y el mismo, permite el intercambio de información entre grupos. Es un método que incrementa la confianza de los agricultores y sirve de catalizador en la adopción de las alternativas tecnológicas por parte de los productores (Herrera 2010, Rodríguez 2017).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de alternativas tecnológicas orgánicas en la producción del cultivo de ají durante la época seca, además de su difusión a productores y técnicos extensionistas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en la Estación Experimental El Ejido, entre los meses de noviembre de 2013 y abril de 2014 localizada en el distrito de Los Santos, provincia de Los Santos, situado geográficamente a 7° 56' 30" de latitud Norte y 80° 25' de longitud Oeste, a 20 msnm. El suelo de textura franco arcillosa en sus primeros 16 cm, con estructura en bloques angulares y sub-angulares, muy finos 5 mm de diámetro, grado fuerte en seco, friable en húmedo, pegajoso en húmedo y nula en seco, muy plástico, densidad aparente 1,38 g/cm³, muchas raíces finas. Entre 16 cm y 46 cm su textura cambia a franco-arcillo-arenoso, con estructura en bloques angulares y sub-angulares, mediano 10-20 mm de diámetro, grado moderado en seco, muy friable en húmedo, pegajosidad baja en húmedo y nula en seco y muy plástico, densidad aparente 1,51 g/cm³, pocas raíces muy finas (Villarreal y Name 1996).

Se evaluaron dos manejos: convencional y alternativas orgánicas. Los dos manejos se implementaron en un área total de 1000 m², con 500 m² para cada uno. Se incluyeron dos alternativas tecnológicas orgánicas generados en el proyecto: abonamiento orgánico a base de lumbrihumus bovino y manejo de plagas insectiles mediante la aplicación

de extractos vegetales de *Azadirachta indica* y *Gliricidia sepium*.

Se utilizó 5,0 t.ha⁻¹ de lumbrihumus como fertilización base colocado en la línea de siembra del tomate unos 15 días antes del trasplante en manejo con alternativas orgánicas. Posterior, a los 15 días después del trasplante, a través del sistema de riego se aplicó 106 kg de N; 27,3 kg de P; 22,7 kg de Mg; 41 kg de K₂O y 24 kg de Ca como fertilización complementaria, se utilizó urea 46%, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, nitrato de calcio.

A la parcela con manejo convencional se le aplicó 88,6 kg de N; 177 kg de P y 47,2 kg de K como fertilización base y 106 kg de N; 27,3 kg de P; 22,7 kg de Mg; 41 kg de K₂O y 24 kg de Ca a través del sistema de riego.

Para complementar la difusión de la tecnología se realizaron dos días de campo con productores y técnicos de sector agropecuario.

En el manejo con alternativas orgánicas, para el control de los insectos plagas se realizó la aplicación periódica de insecticidas a base extractos de semilla de *Azadirachta indica* (Nim) y extracto de corteza de *Gliricidia sepium*

(Balo), además de abamectina. En el manejo convencional, se aplicaron insecticidas químicos sintéticos, recomendados para el cultivo de ají.

Se consideraron las siguientes variables: mortalidad de plantas (%) a los 15 y 30 días después de trasplante (ddt), número de frutos dañados por planta y rendimiento en kilogramos por hectárea. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de t de Student. Después de finalizado el ensayo, se tomaron muestras de suelo en ambos manejos para realizar el análisis químico.

Además, se realizó un análisis de la tasa marginal de retorno metodología propuesta por el CIMMYT (1988), considerando dos precios de mercado: el de compra de productos provenientes de un manejo convencional y el precio que se establece cuando la fruta proviene de un manejo con alternativas orgánicas que se estimó de acuerdo a los precios de venta en un supermercado especializado en ese tipo productos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de mortalidad de plantas en ambos manejos fue de 3%. En ninguno de los casos, la prueba de t de Student mostró diferencia significativa. Igual resultado se obtuvo para el análisis

de la variable frutos dañados por planta. El mayor daño de los frutos, se debió a pudrición apical y quemaduras por el sol.

La prueba de t de Student (Cuadro 1) reveló diferencia altamente significativa ($P=0,0011$) para el rendimiento, en la parcela con manejo convencional se obtuvo $19277,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; o sea $4331,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ más que el manejo con alternativas orgánicas que alcanzó $14945,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

La fertilización completa aplicada al trasplante tuvo un efecto significativo en el tamaño y peso del fruto, lo que influyó en el rendimiento del manejo convencional. En Nicaragua, Sagastume Estrada (2015) obtuvo un resultado similar, pero con cultivares diferentes y

algunas dosis de lumbrihumus y fertilizante químico más altas (Cuadro 2).

La prueba de t de Student reveló diferencia entre los tipos de manejo ($P=0,0193$); en el convencional se obtuvo un pH de 5,6 y con alternativas orgánicas, fue de 5,8 atribuible al efecto de lumbrihumus y a las bases que se aportaron a través del fertirriego. Con enmiendas orgánicas se requiere de periodos de tiempo más prolongado (mínimo tres años) para reflejar el incremento del pH (Barahona *et al.* 2015). La enmienda orgánica no fue evaluada en este estudio, pero se espera que tenga un efecto positivo sobre el pH y otras características químicas del suelo (Lezcano 2005).

CUADRO 1. PRUEBA DE T DE STUDENT. EL EJIDO, LOS SANTOS-2014.

Variables	N1	N2	T-Student	gl	P-valor
Mortalidad de plantas 15 ddt	14	14	0,73	26	0,4719
Mortalidad de plantas 30 ddt	14	14	0,77	26	0,449
Frutos dañados en manejo con alternativas orgánicas	14	14	-0,94	26	0,3563
Número de frutos/planta	14	14	-1,49	26	0,1492
Rendimiento (kg/ha)	14	14	-3,8	20	0,0011

N=número de observaciones, N1 y N2= repeticiones, gl=grados de libertad, P=probabilidad.

CUADRO 2. MEDIAS PARA LAS VARIABLE FRUTOS DAÑADOS/PLANTA Y RENDIMIENTO. EL EJIDO, LOS SANTOS - 2014.

Manejo	Frutos dañados/planta	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
Orgánico	7,9 a	14945,9 a
Convencional	8,6 a	19277,6 b

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente.

Con respecto al calcio el análisis resultó altamente significativo ($P=0,0063$), donde la mayor cantidad de calcio se determinó en el manejo con alternativas orgánicas con 16,18 cmol/kg contra 12,06 cmol/kg de la parcela con manejo convencional. Ambas cantidades, según los niveles críticos usados en el laboratorio de IDIAP, están altos y es causante del incremento del pH (Villarreal *et al.* 1996). Esto coinciden con un estudio sobre evaluación agronómica de substrato en plántulas de chile 'onza', se determinó que el contenido de Ca en el vermicomposta estuvo por encima de los

niveles recomendados (López Baltazar *et al.* 2013). Se debe suponer entonces, que el incremento del pH en el manejo con alternativas orgánicas se debió a un ligero efecto del lumbrihumus aplicado al suelo.

Con las cantidades de hierro, el análisis indicó diferencia significativa ($P=0,0173$), pero con manejo convencional se detectaron 11,36 cmol/kg y con alternativas orgánicas, 8,5 cmol/kg que están por debajo de los niveles de referencia en IDIAP (Cuadro 3) (Villarreal y Name 1996).

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DESPUÉS DE FINALIZADO EL CULTIVO, SEGÚN EL MANEJO DEL CULTIVO.

Características	Unidad de Medida	Convencional	Alternativas orgánicas	Significancia
CE	dS m ⁻¹	1,64	1,66	0,9115
Carbono orgánico	%	0,49	0,67	0,3580
pH		5,56	5,72	0,0193*
P	ml/l	3	23,60	0,0999
K	ml/l	153	168,18	0,5783
Ca	cmol/kg	12,06	16,18	0,0063**
Mg	cmol/kg	8,32	9,76	0,0915
Al	cmol/kg	0,62	0,50	0,5570
Mn	mg/l	153,34	124,24	0,0450*
Fe	mg/l	11,36	8,50	0,0173*
Zn	mg/l	3,42	2,04	0,5163
Cu	mg/l	3,44	2,78	0,0523*

CE=Conductividad eléctrica, pH-acidez o alcalinidad, P-fósforo, K-potasio, Ca-calcio, Mg-magnesio, Al-aluminio, Mn-manganeso, Fe-hierro, Zn-zinc, Cu-cobre

Análisis económico

El análisis de la tasa marginal de retorno cuando no hay variación de precio de campo por efecto de la tecnología, indica que el costo variable con manejo convencional es menor que con alternativas orgánicas y el beneficio neto es mayor. La tasa marginal de retorno con alternativa orgánica es de -416%, es decir que se pierden B/.4,16 por cada balboa invertido.

Cuando se consideran los precios diferenciados por las alternativas orgánicas incorporadas al manejo, la tasa marginal de retorno es de 144,87, lo que significa que por cada balboa invertido se obtienen B/.1,45 (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

- La mortalidad de plantas ocasionada por patógenos de suelo y frutos

dañados/planta, no fueron factores determinantes en el rendimiento comercial.

- La aplicación de abono orgánico a base de lumbrihumus a una dosis de 5,0 t.ha⁻¹ incrementó el contenido de calcio, pero disminuyó el de hierro en el suelo.
- Considerando que la cantidad de nutrimento a través del fertirriego fue la misma para ambos manejos, el abonamiento completo de base en el manejo convencional influyó en el rendimiento comercial.
- Considerando la diferencia de precio por la incorporación de algunas alternativas orgánicas, la producción bajo este sistema presenta tasa marginal de retorno positiva.

CUADRO 4. ANÁLISIS DE DOMINANCIA CONSIDERANDO UN PRECIO DE CAMPO DIFERENTE DE ACUERDO AL MANEJO. EL EJIDO, LOS SANTOS – 2014.

Tratamiento	Costos Variables	Beneficios netos	Tasa de retorno marginal
Manejo convencional	719	11103,90	
Alternativas orgánicas	1318	11971,67	144,87%

BIBLIOGRAFÍA

- Aizprúa, JC. 2009. Agroexportadores piden una política agrícola efectiva. La Prensa. Panamá. P. Sept. 55:45 A.
- Barahona Amores, LA; Samaniego Sánchez, RD; Guerra Murillo, JA; Castillo, G; Agurto, J. 2015. Utilización de la gallinaza como biofumigante de suelo en el cultivo de melón. Ciencia Agropecuaria no.23:95-109.
- Céspedes L, MC. 2005. Agricultura Orgánica. Principios y prácticas de producción (en línea). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile. Boletín N° 131. Consultado 8 oct. Disponible en biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33207.pdf
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME) 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Herrera, C. 2010. Extensión Rural (en línea). Consultado 6 oct. 2017. Disponible en <http://desarrollorural-lasalle.blogspot.com/2010/10/extension-rural.html>
- Lezcano B, JA. 2005. Estudio preliminar de fuentes y dosis de abonos orgánicos en cebolla (*Allium cepa* cv. Regia) en Cerro Punta, Bugaba. Ciencia Agropecuaria no.18:113-122.
- López-Baltazar, J; Méndez-Matías, A; Pliego-Marín, L; Aragón-Robles, E; Robles-Martínez, ML. 2013. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. (6): p. 1139-1150. Consultado 30 may. 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4nspe6/v4spe6a6.pdf>
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Pa). 2009. Informe cierre 2008-2009. Programa Nacional de Agricultura Orgánica. *En prensa.*

- Rodríguez, H. 2017. Métodos de extensión (en línea). Universidad de Antioquia, Colombia. Consultado 6 oct. 2017. Disponible en aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/module/file.php/.../3-1-Metodos_de_extension.pdf
- Sagastume Estrada, EE. 2015. Evaluación de lombricompost de coqueta roja (*Eisenia foetida*) en la producción de chile dulce; La Fragua, Zacapa (en línea). Lic. Ing. Agr. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 56 p. Consultado 31 may. 2018. Disponible en recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/09/Sagastume-Erick.pdf
- Tejera, AE. 2017. Orgánicos con sello panameño. (en línea) La Prensa. Ciudad de Panamá. Pan. Febr. Consultado 2 oct. Disponible en http://imprensa.prensa.com/economia/Organicos-sello-panameno_0_4683281658.html
- Vásquez P; Céspedes L; Pailán L, H; Vargas, S. 2017. Manejo Orgánico de cultivos hortícolas (en línea). Chile. Consultado 8 oct. 2017. Disponible en www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38266.pdf
- Villarreal, J: Name, B. 1996. Técnicas analíticas del Laboratorio de Suelos. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. PA. 110 p.