



Artículo

Aplicación de bocashi en plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.), en campo definitivo, Sapecho - Bolivia

Application of bocashi on cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.), in final field, Sapecho - Bolivia

Claudia Condori Loreño, Casto Maldonado Fuentes, Javier Marino Pérez

RESUMEN:

Las fibras de los Camélidos Sudamericanos, tienen una alta demandada en el mercado internacional de la industria textil. Muestras de fibra de llama, alpaca y del híbrido Misti, fueron analizadas en el laboratorio de lanas de la Estación Experimental de Choquenaira, para determinar la calidad y la variabilidad: entre especies, entre edades y entre colores. Los datos fueron procesados en el programa S.A.S, versión 9, 2004. La especie tuvo un efecto altamente significativo ($p \leq .01$); en todas las variables. A la prueba de Tukey: la medulación, el índice de confort y los rizos de la alpaca, fueron ($p \geq .01$) similares al híbrido "Misti", pero diferentes a la llama. Los largos de mecha fueron diferentes ($p \leq .01$) entre especies. El diámetro $21.57 \mu\text{m}$ del "Misti", fue superior ($p \leq .01$) a $22.85 \mu\text{m}$ de alpaca, pero ambos similares ($p \geq .01$) a $22.24 \mu\text{m}$ de la llama. La edad tuvo efecto altamente significativo ($p \geq .01$) en la mayoría de las variables, pero el color solamente un efecto significativo ($p \leq .05$). La calidad de la fibra de los adultos y de los colores oscuros fueron menores a los jóvenes y a los claros. Diferencias que podrían atribuirse a la mezcla de cruzamientos entre especies, edad y al medio ambiente.

PALABRAS CLAVE:

cacao (*Theobroma cacao* L.), fertilidad de suelo, clon ICS-6, bocashi, campo definitivo, mortandad.

ABSTRACT:

The fibers produced by South American Camelids have a high demand in the international textile industry market. In the mixed sizes of alpacas (huacaya race) and llamas (intermediate type) of the communities of Catacora, the hybrid "Misti" abounds, which produces a fiber whose characteristics are unknown. In the wool laboratory of the Experimental Station of Choquenaira, fiber samples were analyzed, to determine the quality and variability: (1) between species, (2) between ages and (3) between colors. The data were processed in the S.A.S program version 9, 2004; and the variability of the diameter between species using the coefficient of variation (CV). The species had a highly significant effect ($p \leq .01$); in all variables. To the Tukey test: the measurement, comfort index and alpaca curls, were ($p \geq .01$) similar to the "Misti" hybrid, but different from the llama. The length of wick was different ($p \leq .01$) between species. The $21.57 \mu\text{m}$ diameter of the "Misti" was greater ($p \leq .01$) than $22.85 \mu\text{m}$ of alpaca, but both similar ($p \geq .01$) to $22.24 \mu\text{m}$ of the llama. The variability of the diameter of the llama (CV = 39%) and of the "Misti", (CV = 25%) were greater than that of the alpaca (CV = 22%). Age had a highly significant effect ($p \geq .01$) in most of the variables, as did the color with a significant effect ($p \leq .05$). The fineness and quality of the "Misti" fiber was superior to alpaca, but both similar and more homogeneous than the llama fiber. Wick sizes between species were different. The quality of adults and dark colors were lower than young and light. The differences in fiber quality could be attributed to the mixture of crossings between species, age and the environment.

KEYWORDS:

cocoa (*Theobroma cacao* L.), soil fertility, clone ICS-6, bocashi, final field, mortality.

AUTORES:

Claudia Condori Loreño: Ingeniero Agrónomo. claudiacondoriloreno@gmail.com

Casto Maldonado Fuentes: Docente Investigador, Estación Experimental Sapecho, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID iD 0000-0001-9540-0362. casmaf@gmail.com

Javier Marino Pérez: Sub Director, Fundación P.I.A.F. de la Central de Cooperativas El Ceibo rl., Bolivia. javiermarinoperez@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.53287/esee1176fm44p>

Recibido: 15/03/2024. **Aprobado:** 20/04/2024.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es una de las principales fuentes de ingreso de los productores de Alto Beni, el manejo es ecológico, sin adición de insumos sintéticos o prácticas que contaminan la fauna y la flora, en la actualidad esta región lidera la producción de cacao a nivel nacional con el 97 % de la producción total, de toda la

producción de esta región aproximadamente el 30% se destina al mercado internacional y el 70% al mercado nacional (CENTRAL DE COOPERATIVAS EL CEIBO, RL, 2017).

En Bolivia se estima una superficie de producción de 14,884 hectáreas de cacao cultivado híbrido/foráneo y 12,115 hectáreas de cacao cultivado de origen silvestre. En el mercado internacional Bolivia se encuentra ubicada en el

puesto 31avo, de los países productores de cacao y participa con un 0,05% en el comercio mundial (Helvetas, 2019).

Uno de los factores negativos que influyen en el manejo del cultivo, es específicamente la fertilización edáfica, que influye a largo plazo en la fisiología del cultivo. Es importante realizar un análisis de suelo para determinar el porcentaje de nutrientes y en base a aquellos resultados, aplicar las dosificaciones del abono orgánico, en base al requerimiento nutricional del cultivo de cacao.

Estos abonos orgánicos como el bocashi, no solo aportan nutrientes al suelo, sino que también influyen favorablemente en la estructura del suelo, aporta nutrientes y modifica la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes al nivel de las raíces de las plantas (Ríos, 2015).

La EAT (2021), afirma que las funciones del bocashi contribuyen a Mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo y previene enfermedades a las raíces de los cultivos; aporta nutrientes necesarios para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos; mejora gradualmente la fertilidad y vida del suelo promoviendo mayor retención de humedad y plantas sanas con mayor producción; Aporta materia orgánica al suelo, permitiendo la fijación de carbono, así como la capacidad de absorción de agua y activa una serie de rizo-bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bioprotección.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de bocashi con diferentes dosis (0, 1.5 y 3 kg) en plantas renovadas en crecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El trabajo se realizó en predios del Centro Experimental P.I.A.F. El Ceibo que se encuentra ubicada en la provincia Sud Yungas, Municipio Palos Blancos área II distrito Sapecho en el departamento de La Paz. Situada geográficamente entre las coordenadas 15°33'14.53" de Latitud Sur y 67°19'57.09" de Longitud Oeste, con una altitud promedio de 410 m.s.n.m.

Metodología

Material Vegetal

Se empleó para la investigación plantines del clon de cacao ICS-6 con 60 días de edad, esta variedad normalmente se lo usa como pie de injerto ya que presenta tolerancia enfermedades como mazorca negra, escoba de bruja y mal de machete, así como su adaptabilidad a diferentes tipos de suelos.

Insumo

El insumo empleado en diferentes dosis fue el abono orgánico bocashi.

Análisis de suelo

Se realizó un muestreo en zig-zag obteniendo 21 muestras por parcela las cuales se homogenizó y cuarteo para poder obtener 1kg de la muestra de suelo, para realizar su respectivo análisis físico y químico. El análisis fue realizado por el instituto de Ecología Facultad de Ciencias Puras y Naturales (LCA) de la Universidad Mayor de San Andrés.

Preparación del terreno

La parcela se estableció sobre una que ya había sido trabajada con cacao y se procedió a la eliminación de plantas improductivas, de más de 30 años, las cuales no producían debido a un probable desgaste de nutrientes, se procedió trabajando con motosierras, motodeshierbadoras, machetes y otros.

Sistema de plantación

El sistema de plantación es de tres bolillo (3 x 3 m) el cual nos permite tener mayor número de plantas y además de una adecuada distribución en el terreno.

Trazado y apertura de hoyos

El trazado se realizó fijando estacas de madera en el terreno de acuerdo a la densidad de siembra o sistema de plantación, para luego abrir los hoyos con una pala boca de sapo, tomando en cuenta las dimensiones recomendables de 40 x 40 x 40 centímetros.

Trasplante y aplicación de bocashi

Juntamente con el trasplante se efectuó la aplicación de abono de bocashi el cual se lo dividió en tres dosis: la primera fue el testigo (sin abono – 0 kg), la segunda que fue con una dosis de 1,5 kg y el tercero con 3 kg, la plantación fue de forma manual retirando muy cuidadosamente la bolsita con una navaja para no lastimar las raicillas del plantin, luego se mezcló la tierra con el bocashi.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para el estudio fue el de bloques completamente al azar, donde se trabajó con dos dosis de aplicación de bocashi y tres repeticiones.

La información se procesó mediante el análisis de varianza (ANVA) y cuando se evidenció las

diferencias significativas (5% de probabilidad), se realizó la prueba de comparación de medias usando el test de Duncan al 5%.

Las variables de estudio fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas de la planta, y porcentaje de mortandad.

RESULTADOS

Análisis físico y químico de suelo

El resultado del análisis físico- químico del suelo del ensayo se muestra en la Tabla 1, realizado posterior a la habilitación del terreno reporta bajo contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fosforo y potasio. Contenidos medio para el calcio y magnesio realizando la comparación con el requerimiento del cultivo de cacao con IICA, (2017). También presenta un pH ligeramente ácido y un suelo no salino.

Tabla 1. Resultados del análisis físico y químico de suelo de las parcelas experimentales.

Parámetro	Método	Unidad	Suelo 14 -1	Suelo D.E.
pH acuoso	ISRIC 4		6,5	7.15
Conductividad eléctrica	ASPT 6	μS/cm	0,0091	0.11
Materia orgánica	ISRIC 5	%	2,7	3.97
Nitrógeno	ISRIC 9	%	0,006	0.19
Fosforo	ISRIC 9	Ppm	2,7	3.73
Potasio	ISRIC 9	cmolc/kg	0,088	0.65
Calcio	ISRIC 9	cmolc/kg	6,2	6.87
Magnesio	ISRIC 9	cmolc/kg	1,3	1.61
Sodio	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0071	0,09

Haciendo la comparación con la tabla de rango de fertilidad de cacao propuesta por IICA, (2017) con valores obtenidos de los nutrientes de la parcela en estudio, donde nos señala que presenta un bajo porcentaje en materia orgánica de 2,7%.

Las características físicas del suelo, reportan una textura franco arcillosa arenosa que el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Acuacultura y Pesca, (2012) confirman que es apta para el cultivo de cacao.

Al respecto Chilón, (2014) señala que es un suelo no salino, que presenta un pH ligeramente ácido apto para el cultivo de cacao ya que se encuentra dentro del rango óptimo. Coincidiendo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería,

Acuacultura y Pesca, (2012) que indica que el cultivo de cacao requiere suelos no salinos.

Altura de planta

La Tabla 2, registra para la altura de la planta pie a los 150 días después del trasplante, no existen diferencias significativas entre los bloques, lo cual indica que el factor pendiente no incidió en la altura de la planta. Sin embargo, existe una diferencia altamente significativa entre dosis de abono bocashi, cada una de las mismas alcanzo diferente altura de planta. Por otro lado, se registró un coeficiente de variación de 5,25 %.

Tabla 2. Analisis de varianza de la variable altura de planta.

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	F.	p-valor	significancia
Bloque	11,41	2	5,71	0,57	0,6059	N.S
Dosis de bocashi	2453,19	2	1226,59	122,35	0,0003	**
Error	40,10	4	10,03			
Total	2504,71	8				

NS $p > 0,05$ = (no significativo); ** $p < 0,01$ = altamente significativo.

En el análisis de comparación múltiple Duncan al 5%, a los 150 días para la variable, altura de planta (Figura 1), se reflejan tres grupos que corresponden a las distintas dosis de aplicación, aplicando 3 kg de abono bocashi el T2, logro alcanzar una altura mayor con una media igual a 81,25 cm, seguido por el T1 aplicando 1,5 kg que reporto una

altura intermedia con una media igual a 58,80 cm, y el T0 no tuvo la aplicación de abono bocashi presento menor altura de la planta con una media igual a 40,90 cm. Estos resultados quedan confirmados por (Hidalgo, 2016) que obtuvo un valor de 41,45 cm en altura de planta pie aplicando bocashi al suelo en una relación de 1:1.

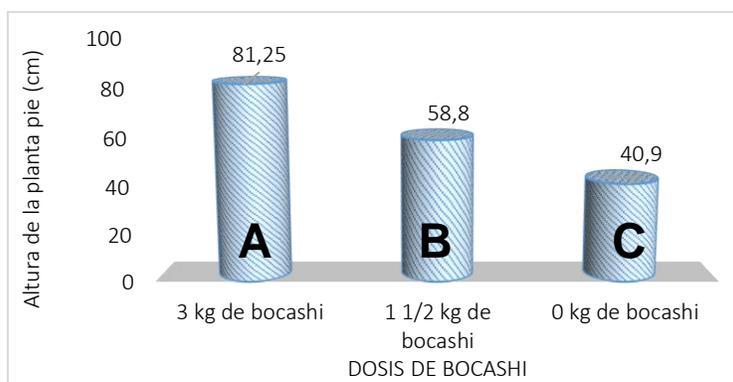


Figura 1. Prueba Duncan al 5% para altura de la planta pie.

Diámetro de tallo de la planta

La tabla 3 registra para el diámetro de tallo a los 150 días del trasplante, que entre bloques tuvieron un comportamiento uniforme con respecto a la pendiente. Sin embargo, se tiene diferencia

altamente significativa en cuanto a la dosis de bocashi, lo cual indica que una de las dosis presento mayor diámetro de tallo de la planta pie en relación al resto. Presentando un coeficiente de variación de 8,11%.

Tabla 3. ANVA para diámetro de tallo de la planta.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	p-valor	Significancia
Bloque	0,54	2	0,27	0,23	0,8058	N.S
Dosis de bocashi	77,69	2	38,84	33,08	0,0032	**
Error	4,7	4	1,17			
Total	82,92	8				

NS $p > 0,05$ = (no significativo); ** $p < 0,01$ = altamente significativo.

En el análisis de comparación múltiple de Duncan al 5%, a los 150 días en la variable, diámetro de tallo de la planta (Figura 2), se reflejan tres grupos que corresponden a las distintas dosis de aplicación, aplicando 3 kg de abono bocashi el T2 logro alcanzar un diámetro de tallo mayor con una media igual a 17,24 mm, seguido por la aplicación de 1,5 kg el T1

reporto un diámetro intermedio con una media igual a 12,68 mm, y finalmente el que no tuvo la aplicación de abono bocashi el T0 presento un menor diámetro de tallo con una media igual a 10,14 mm. Hidalgo, (2016) menciona que el diámetro de la planta pie a los 5 meses de la siembra fue de 7,1 mm aplicando bocashi al suelo en una relación de 1:1.

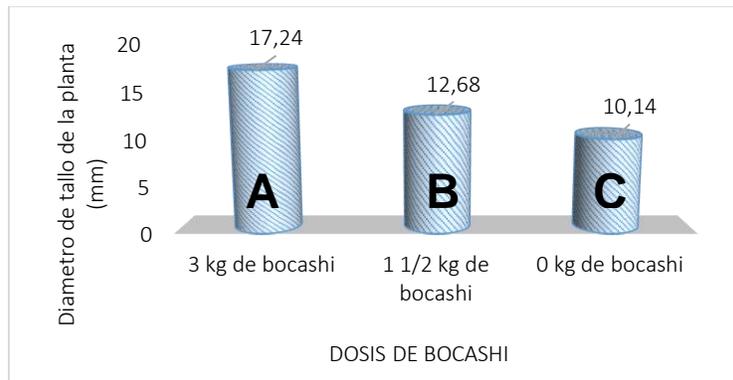


Figura 2. Prueba Duncan al 5% para el diámetro de tallo de la planta.

Número de hojas

La tabla 4, registra para el número de hojas, a los 150 días del trasplante, no existe diferencia significativa entre bloques, por lo tanto, los bloques tuvieron un comportamiento uniforme en cuanto a la pendiente. En cambio, se tiene diferencias

altamente significativas respecto a las dosis de abono bocashi, lo cual indica que uno de los tratamientos presento mayor número de hojas en relación al resto. Por otro lado, se registró un coeficiente de variación de 4,57% teniendo un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 4. ANVA para el número de hojas de la planta

F.V.	S.C.	g.l	C.M.	F.	p-valor	significancia
Bloque	3,29	2	1,64	4,56	0,0930	N.S
Dosis de bocashi	32,6	2	16,3	45,22	0,0018	**
Error	1,44	4	0,36			
Total	37,33	8				

NS $p > 0,05$ = (no significativo); ** $p < 0,01$ = altamente significativo.

En el análisis de comparación múltiple de Duncan al 5%, a los 150 días en la variable número de hojas (Figura 3), se reflejan dos grupos que corresponden a las distintas dosis de aplicación, aplicando 3 kg de abono bocashi el T2 logró obtener

mayor número de hojas con una media igual a 16, seguido por el T1 con una aplicación de 1,5 kg con una media igual 12 y con una similitud el T0, que no tuvo la aplicación de abono bocashi obteniendo 11 hojas.

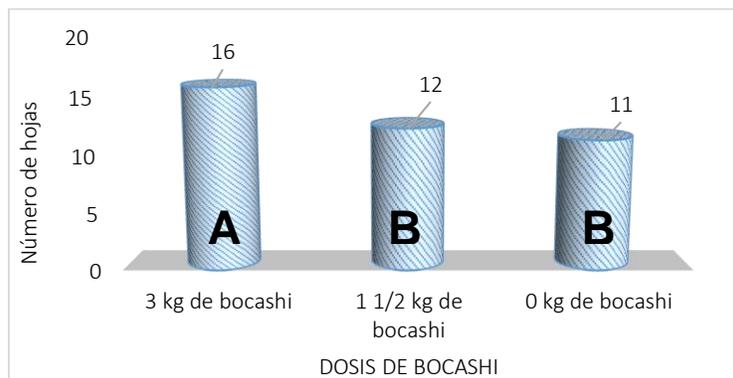


Figura 3. Prueba Duncan al 5% para el número de hojas.

Porcentaje de Mortandad de plantas

El análisis de varianza que se muestra en la tabla 5, indica para la mortandad del pie de injerto a los 150 días, que no existe diferencia significativa

entre bloques. En cambio, se tiene diferencias altamente significativas en dosis de abono bocashi, por lo que es necesaria realizar una prueba de comparación de medias. El coeficiente de variación es de 8,17%.

Tabla 5. ANVA para porcentaje de mortandad de plantas.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	P-Valor	Significancia
Bloque	0,03	2	0,01	0,26	0,7802	N.S
Dosis de bocashi	43,12	2	21,56	430,59	<0,0001	**
Error	0,2	4	0,05			
Total	43,34	8				

NS $p > 0,05$ = (no significativo); ** $p < 0,01$ = altamente significativo.

En el análisis de comparación múltiple de Duncan al 5%, a los 150 días en la variable mortandad de planta pie de injerto (Figura 4), se observa que el tratamiento T0 sin aplicación de bocashi presentó mayor cantidad de plantas muertas (6%), seguido por T1 (1,5 kg de bocashi) que presentó un 2% y el T2

(3 kg de bocashi) no registro muerte alguna de las plantas, más al contrario se mostraron más sanas y vigorosas. Al respecto Ríos, (2015) señala, que, sin el abono orgánico bocashi, en el cultivo de Sacha Inchi, obtuvo al menos 24 plantas muertas a causa de las enfermedades.

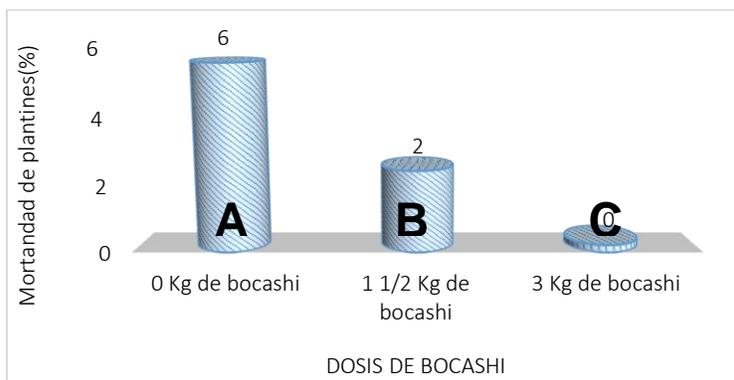


Figura 4. Prueba Duncan al 5% para mortandad de plantas.

Análisis económico

Para realizar el análisis económico en esta etapa de crecimiento, se tomó en cuenta la preparación del terreno, las labores culturales, el insumo, material vegetal que comprenden los costos

fijos y los costos variables. La tabla 6 presenta el análisis económico parcial del cultivo de cacao en crecimiento con la aplicación de distintas dosis de bocashi en una hectárea con un sistema de plantación de tres bolillos con 1282 plantines.

Tabla 6. Análisis económico parcial en 1 hectárea para 1282 plantines.

Dosis de aplicación	Costo fijo (Bs)	Costo variable (Bs)	Costo parcial (Bs)
0 kg de bocashi	198,2	8.260	8.459
1,5 kg de bocashi	198,2	23.068	23.266
3 kg de bocashi	198,2	38.073	38.271

El análisis económico parcial por tratamiento o aplicación varía, así teniendo un costo parcial mínimo, a aquel sin la aplicación de bocashi con 8.459 (Bs.), un costo parcial mayor con la aplicación de 3 kg de bocashi con un valor de 38.271 (Bs.) y un costo intermedio con la aplicación de 1,5 kg de bocashi con un valor de 23.266 (Bs.).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se establece que hay diferencias entre las medias en las diferentes dosis aplicadas en las diferentes características agronómicas, la aplicación de 3 kg de bocashi ayuda a mejorar la fertilidad de suelo como también nutre al mismo tiempo a la planta.

Es necesario conocer la oferta de nutrientes que presenta el suelo, y la demanda del cultivo en una etapa para poder asignar una dosis adecuada, ya que un exceso en la dosis del fertilizante o abono puede disminuir la eficiencia de la absorción de nitrógeno.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRAL DE COOPERATIVAS EL CEIBO, R.L. (2017). 40 años de vida institucional contribuyendo al desarrollo de la cadena productiva de cacao. La Paz, Bolivia. Recuperado el 7 de noviembre de 2021
- CHILON, E. C. (2014). Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas (da ed.). La Paz, Bolivia . Recuperado el 8 de Abril de 2022
- ESTRATEGIA DE ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO (EAT) (2021) serie de MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS cartilla 8 Elaboración Bocashi, Mexico.
- HELVETAS (21 de Abril de 2019). "Bolivia tiene el cacao silvestre de excelencia" afirma Jaime Freire experto internacional de nacionalidad ecuatoriana, conocido como Papá Cacao. HELVETAS BOLIVIA, 1. doi:https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/siguenos/noticias/El-cacao-silvestre-boliviano-es-de-alta-calidad_pressrelease_5045#:~:text=En%20Bolivia%20se%20estima%20una,cacao%20cultivado%20de%20origen%20silvestre.
- HIDALGO, S. A. (2016). "Efecto del compost de residuos sólidos municipales biodegradables y de bocashi en crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo Maria". Tingo, Maria, Perú. Recuperado el 3 de abril de 2022, de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1250/HSA_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IICA, (2017). Manual técnico del cultivo de cacao. San Jose, Costa Rica. Recuperado el 3 de Febrero de 2022, de <http://iica.int>
- MAGAP - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (2012) Guía de Buenas Prácticas para Cacao. Resolución Técnica No 83.
- RIOS, W. D. (2015). Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sacha inchi (*Piukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de daniel alomia robles, huánuco (Tesis de licenciatura - Universidad Nacional Agraria de la Selva). Tingo-Maria, Peru. Recuperado el 15 de Febrero de 2022, de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/399/T.CSA-140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>