



Aplicación de biofertilizantes en plantines de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Sapecho - Alto Beni

Application of biofertilizers in cocoa seedlings (*Theobroma cacao L.*) in Sapecho - Alto Beni

Dennys Omar Corrales Beyuma y Casto Maldonado Fuentes

RESUMEN:

La región de Alto Beni es la mayor productora de cacao en Bolivia, sin embargo, tiene una baja productividad debido a varios factores, siendo el más importante la pérdida de fertilidad. Se ha experimentado dos tipos de biofertilizantes líquidos foliares (bioles de broza de café y estiércol de bovino), en dos dosis de aplicación, al 5% y al 10%, en plantaciones de 1 año, en la Estación Experimental de Sapecho. El ensayo uso un diseño de bloques completamente al azar. El análisis físico - químico del suelo ha demostrado que es bajo en nutrientes, además de calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiable (3.61, 1.10, 0.11, y 0.08) meq por 100 gramos de suelo. Se ha determinado que el número de brotes del tratamiento T6 (broza de café al 10 %) presentó un mayor número de brotes 28,3. El largo de brote en el tratamiento T2 (biol bovino al 5%) tuvo una media de 26 cm. El diámetro de brote del tratamiento T2 presentó el mayor número de 8.10 mm. La altura de planta máxima la mostró el tratamiento T3 con 134 cm. Se observa que, en la mayoría de las variables evaluadas, existe una mínima diferencia y se concluye que se puede utilizar ambos bioles en las concentraciones propuestas.

PALABRAS CLAVE:

Biol, biofertilizante, cacao, dosis y foliar.

ABSTRACT:

The Alto Beni region is the largest cocoa producer in Bolivia, however, it has low productivity due to several factors, the most important being the loss of fertility. Two types of foliar liquid biofertilizers (coffee brush and bovine manure bioles) have been experienced, in two application doses, at 5% and 10%, in plantations of 1 year of age, at the Sapecho Experimental Station. The essay used a completely randomized block design. The physical - chemical analysis of the soil has shown that it is low in nutrients, in addition to calcium, magnesium, sodium and exchangeable potassium (3.61, 1.10, 0.11, and 0.08) meq per 100 grams of soil. It has been determined that the number of outbreaks of the T6 treatment (10% coffee brush) had a greater number of outbreaks 28.3. The outbreak length in the T2 treatment (5% bovine biol) averaged 26 cm. The outbreak diameter of the T2 treatment had the largest number of 8.10 mm. The maximum plant height was shown by the T3 treatment with 134 cm. It is observed that, in the majority of the variables evaluated, there is a minimal difference and it is concluded that both bioles can be used in the proposed concentrations.

KEYWORDS:

Biol, biofertilizer, cocoa, dose and foliar.

AUTORES:

Dennys Omar Corrales Beyuma: Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. e.umsa.aa@gmail.com

Casto Maldonado Fuentes: Docente Investigador. Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. casmaf@gmail.com

Recibido: 24/06/19. **Aprobado:** 16/09/19.



INTRODUCCIÓN

El cacao es una de las principales fuentes de ingreso de los productores de Alto Beni, en la actualidad esta región lidera la producción de cacao a nivel nacional con el 97 % de la producción total.

La aplicación de biofertilizantes líquidos como ser de bovino y broza de café se constituye como una de las alternativas para productores de cacao teniendo la accesibilidad del producto natural orgánico.

Se busca determinar el efecto que ejerce el uso de dos biofertilizantes foliares en el desarrollo de los plantines de cacao y la mejor

dosis de la aplicación foliar de dos biofertilizantes líquidos foliares.

Restrepo (2007), indica que la aplicación de los biofertilizantes no se constituye en una recomendación permanente, estática y no modificable.

Tanto la aplicación como la dosificación, el número de aplicaciones al cultivo y al suelo y la frecuencia de las mismas, están determinados por las respuestas que vamos observando directamente en los cultivos en el transcurso de todas las prácticas orgánicas que introduzcamos, por lo tanto, un mayor o menor grado de dependencia, está en muchos casos, más

relacionado con la habilidad en el manejo de los cultivos y del suelo, que de la dependencia permanente de un insumo. define también a los mismos como súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en la Estación Experimental de Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, localizado a 276 km del centro de la ciudad de La Paz, Provincia Sud Yungas, municipio de Palos Blancos a una altitud de 450 m.s.n.m., latitud Sur: 15°33'27.59", longitud Oeste 67°20'05.10" y una precipitación de 1.500 mm.

Procedimiento Experimental

La investigación se llevó a cabo en la Parcela N° 3, con material genético seleccionado del Alto Beni, estas tienen 1 año de establecimiento. El sistema de plantación es de 4 x 4 m, con una superficie total de 3.654 m² donde se establecieron los tratamientos de forma aleatoria, con tres repeticiones de diseño al azar teniendo una evaluación de 162 plantas, nueve plantas por tratamiento. Esta parcela se caracteriza por tener sombra permanente de Paquío, Roble, Toco, Flor de Mayo y Goma.

Preparación de biofertilizantes

La preparación de los biofertilizantes se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

Biol bovino

En un recipiente plástico de 200 litros de capacidad, se disolvió 100 litros de agua no contaminada con 20 kg de estiércol fresco de bovino y 100 gr de cascarilla de huevo molido, posterior se realizó la mezcla hasta lograr la homogenización.

Se disolvió en una cubeta plástica, 10 litros de agua no contaminada, 2 litros de leche, 1 kg de chancaca agregando en el recipiente plástico de 200 litros de capacidad donde se

encontró la preparación descrita en el paso 1 y se disolvió constantemente.

Se completó el volumen total de recipiente plástico que contiene todos los ingredientes, con agua limpia hasta 180 litros. Posterior se tapó el recipiente para la fermentación anaeróbica del biofertilizante asimismo se conectó el sistema de evacuación de gases con una manguera (sello de agua).

Una vez concluida el proceso de la mezcla se puso a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y de las lluvias, por un tiempo de 30 días.

Biol Broza de Café

En todos los pasos se repite lo descrito en el punto anterior con la diferencia que en vez de 20 kg de estiércol fresco de bovino se usó 20 kg de cascara de café.

Estimación de volúmenes de solución y aplicación de biofertilizantes

El volumen de la solución aplicado fue de 8.04 litros por tratamiento, que determina la cantidad de agua con relación al volumen de biofertilizante requerido por tratamiento.

La aplicación se realizó en dos concentraciones (5 y 10%), cada 15 días, iniciando desde noviembre primera aplicación y culminando a febrero con ambos biofertilizantes.

El diseño experimental fue de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones distribuyéndose aleatoriamente en 6 tratamientos.

Factores de estudio

Los factores en estudio son: Factor A, que son los Tipos de biofertilizantes y el Factor B, que contiene las Dosis de aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Físico - químico de los biofertilizantes

El análisis se realizó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

Tabla 1. Análisis físico – químico de los biofertilizantes.

Biofertilizante	Parámetros					
	Nitrógeno (mg/l N)	Fosforo (mg/l P)	Potasio (mg/l K)	Carbono Orgánico (%)	pH (1.5)	Conductividad eléctrica mS/cm
Biol bovino	217.00	125.00	204.10	0.29	5.09	2.87
Broza de café	142.00	56.13	923.44	0.21	5.20	3.72

Fuente: IBTEN (2016).

Se puede observar en el cuadro 1 que el biol bovino tiene un mayor contenido de nitrógeno 217 mg/l en comparación al biol broza de café que solo tiene 142 mg/l, notándose igual una diferencia en el contenido de fosforo, sin embargo, se nota una diferencia muy notable en el contenido de potasio 923,44 mg/l en el biol broza de café y 204 mg/l en el biol bovino.

Análisis Físico - químico del Suelo

El análisis de suelos de la parcela número 3 de la E.E. de Sapecho se realizó en el IBTEN.

Tabla 2. Análisis físico –químico del suelo de la parcela de cacao, según el IBTEN (2016).

Parámetro	Unidad	Valor
Ca intercambiable	meq/100 g	3.61
Mg intercambiable	meq/100 g	1.10
Na intercambiable	meq/100 g	0.11
K intercambiable	meq/100 g	0.08
Materia orgánica	%	0,16
N total	%	0.05
P asimilable	ppm	0.60

Los resultados de la tabla 2 comparando con los que se presentan en la tabla 3 (parámetros de análisis nutricional del suelo para cacao) nos muestran que el contenido de nutrientes en el suelo donde se hallan establecidas las plantines de cacao en todos los casos es bajo, lo que justifica de sobremanera y necesaria la fertilización foliar.

Agrobiol (2002), respecto a los biofertilizantes líquidos foliares manifiesta que estos productos poseen concentraciones bajas de algunos nutrientes, pero de alguna forma contribuyen de gran manera a la producción de los cultivos, no se tiene un índice o parámetros exactos de cuanto contribuyen los biofertilizantes debido a que su preparación varía de región a región y que su elaboración está en función de los requerimientos nutricionales de la planta y de su estado. Suarez y Hernández (2010), acerca del contenido nutricional que debería tener un suelo para cultivar cacao indican lo siguiente:

Tabla 3. Parámetros de análisis nutricional del suelo para el cacao.

Parámetros	Alto	Medio	Bajo
pH	7,5 – 6,5	6,4 – 5,1	< 5,0
Materia orgánica	> 6,1	6,0 – 3,1	< 3,0
Nitrógeno total (%)	> 0,41	0,40 – 0,21	0,2
Relación C/N	9,5 – 10,4	15,5 – 10,5	>15,6 ó < 9,4
Fósforo P (ppm)	> 16	15,0 – 6,0	< 5
Potasio intercambiable meq/100 g	> 0,41	0,40 – 0,16	< 0,15
Calcio intercambiable meq/100 g	> 18,1	18,1 – 4,1	< 4,0
Magnesio intercambiable meq/100 g	> 4,0	4,4 – 0,9	< 0,80
C. I. C. meq/100 g	> 30,1	30,0 – 12,1	< 12,0

VARIABLES AGRONOMICAS

Número de brotes

De acuerdo al análisis de varianza para número de brotes se logró evidenciar que

existieron diferencias altamente significativas entre biofertilizantes y dosis de aplicación, así como en la interacción de ambos factores.

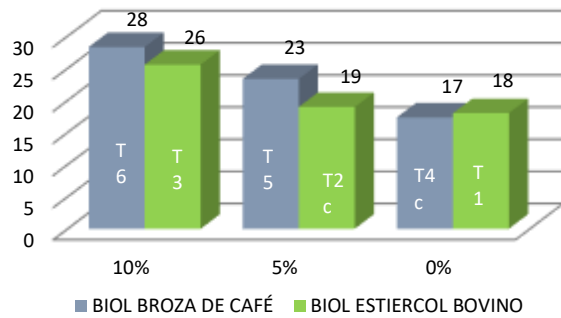


Figura 1. Numero de Brotes por tratamientos y prueba Tukey.

En la figura 1 se aprecia la diferencia en número de brotes por tratamientos, donde el T6 fue superior con 28 brotes, seguido del T3 y T5 con 26 y 23 brotes, mientras que los tratamientos T2, T1 y T4 son estadísticamente similares y muestran valores más bajos.

Rodríguez (2011), manifiesta que la actividad de las plantas se refleja en la continuidad de crecimiento de los brotes y sus hojas, lo cual repercute en mayor área foliar para maximizar la eficiencia fotosintética de los cultivos mediante hormonas que permiten estimular la división celular y con ello establecer una “base” o estructura sobre la cual continúa el crecimiento.

Largo de brote

El ANVA de esta variable indica que no existen diferencias significativas entre los biofertilizantes, sin embargo, para dosis de aplicación si mostraron diferencias altamente significativas.

En la figura 2, se aprecia que el Tratamiento T2 (biol bovino al 5%) presentó un promedio superior con un largo de 26 cm, estadísticamente similar al T6 (biol broza de café al 10%) con un valor promedio de 24,1 cm, siendo este a su vez igual estadísticamente a los tratamientos T3 y T5, presentando los testigos un valor inferior y similares estadísticamente.

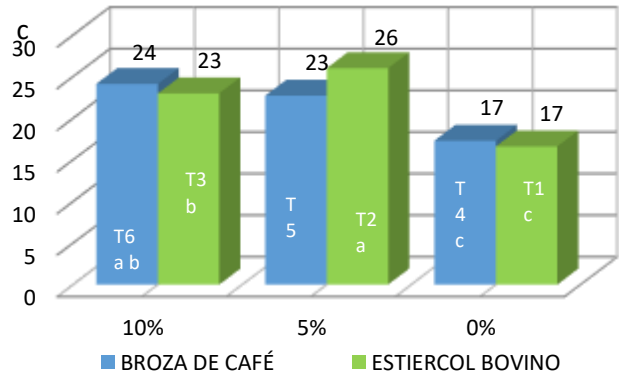


Figura 2. Largo de brotes por tratamiento, prueba de Tukey.

Diámetro de brote (mm)

El ANVA indica que no hay diferencias significativas entre biofertilizantes, pero si en dosis de aplicación.

En la figura 3 se puede apreciar que existen dos grupos siendo T2, T6, T3, T5 y T1 similares estadísticamente a su vez los tratamientos T6, T3, T5, T1 y T4, de igual manera notándose una diferencia entre el tratamiento T2 (biol bovino al 5%) con 8,08 mm y el testigo T4 (broza de café 0%) que presento el menor valor con 5,45 mm.

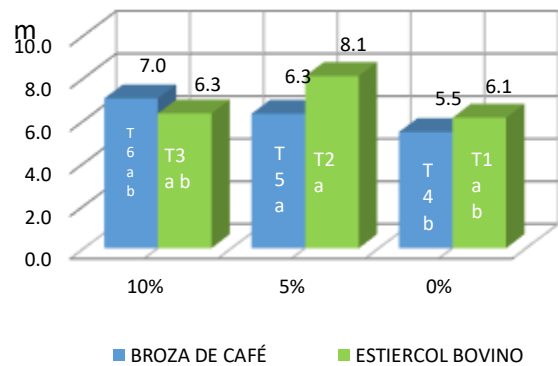


Figura 3. Prueba Tukey (5%) del diámetro de brote del cacao.

Altura de la Planta

El análisis de varianza para esta variable indica que hay diferencias altamente significativas para los dos factores de estudio, así como en la

interacción que nos insinúa que ambos están muy relacionados.

En la tabla4 se observa que el biol broza de café presenta el mayor valor promedio con 119,52 cm comparado con el biol bovino que solo obtuvo 115.41 cm.

En la figura 4, se puede apreciar que T3 y T6 al 10% son similares estadísticamente con una altura de 134 y 130 cm a diferencia del T5 (biol broza de café 5%) con 122 cm, seguido del T2, T4, y T1 que tuvieron menor altura que los demás tratamientos.

Tabla 4. Prueba de tratamientos en Altura de plantas.

Tratamiento	Medias	E.E.	Tukey (5%)
Biol broza de café	119.52	0.85	A
Biol bovino	115.41	0.85	B

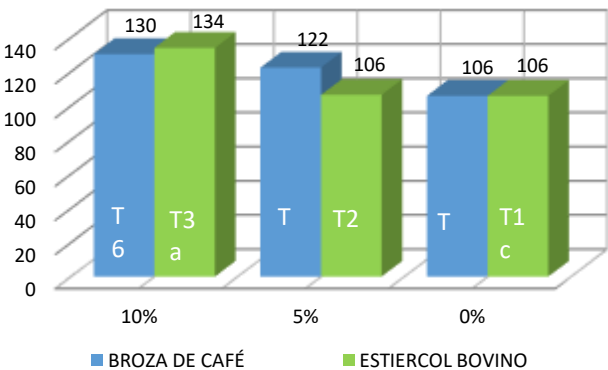


Figura 4. Altura de la planta de cacao (cm).

Diámetro del tallo

El análisis de varianza, indica que existen diferencias altamente significativas entre los factores. En la tabla 5, muestra que el biol con broza de café fue superior con un promedio de 26.97 mm, a diferencia de la aplicación con estiércol de bovino con un promedio de 24.8 mm.

Tabla 5. Prueba de tratamientos para diámetro del tallo.

Tratamiento	Medias	E.E.	Tukey (5%)
Biol broza de café	26.97	0.34	A
Biol bovino	24.8	0.34	B

En la tabla 6, se puede apreciar las diferencias estadísticas entre las dosis de aplicación, siendo las aplicaciones del 10 y 5% de biol broza de café los que presentaron un incremento del diámetro de tallo con un valor promedio de 28,81 y 28,65 mm, seguido de los tratamientos T3 y T2 al 10 y 5 % con 26,19 y 25,89 mm, mientras que los tratamientos sin aplicación presentaron un menor valor.

Tabla 6. Prueba de dosis en diámetro del tallo.

Tratamiento	dosis	Medias	E.E.	Tukey (5%)
broza de café (T6)	10%	28.81	0.42	A
broza de café (T5)	5%	28.65	0.42	A
Biol bovino (T3)	10%	26.19	0.42	B
Biol bovino (T2)	5%	25.89	0.42	B
broza de café (T4)	0%	21.44	0.42	C
Biol bovino (T1)	0%	20.02	0.42	C

Al respecto Ávila P. (2014) en su investigación manejo nutricional del cultivo de cacao mediante fertilización balanceada en suelos determina que a mayor incremento de nitrógeno en el suelo obtiene mayor diámetro de tallo.

Rodríguez (2011), manifiesta que el crecimiento en largo de brotes de las plantas de cacao, son de manera acelerada, por temperaturas adecuadas mayor a 20°C y con una humedad de un 80%, donde existen un establecimiento de mayor eficiencia del área cultivado, a su vez, menciona, que con la aplicación de fertilizantes edáficos y foliar, estos introducen variabilidad en el largo de las plántulas de cacao.

Aparcana (2008), considera que el uso de biofertilizantes líquidos es el promotor y fortalecedor del crecimiento de las plantas, raíces y frutos gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbicas.

CONCLUSIONES

El análisis físico químico del suelo donde se halla la parcela de cacao indica que es bajo en

nutrientes, conteniendo calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiable de 3,61, 1,10, 0,11 y 0,08 meq/100 g, respectivamente, por su lado, la materia orgánica tiene 0,16 %, el nitrógeno total de 0,05% y el fosforo asimilable con 0,60 ppm siendo necesario en promedio calcio, magnesio y potasio intercambiable de 4,1 a 18,1; 0,90 a 4,4; y de 0,16 a 0,40 meq/100g respectivamente. Por otro lado, la materia orgánica de 3,1 a 6,0 %; el nitrógeno total entre 0,21 a 0,4% y el fosforo asimilable entre 6,0 a 15,0 ppm.

En el estudio de las variables de respuesta en número de brotes el tratamiento T6 (broza de café al 10 %) presentó mayor número de brotes 28,3 seguido del T3 (biol bovino al 10%) con una media de 25,56 brotes por planta; en la variable largo de brote el T2 (biol bovino al 5%) tuvo una media de 26 cm, seguido del T6 (biol broza de café al 10%), con un promedio de 24 cm; en diámetro de brote el T2 presento el mayor número de 8.10 mm seguido del T6 con 7.0 mm y los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron un menor diámetro; respecto a la altura de planta el mayor valor fue del tratamiento T3 con 134 cm, seguido de los T6 y T5 con un promedio de 126 cm; en diámetro de tallo el máximo valor corresponde a los tratamientos T6 y T5, promedio de 28 cm. Notándose que el tratamiento T6 (biol de broza de café al 10%) como sobresaliente en varias de ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alaro, J. (2014). Efecto del Comportamiento del Brote de Yemas, en Varetas Injertadas

Sobre un Patrón Lignificado de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Bajo Tres Tiempos de Desate en la Estación Experimental de Sapecho. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia 111 p.

AGROBIOL. (2002). Manual de Elaboración Biofertilizante Foliar - Abonos orgánicos en la Agricultura. Ed. MIXTECA. Lima, Perú. 22 p.

Aparcana, S. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás.

Avila, P. (2014). Estudio de fertilización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional en suelos volcánicos de Quevedo. Tesis de Grado. Universidad técnica de Manabi, Santa Ana, Manabi – Ecuador, 72p.

IBTEN. (2016). Informe de laboratorio de suelos de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

Restrepo, R. (2007). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca, primera edición, Cali Colombia 107 p.

Rodríguez, R. (2011). Fisiología vegetal (en línea). Consultado 20-diciembre-2011. Recuperado de:
<http://www.slideshare.net/fmedin1/fisiologiavegetal-5web>