

EVALUACIÓN AGRO-PRODUCTIVA DEL CULTIVO DEL FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

AGRO-PRODUCTIVE EVALUATION OF BEAN CULTIVATION (*PHASEOLUS VULGARIS* L) IN TWO PRODUCTION SYSTEMS

Autores: Gleider Domínguez Baró¹

Yoana Martínez Robell²

Ariel Villalobos Olivera²

Institución: ¹Empresas de Seguros Agrícolas de Ciego de Ávila (INTERMAR), Cuba

²Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

Correo electrónico: gleider91082813244@gmail.com

ymrobell@unica.cu

ariel@unica.cu

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de comparar los indicadores agro-productivos del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en dos sistemas de producción. En la investigación se utilizó el cultivar Milagro Villaclareño, procedente del fitomejoramiento participativo del cultivo en la provincia de Ciego de Ávila. Este cultivar de frijol se sembró en un sistema de producción convencional, y uno con enfoque agroecológico para comparar su producción. En los resultados se pudo constatar que el tratamiento de semillas con productos químicos y agroecológicos garantizan la germinación y la emergencia con valores superiores al 95 %. En el suelo del sistema de producción agroecológico tuvo mayor cantidad de microorganismos en la profundidad de 0-10 y de 10-20 cm, lo cual estuvo relacionado con la mayor incorporación de materia orgánica y al laboreo mínimo sin inversión del prisma del suelo. El sistema agroecológico tuvo el mayor grado de afectación en las plagas claves, con la aplicación de medios biológicos, pero nunca sobrepasó el umbral de daños. Mientras que el convencional tuvo menor grado de afectación, debido a la aplicación constante de agrotóxicos. Los rendimientos del cultivo, en los dos sistemas de producción fueron similares, pero el agroecológico tuvo menor costo de producción, mayor beneficio bruto y neto, con un efecto económico de 6919,57 \$ ha⁻¹. El sistema convencional, tuvo menor beneficio neto debido a la utilización de un mayor número de labores, tratadores de semillas

inorgánicos, fertilización química y agrotóxicos, que incrementan los costos de producción del cultivo.

Palabras clave: Sistema Agroecológico, Sistema convencional, Costo, Laboreo mínimo.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of comparing the agro-productive indicators of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L) in two production systems. In the research, the cultivar Milagro Villaclareño was used, from the participatory plant breeding of the crop in the province of Ciego de Ávila. This bean cultivar was planted in a conventional production system, and one with an agroecological approach to compare its production. In the results it was found that the treatment of seeds with chemical and agro-ecological products guarantees germination and emergence with values higher than 95%. In the soil of the agroecological production system, it had a greater quantity of microorganisms in the depths of 0-10 and 10-20 cm, which was related to the greater incorporation of organic matter and to the minimum tillage without inversion of the soil prism. The agroecological system had the highest degree of impact on key pests, with the application of biological means, but never exceeded the damage threshold. While the conventional one had a lesser degree of affectation, due to the constant application of pesticides. The crop yields in the two production systems were similar, but the agroecological one had a lower production cost, higher gross and net profit, with an economic effect of \$ 6,919.57 ha⁻¹. The conventional system has a lower net benefit due to the use of a greater number of tasks, inorganic seed treaters, chemical fertilization and pesticides, which increase the production costs of the crop.

Keywords: Agroecological system, Conventional system, Cost, Minimum tillage.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es uno de los principales granos del mundo, después del cultivo del maíz (*Zea mays* L), (Calzada *et al.*, 2019). Los mayores productores de este cultivo en el mundo son Brasil con 16 %, seguido de la India con 15.9 %, Myanmar con 10.5 %, China con 8.9 %, ocupando el quinto lugar se encuentra México con 5.8 %, y en sexto lugar los Estados Unidos con 5.6 %, (FAOSTAT, 2021). Las producciones de estos países se basan en sistemas

convencionales, que tienen altos gastos en energía fósil, abonos químicos sintéticos y pesticidas (Carrillo-Martínez *et al.*, 2019). A nivel mundial, son muy pocos los porcentajes de sistemas de producción de frijol que utilicen técnicas agroecológicas, con el objetivo de mantener producciones sustentables (Olivera *et al.*, 2016a).

En Cuba, las proyecciones estratégicas para la producción de este grano en el año 2020, estuvieron en 122545 ha destinadas para la siembra, y una producción de 136 570 t con un rendimiento entre los rangos de 1,10 a 1,4 t·ha⁻¹ (FAOSTAT, 2021). Las producciones de frijol en el país se han basado en sistemas convencionales, aunque se han realizado proyecciones para implementar técnicas agroecológicas (Olivera *et al.*, 2016a). Los sistemas agroecológicos basan sus producciones en laboreos de conservación de suelo y utilizan fertilizantes orgánicos y medios biológicos para combatir las plagas, que no dañan la biodiversidad funcional de los agroecosistemas (Calero-Hurtado *et al.*, 2019).

La provincia de Ciego de Ávila se encuentra entre las mayores productoras del frijol en Cuba y son poco utilizadas las alternativas agroecológicas en la producción (Olivera *et al.*, 2016b). Según Olivera *et al.* (2016a), la mayoría de las investigaciones, relacionadas con el cultivo del frijol, están sustentadas sobre un sistema de producción convencional y tienen en cuenta muy pocas alternativas agroecológicas. Para profundizar más en el tema, en este artículo científico se abordará la evaluación de la producción de frijol en los sistemas convencionales y agroecológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la finca La Estancia perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Rescate de Sanguily del municipio Morón en la provincia Ciego de Ávila. El suelo predominante es Ferralítico Rojo de acuerdo a la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba, la que se corresponde con la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015).

Para la investigación se utilizaron semillas de frijol Milagro Villaclareño, el cual ha sido difundido mediante el fitomejoramiento participativo del cultivo en la provincia. Las semillas de frijol se sembraron bajo un sistema de producción convencional (Olivera *et al.*, 2016b) y en uno con enfoque agroecológico, según (Olivera *et al.*,

2016a). En cada sistema se utilizaron parcelas de 25 m², replicadas cinco veces y distribuidas de forma aleatorias en el campo.

Características del sistema de producción de frijol convencional.

La preparación de suelo se realizó con el uso mayormente de arados de discos y con inversión del prisma del suelo. En la tabla 1 se muestra la secuencia de labores, la función y el tipo de implemento utilizado en la preparación de suelo.

Tabla 1. Preparación intensiva del suelo con inversión del prisma con Yunz 6AM.

No	Labor	Función	Implemento
1	Rotura	Roturar el suelo	ADI-3
2	Grada	Mullir el suelo	Grada 65
3	Grada	Cruce	Grada 965
4	Nivelación	Nivelar el terreno	Rail
5	Surcado	Surcar para la siembra	SA-3

Tratamiento de las semillas con productos inorgánicos: Se realizó el tratamiento de la semilla con CELEST TOP 312 con una dosis de 1,5 L/ha antes de la siembra a las semillas guardadas durante un año por los productores.

Siembra: Se realizó de forma manual el 15 de diciembre de 2018, en el período comprendido para la siembra del cultivo. Las semillas se sembraron a 5 cm entre plantas y a 70 cm entre hileras a razón de 250 000 semillas/ha.

Fertilización con abonos inorgánicos: Se realizaron varias aplicaciones, la primera de fondo antes de la siembra con fórmula completa NPK, con una dosis de 260 kg ha⁻¹ y la segunda a voleo de UREA con dosis de 50 kg ha⁻¹ a los 30 días de sembrado el cultivo.

Control de plagas sin utilización de controles biológicos: Se realizaron aplicaciones preventivas de fungicida ORION con una dosis de 0,5 kg ha⁻¹ a los 30 días después de la siembra, fungicida MANCOSEB con una dosis de 2,5 kg ha⁻¹ con dos aplicaciones en el ciclo, a los 35 y a los 45 días. Además, se realizaron aplicaciones foliares del plaguicida TITAN con una dosis de 0,2 L ha⁻¹ con 3 aplicaciones una a los 32, 39, 36 días después de la siembra y PIRATE con una dosis 0,5 L ha⁻¹ dos aplicaciones en el ciclo 40 y 47 días después de la siembra.

Control de malezas: Se realizó con herbicida: AJIL con una dosis de 0.75 L ha⁻¹ y herbicida FLEX (ingrediente activo) con una dosis de 0.5 L ha⁻¹ a los 30 y 45 días respectivamente después de la siembra.

Labores de cultivo: Se realizó a los 30 días después de la siembra, con un multiarado M-400.

Cosecha semi-mecanizada: Se realizó primero arranque manual y después la trilla mecanizada.

Características del sistema de producción de frijol con enfoque agroecológico.

La preparación de suelo se realizó con una tecnología de laboreo mínimo, con arados que no invirtieran el prisma del suelo. En la tabla 2 se muestra la secuencia de labores, la función y el tipo de implemento utilizado en la preparación de suelo.

Tabla 2. Preparación de suelo con tecnología de laboreo mínimo.

No	Labor	Función	Implemento
1	Subsoleo	Descompactar	Subsolador
2	Multiarado	Promover la superficie	Multiarado M-700
3	Tiller	Desmenuzar	Súper 350
4	Surcado	Surcar para la siembra	SA-3

Tratamiento de semillas con productos orgánicos: Se realizó el tratamiento de las semillas con *Rhizobium* sp con una dosis de 22 kg t⁻¹ antes de la siembra a las semillas guardadas durante un año por los productores.

Siembra: Se realizó de forma manual el 15 de diciembre de 2018, en el período comprendido para la siembra del cultivo del frijol. Las semillas se sembraron a 5 cm entre plantas y a 70 cm entre hileras a razón de 250 000 semillas ha⁻¹.

Fertilización con abonos orgánicos: Se incorporaron los restos de maíz que fue el cultivo que le antecedió en la preparación de suelo. Después de la preparación de suelo se le aplicó de fondo cachaza con una dosis de 5 t ha⁻¹. Se aplicó a los 30 días humus a voleo con una dosis de 1 t ha⁻¹. Se realizaron dos aplicaciones de Fitomas a los 30 y 50 días respectivamente después de la siembra con una dosis de 5 L/ha.

Control biológico de plagas: Se realizaron cuatro aplicaciones *BASILLUS THURINGIENSIS* con una dosis de 2 kg ha⁻¹ y una frecuencia de siete días a los 15, 22, 29, 36 días después de la siembra. Se realizaron cuatro aplicaciones de *BERTICILLIUM* con una dosis de 2 kg ha⁻¹ y una frecuencia de siete días a los 15, 22, 29, 36 días después de la siembra.

Labores de cultivo: A los 30 días después de la siembra se le realizó un aporque con un multigrado M-400.

Cosecha semi-mecanizada: Se realizó primero el arranque manual y después la trilla mecanizada.

Evaluaciones realizadas:

A las semillas se les determinó el porcentaje de germinación de la semilla a los 7 días y la emergencia de la semilla a los 7, 15 y 21 días, después de la siembra, según (Olivera *et al.*, 2016a).

Incidencia de plagas (%): Se realizó la determinación a partir de los 28 días después de la siembra, para dos plagas claves del cultivo, el Trips (*Thrips palmi* Karny) y la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius). Este indicador se determinó con una frecuencia cada siete días, hasta los 56 días después de la siembra según Olivera *et al.* (2016a). Para las evaluaciones se observaron en 100 plantas, la presencia o no del adulto de cada plaga, en el follaje. Para este cálculo se utiliza la ecuación $\% IP = n/N \times 100$. Donde: n. número de muestras donde aparece la plaga. N. número total de muestras tomadas.

Unidades Formadoras de colonias en el suelo (UFC): Se determinó la carga microbiana del suelo a los 60 días después de la siembra, según (Olivera *et al.*, 2016b). Para esta determinación, se tomaron 10 muestras de suelo de forma aleatoria, en las profundidades de 0-10 y de 10-20 cm, en cada sistema de producción. Luego de cada muestra de suelo, se separó 1 g y se diluyó en 99 ml de agua destilada, por el método de diluciones decimales y se sembraron a profundidad en placas de Petri. El análisis para cada tipo de microorganismo se realizó de la siguiente forma:

Bacterias: Se determinan en una dilución de 10^{-6} y el análisis se realiza a las 48 horas de plaqueado en Agar Nutriente.

Hongos: Se determinan en una dilución de 10^{-4} y se realizó la siembra en medios Agar Czapek y se observaron los resultados a las 72 horas después de la siembra a profundidad.

Actinomicetos: Se determinan en una dilución de 10^{-4} , y el análisis se realiza a las 48 horas de plaqueado en Agar Almidón Amoniaco.

En el momento de la cosecha se le evaluó a una selección de 150 plantas de cada sistema de producción la altura (cm), vainas por plantas, granos por vainas, masa de los granos por plantas (g), masa de 100 semillas (g) y el rendimiento por hectárea ($t\ ha^{-1}$), según (Fé Montenegro *et al.*, 2016).

Análisis económico: La valoración económica se realizó, después de la cosecha, donde se tuvo en cuenta el costo de las labores culturales realizadas en cada sistema de producción (Olivera *et al.*, 2016b).

Los principales indicadores económicos determinados fueron el beneficio neto y el efecto económico. Para lo cual se emplearon las ecuaciones $B_n = B_b - C_t$. Donde: B_n es el beneficio neto ($\$ \text{ha}^{-1}$), C_t el costo del sistema de producción ($\$ \text{ha}^{-1}$), B_b el beneficio bruto ($\$ \text{ha}^{-1}$). $B_b = V \cdot P_v$. Donde: V venta de la producción ($\$ \text{ha}^{-1}$) y P_v es el precio de venta de la producción ($\$ \text{ha}^{-1}$). $E_e = \Delta B_n$. Donde: ΔB_n es la diferencia entre los beneficios de cada uno de los tratamientos con respecto al testigo.

Análisis Estadístico

Se utilizó el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 21.0, donde se realizaron análisis paramétricos (T-Students, ANOVA bifactorial para $p < 0,05$). Para las variables en porcentajes los datos se transformaron según $y' = 2 \arccos(y/100)0.5$. El tipo de procesamiento y transformaciones realizados en cada caso aparecen reflejados en las tablas y figuras en Resultados y Discusión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se muestra la germinación a los siete días y la emergencia a los 21 días del cultivo de frijol en los sistemas de producción. En la misma se aprecia, que se obtuvieron porcentajes de germinación y emergencia superiores al 95 %. Además, no se muestran diferencias estadísticas en estos indicadores entre el sistema convencional y el agroecológico.

Tabla 3. Porcentaje de germinación y emergencia de las semillas de frijol sembradas en dos sistemas de producción.

Sistema de producción	Germinación (%) a los 7 días	Emergencia (%) a los 21 días
Convencional	97,50	95,25
Agroecológico	97,90	95,50
ES	± 0,40	± 0,35

ES. Error estándar de la media. Las medias indican (T-Students, $p < 0,05$). Cada dato representa la media para $n=100$

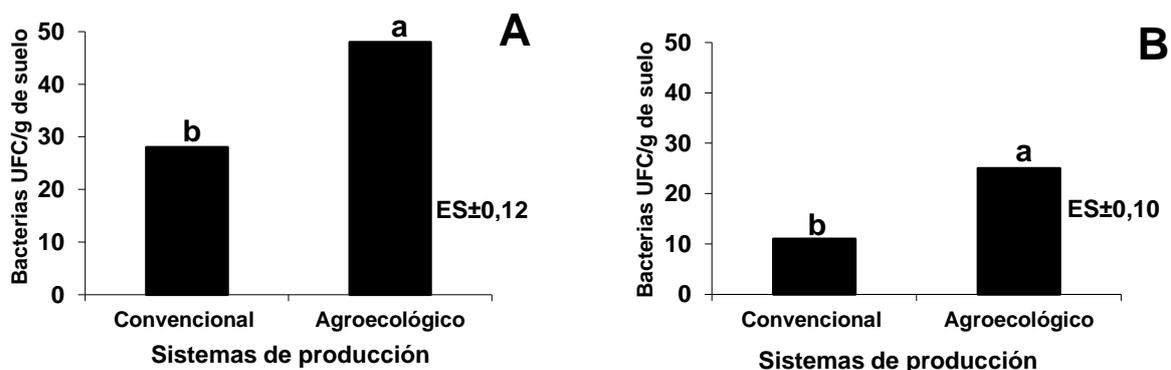
Los altos porcentajes de germinación y emergencia de las semillas obtenidas en esta investigación, se deben a la calidad fisiológica y al método de conservación, según González Torres *et al.* (2008). Además, se utilizaron tratadores de semillas

para su protección en el momento de la siembra como establece (Olivera *et al.* 2016b).

En el sistema convencional se utilizó el tratador inorgánico CELEST TOP 312, que es un tratador de semillas (Cruz-Martín *et al.*, 2015), que mantuvo las semillas libres de afectaciones por plagas. Los estudios Rojas-López (2016) demuestran el efecto protector en la semillas, durante la germinación y la emergencia, con la utilización de tratadores inorgánicos. Los tratadores inorgánicos, aunque protegen las semillas contra el ataque de plagas, incrementan los costos en los sistemas de producción agrícolas (Olivera *et al.*, 2016b).

En el sistema agroecológico, se obtienen resultados por encima del 95 % en estas variables, con el empleo del tratador orgánico *Rhizobium*. Estos resultados se corresponden con los de Calero-Hurtado *et al.* (2019) y Pérez-Peralta *et al.* (2019), que alcanzaron porcentajes de germinación en el frijol superiores al 95 %, con la aplicación de *Rhizobium*. Estos resultados demuestran que las semillas se mantienen libres de plagas y no tienen afectación en la germinación y emergencia. La utilización de este tratador orgánico disminuye el costo de producción sistema agrícola (Hidalgo Rodríguez *et al.*, 2019).

En la figura 1 se muestran la carga microbiana en los suelos de sistemas de producción de frijol a los 60 días después de la siembra. En el sistema de producción agroecológico, se muestra la mayor UFC de bacterias (Figura 1 A), hongos (Figura 1 C) y actinomicetos (Figura 1 E), en el suelo, a la profundidad 0-10 cm. En la profundidad de 10-20 cm, aunque se muestra una disminución en los microorganismos del suelo, el sistema agroecológico tuvo también la mayor UFC de bacterias (Figura 1 B), hongos (Figura 1 D) y actinomicetos (Figura 1 F), en el suelo.



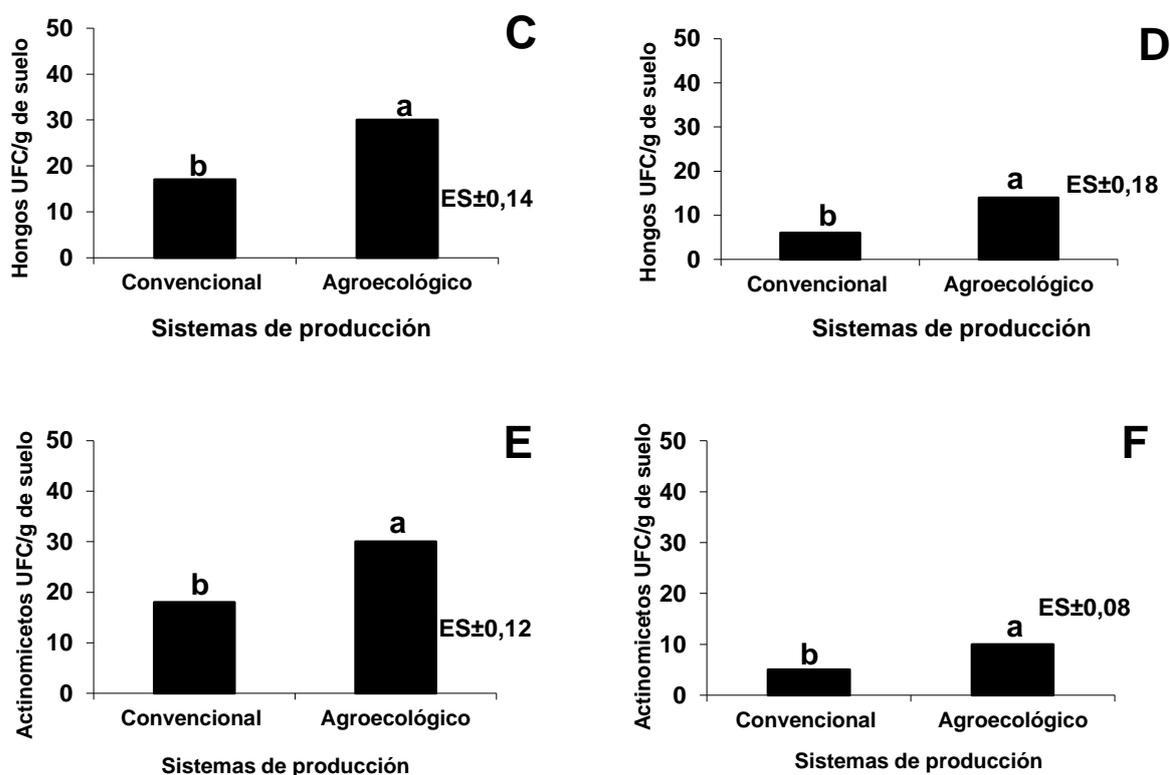


Figura 1. Carga Microbiana UFC/g del suelo en cada sistema de producción de frijol a los 60 días después de la siembra. Bacterias (A y B), Hongos (C y D) y Actinomicetos (E y F). Profundidad 0- 10 cm (A, C, E). Profundidad de 10-20 cm (B, D, F). UFC. Unidades formadoras de colonias. Medias con letras diferentes indican significación (T-Students, Tukey, $p \leq 0.05$). Cada dato representa la media para $n=5$.

En la capa superficial del suelo, se encuentra la mayor cantidad de microorganismos (Moreno *et al.*, 2018). En esta capa, se encuentran la mayor cantidad de microorganismos aeróbicos y descomponedores de la materia orgánica (Villalobos *et al.*, 2018). En el suelo de los sistemas de producción de frijol se muestra que hay mayor UFC en la capa superficial.

La disminución de la UFC en la profundidad de 10 – 20 cm en los dos sistemas, pudiera estar relacionado con la poca disponibilidad de materia orgánica y de oxígeno en las capas más profundas del suelo, según (Chilón, 2018). La mayoría de los microorganismos, descomponedores de la materia orgánica en suelo, son aeróbicos (Covarrubias *et al.*, 2015). A medida que aumenta la profundidad del suelo, disminuye la materia orgánica y la flora microbiana aeróbica (Ruiz, 2018).

El sistema agroecológico tuvo la mayor UFC en la capa superficial, lo cual pudo estar influenciado por incorporación de materia orgánica, lo que favoreció la proliferación de microorganismos descomponedores. En este sistema se realizaron

técnicas sustentables, laboreo mínimo sin inversión de prisma del suelo, la incorporación de los restos de la cosecha y aplicación de cachaza en el momento de la siembra y humus a los 30 días. Según Fonseca-Vargas *et al.* (2019) las técnicas agroecológicas incrementan la actividad microbiana del suelo. Además, las prácticas de conservación en el suelo, no solo incrementan los niveles de flora microbiana, si no que mantienen la biodiversidad funcional existente (Prieto y Osorio, 2019). Las aplicaciones de estas técnicas mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo (Escalona, 2018).

El sistema de producción convencional, tuvo la menor carga microbiana, en las dos profundidades de suelo. En este sistema se realizó un sistema de labranza de suelo convencional, con inversión del prisma. Según Cañizares (2017), estas labores, tienen un efecto negativo a corto, mediano y largo plazo en las propiedades físicas y químicas del suelo. En los sistemas convencionales, la pérdida de los microorganismos, se debe a la poca incorporación de la materia orgánica (Espinoza, 2004). Además, esta disminución pudo estar asociada al exceso de labores durante la preparación y a la inversión del prisma, que deja a los suelos desprotegidos de los rayos del sol, característica de los sistemas convencionales (Gomes *et al.*, 2011).

El grado de afectación de las plagas claves tuvo un comportamiento diferente (Figura 2). El trips a los 28 días, fue superior a 0,5 %, al umbral de daño, en ambos sistemas de producción (Figura 2 A). En el sistema convencional, el grado de afectación se redujo hasta 0,2 % a los 35 días, luego tuvo un incremento a partir de los 49 días, pero sin sobrepasar el umbral de daño. El sistema agroecológico, se redujo el grado de afectación hasta 0,45 % a los 35 días y se incrementó a los 36 días.

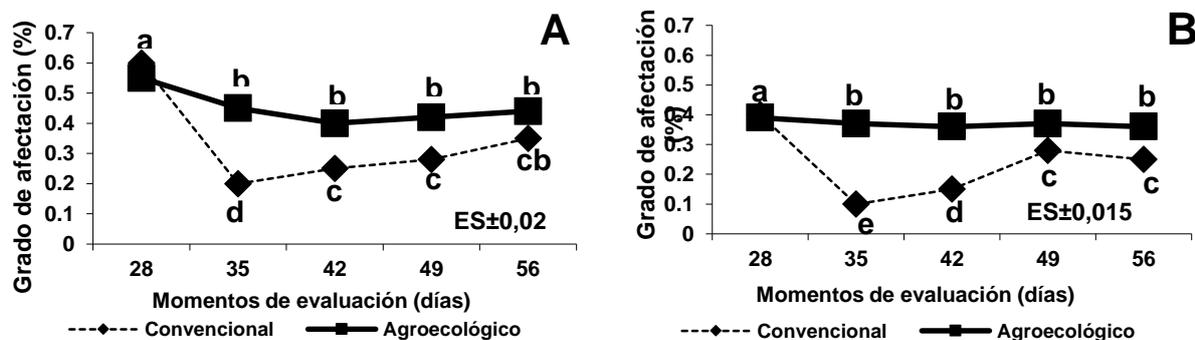


Figura 2. Grado de afectación de las plagas claves evaluado en los sistema de producción de frijol. (A) Grado de afectación del Trip (*Thrips palmi* Karny). (B) Grado de afectación de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius). *Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA bifactorial, Tukey, $p \leq 0,05$). Cada dato representa la media para $n=10$.*

El trips es una de las plagas claves del cultivo del frijol, sus afectaciones tienen consecuencia en la fecundación, el llenado del grano y los rendimientos (Barceló y Miranda, 2020). En los sistemas de producción de frijol, esta plaga se controla básicamente con productos químicos (Barceló, 2018). La aplicación descontrolada de insecticida ha inducido la resistencia de esta plaga, a una gama de agrotóxicos (Vincini, 2013). La disminución significativa a los 35 días en el grado de afectación, pudiera estar influenciada por la aplicación de los productos químicos para su control. Pero el incremento de este indicador a los 56 días, puede estar asociado a la resistencia del insecto a los agrotóxicos.

El grado de afectación de la mosca blanca tuvo un comportamiento similar (Figura 2 B). En el sistema convencional, tuvo una reducción a los 35 días y luego se incrementó a partir de los 42 días. Al igual que el trips (Figura 2 A), la reducción a los 35 días puede estar dada por las aplicaciones de productos químicos y el incremento a la resistencia a los agrotóxicos. El uso de agrotóxicos en los sistemas de producción encarecen los costos de producción, además de eliminar los controles biológicos y alterar la biodiversidad funcional del agroecosistema (Lopes y Albuquerque, 2018).

En el sistema agroecológico la mosca blanca y el trips, se mantienen estables, sin sobrepasar el umbral de daño. Este resultado pudiera estar asociado a la correcta aplicación de medios biológicos. Según Mejía (2018), la aplicación de productos biológicos controlan las plagas y enfermedades foliares en el cultivo del frijol y se mantienen los rendimientos sin necesidad de utilizar productos químicos.

La tabla 4, muestra que no existieron diferencias estadísticas entre las variables evaluadas en cada sistema de producción. Estas variables permitieron que se obtuvieran rendimientos superiores a $1,5 \text{ t h}^{-1}$.

Tabla 4. Variables evaluadas a las plantas de cada sistema de producción de frijol en el momento de la cosecha.

Sistema de producción	Altura de la planta (cm)	Vainas por plantas	Granos por vainas	Masa de granos por plantas (g)	Masa de 100 semillas (g)	Rendimiento (t h^{-1})
-----------------------	--------------------------	--------------------	-------------------	--------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

Convencional	68,80	18,00	7,50	20,20	22,50	1,85
Agroecológico	67,50	17,50	7,20	20,10	21,85	1,86
ES	± 1,30	± 0,50	± 0,30	± 0,10	± 0,75	± 0,01

ES. Error estándar de la media. *Las medias indican (T-Students, $p < 0,05$). Cada dato representa la media para $n=100$*

El sistema agroecológico, de acuerdo a los resultados obtenidos, puede ser una alternativa para la producción de frijol, según Olivera *et al.* (2016b). Estos resultados se corresponden con los de González *et al.* (2017), Martínez Campos *et al.* (2019), Pérez *et al.* (2019), en la evaluación agro-productiva del cultivar milagro villaclareño. En la tabla 5 se muestra la valoración económica de los sistemas de producción de frijol. En la misma se muestra que el sistema agroecológico tuvo un menor costo de la producción, mayor beneficio neto, beneficio bruto. Este sistema mostró un efecto económico de la producción de 6919,57\$ ha⁻¹, respecto al sistema convencional.

Tabla 5. Valoración económica de los sistemas de producción de frijol.

Sistema de producción	Costo total de la producción (\$ ha ⁻¹)	Beneficio Neto (\$ ha ⁻¹)	Beneficio Bruto (\$ ha ⁻¹)	Efecto Económico (\$ ha ⁻¹)
Convencional	7833,81	15480,00	14565,75	
Agroecológico	1051,24	15660,00	7646,19	6919,57

La investigación demuestra que el sistema convencional tuvo un mayor costo de la producción. El incremento del costo de este sistema está relacionado con la fertilización, a la aplicación de agrotóxicos. Los fertilizantes tuvieron un costo total de 550,31 \$ ha⁻¹, los fungicidas de 2600,5 \$ ha⁻¹, los insecticidas 1750,5 \$ ha⁻¹ y los herbicidas de 1700,08 \$ ha⁻¹. El costo de los sistemas de producción convencionales se incrementa debido al uso desmedido de fertilizantes inorgánicos y agrotóxicos en todo el ciclo del cultivo (Barceló 2018). Además de tener un costo elevado, estos productos tienen efectos negativos en los agroecosistemas de producción de frijol, como se muestra en la disminución de la flora microbiana del suelo (Figura 1) y en la dependencia, para controlar la incidencia de plagas (Figura 2).

El sistema agroecológico tuvo un menor costo de producción, debido a la utilización de fertilizantes orgánicos, que tuvieron de 423,60\$ ha⁻¹ y los productos biológicos utilizados de 107,40 \$ ha⁻¹. Además, en la preparación de suelo se realizan dos

labores menos que el sistema convencional. Los sistemas de producción agroecológicos son viables económicamente y no afectan los agroecosistemas (Puelles *et al.*, 2014; Prieto y Osorio 2019). Los resultados de esta investigación se corresponden con los de Olivera *et al.* (2016b), que tuvo un menor costo de producción en el frijol negro y rojo bajo un sistema con enfoque agroecológico.

CONCLUSIONES

1. Los tratadores de semillas utilizados en el sistema agroecológico garantizan, germinación y emergencia de las semillas con valores superiores al 95 %. Además, las labores de preparación de suelo y la aplicación de fertilizantes orgánicos utilizados en este sistema, garantiza una mayor flora microbiana en las profundidades de suelo de 0-10 cm y de 10-20 cm.
2. El grado de afectación de las plagas claves fue superior en el sistema agroecológico, con el empleo de productos biológicos, pero no sobrepasó el umbral de daño. En el sistema convencional se reduce el grado de afectación de las plagas, con dependencia de la aplicación constante de agrotóxicos.
3. El rendimiento del cultivo, en los dos sistemas de producción fue similar, pero el agroecológico tuvo menor costo de producción, mayor beneficio bruto y neto, con un efecto económico de 9957,13 \$/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELÓ, A. M. y MIRANDA, Y. S. (2020). Artrópodos nocivos asociados al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en una zona agroecológica en la provincia de las Tunas, Cuba. *Revista Ojeando la Agenda*. España, Vol. 63, No. 2, p. 1-10.
- BARCELÓ, Mendez (2018). Evaluación de la carga tóxica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en áreas de la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. Dilemas Contemporáneos: *Revista Educación, Política y Valores*. México, Vol. 6, No. 1, p. 10-20.
- CALERO-HURTADO, Alexander...[et al.] (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del fríjol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Honduras, Vol. 20, No. 2, p. 30-40.
- CALZADA, Kolima, FERNÁNDEZ, Juan y MELÉNDREZ, Jorge (2019). Efecto de un promotor del crecimiento activado molecularmente sobre la germinación y la

- producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista InfoCiencia*. Cuba, Vol. 19, No. 3, p. 12.
- CAÑIZARES, Jose Antonio (2017). Caracterización preliminar de tecnologías de labranza de suelo. *Revista Ingeniería Agrícola*. Cuba, Vol. 5, No. 1, p. 8-13.
- CARRILLO-MARTÍNEZ, Cristina...[et al.] (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annum*.) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Revista Acta universitaria*. México, Vol. 29, No. 1, p. 19-84.
- CELIS, Juan, SANDOVAL, Maria y ZAGAL, Erick (2009). Actividad respiratoria de microorganismos en un suelo patagónico enmendado con lodos salmonícolas. *Revista Archivos de medicina veterinaria*. Chile, Vol. 41, No. 3, p. 275 - 279.
- COVARRUBIAS, Sergio, BERUMEN, José y CABRIALES, Juan (2015). El papel de los microorganismos en la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados. *Revista Acta universitaria*. México, Vol. 25, No. 3, p. 40-45.
- CRIBE-SUÁREZ, Yoeny...[et al.] (2019). Estrategia de manejo agroecológico en sistemas cacaoteros de la Empresa "Coronel Arturo Lince González". *Revista Hombre, Ciencia y Tecnología*. Guantánamo. Cuba, Vol. 23, No. 1, p. 75-82.
- CRUZ-MARTÍN, Maleidin, MESA-GARCÍA Reinaldo y CRUZ-MARTÍN, Maily (2015). Efecto de Celest Top 312 FS sobre el vigor de plantas de ajo (*Allium sativum* L.). *Revista de protección vegetal*. Cuba, Vol. 30, No. 1, p. 150-150.
- CHILÓN, Eduardo. (2018). El Paradigma "Suelo Vivo". *Revista APTHAPI*. Bolivia, Vol. 4, No. 1, p.11-88.
- ESCALONA, Sorxiret. (2018). Técnicas de cultivo agroecológicas para la promoción del desarrollo endógeno sustentable. *Revista AMBIENTELLANIA*. Colombia, Vol. 1, No.1, p. 1-10.
- ESPINOZA, Yani. (2004). Calidad de la materia orgánica bajo diferentes prácticas de manejo en un suelo ácido tropical. *Revista Facultad de Agronomía*. Argentina, Vol. 21, No. 1, p. 126-140.
- FAOSTAT (2021) Estadística de la producción mundial del frijol. Disponible en: www.fao.org/faostat/es/#home. Consultado 22-4-2021.

- FÉ MONTENEGRO, Carlos de la...[et al.] (2016). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba. *Revista Cultivos Tropicales*. Cuba, Vol. 37, No. 2, p.102-107.
- FONSECA-VARGAS, Ronald ...[et al.] (2019). Retención de carbono en un suelo dedicado al cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) bajo un manejo convencional y de mínima labranza. *Revista Tecnología en Marcha*. Costa Rica, Vol. 32, No. 4, p. 116-132.
- GOMES, Juliano...[et al.] (2011). Pérdidas de agua por evaporación en maíz con siembra convencional y directa para diferentes niveles de cobertura muerta. I. resultados experimentales. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Cuba, Vol. 20, No. 2, p. 60-64.
- GONZÁLEZ TORRES, Gabriela...[et al.] (2008). Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. *Revista Agricultura técnica en México*. México, Vol. 34, No. 4, p. 421- 430.
- GONZÁLEZ, Yaneisy, SANTANA, Ioan y SISNE LUIS Maria L. (2017). Entomofauna presente en la asociación frijol, trigo y maíz en la finca “la provechosa”, Ciego de Ávila. *Universidad&Ciencia, Ciego de Avila*. Cuba, Vol. 6, No. 2, p. 42-52.
- HERNÁNDEZ, Juan...[et al.] (2015 b). Clasificación de los suelos de Cuba. p 93, Mayabeque. Cuba : Ed INCA.
- HIDALGO RODRÍGUEZ, José Ernesto...[et al.] (2019). Coinoculación de *Rhizophagus irregularis* y *Rhizobium* sp. en *Phaseolus vulgaris* L. var. canario (*Fabaceae*) frijol canario. *Revista Arnaldoa*. Peru, Vol. 26, No. 3, p. 991-1006.
- LOPES, C. V. y ALBUQUERQUE G. S. (2018). Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Revista Saúde em Debate*. Brasil, Vol. 45, No. 1, p. 518-534.
- MARTÍNEZ CAMPOS, Pedro...[et al.] (2019). Arvenses presentes en cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) de siembra intermedia y su influencia en el rendimiento agrícola. *Revista Centro Agrícola*. Villa Clara. Cuba, Vol. 46, No. 3, p. 58-66.
- MEJÍA, Kevin (2018). Efecto de bioplaguicidas sobre la incidencia de plagas y enfermedades foliares y componentes de rendimiento del frijol común (*Phaseolus*

- vulgaris* L.) en Santa Rosa de Copán. *Revista Ciencia y Tecnología*. Ecuador, Vol. 1, No. 1, p. 58-73.
- MORENO, Alejandro...[et al.] (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*. Colombia, Vol. 20, No. 1, p. 68-83.
- OLIVERA, Ariel...[et al.] (2016 b). Comportamiento agroproductivo de diferentes variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*. L) en la finca «Las María» del municipio Primero de Enero. *Revista Universidad&Ciencia*. Ciego de Ávila, Cuba,, Vol. 5, No. 2, p. 52-78.
- OLIVERA, Ariel...[et al.] (2016 a) Comportamiento agroproductivo de un sistema de producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*. L) con enfoque agroecológico en el municipio Primero de Enero. *Revista Universidad & Ciencia*. Ciego de Ávila, Cuba, Vol. 5, No. 2, p 26-51.
- PÉREZ-PERALTA, Paulina...[et al.] (2019). Respuesta del simbiosistema frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y *Rhizobium tropici* CIAT899 ante el efecto alelopático de *Ipomoea purpurea* L. Roth. *Revista Argentina de Microbiología*. Argentina, Vol. 51, No. 1, p. 47-55.
- PÉREZ, Wilfredo, MARÍN Rubén y LÓPEZ, Ybrahim (2019). Comportamiento agroproductivo de 10 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el agroecosistema en Yaguajay. *Revista InfoCiencia*. Cuba, Vol. 19, No. 3, p. 10.
- PRIETO, E. C. y OSORIO, Á. A. (2019). Efectividad de cuatro prácticas agroecológicas de conservación de suelos, frente a procesos erosivos hídricos en Guasca--Cundinamarca. *Revista Lasallista de Investigación*. Colombia, Vol. 16, No. 1, p. 20.
- PUELLES GALLO, Maria, LLORENS MARÍN Miguel y TALLEDO FLORES Hernan (2014). El factor de la percepción de control en la intención de compra de productos ecológicos. *Revista Innovar*. Colombia, Vol. 24, No. 54, p. 139- 152.
- ROJAS LÓPEZ, Betsabel (2016). Efecto del tratamiento a las semillas con Celest® Top en indicadores de crecimiento, plagas y rendimientos agrícolas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Villa Clara. Cuba. 75 h. Tesis presentada en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

- RUIZ, Sandro (2018). Influencia de microorganismos sobre características fisicoquímicas de los suelos de cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en tingo maria. *Revista Investigación y Amazonia*. Colombia, Vol. 2, No. 1, p. 1- 2.
- VILLALOBOS, Santos...[et al.] (2018). Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas*. México, Vol. 9, No. 1, p. 191- 202.
- VINCINI, Ana Maria (2013). Trips transmisores de Tomato spotted wilt virus (TSWV) en cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para industria. *Revista Latinoamericana de la Papa*. Argentina, Vol. 17, No. 2, p. 73-102.