

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Instituto de Investigación de Ciencias Agropecuarias



EFECTO DE TRES DOSIS DE ABONO FOLIAR LIQUIDO “BIOL” EN LA FASE DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), EN LA JUNTA VECINAL DE PAMPA YURAC, DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD.

ALEXANDER MARTINEZ SEGURA

Dr. FERNANDO PÉREZ LEAL.

PUCALLPA – PERÚ

2018

EFFECTO DE TRES DOSIS DE ABONO FOLIAR LÍQUIDO "BIOL" EN LA FASE DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), EN LA JUNTA VECINAL DE PAMPA YURAC, DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD.

EFFECT OF THREE DOSES OF INSTALLMENT FOLIAR LIQUID "BIOL" IN THE PHASE OF BREEDING GROUND OF THE CACAO CULTURE (*Theobroma cacao* L.), IN THE LOCAL MEETING OF PAMPAS YURAC, DISTRICT AND PROVINCE OF PADRE ABAD.

¹ Alexander Martínez Segura, ² Fernando Pérez Leal.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto de tres dosis de abono foliar líquido "biol" en la fase de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), el cual se realizó en la Junta Vecinal de Pampa Yurac, Distrito y Provincia de Padre Abad, Región de Ucayali, durante los meses de mayo a noviembre del 2015. La muestra utilizada para el presente estudio fueron 600 plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.), distribuido en 3 camas de vivero con 200 plántones por cada cama de vivero; cada cama representa tres tratamientos y un testigo, con tres repeticiones teniendo un total de 12 unidades experimental. Cada tratamiento estuvo conformado por 50 plántones de cacao, los cuales fueron distribuidos utilizando el diseño de bloques completamente randomizado (BCR), se analizaron tres tratamientos y un testigo sin fertilizantes (tratamiento cero), el tratamiento uno consiste en la aplicación de biol vía foliar (2.5%), al tratamiento dos se aplicó una dosis foliar de la mezcla de biol (5%), el tratamiento tres en la aplicación foliar en la dosis (7.5%); durante todo el experimento se realizó diez aplicaciones consecutivas, a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 días después de la siembra de la semilla pre germinadas de cacao en la bolsa del vivero. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45, 60, y 75 días, concluyéndose que: la aplicación de biol al 7.5%, generó mejores promedios de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de tallo, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hoja, siendo el tratamiento testigo (sin aplicación de biol) el que presentó los más bajos promedios de desarrollo vegetativo. Sin embargo, el análisis de costo demuestra que, la aplicación de biol 7.5% resultó ser más costoso que la aplicación de abono foliar químico Hummax, siendo la aplicación de biol 5%, el que se equipara con el abono foliar químico.

PALABRAS CLAVES: Efecto, dosis, fase, abono foliar, biol, vivero, *Theobroma cacao*, Hummax.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of three doses of foliar fertilizer liquid "biol" in the nursery phase of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.), which was held in the Neighborhood Board of Pampa Yurac, District and Province of Padre Abad, Ucayali Region, during the months of May to November 2015. The sample used for the present study were 600 cocoa plants (*Theobroma cacao* L.), distributed in 3 nursery beds with 200 seedlings per nursery bed; each bed represents three treatments and one control, with three replicates having a total of 12 experimental units. Each treatment consisted of 50 cocoa seedlings, which were distributed using completely randomized block design (BCR), three treatments were analyzed and a control without fertilizers (zero treatment), treatment one consists of the application of via foliar (2.5%), to treatment two a foliar dose of the biol mixture was applied (5%), treatment three in the foliar application in the dose (7.5%); During the whole experiment ten consecutive applications were made, at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 days after sowing the pre-germinated cocoa seed in the nursery bag. The evaluations were carried out at 15, 30, 45, 60, and 75 days, concluding that: the application of biol to 7.5%, generated better averages of plant height, stem diameter, stem length, leaf number, length Of leaf and leaf width, the control treatment (without application of biol) being the one with the lowest vegetative. However, the cost analysis shows that, the application of biol 7.5% is more expensive than the application of Hummax chemical foliar fertilizer, being the application of biol 5%, which is equated with the chemical foliar fertilizer.

KEY WORDS: Effect, dose, phase, foliar fertilizer, biol, *Theobroma cacao*, hummax.

¹ Bach. Ciencias Agropecuarias. ² Dr. Docente Principal FCA – UNU.

INTRODUCCIÓN

Suquilanda (1996), define a la fertilización foliar como la aplicación de sustancias nutritivas al follaje de las plantas cultivadas, la que después de penetrar es capaz de iniciar funciones metabólicas. Asimismo, Suquilanda (1996), indica que para que los nutrientes minerales sean tomados por las hojas, pasan por etapas después de que los nutrientes minerales son depositados en la superficie de las hojas: 1. Difusión, 2. Son absorbidos en la superficie de la membrana plasmática; y 3. Pasan a través de la membrana del plasma y entran al citoplasma.

Gross (1992), menciona que las raíces no son los únicos órganos capaces de absorber los elementos minerales, sino que también las hojas y los tallos pueden asimilar las sustancias nutritivas, tanto minerales como orgánica.

La entrada de los fertilizantes en aspersión foliar ocurre a través de la cutícula y los estomas (Ferrosalt, 2001), pero se discute cual camino es más importante (Barrios, 2001).

La cutícula es una capa que cubre las hojas, pétalos de las flores y frutas, y que proviene la pérdida de humedad de los tejidos. Suponiendo que haya penetración de la capa cerosa, una solución acuosa (como por ejemplo la pulverización foliar) atravesara la cutícula a través de las capas pectínicas hacia las capas intermedias. Los minerales entonces penetran la pared celular a través de la ectodermis. La segunda ruta en importancia para la absorción de nutrientes aplicados foliarmente es a través de los estomas de las hojas (Ferrosalt, 2001).

En varias publicaciones se menciona que en la absorción foliar, la que se da en el envés es mayor que la que se da en el haz de la hoja. Con respecto a ello, Barrios (2001), afirma que la superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos flemáticos están más cerca.

Suquilanda (1996), indica que los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultados un fertilizante foliar que contiene fitohormonas. (Auxinas, giberelinas y citoquininas).

Guerrero (1993), lo denomina bio-abono líquido, es la fase líquida o "afluyente" producto de la degradación de anaeróbica de la materia orgánica compleja en elementos simples por acción de diversos microorganismos. Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados conocidos con el nombre de "biodigestor".

Los microorganismos son los agentes encargados de transformar los materiales orgánicos como el estiércol, pajas, cenizas, jugo de frutas y otros, en vitaminas, ácidos y minerales complejos indispensables al metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta. Las sustancias que se origina a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, que al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos a las mismas (Restrepo, 1998).

El abono orgánico líquido como biol, es también una fuente orgánica de fitoreguladores que, a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. El biol influye sobre actividades agronómicas como: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Suquilanda, 1996).

La producción de biol se realiza en biorreactores anaeróbicos (digestores), los cuales dan las condiciones necesarias para la elaboración del producto. Para conseguir un buen funcionamiento de las tres fases de descomposición, debe cuidarse la cantidad de la materia prima o biomasa empleada la que debe tener una relación C/N entre 25 a 30, la temperatura en todo el proceso debe permanecer entre 25 a 35 °C y la acidez (pH) alrededor de 7.0 (Suquilanda, 1996).

Al termino del proceso de digestión de todo el material introducido en el biodigestor, se obtienen tres productos diferenciados: nata, líquido sobrenadante (biol) y el lodo digerido (biosol), los cuales por su composición en fitoestimulantes y elementos nutritivos son usados como abonos en la agricultura (Suquilanda, 1996).

El presente trabajo de investigación busca evaluar el efecto de tres dosis de biol en el crecimiento inicial del cacao en la fase de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área del terreno de la señora Jerónima Martínez Cajas, cuya ubicación geográfica es: Latitud: 09° 02.957" S; Longitud: 075° 30.803" W y Altura: 336 m.s.n.m., en la junta vecinal de Pampa Yurac, distrito y provincia de Padre Abad.

Elaboración del biol.

El biol que se usó para este trabajo de experimentación fue producto de la mezcla (estiércol fresco de vaca, leche fresca de vaca, jugo de caña, ceniza, kudzu y agua sin tratar).

El biol preparo artesanalmente en recipiente de plástico con tapa hermética de 50 litros de capacidad: "Biodigestor agrícola" como el que se muestra en la figura 01.

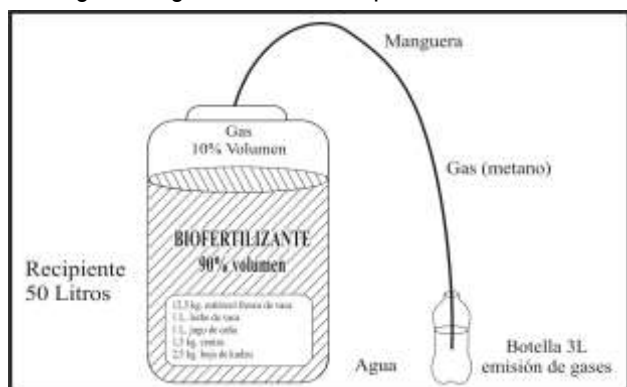


Figura 01. Modelo de "Biodigestor agrícola".
(Fuente: Barrios, 2001).

Para la preparación del biol, se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1: Al recipiente de plástico de capacidad de 50 litros se añadió agua hasta la mitad, disolviendo todo el estiércol vacaza (12,5 kg) y la ceniza (1,5 kg), revolviéndolos hasta lograr una mezcla homogénea.

Paso 2: Se disolvió en un balde aparte en cinco litros de agua, la leche fresca de vaca (1 litro) y el jugo de caña (1 litro); luego se agregó al recipiente donde se elabora el biol.

Paso 3: Se picó el kudzu (2,5 kg) en trozos muy pequeños, luego se procedió a mezclar en el recipiente.

Paso 4: Se completó el volumen total del recipiente de plástico que contenía todos los ingredientes, con agua limpia sin tratar, dejando un espacio de 10 cm bajo el nivel superior del tanque y se procedió a revolverlo constantemente.

Paso 5: Se Tapó herméticamente el recipiente, para el inicio de la fermentación anaeróbica del biofertilizantes y se colocó una manguera que vaya, un extremo en el espacio vacío del tanque y el otro en la botella transparente con agua, para la evacuación de gases.

Paso 6: Se ubicó el recipiente a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegiendo del sol y las lluvias.

Paso 7: Se dejó la mezcla en fermentación hasta que no se observen burbujas en la botella de agua (evacuación de gases). La fermentación de biol fue de 3 meses para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor, antes de pasar a usarlo, obteniéndose un abono foliar rico en nutrientes.

Instalación de vivero

El vivero se encuentra en el área del terreno de la Sra. Jerónima Martínez Cajas ubicado en la Junta Vecinal de Pampa Yurac; un lugar de fácil acceso, con un terreno de topografía plana, cerca de una fuente de agua limpia y lejos de animales que podrían dañar a los plantones. La orientación del vivero fue de este a oeste.

La uniformización de la superficie fue a través de la eliminación de malezas, piedra, raíces, rastrojos y el movimiento de tierra. Para el tinglado se utilizaron materiales rústicos, propios de la zona: 9 postes de 2,5 m, con una altura de la base al techo de 2 m (que sirvió como soporte), 6 palos alargados de 5,5 m y 14 travesaños de 3,5 m que sirvió como base del techo y se cubrió con malla Raschel 50% de luminosidad.

El sustrato que se usó fue de una proporción: 70% de tierra negra cavando hasta una profundidad no más de 0,05 m y 30% de arena de río lavado, sin la adición de ningún fertilizante. El sustrato fue tamizado y depurado.

La bolsa de polietileno que se utilizó fue de color negro, 12" x 6" x 2 mm de grosor, con 10 perforaciones en la base de 0,5 cm de diámetro para evitar el exceso de agua y con fuelle para que tenga una mejor estabilidad.

Las bolsas fueron acomodadas en la superficie debajo el tinglado en el lugar correspondiente debidamente limpio y nivelado. Se realizó 12 camas, con 50 bolsas llenas/cama, teniendo un total de 600 plantones de cacao.

Las semillas se seleccionaron de mazorcas de híbrido segregado (*Theobroma cacao* L.), mazorcas grandes de color amarillo, tolerante a plagas y enfermedades, rústico, vigoroso.

La cantidad de semilla fue de 2 kg con mucilago para 600 plantones. El mucilago se eliminó frotando suavemente con aserrín. Se realizó la pre germinación de las semillas, la cual fueron colocados sin el mucilago en una capa de aserrín, sobre un área pequeña y cubierta con otra capa de aserrín. Las semillas pre germinadas a los tres días, fueron llevadas a la bolsa, colocándose de tal manera que la raíz quede hacia abajo y luego se procedió a cubrirlo con el sustrato.

Riego: Se regó cada que fuese necesario antes de las 9 de la mañana o después de las 4 de la tarde. También se regó tres días antes de la aplicación del abono foliar.

Deshierbo: Este procedimiento se efectuó a la semana de la siembra, luego constantemente. Se eliminó manualmente las malezas dentro de las bolsas, para evitar la competencia por nutrientes, agua, luminosidad y espacio.

Aplicación del biol

Una vez culminado el tiempo de fermentación de tres meses. Se mueve el producto en el recipiente para su respectiva cosecha, se colocó el abono foliar líquido "biol" en una tela de algodón para evitar los residuos del producto. Se llenan los depósitos en botella de plástico de tres litros para su respectivo uso.

Se hizo diez aplicaciones durante toda la fase de vivero del cultivo cacao, cada semana. Las aplicaciones se realizaron por las mañanas.

El diseño estadístico empleado fue el de Bloques Completamente Randomizado (BCR), con 3 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones. Para la prueba de promedios se utilizará la Prueba de Tukey con un $p = 0,05$ de significancia por cada variable estudiado.

RESULTADOS

A. Altura de planta.

El Cuadro 01 muestra la prueba de promedios de Tukey para la altura de planta, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plantones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 01. Altura de planta en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plantones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Altura de planta (cm)				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	15,37 b	16,66 b	18,23 b	19,14 b	21,69 b
1	Biol 2,5 %	15,86 b	17,41 ab	19,01 ab	20,13 b	23,21 b
2	Biol 5 %	16,69 ab	18,07 ab	19,92 ab	21,36 ab	24,08 ab
3	Biol 7,5 %	17,83 a	19,44 a	21,18 a	23,04 a	25,84 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

B. Diámetro de tallo.

El Cuadro 02 muestra la prueba de promedios de Tukey para el diámetro de tallo, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plantones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 02. Diámetro de tallo en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plantones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Diámetro de tallo (cm)				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	0,21 d	0,37 c	0,54 c	0,70 c	0,86 b
1	Biol 2,5 %	0,28 c	0,45 b	0,61 b	0,78 b	0,94 ab
2	Biol 5 %	0,31 b	0,47 b	0,63 b	0,81 b	0,98 ab
3	Biol 7,5 %	0,34 a	0,53 a	0,67 a	0,88 a	1,08 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

C. Longitud de tallo.

El Cuadro 03 muestra la prueba de promedios de Tukey para la longitud de tallo, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 03. Longitud de tallo en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Longitud de tallo (cm)				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	14,57 b	16,1 b	17,42 b	18,29 b	20,69 b
1	Biol 2,5 %	15,07 b	16,79 ab	18,18 ab	19,16 b	22,12 b
2	Biol 5 %	15,79 ab	17,53 ab	19,07 ab	20,20 ab	22,97 ab
3	Biol 7,5 %	16,55 a	18,82 a	20,26 a	21,94 a	24,70 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

D. Número de hojas.

El Cuadro 04 muestra la prueba de promedios de Tukey para el número de hojas, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 04. Número de hojas en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Número de hojas				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	4,46 a	5,11 b	7,43 c	8,35 b	10,38 a
1	Biol 2,5 %	4,46 a	5,40 ab	7,71 bc	8,77 ab	10,82 a
2	Biol 5 %	4,64 a	5,60 ab	7,91 ab	8,93 ab	10,84 a
3	Biol 7,5 %	4,80 a	5,97 a	8,34 a	9,18 a	11,11 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

E. Longitud de hojas.

El Cuadro 05 muestra la prueba de promedios de Tukey para la longitud de hoja, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 05. Longitud de hoja en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Longitud de hoja (cm)				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	9,95 b	10,32 b	13,72 c	15,77 b	17,52 b
1	Biol 2,5 %	10,19 b	10,78 ab	14,72 bc	16,06 ab	18,61 ab
2	Biol 5 %	10,97 ab	11,32 ab	15,51 ab	16,56 ab	18,92 a
3	Biol 7,5 %	11,69 a	11,99 a	16,50 a	17,72 a	19,18 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

F. Ancho de hojas.

El Cuadro 06 muestra la prueba de promedios de Tukey para el ancho de hoja, en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones.

Cuadro 06. Ancho de hoja en la aplicación de diferentes concentraciones de bioles en plántones de cacao en vivero, en las diferentes evaluaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Tratamientos	Descripción	Ancho de hoja				
		1a eval.	2a eval.	3a eval.	4a eval.	5a eval.
0	Testigo	4,37 b	4,62 b	5,91 b	6,38 c	6,87 b
1	Biol 2,5 %	4,57 ab	4,85 b	6,30 ab	6,83 bc	7,33 ab
2	Biol 5 %	4,73 ab	4,98 ab	6,74 ab	6,99 ab	7,44 ab
3	Biol 7,5 %	5,12 a	5,40 a	7,21 a	7,45 a	7,59 a

Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

G. Análisis de costo.

El Cuadro 07, muestra el costo de la preparación de 50 litros de biol, para la primera preparación y posteriormente, para las siguientes preparaciones, para su aplicación a los plantones de cacao en vivero.

Cuadro 07. Producción a todo costo de la elaboración de 50 litros de Biol para la primera preparación y posteriormente, para las siguientes preparaciones. Aguaytía, Perú, 2017.

Rubros	Primera preparación			Segunda preparación a mas				
	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. Materiales				44,00				0,00
Tanque plástico 50 L.	Unidad	1	30,00	30,00				
Manquera (1m)	Unidad	1	2,00	2,00				
Pegamento	Unidad	1	10,00	10,00				
Correa	Unidad	2	1,00	2,00				
2. Insumos				7,00				7,00
Leche fresca (vaca)	Litro	1	3,00	3,00	Litro	1	3,00	3,00
Melaza (jugo de caña)	Litro	1	4,00	4,00	Litro	1	4,00	4,00
3. Mano de Obra				50,00				50,00
Juntar materiales de chacras	Jornal	1	25,00	25,00	Jornal	1	25,00	25,00
Preparación	Jornal	1	25,00	25,00	Jornal	1	25,00	25,00
4. Transporte materia				15,00				15,00
Transporte: estiércol fresco (vacaza), ceni: kudzu y agua sin trat	Global	1	15,00	15,00	Global	1	15,00	15,00
Costo total de insumos (S/.)				116,00	Costo total de insumos (S/.)			72,00
Cantidad de biol productivo (Litros)				50	Cantidad de biol productivo (Litros)			50
Costo de biol (S/. por litro)				2,32	Costo de biol (S/. por litro)			1,44

El Cuadro 08, muestra el costo de la aplicación del biol, en plantones de cacao en vivero.

Cuadro 08. Costo de aplicación de Biol versus abono foliar Bayfolan en plantones de cacao en vivero. Aguaytía, Perú, 2017.

Trat.	Descripción	Cantidad por aplicación (L)	Cantidad por 10 aplicaciones (L)	Costo total de aplicaciones (S/.)
0	Testigo	0	0	0
1	Biol 2,5 %	0,5	5	11,6
2	Biol 5 %	1	10	23,2
3	Biol 7,5 %	1,5	15	34,8
	Bayfolan	0,100	1	25,0

Discusiones.

A. Resultado 1: altura de planta.

Para la altura de planta en cinco evaluaciones, se demuestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles, lo cual se demuestra al aplicar la prueba de promedios de Tukey (Cuadro 01), el cual, la aplicación de biol 7,5%, presento el mejor promedio de altura de planta, en todas las evaluaciones, seguido de la aplicación con biol 5%, y luego la aplicaciones de biol 2,5%, el mismo que no presenta diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto al el testigo.

B. Resultado 2: Diámetro de tallo.

Para el diámetro de tallo en los diferentes momentos de evaluación, se demuestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles, lo cual se muestran en la prueba de promedios de Tukey (Cuadro 02), en el cual, la aplicación de biol 7,5%, presenta los mejores promedios de diámetro de tallo, seguido de las aplicaciones con biol 5% y 2,5%, los cuales no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre ellos, pero si presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto al testigo.

C. Resultado 3: Longitud de tallo.

Para la longitud de tallo en las diferentes evaluaciones, se demuestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles, lo cual se muestran en la prueba de promedios de Tukey (Cuadro 03), el cual indica que, la aplicación de biol 7,5%, presenta el mejor promedio de longitud de tallo, el cual no presenta diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto a la aplicación con biol 5%, pero si presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto a la aplicaciones de biol 2,5% y el testigo, los mismo que no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre ellos.

D. Resultado 4: Números de hojas.

Para el número de hojas en la primera evaluación, y en la quinta evaluación se demuestra que no existen diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles.

E. Resultado 5: Longitud de hojas.

Para la longitud de hojas en los diferentes momentos de evaluación, se demuestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles, lo cual se demuestra en la prueba de promedios de Tukey (Cuadro 05), el cual indica que, la aplicación de biol 7,5%, presenta el mejor promedio de longitud de hoja, el cual no presenta diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto a la aplicación con biol 5%, el cual tampoco presento diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto a la aplicación con biol 2,5%, el cual muestra diferencias significativas con respecto al testigo.

F. Resultado 6. Ancho de hojas.

Para el ancho de hoja en los diferentes momentos de evaluación, se demuestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las aplicaciones de diferentes concentraciones de bioles, lo cual se demuestra al aplicar la prueba de promedios de Tukey (Cuadro 06), el cual indica que, la aplicación de biol 7,5%, presenta el mejor promedio de ancho de hoja, el cual no presenta diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto a las aplicaciones con biol 5% y 2,5%, los cuales tampoco presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto al testigo, el mismo que si presento diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a la aplicación con biol 7,5%.

G. Resultado 7: Análisis de costo.

De acuerdo al cuadro 07, se observa que, para la primera preparación, el litro de biol preparado tiene un costo de S/. 2,32, siendo muy barato en comparación con el costo del abono foliar Hummax, el cual tiene un costo de S/. 25,00 asimismo, para segunda preparación, en la cual ya no se comprarán los materiales, el litro de biol preparado tiene un costo de S/. 1,44, abaratándose en S/. 0,88 por litro de biol preparado.

Observando el cuadro 8, se observa que la aplicación de biol 7,5%, es el más costoso, por el volumen de biol que se utiliza en las 10 aplicaciones realizadas en vivero (S/. 34,8), sin embargo, la aplicación de biol 5%, es menos costoso (S/. 23,2) y se equipara en costo con el abono foliar químico Hummax (S/. 25,0), siendo el menos costoso, la aplicación de biol 2,5% (S/. 11,6).

Mamani (1990), indican que el biol es un fertilizante foliar de producción casera, que contiene nutrientes y hormonas de crecimiento como producto de la fermentación o descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de desechos de origen animal y vegetal. El mismo autor indica que los elementos que se forman como producto de la fermentación o descomposición de la materia orgánica, son sustancias húmicas conocidas como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, que se caracterizan por su estado coloidal, su color oscuro, su elevado peso molecular y su acidez. Los ácidos húmicos son moléculas más grandes y contienen más nitrógeno, carbono y azufre. Los ácidos fúlvicos además de contener los anteriores elementos, presentan un mayor porcentaje de oxígeno, motivo por el cual su acidez es más alta y por tanto tienen una mayor capacidad de retención de minerales (nutrientes). Las huminas son las menos solubles.

El biol de ser fuente de nutrientes (N, P, K, Ca, S), también es un fitoregulador de crecimiento porque contiene fitohormonas que aceleran el crecimiento del follaje (vigor) inducen a la floración y fructificación y acelera la maduración de los cítricos. (Mamani *et al.*, S.f.), lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis, en los cuales, a medida que se aumenta la concentración de biol para aplicarlo en

plantones de cacao en vivero, aumentan la respuestas de las variables, y por este motivo, la concentración de 7.5% de biol aplicado a los plantones de cacao, mostraron mejores índices de crecimiento, debido a que la aplicación de bioles promueve las actividades fisiológicas y estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, asimismo mejora el vigor del cultivo gracias a la presencia de los nutrientes que contiene el biol, así como las hormonas promotoras de crecimiento.

Quispe (2015), al aplicar biofertilizantes en *Caesalpinia spinosa* "Tara" muestran que son mayores los incrementos de diámetro y altura y número de raíces secundarias.

Suquilanda (1996), también menciona que los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbico, dan como resultado un fertilizante foliar que contiene fitohormonas (Auxinas, giberelinas y citoquininas). El mismo autor también indica que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz.

Martí (2006), coincidiendo con lo mencionado por Mamani *et al.*, (1990), indica que los bioles contienen una alta variedad de ácidos orgánicos, activadores fisiológicos, repelentes de insectos, aminoácidos, vitaminas, micro y macro elementos, por su alta variedad de componentes tiene una amplia variedad de efectos sobre las plantas.

Martí (2006), también menciona que la acción de los bioles estimula el proceso fisiológico de la planta generando equilibrio bioquímico, como fundamento de la producción de enzimas, hormonas y metabolitos

Lutheran World Relief (2008), recomienda que los biofermentados líquidos, llamados también foliares y que se aplican a las hojas del cacao, son biofertilizantes con mucha energía equilibrada y en armonía mineral y por su forma de acción deberán de utilizarse en el período seco o verano, ya que penetran en las hojas de las plantas de cacao, ya que en este tiempo hay muy poca circulación de agua en el suelo y las plantas de cacao no pueden alimentarse por medio de sus raíces.

Estos conceptos refuerzan los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, en los cuales, las características beneficiosas que presenta el biol, ha mejorado el desarrollo vegetativo de los plantones de cacao en vivero, y con la mayor concentración de biol (7.5%), se obtuvieron los mejores resultados de desarrollo vegetativo de los plantones de cacao.

CONCLUSIONES

- La aplicación de biol al 7,5%, generó mejores promedios de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de tallo, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hoja, en relación al tratamiento testigo (sin aplicación de biol) el que presento los más bajos promedios de desarrollo vegetativo.
- El análisis de costo demuestra que, la aplicación de biol 7,5% es más costoso que la aplicación de abono foliar químico Hummax, siendo la aplicación de biol 5%, el que se equipara con el abono foliar químico, indicando además, que el costo por litro de biol se abarata en S/. 0,88 en la segunda preparación a más.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barrios, F. 2001. Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú 70p.

Ferrosalt s.a. 2001. Mecanismo de absorción de los quelatos de aminoácidos Organikel. Boletín técnico Ferrosalt s.a. división agra. Lima, Perú. 6p.

Gross, A. 1992. Abonos. Guía práctica de la fertilización. 7ma edición. Editorial Mundi Prensa. España (Madrid). 560p.

Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos: Tecnologías para el manejo ecológico del suelo. Ed. RAAA. Lima, Perú. 90p.

Lutheran World Relief. 2008. Cacao Orgánico: Manual del Cultivo. Lwr, Cacaonica, Soppexcca, Nicaragua. 8-13p.

Mamani, P., Chávez, E. & Ortuño, N. 1990 El biol, biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivos. PROINPA.

Martí, O. 2006. Phosphorusprecipitation in Anarobic DigestionProcess. Boca Raton. Florida, USA. 4-15p.

Quispe Palomino, M.G. 2015. Efecto de 3 biofertilizantes en el desarrollo de plántones de *Caesalpiniaspinosa* (Molina) Kunt a nivel de vivero. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Restrepo, J. 1,998. El suelo, la vida y los Abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. SIMAS. Managua, Nicaragua. 86 p.

Suquilanda, M. 1996. Agricultura orgánica: Alternativa tecnológica del futuro. Serie Agricultura Orgánica. Ecuador (Quito), 221-251p.