



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

**DEDUCCIONES SUBSIGUIENTES AL USO DE
MICROORGANISMOS NATIVOS EFICIENTES
EN DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA
EL CULTIVAR DE FRIJOL CALIMA
(*PHASEOLUS VULGARIS L.*) EN ZONA RURAL
DE BUENAVENTURA, VALLE COLOMBIA**

**DEDUCTIONS SUBSEQUENT TO THE USE OF
EFFICIENT NATIVE MICROORGANISMS IN DIFFERENT
CONCENTRATIONS FOR THE CULTIVATION OF
CALIMA BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) IN THE
RURAL AREA OF BUENAVENTURA, COLOMBIA
VALLEY**

Dagoberto Torres Valencia
Universidad del Pacífico

Sol Francini Lozano Pretel
Universidad del Pacífico

María Camila Ocoro Sinisterra
Universidad del Pacífico

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14825

Deducciones subsiguientes al uso de microorganismos nativos eficientes en diferentes concentraciones para el cultivar de frijol calima (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona rural de Buenaventura, valle Colombia

Dagoberto Torres Valencia¹

dtorres@unipacifico.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-8111-0647>

Programa de Agronomía

Universidad del Pacífico

Sol Francini Lozano Pretel

sflozanop@unipacifico.edu.co

<https://orcid.org/0009-0008-5423-3594>

Programa de Agronomía

Universidad del Pacífico

María Camila Ocoro Sinisterra

mcocoros@unipacifico.edu.co

<https://orcid.org/0009-0008-7037-5242>

Programa de Agronomía

Universidad del Pacífico

RESUMEN

El objetivo de este estudio se centró en evaluar el efecto bajo la aplicación de microorganismos eficientes en diferentes concentraciones en el cultivo de frijol calima (*Phaseolus vulgaris*). La investigación se realizó en Buenaventura, valle del cauca, vereda de zacarías río dagua, se trabajó con un diseño experimental bloques completos al azar (BCAA) con 3 repeticiones y seis tratamientos, para un total de 15 parcelas experimentales. Los tratamientos con microorganismos nativos a desiguales proporciones, superaron estadísticamente al testigo absoluto en todas las variables de respuestas evaluadas, y el tratamiento con 200g/planta de M.O + Súper Magro (2%), resultó el más eficaz, seguido del tratamiento con 300g/planta de M.O + Súper Magro (3%). Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la aplicación combinada de microorganismos autóctonos más súper magro al 2% y 3% aumentó el desarrollo de la planta, así como el rendimiento. Mostrando que estos insumos orgánicos son una alternativa muy viable para la producción sustentable en la agricultura para los pequeños productores agropecuarios, por tanto, se recomienda aplicar dosis de 200g de M.O + Súper Magro (2%) y 300g de M.O + Súper Magro (3%) para el mejor desarrollo del cultivo y productividad del frijol.

Palabras Clave: materia orgánica, agricultura biológica, microbios del suelo, micro fauna, agroecología

¹ Autor principal

Correspondencia: dtorres@unipacifico.edu.co

Deductions subsequent to the use of efficient native microorganisms in different concentrations for the cultivation of calima beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the rural area of Buenaventura, Colombia valley

ABSTRACT

The objective of this study focused on evaluating the effect of applying efficient microorganisms at different concentrations in the calima bean crop (*Phaseolus vulgaris*). The research was carried out in Buenaventura, Cauca Valley, Zacarías Río Dagua village, working with a randomized complete block experimental design (BCAA) with 3 repetitions and six treatments, for a total of 15 experimental plots. Treatments with native microorganisms in unequal proportions statistically surpassed the absolute control in all the response variables evaluated, and the treatment with 200g/plant of M.O + Super Lean (2%) was the most effective, followed by the treatment with 300g/plant. M.O + Super Lean plant (3%). The results obtained in this study showed that the combined application of indigenous microorganisms plus super lean at 2% and 3% increased plant development, as well as yield. Showing that these organic inputs are a very viable alternative for sustainable production in agriculture for small agricultural producers, therefore, it is recommended to apply doses of 200g of M.O + Super Lean (2%) and 300g of M.O + Super Lean (3%). % for the best development of the crop and productivity of the bean.

Keywords: organic matter, organic farming, soil microbes, microfauna, agroecology

Artículo recibido 08 agosto 2024

Aceptado para publicación: 10 septiembre 2024



INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta comestible es una de las leguminosas más importantes, por componerse en un complemento nutricional imprescindible en la alimentación. Este género proporciona una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta de la humanidad (Calero et al., 2018; Polania et al., 2016).

Los países asiáticos exteriorizan la mayor superficie cosechada de frijol en todo el mundo, con aproximadamente 18.338.600 hectáreas, seguidos por África con 7.893.900 hectáreas y América latina con 6.544.600 hectáreas (FAO, 2020). La producción mundial de este cultivo alcanza los 30,4 millones de toneladas y entre los mayores países productores se encuentran India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, China, Tanzania, México y Uganda (FAO, 2018).

En términos generales y nutricionales, los granos de frijol son una gran fuente de proteína, ricos en minerales (especialmente hierro y zinc) y vitaminas (García et al., 2012).

En una gran cantidad de países de América Latina los cultivadores de frijol, siguen apegándose a los sistemas tradicionales de producción; no obstante, se ha demostrado que el sistema de labranza mínima y de siembra directa, contribuyen significativamente a la conservación del suelo y provocan un buen desarrollo del cultivo de esta especie. Se destaca la siembra directa que crea distintos ambientes con respecto a la preparación del suelo convencional, debido a los efectos de los residuos vegetales en la superficie del terreno y del reducido movimiento de este (Basso et al., 2011).

En el país de México se conoce como frijol a diferentes especies del género *Phaseolus*, entre las cuales, las de mayor importancia económica son: *P. vulgaris* (frijol común), *P. coccineus* (frijol ayocote), *P. lunatus* (frijol lima) y *P. acutifolius* (frijol tépari). (Alvares et al., 2015). Durante la década actual, la cosecha mundial de frijol reporta una ligera tendencia al alza, impulsada por aumentos en la superficie cosechada y en los rendimientos por unidad de superficie. Myanmar, India, Brasil, México, Tanzania, Estados Unidos y China son los principales productores de frijol, y en conjunto aportan 64.8 % de la oferta global, su comercio en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas, y como proporción del consumo global de esta leguminosa, porque en general los principales países productores son también los consumidores más importantes (Fira, 2016).

En Colombia el área sembrada de frijol es de aproximadamente 125000 hectáreas con una producción anual de 137500 toneladas. El 93% de la producción se concentra en la región andina, con el 22% en Antioquia, el 19% en Santander, el 14% en Nariño, el 12% en Boyacá, el 10% en Norte de Santander y el 1% en el departamento de Huila (Arias, 2004). Y el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es de gran importancia en la economía campesina. Tradicionalmente cultivado por pequeños y medianos productores familiares en la zona Andina, es sembrado en conjunto y rotación con otros cultivos transitorios como maíz y arveja. Además de aportes de orden económico, como generador de empleo, esta leguminosa juega un rol importante en la nutrición de las familias campesinas debido a su alto aporte de proteína y de minerales (Arias et al., 2007).

En la zona rural de Buenaventura se hizo un sembrado de frijol común con una población final de 133.333 plantas por hectárea. La germinación ocurrió entre 5 y 6 días después de la siembra y la floración entre los 45 y 51 días, la recolección de las vainas producidas se hizo una vez por semana, desde los 60 hasta los 104 días, sobresaliendo la variedad IT95K-52-34, con una producción de 1.212 kilogramos de grano por hectárea (López, 2012).

Los microorganismos eficientes son un consorcio microbiano de distintas especies de microorganismos beneficiosos aeróbicos y anaeróbicos. Cultivados en un medio líquido, esta combinación inteligente contiene alrededor de ochenta tipos de microorganismos, siendo mayoritariamente compuesto por bacterias foto trópicas o fotosintéticas, bacterias del ácido láctico, hongos, levaduras y actinomicetos; que se aplican como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos (Calero et al., 2018).

La diversidad de microorganismos es menos conocida que la de los recursos fito y zoo genético, sin embargo, representa un recurso genético de alta importancia en la agricultura (Lobo, 2008). Los microbios son utilizados en la agronomía para varios propósitos; como importante componente de las enmiendas orgánicas y compost, como inoculante de leguminosas para fijación biológica de nitrógeno, como un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades de las plantas, para incrementar la calidad y productividad de los cultivos, y para reducir las labores. (Higa y Parr, 2013).

Los microorganismos nativos eficientes (ENM) son un grupo de microorganismos benéficos, como aquellos aeróbicos y también anaeróbicos. Estos incluyen bacterias del ácido láctico, bacterias

fotosintéticas, levaduras, hongos como los actinomicetos y bacterias fermentativas. (Enríquez y Viera, 2010). Estos microorganismos existen en grandes cantidades en la naturaleza y se utilizan en la agricultura para contribuir al desarrollo y crecimiento de las plantas. También se utiliza en el procesamiento de alimentos y en diversos fermentados para animales completamente inofensivos para humanos y animales (Moreno y Velarde, 2016).

Algunos de estos microorganismos que son endófitos, colonizan los tejidos internos de las raíces y desarrollan actividades dentro de la planta que influyen en la promoción del crecimiento y la protección de la planta. Entre ellos también se encuentran los mutualistas de plantas, los más importantes de los cuales incluyen las bacterias fijadoras de nitrógeno y los hongos micorrízicos. Las micorrizas contribuyen a la absorción de nutrientes, especialmente fósforo, para las plantas tanto en ecosistemas agrícolas como naturales. Esta relación simbiótica no sólo mueve nitrógeno de diversas fuentes, sino que también mejora la absorción de agua y otros nutrientes, por otra parte, la simbiosis micorrízica mejora la estructura del suelo mediante la formación de micro agregados, que son necesarios para un buen estado de humedad y nutrientes del suelo (Pedraza et al., 2010).

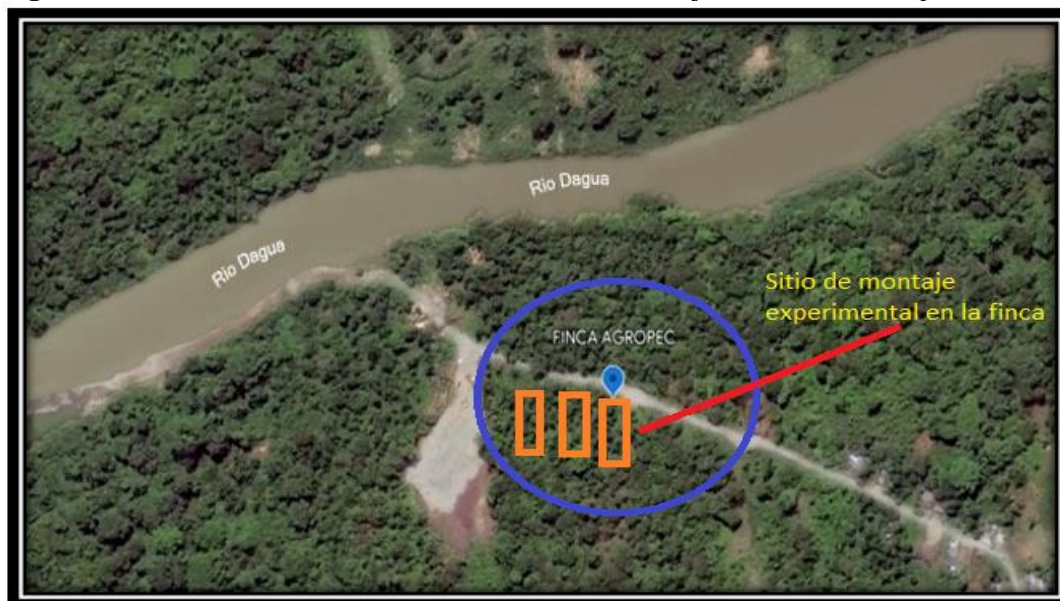
MATERIALES Y METODOS

Establecimiento de la experiencia

La investigación se llevó a cabo en la vereda Mondomito del consejo comunitario de las palmeras, en la vía Zacarías, la cual hace parte del corregimiento #8 del distrito de Buenaventura-Valle del Cauca, la cual se encuentra a 23 msnm en paisajes de vega (zonas aluviales) y el clima de la región es Cálido pluvial. El lugar se ubica geográficamente así: limita al norte con la zona urbana de Buenaventura, por el sur con la comunidad de alto Potedo, al sureste con campo hermoso, al noroccidente y al Oeste con las comunidades Zacarías. Las coordenadas son: de 3°.83'.88.9" N y 77°.05'.89.5" W. La zona de estudio posee condiciones climáticas con precipitación media de 6,898 mm anual, humedad relativa media del 90% y una temperatura media anual de 26°C (Ideam, 2010).



Figura 1. Ubicación de realización del estudio en el Consejo Comunitario las palmeras Zacarías



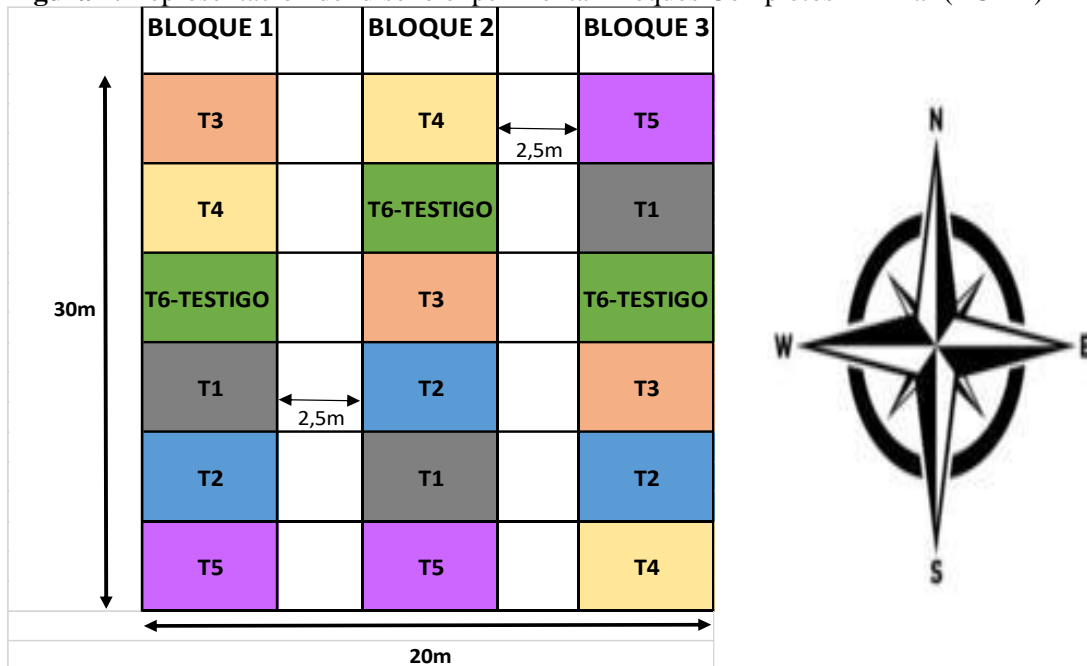
Fuente: Google Earth, (2023).

El diseño experimental usado en esta investigación fue de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 18 parcelas (figura 2). Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: **T1** con 100 ml de microorganismos líquidos al 5%, 10% y 15%, 100ml de Supermagro al 1% y 100g de abono orgánico por planta. **T2** con 200 ml de microorganismos líquidos al 5%, 10% y 15%. 200ml de Supermagro al 2% 150g de abono orgánico por planta. **T3** con 300 ml de microorganismos líquidos al 5%, 10% y 15%. 300 ml de Supermagro al 3% .200g de abono orgánico por planta. **T4** con 400 ml de microorganismos líquidos al 5%, 10% y 15%. 400 ml de Supermagro al 4% 200g de abono orgánico por planta. **T5** con 500 ml de microorganismos líquidos al 5%, 10% y 15%. 500 ml de Supermagro al 5% 200g de abono orgánico por planta. **T6** control testigo absoluto: No recibe aporte nutricional con abono orgánico sólido ni líquido en el diseño experimental.

Para el registro de las variables a estudiar los datos se tomaron semanalmente las siguientes variables de respuesta: número de hojas, altura de planta, número de vainas, granos por vainas, en el periodo vegetativo del frijol: las otras variables como peso del grano, granos por vainas, y rendimiento se registraron al terminar el ciclo vegetativo del cultivo. En consecuencia, el procedimiento fue el que sigue: Altura de la planta fue por lectura directa, con cinta métrica se midió desde la superficie del suelo hasta la hoja superior.

Número de hojas se obtuvo observando cada una de las plantas desde el primer brote hasta el último. Número de vainas por planta se obtuvo observando cada una de las plantas y contabilizando el número de vainas presentes en todo el experimento. Número de granos por vaina: se contó el número de granos por vainas en todas las parcelas. Peso de 100 granos, aquí se tomaron 100 granos por parcela y se pesaron en una balanza analítica.

Figura 2. Representación del diseño experimental Bloques Completos Al Azar (BCAA)



Las dimensiones de las parcelas fueron de 5 metros de ancho por 5 metros de largo para un área por parcela de 25 m². Dentro de ella se estableció la variedad de frijol calima de la especie (*Phaseolus vulgaris* L.), a una distancia de 1 metro entre surcos y de 25 cm entre plantas para un total de 100 plantas por parcela. Las dimensiones de la parcela útil fue 3 metros de ancho y 4.5 metros de largo lo que equivale a un área de 13.5 m² y 54 plantas por parcela. El área total del experimento fue de 450 m².

En la preparación del lote experimental primero se realizó la delimitación del terreno, donde se confeccionaron los bloques con sus respectivas parcelas, luego se realizó la limpieza en el área delimitada y sus alrededores, posteriormente se hizo el trazado utilizando cabuyas y estacas, luego se prepararon las unidades experimentales distribuyendo cada uno de los tratamientos.

Luego se aplicó materia orgánica la cual se mezcló con arena utilizando una relación de 2:1 respectivamente a las unidades experimentales según los tratamientos y el diseño establecido, en seguida realizó la siembra de semillas manualmente dejando 1 metro entre surcos, seguidamente se realizó la

siembra dejando 3 semillas por sitio, en total fueron 300 semillas por parcela, para un total de semillas de 5400 utilizadas. Luego de una semana cuando las semillas estuvieron totalmente germinadas y vigorosas, se realizó el raleo dejando la planta que presentó las mejores condiciones morfológicas por sitio, transcurrido de tres semanas después de la germinación, se comenzó con la toma de datos del componente fisiológico y fitosanitario a la aplicación de diferentes concentraciones de (ENM) y posteriormente se comenzó con la aplicación de los microorganismos líquidos y el supermagro con las diferentes dosis determinadas.

La preparación de los microorganismos nativos eficientes se realizó atendiendo esta técnica, primero la preparación del alimento el cual es el medio de cultivo que se utiliza para la multiplicación de los microorganismos, en la preparación del alimento se usó 13 kilos de melaza, 1 litro de leche cruda y 100 litros de agua sin cloro o reposada al menos 24 horas (si es de acueducto y esta clorada), luego se homogenizo los ingredientes agitándolos y quedando listo el alimento; luego se preparó el iniciador que es la mezcla de microorganismos colectados en campo y el alimento, para ello se necesitó tener unos materiales tales los (ENM) capturados, un vaso de yogurt, 60g de levadura (previamente disuelta en agua) y 60 centímetros cúbicos de salsa de soya, un litro de alimento estos ingredientes después de licuarse se adicionaron 19 litros de alimento más en un recipiente con esto se preparó 20 Litros de iniciador, dejó en reposo por 15 días en los cuales está preparado el iniciador; seguidamente se preparan los microorganismos sólidos para la elaboración de los microorganismos sólidos se necesitaron los siguientes ingredientes y materiales; una caneca plástica de 60 litros con tapa sencilla, 5 litros de cascarilla de arroz, 20 litros de harina de maíz, 20 litros de harina de soya, y 5 litros de carbón vegetal, Posteriormente se realizó una mezcla en seco y cuando estuvo homogenizado se le agregaron de 9 a 10 litros del iniciador hasta que la mezcla estuvo una humedad del 60% y se realizó la prueba de puño, esta mezcla fue la base para la preparación de los microorganismos sólidos aeróbicos y anaeróbicos; finalmente se preparó el supermagro el cual es el aporte de minerales al abono orgánico de la siguiente manera; hacia la preparación se usaron los siguientes insumos.

Una caneca de 200 litros para agitar bien la mezcla de todas las sales minerales, 9 garrafones plásticos de 20 litros, 18 litros de (ENM) líquidos por cada mineral, dos litros de jugo de cítricos (Jugo de guayaba) o frutas que tengan buenos niveles de ácido cítrico.



Las cantidades de minerales calculadas se definió en la siguiente tabla 1, siendo el apoyo para la realización.

Tabla 1. Minerales estipulados para la preparación del supermagro completo utilizado en el experimento

ELEMENTO	SAL MINERAL	CANTIDAD
Fósforo	Roca fosfórica	500 gramos
Potasio	Patenkali (sulfato de potasio)	500 gramos
Calcio	Cal agrícola o dolomita	200 gramos
Magnesio	Sulfato de magnesio	500 gramos
Azufre	Azufre elemental	500 gramos
Cobre	Sulfato de cobre	500 gramos
Zinc	Sulfato de zinc	500 gramos
Manganeso	Sulfato de manganeso	500 gramos
Hierro	Sulfato u óxido de hierro	500 gramos

Fuente: Elaboración de los autores (2024).

Por medio de la fermentación aeróbica y anaeróbica se obtuvieron los residuos líquidos y sólidos, de los cuales aquellos residuos líquidos se usaron como abono foliar en la investigación, y las aplicaciones de los microorganismos líquidos y sólidos más el supermagro se innovaron desde el momento de la siembra.

Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizaron las siguientes técnicas: Análisis de Varianza con un nivel de significancia de 0,05 y prueba de comparación de promedios de Tukey para la variable número de vainas.

Análisis de regresión logístico para la variable de altura de planta. Se ajustó el número de hojas a un modelo de segundo grado, utilizando el método de mínimo cuadrado. Análisis de datos utilizando el modelo lineal mixto generalizado y el método de diferencias mínimas cuadráticas con un nivel de significancia del 5% para las variables número de vainas por parcela, número de semillas por parcela, pesos de vainas más semillas y rendimiento. El procesamiento de los datos de acuerdo con cada una de las técnicas estadísticas de las que se hace mención anteriormente se llevó a cabo utilizando el software estadístico SAS en su versión 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los datos altura de la planta en cada tratamiento se realizó un ajuste a un modelo logístico o de verhulst, siendo uno de los propósitos del análisis, la estimación de los parámetros del modelo a, b, c. Para la comparación de los tratamientos se utilizó el parámetro a, el cual en términos teóricos expresa la altura máxima que podría alcanzar la planta (Tabla 2).

De acuerdo con los resultados consignados en la Tabla 2, la mayor altura de planta se observa en los tratamientos 200 M.O + Super Magro (2%) y 300 M.O + Super Magro (3%) con valores de 47.9 y 47.8 cm, respectivamente los cuales difieren significativamente de 100 M.O + Super Magro (1%) y 400 M.O + Super Magro (4%) donde el valor promedio es de 42.1 cm. Los menores valores de altura de planta se observaron en los tratamientos 500 M.O + Super Magro (5%) y el Testigo Absoluto con valores de 32.5 y 32.6 cm correspondientemente.

Hurtado *et al.*, (2020). Demostraron en su estudio que los bioproductos generaron una respuesta positiva en la altura de las plantas con respecto al control y con otro tratamiento encontrando diferencias estadísticas. La medida de la planta obtenida en plantas de habichuela fue incrementada con el tratamiento microorganismos eficientes en 50% con relación al control y 14% comparado con la aplicación del bioproducto vermicompost lixiviado, y al mismo tiempo este último fue superior en 33% al tratamiento control resultados que se asemejan a los resultados obtenidos en esta investigación.

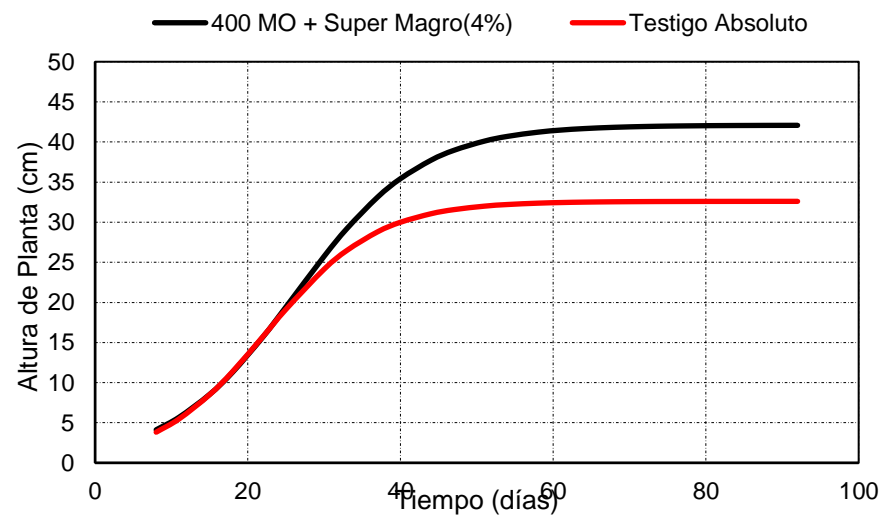
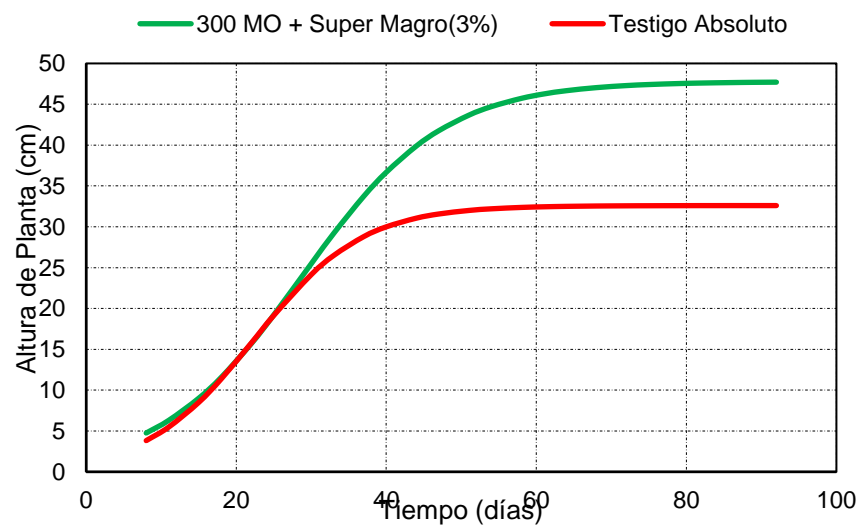
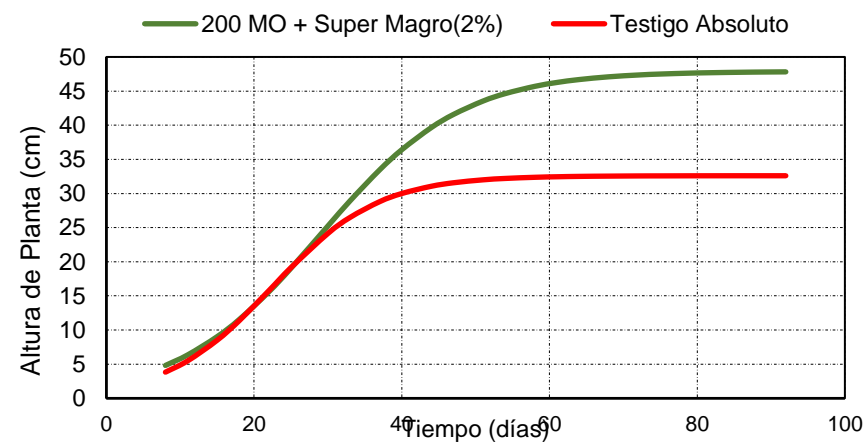
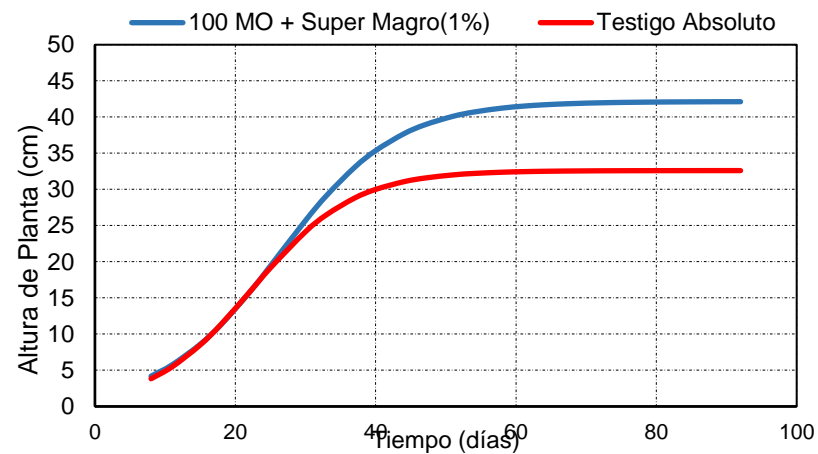
Este aumento en el crecimiento en las plantas de habichuela con la utilización de los bioproductos vermicompost lixiviado y microorganismos eficientes pudo estar ocasionado por la incorporación de sustancias y elementos que estimulan el crecimiento de las plantas, presentes en su composición (Gutiérrez *et al.*, 2008; López *et al.*, 2017).

Lambert *et al.*, (2019) señalaron que para la altura de plantas existe una tendencia de incremento en altura en frijol y maní, respectivamente, comparado con el control al aplicar microorganismos nativos eficientes (ENM), esto ocurre porque la competitividad de las plantas por luz, lo cual ocasiona un incremento en el desarrollo de las plantas, obteniendo altura de 59,30 cm en frijol siendo un resultado mayor al obtenido en el tratamiento con mayor altura.

Tabla 2. Parámetros del Modelo Logístico para la variable altura de planta.

Tratamiento	Parámetros			Tiempo (días)	R ²
	a	b	c		
100 M.O + Super Magro(1%)	42.1 ^b	23,793	0,12053	26,3	98,5
200 M.O + Super Magro(2%)	47.9 ^a	20,662	0,10457	29,0	99,6
300 M.O + Super Magro(3%)	47.8 ^a	21,159	0,10621	28,7	99,5
400 M.O + Super Magro(4%)	42.1 ^b	24,372	0,12163	26,3	98,4
500 M.O + Super Magro(5%)	32.5 ^c	22,934	0,14077	22,3	93,5
Testigo Absoluto	32.6 ^c	22,940	0,13941	22,5	93,7

Figura 3. Comparación de tratamientos en términos de la altura que teóricamente podría alcanzar la planta.



En la variable número de hojas por planta, los datos se ajustaron a un modelo de polinomios de segundo grado con intercepto en el origen. Para la presente exploración, el objetivo de este análisis es estimar el número de hojas que puede desarrollar la planta durante su período vegetativo (Tabla 3).

De conformidad con la figura 4 las plantas alcanzaron el mayor número de hojas con el tratamiento [300g MO + Súper Magro al 3%] a los 92 días con 70 hojas; mientras que el menor número de hojas que se reportó fue con el tratamiento testigo absoluto a los 92 días con 15 hojas, no obstante, el valor intermedio en los dos tratamientos fue el tratamiento [400g MO + Súper Magro al 4%] en el mismo tiempo con 46 hojas. Entonces, de acuerdo con los registros hubo diferencias significativas entre el número de hojas reportados entre el tratamiento testigo absoluto comparado con el tratamiento [300g MO + Súper Magro al 3%] y el testigo comparado con el tratamiento [400g MO + Súper Magro al 4%].

Calero *et al.*, (2019) demostraron que los MN aplicados foliar mente, determinó una respuesta favorable en el número de hojas de las plantas comparado con el control absoluto, posiblemente al aplicar los MN estimuló aquellos parámetros morfológicos evaluados en el frijol, los cuales presentaron promedios de 90 a 110 hojas en las plantas, siendo estos resultados similares obtenidos en los tratamientos 2 y 3 (figura 4).

El número de hojas por plantas mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las variables estudiadas en las tres épocas de siembra, la asociación de AzoFer^R +ME logró superior desempeño a los tratamientos con ME y AzoFer^R usados individualmente, y estos alcanzaron incrementos con relación al testigo absoluto. (Hurtado et al., 2020).

Lara *et al.*, (2019) Mencionan que el Anova reveló diferencias significativas en todas las variables evaluadas (altura de la planta, Número de hojas, Numero de vainas) basándose en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) y que la altura de las plantas en los tratamientos Re y HMA exhibieron incrementos de 140.35% y 96.85% con respecto a las plantas-testigo.

Figura 4. Comparación de tratamientos en términos del número de hojas que teóricamente podría alcanzar la planta.

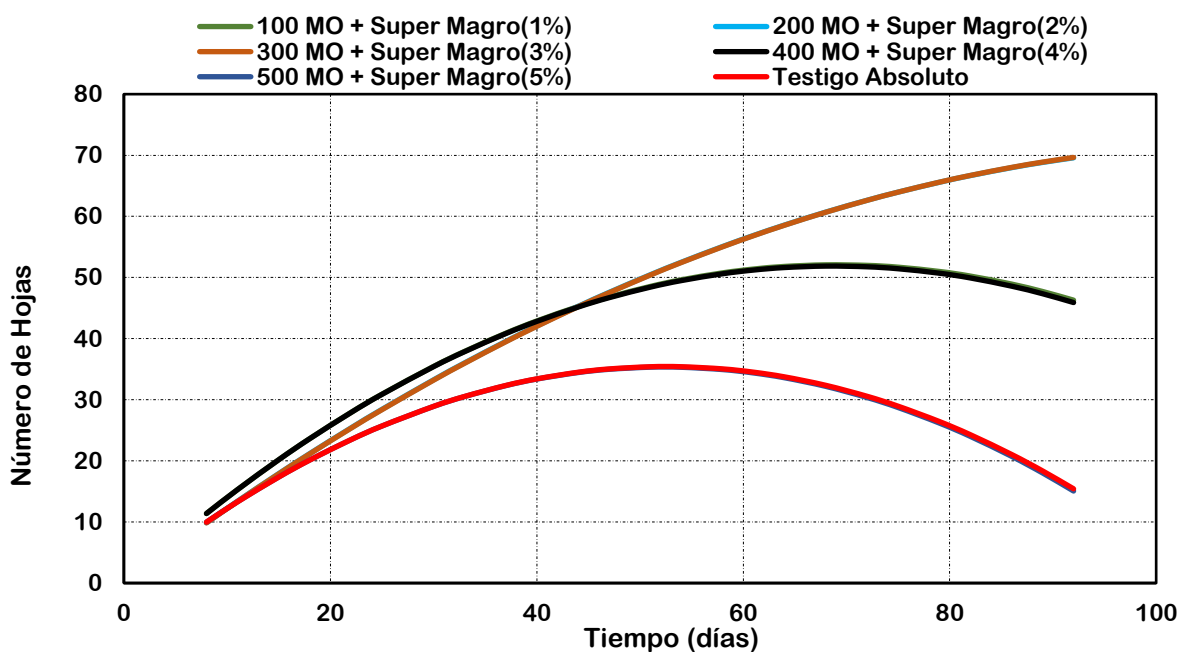


Tabla 3. Parámetros del modelo de polinomios de segundo grado para la variable número de hojas.

Tratamiento	Parámetros		Criterios de Ajuste		
	a	b	R ²	AIC	BIC
100 MO + Super Magro(1%)	1,510	-0,01094	95,5	113,337	115,669
200 MO + Super Magro(2%)	1,279	-0,00568	98,2	97,963	100,296
300 MO + Super Magro(3%)	1,276	-0,00564	98,1	98,274	100,607
400 MO + Super Magro(4%)	1,510	-0,01099	95,3	114,683	117,016
500 MO + Super Magro(5%)	1,351	-0,01290	94,1	98,936	101,269
Testigo Absoluto	1,349	-0,01284	94,3	98,576	100,909

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable de respuesta número de vainas.

Fuente de Variación	Gli	CM	Pr > F
Tratamiento	5	167,81	0,049
Tiempo	12	186,51	<.0001
Tratamiento x Tiempo	60	3,17	<.0001
Promedio		6,5	
CV (%)		18,1	

Teniendo en cuenta los resultados señalados en el análisis de varianza (Tabla 4). Revelan diferencias significativas entre promedios de tratamientos para la variable número de vainas dentro de cada estado fenológico de las plantas y su relación con el número de vainas.

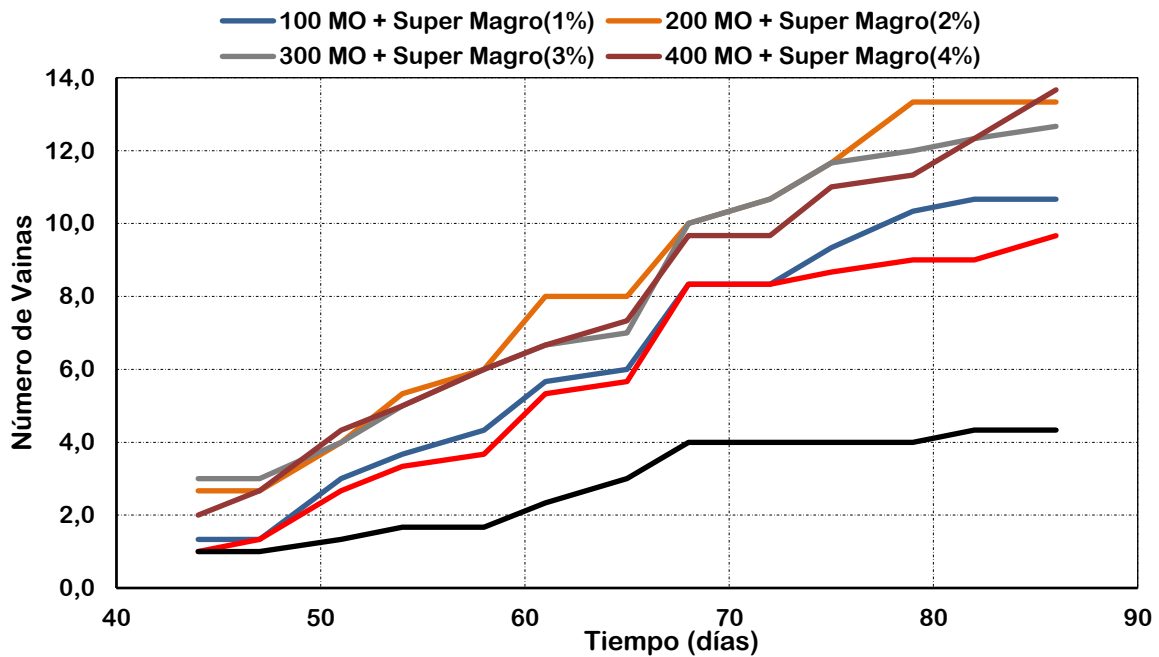
Tabla 5. Prueba de promedios múltiple de Tukey entre tratamientos.

Tratamiento	Promedio	Grupo
200 MO + Super Magro(2%)	8,4	a
300 MO + Super Magro(3%)	8,0	a
400 MO + Super Magro(4%)	7,8	a
100 MO + Super Magro(1%)	6,4	ab
500 MO + Super Magro(5%)	5,8	ab
Testigo Absoluto	2,8	b

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con igual letra no difieren significativamente.

La prueba de promedios múltiple de Tukey (Tabla 5). Evidencian que el tratamiento [200g M.O + Súper Magro (2%)], presentó mayor número de vainas (8,4), seguido de los tratamientos [300g M.O + Súper Magro (3%)] y [400g M.O + Súper Magro (4%)] con 8,0 y 7,8 respectivamente como se muestra en la tabla 5.

Figura 5. Efecto de los tratamientos en el tiempo para la variable de respuesta número de Vainas.



Entre los tratamientos [200g M.O + Súper Magro (2%)], [300g M.O + Súper Magro 3%)] y [400g M.O + Súper Magro (4%)] no existe diferencias significativas, sin embargo, si existe diferencia con el testigo absoluto en comparación con todos los tratamientos. Sin embargo, los tratamientos [100g M.O + Súper Magro (1%)] y [500g M.O + Súper Magro (5%)] no difieren significativamente. Según la tabla 5.

(Aguilar y Reinaldo, 2019). Con relación al efecto de ME-UCf sobre el número de vainas por planta, se obtuvo que el uso de las dosis valoradas, produjera un incremento del número de vainas por planta en las parcelas tratadas, resultando el principal tratamiento ME-UCf a la dosis de 60 L. ha⁻¹, que presenta diferencias significativas con los restantes tratamientos. A su vez, el tratamiento (ME-UCf a la dosis de 48 L. ha⁻¹), presenta diferencias significativas con el testigo. Comportamiento similar al obtenido, donde el testigo absoluto es el tratamiento en el cual existe una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 6. Análisis de Varianza y diferencias mínimas cuadráticas entre promedios de tratamientos

Efecto	Gli	Número de Vainas/parcela		Número de Semillas/parcela		Peso Vainas + Semilla (kg/ha)		Rendimiento (kg/ha)	
		F	P > F	F	P > F	F	P > F	F	P > F
Tratamiento	5	32,86	<.0001	77,44	<.0001	244,76	<.0001	90,67	<.0001
100 MO + Super Magro(1%)		74		158		227		131	
200 MO + Super Magro(2%)		120		267		502		256	
300 MO + Super Magro(3%)		97		203		520		206	
400 MO + Super Magro(4%)		82		178		335		152	
500 MO + Super Magro(5%)		68		149		253		119	
Testigo Absoluto		29		57		97		54	

Comparación	Número de Vainas/parcela	Número de Semillas/parcela	Peso Vainas + Semilla (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)
100 MO + Super Magro(1%) vs 200 MO + Super Magro(2%)	**	**	**	**
100 MO + Super Magro(1%) vs 300 MO + Super Magro(3%)	*	**	**	**
100 MO + Super Magro(1%) vs 400 MO + Super Magro(4%)	ns	ns	**	*
100 MO + Super Magro(1%) vs 500 MO + Super Magro(5%)	ns	ns	ns	ns
100 MO + Super Magro(1%) vs Testigo Absoluto	**	**	**	**
200 MO + Super Magro(2%) vs 300 MO + Super Magro(3%)	*	**	ns	**
200 MO + Super Magro(2%) vs 400 MO + Super Magro(4%)	**	**	**	**
200 MO + Super Magro(2%) vs 500 MO + Super Magro(5%)	**	**	**	**
200 MO + Super Magro(2%) vs Testigo Absoluto	**	**	**	**
300 MO + Super Magro(3%) vs 400 MO + Super Magro(4%)	ns	ns	**	**
300 MO + Super Magro(3%) vs 500 MO + Super Magro(5%)	**	**	**	**
300 MO + Super Magro(3%) vs Testigo Absoluto	**	**	**	**
400 MO + Super Magro(4%) vs 500 MO + Super Magro(5%)	ns	*	**	**
400 MO + Super Magro(4%) vs Testigo Absoluto	**	**	**	**
500 MO + Super Magro(5%) vs Testigo Absoluto	**	**	**	**

Nota: **: Significativo al 1%, *: Significativo al 5%, ns: No Significativo



En el caso del rendimiento teniendo en cuenta los diferentes tratamientos se evidencia que hubo diferencias altamente significativas con respecto a las variables de respuestas número de vainas/plantas/parcela, número de semillas/parcela, peso de vainas + semillas (kg/ha) rendimiento (kg/ha). Se demuestra que el tratamiento [200g MO + Súper Magro (2%)] obtuvo el mayor número de vainas/plantas/parcela con 120, seguido de [300g MO + Súper Magro (3%)] con 97 y siendo el testigo absoluto el menor número de vainas con 29.

(Aguilar y Reinaldo, 2019), reportan que en un estudio que la masa de 100 granos o semillas es una variable determinante para el indicador rendimiento debido a que caracteriza y clasifica la producción de granos o semillas en este cultivo, obteniendo resultados positivos en el aumento del rendimiento.

(Lambert *et al.*, 2019). Describen en sus resultados un incremento del rendimiento en los cultivos de frijol en la combinación Quitosano (biopolímero que promueve el crecimiento en plantas) y MN de 61 y 26%, comparado con el control. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede señalar, la aplicación de estos bioproductos genere un efecto beneficioso en la nutrición y la sanidad vegetal, para alcanzar altos rendimientos en el ambiente de campo. En este caso el tratamiento 200g MO + Súper Magro (2%) obtuvo el mayor rendimiento con 254, siendo 5 veces mayor en comparación con el testigo absoluto.

De acuerdo con esto, Álvarez *et al.* (2012) advierten que los microorganismos eficientes posibilitan a los vegetales la síntesis de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el desarrollo y el rendimiento.

CONCLUSIONES

En esta investigación los tratamientos aplicados con microorganismos nativos eficientes a diferentes concentraciones de solución, superaron estadísticamente al testigo absoluto en todas las variables de respuestas estimadas y el tratamiento con [200g MO + Súper Magro (2%)], resultó el mejor, seguido del tratamiento con [300g MO + Súper Magro (3%)].

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la aplicación combinada de microorganismos autóctonos con la adición de [Súper Magro al 2% y 3%] interfiere positivamente en el desarrollo de la planta de frijol, así en su morfología y como consecuencia en el rendimiento, demostrándose que los insumos orgánicos son alternativas eficientes para la producción sustentable de los pequeños agricultores de la costa pacífica colombiana.



Los microorganismos nativos eficientes son usados en la agricultura a nivel mundial como mejoradores de las propiedades químicas, biológicas y físicas del suelo, en este caso particular estudiando el frijol se pudo confirmar no solo con nuestros resultados si no, por otras experiencias de investigadores de otros países pudiendo ratificar que los bioproductos mejoran la productividad de los cultivos siendo una alternativa que nos ayuda a la conservación de los ecosistemas frágiles como los estudiados en el pacífico colombiano, en la producción de una legumbre como el frijol.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguiar, L. O. A., & Reinaldo, J. R. M. (2019). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 111-118.

<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Álvarez, J.L., Sosa, D.B., González, R.L., & Monthy, G.T. (2012). Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido.

<https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2012/vol39/no4/5.pdf>

Alvarez, S. S., & Estrella, A. H. (2015). El frijol en la era genómica. *Revista digital universitaria*, 16(2).

<http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art11/index.html>

Arias Restrepo, J. F., Rengifo Martínez, T., Jaramillo Carmona, M., & de Seguridad, G. D. A. C. G. (2007). Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12691/43121_50542.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arias Restrepo, J. H. (2004). Capacitación en tecnología de Fríjol y en gestión empresarial para agricultores y técnicos de la región Andina. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19282>

Basso, F. C., Andreotti, M., Lodo, B. N., & Montanari, R. (2011). Correlação linear e espacial entre a produtividade e o teor de proteína bruta do guandu anão e os atributos de um Latossolo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3), 521-530. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a1457>

Calero-Hurtado, A., Quintero-Rodríguez, E., Olivera-Viciedo, D., Pérez-Díaz, Y., Castro-Lizazo, I., Jiménez, J., & López-Dávila, E. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la



aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 5-10.

<https://scielo.sld.cu/>

Calero-hurtado, A., Quintero-Rodríguez, E., Pérez-Díaz, Y., OLIVERA-VICIEDO, D. I. L. I. E. R., Peña-Calzada, K., & Jiménez-Hernández, J. (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 25-33. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1201>

Calero-Hurtado, Alexander, Quintero-Rodríguez, Elieni, Olivera-Viciedo, Dilier, Pérez-Díaz, Yanery, Castro-Lizazo, Iván, Jiménez, Janet, & López-Dávila, Edelbis. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 5-10. Recuperado en 30 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000300001&lng=es&tlng=pt.

Enriquez Brito, J. L., & Viera Briones, J. L. (2010). Caracterización preliminar de aislamiento de microorganismos, mediante la técnica de EM, a nivel de comunidades vegetales en dos zonas de vida ecológicamente diferentes (Bachelor's thesis). <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31467>

FAO. (2018). *FAOSTAT*. Roma, Italia, <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAO. (2020). *FAOSTAT*. Datos sobre alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2016. Panorama agroalimentario. Frijol. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/PanoramaAgroalimentarioFrijol2016.pdf>

García-Fraile, P., Carro, L., Robledo, M., Ramirez-Bahena, M. H., Flores-Felix, J. D., Fernández, M. T., ... & Velazquez, E. (2012). Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS One*, 7(5), e38122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038122>.



Google Earth. (febrero de 2023). Finca agropec, corregimiento número ocho, río dagua. Recuperado el 2 de mayo del 2024 de <https://support.google.com>.

Gutiérrez, F., García, R., Rincón, R., Abud, M., Oliva, M., Cruz, M., & Dendooven, L. (2008). Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*, 99(14), 6174-6180.
<https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2007.12.043>

Higa, T., & Parr, J. F. (2013). Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. *Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos*, 13(2), 128-135.
https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf_media/42178589/ef577365-1bb5-4922-a61b-1e268f8784d6.pdf

Hurtado, A. C., Díaz, Y. P., Hurtado, Y. G. P., Simón, L. A. Y., Calzada, K. P., Viciado, D. O., & Rodríguez, J. F. M. (2020). Respuesta agroproductiva de la habichuela a la aplicación de vermicompost lixiviado y microorganismos eficientes. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(1), 112-124. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n1.82584>

Lambert, T., Santiesteban, R., Ceiro, W. G., Fernández, M. E., López, G. D. L. M., & Corrales, W. C. (2019). Efecto de bioproductos en la producción de *Phaseolus vulgaris* L. y *Arachis hipogea* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 59-66. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.98>

Lara-Capistrán, L., Hernández-Montiel, L. G., Reyes-Pérez, J. J., Preciado Rangel, P., & Zulueta-Rodríguez, R. (2019). Respuesta agronómica de *Phaseolus vulgaris* a la biofertilización en campo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5), 1035-1046.
<https://www.google.com/url?q=https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.936&sa=D&ust=1566420722024000>

Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(2), 19-30.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624739>

López Molina, J. (2012). El frijol Caupi como alternativa en la seguridad alimentaria para el sector rural de Buenaventura. *Sabia: Revista científica*, 1(1), 94-100.



<https://repositorio.unipacifico.edu.co/handle/unipacifico/668>

López, E., Calero, A., Gómez, Y., Gil, Z., Henderson, D. & Jiménez, J. (2017). Efecto agronómico del biosólido en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*): control biológico de *Rhizoctonia solani*.

Cultivos Tropicales, 38(1), 13-23. <https://doi.org/10.1234/ct.v38i1.1330>

Moreno López, J. A., & Velarde Escobar, K. E. (2016). *Aislamiento, caracterización y usos potenciales de microorganismos de tierra de montaña y subtrópico durante el periodo 2016* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6276>

Pedraza, R. O., Teixeira, K. R., Scavino, A. F., de Salamone, I. G., Baca, B. E., Azcón, R., ... & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos.

Revisión. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 155-164.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624728>

Polania, J., Poschenrieder, C., Rao, I., & Beebe, S. (2016). Estimation of phenotypic variability in symbiotic nitrogen fixation ability of common bean under drought stress using ¹⁵N natural abundance in grain. *European Journal of Agronomy*, 79, 66-73.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.05.014>

