

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Efecto de la aplicación de “Bokashi” y “Callisia Repens” como alternativa ecológica para mejorar la producción de cacao en Rioja – San Martín

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Nataly Cristy Su García
Mileny Chinchay Inga

Asesor:

Mag. Joel Hugo Fernández Rojas

Lima, mayo del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Joel Hugo Fernández Rojas de la Facultad de ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de ingeniería ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BOKASHI Y CALLISIA REPENS COMO ALTERNATIVA ECOLOGICA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN RIOJA – SAN MARTÍN”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Nataly Cristy Su García y Mileny Chinchay Inga para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 27 días del mes de mayo del año 2021.



Joel Hugo Fernández Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 10 días día(s) del mes de mayo del año 2021 siendo las 21:20 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, el secretario: Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio, y los demás miembros: Ing. Nancy Curasi Rafael y el Ing. Oriando Alan Poma Porras y el asesor: Mg. Joel Hugo Fernández Rojas, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Efecto de la aplicación de Bokashi y 'Callisia Repens' como alternativa ecológica para mejorar la producción de cacao en Rioja - San Martín"

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) NATALY CRISTY SU GARCIA

..... b) MILENY CHINCHAY INGA

.....conducente a la obtención del título profesional de INGENIERO AMBIENTAL

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/(las) candidato(a)s a hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del Jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)/(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del Jurado.

Posteriormente, el Jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): NATALY CRISTY SU GARCIA

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Candidato (b): MILENY CHINCHAY INGA

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al(los)/a(la)/(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Asesor
Mg. Joel Hugo
Fernández Rojas



Candidato/a (a)
Nataly Cristy



Secretario
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Miembro
Ing. Nancy Curasi
Rafael

Miembro
Ing. Oriando Alan
Poma Porras



Candidato/a (b)
Mileny

Efecto de la aplicación de “Bokashi” y “Callisia Repens” como alternativa ecológica para mejorar la producción de cacao en Rioja – San Martín

EFFECT OF THE APPLICATION OF "BOKASHI" AND "CALLISIA REPENS" AS AN ECOLOGICAL ALTERNATIVE TO IMPROVE COCOA PRODUCTION IN RIOJA - SAN MARTÍN

SU GARCÍA NATALY¹, CHINCHAY INGA MILENY², JOEL HUGO FERNÁNDEZ ROJAS³

^{1,2,3}EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.
<https://orcid.org/0000-0002-1761-2818>

Resumen

Se evaluó el efecto del abono orgánico fermentado Bocashi y el cultivo de cobertura Callisia Repens en la producción del cacao (*Theobroma cacao L.*) durante dos años hasta las tres primeras cosechas, en la comunidad Nativa Shampuyacu ubicado en la ciudad de Rioja, San Martín en un área total de 1600 m² con 20 parcelas de 80m² y diez plantas en cada una. El diseño del experimento fue de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos (T₁: bocashi, T₂: Callisia Repens, T₃: bocashi + Callisia; T₄: testigo) y cinco repeticiones; la fertilización con bocashi se dio en siete dosificaciones: 100 gr, 200 gr, 400 gr, 500 gr, 700 gr, 1000 gr y 3000 gr/planta en intervalos de cuatro meses cada una. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (m), número de mazorcas, peso seco de pepas del cacao (kg), cantidad de enfermedades atacadas por plantas, grosor del tallo (cm) y contenido de NPK en el suelo (ppm). Se realizó el análisis de varianza, comparación de medias mediante la prueba de LSD de Fisher con el uso del software R versión 4.01. Los resultados demostraron que en el T₃ (Bocashi + Callisia) se obtuvieron los mayores efectos, estadísticamente superiores sobre los indicadores productivos evaluados, con valor promedio en la producción agrícola de 1.16 kg/planta en la tercera cosecha.

Palabras claves: Bokashi, Callisia Repens, abono orgánico, cultivo de cacao.

Abstract

The effect of the fermented organic fertilizer Bocashi and the cover crop Callisia Repens on the production of cocoa (*Theobroma cacao L.*) was evaluated after two years until the first three harvests in the Native community Shampuyacu located in the city of Rioja, San Martín in a total area of 1600 m² with 20 plots of 80m² and ten floors in each. The design of the experiment was completely randomized blocks (DBCA) with four treatments (T₁: bocashi, T₂: Callisia Repens, T₃: bocashi + Callisia; T₄: control) and five repetitions; fertilization with bocashi was given in seven dosages: 100 gr, 200 gr, 400 gr, 500 gr, 700 gr, 1000 gr and 3000 gr / plant at intervals of four months each. The variables evaluated were: plant height (m), number of pods, dry weight of cocoa beans (kg), number of diseases attacked by plants, stem thickness (cm) and NPK content in the soil (ppm). Analysis of variance, comparison of means was performed using Fisher's LSD test with the use of R version 4.01 software. The results showed that in T₃ (Bocashi + Callisia) the greatest effects were obtained, statistically higher on the productive indicators evaluated, with an average value in agricultural production of 1.16 kg / plant in the third harvest.

Keywords: Bokashi, Callisia Repens, organic compost, cacao cultivation.

*Autor correspondiente.

E-mail address: natalysu@upeu.edu.pe¹

E-mail address: milenychinchay@upeu.edu.pe²

E-mail address: hugof@upeu.edu.pe³

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más importante profundizar sobre la gravedad del estado en que se encuentra nuestro país en materia agraria (Ortega, 2009), desafortunadamente la tendencia de la agricultura convencional y la cuestionable necesidad de producir cada vez más (Moneva, 2019) ha conllevado a la degradación de los recursos naturales (González *et al.*, 2007); observándose suelos erosionados, mayor incidencia de plagas y enfermedades, pérdida de diversidad biológica, disminución de los recursos naturales y el acelerado proceso de contaminación del suelo (Claros *et al.*, 2010) (García & Durga, 2012) (Higa & Parr, 1994). A esto, se suma la considerable cantidad de residuos orgánicos, que asociados a su manejo inadecuado y falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (Villalba *et al.*, 2011); generalmente estos son considerados un problema para el productor, ya que no conocen alternativas para darles uso apropiado (Ramos & Elein, 2014)

En la provincia de Rioja, Región de San Martín, residen pequeños agricultores de la comunidad nativa awajún Shampuyacu que se dedican principalmente al cultivo de cacao y café (Herz, 2018). El sistema agrícola de estos pequeños agricultores es bajo, debido a malas prácticas como: el uso indiscriminado de productos agroquímicos, la quema de rastrojos, el sistema de monocultivo, lo que genera la pérdida de fertilidad de los suelos y como consecuencia la baja producción de los cultivos (UICN *et al.*, 2016).

Por esta razón, se ha buscado reemplazar el uso de fertilizantes y plaguicidas por abonos orgánicos provenientes de diferentes desechos como residuos de post cosechas y estiércoles de animales, que se pueden aplicar al suelo y sirven como fuentes de micro y macronutrientes (Ramos & Elein, 2014). Una alternativa viable económico y medioambiental, es la práctica de la agricultura sostenible como medio de producción orgánica, lo que reduciría notablemente el impacto ambiental causado por los productos agroquímicos y los residuos orgánicos (Hugo & Naidu, 2010).

Bajo este contexto, es importante considerar nuevas tecnologías que integren el aprovechamiento de los residuos, como es el caso del abono orgánico fermentado Bokashi, biotecnología que permite tratar de manera racional los residuos orgánicos (Sarmiento *et al.*, 2019), contribuyendo al reciclaje de las cosechas y a la sostenibilidad de los agroecosistema (Agüero *et al.*, 2014)

El Bokashi tiene la propiedad de ejercer determinados efectos en el suelo por su alta carga microbiana y disposición de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (Erhart *et al.*, 2003) (Jakobsen, 1996); mejoran la infiltración del agua, estructura del suelo y promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Brechelt, 2004) (Feliz *et al.*, 2016); por otro lado, el cultivo de cobertura *Callisia Repens* se adapta a condiciones climáticas y de manejo, mejorando las condiciones del suelo al mismo tiempo que satisface las necesidades de un sistema agrícola (Puertas *et al.*, 2008).

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de “Bokashi” y “*Callisia Repens*” como alternativa ecológica para mejorar la producción de cacao en Rioja-San Martín.

METODOLOGÍA

Descripción del lugar y experimento

El estudio se realizó en la comunidad Nativa Shampuyacu del distrito de Awajún en la ciudad de Rioja – San Martín, situada a 5°48'56'' latitud sur, 77°23'16'' longitud Occidente y a 869 m.s.n.m con una temperatura promedio de 22.5 °C, humedad relativa del 80%, y precipitación promedio anual de 3 150 mm. La duración del ensayo en campo abarcó en el periodo comprendido entre julio 2018 – febrero 2021. Los suelos en que se estableció el experimento se caracterizan por una textura Franco y pH de 4.89.

Elaboración del Bokashi

Se elaboró el abono orgánico “Bokashi” a partir de los residuos domésticos y de post cosechas existentes en la zona.

Para el experimento se utilizó 600 kilos de abono, y en la preparación se emplearon 360 kg de pulpa de café, 120 kg de estiércol de cuy, 60 kg de tallo de plátano picado (contiene potasio), 120 kg de cascarilla de arroz (calcio y potasio), 6 kg de ceniza de cocina, 0.6 kg de cascara de huevo, 12 kg de plantas leguminosas (huaba, simbillo o restos de frejoles), 30 kg de ñuol (*Callisia Repens*), 6 kg de polvillo de arroz, 3 kg de melaza de caña, 0.3 kg de levadura de pan, 0.3 litro de organismos eficientes. Antes de ser mezclados los ingredientes, cada uno de los materiales fueron picados y secados a la sombra por tres días. Luego, se mezclaron sin ningún orden hasta obtener una textura homogénea y se realizó volteos diarios para mantener la temperatura. El periodo de fermentación duro 30 días.

Tratamientos

Para llevar a cabo los tratamientos, primero se seleccionaron las semillas de cacao a partir de la recolección de mazorcas maduras de la variedad de híbridos (ICS 39), se hizo un pre germinado con aserrín y posteriormente se establecieron en sustratos con proporción 3:1:1 de tierra, arena y abono Bokashi. Las plántulas fueron sometidas en un vivero polisombra durante cinco meses. Dos meses antes del trasplante, el terreno se dividió por conveniencia en veinte parcelas de 80 m² y se aleatorizó los experimentos.

El cultivo de cobertura “*Callisia Repens*” (planta nativa de la zona), fue trasplantado y sembrado en las calles del cultivo de cacao según el experimento. Cabe señalar que se utilizó esta cultivo de cobertura ya que su aporte es significativo en contenidos de micro y marco nutrientes (Puertas et al., 2008)

En Julio del 2018, antes de iniciar el ensayo se hizo un muestreo de suelo en forma de zigzag y se envió las muestras al laboratorio para su caracterización. Los resultados indicaron que el contenido de materia orgánica (como fuente de N, P y K) son de nivel bajo por lo que se justifica considerar aportes de abonos orgánicos al suelo (Tabla 1).

Tabla 1 Resultado de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del suelo al inicio del experimento, datos en ppm

Parcela	DATOS INICIALES											
	T1 BOKASHI			T2 CALLISIA			T3 BOKASHI+CALLISIA			T4 TESTIGO		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K

1	980	4.5	78	970	4.3	79	980	4.4	79	970	4.2	80
2	980	4.6	79	970	4.2	80	980	4.6	80	960	4.3	81
3	970	4.5	78	980	4.3	79	970	4.5	79	970	4.2	80
4	970	4.5	80	970	4.2	79	980	4.5	79	970	4.2	80
5	980	4.6	79	980	4.2	80	970	4.4	80	960	4.3	81

Los tratamientos estudiados consistieron en siete etapas de aplicación de Bokashi y sembrado de *Callisia Repens* en el cultivo de cacao, según se describe a continuación:

Tabla 2 Aplicaciones de Bocashi y *Callisia Repens* según los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Dosificación (7 etapas)							a los 2 años de producción
		Al trasplante	Mes 1	Mes 5	Mes 9	Mes 13	Mes 17		
T1	Bokashi	100 gr de roca fosfórica + 200 gr de Bokashi	200 gr/planta	400 gr/planta	500 gr/planta	700 gr/planta	1000 gr/planta	3000 gr / planta	
T2	<i>Callisia Repens</i>	Sembrado en las calles del cacao							
T3	Bokashi + <i>Callisia</i>	100 gr de roca fosfórica + 200 gr de Bokashi	200 gr/planta	400 gr/planta	500 gr/planta	700 gr/planta	1000 gr/planta	3000 gr / planta	
T4	Testigo	sin aplicación de fuente orgánica para su desarrollo.							

Las plantas de cacao al iniciarse la primera etapa de dosificación tenían una edad de 5 meses y al terminar la última tenían 29 meses. La aplicación se realizó de forma localizada en el área de goteo de las plantas de cacao, describiendo una circunferencia cuyo radio se encontraba entre 30 y 50 cm a partir de la base del tallo, posteriormente se cubrió el abono con la hojarasca seca.

El abono se realizó en siete momentos en intervalos de cuatro meses cada una (Tabla 2), iniciándose en el mes de enero del 2018 (al momento del trasplante) aprovechándose las lluvias del invierno con el objetivo de proporcionar vigor a las plantas. La segunda aplicación se realizó un mes después del trasplante, con la finalidad de fortalecer a la planta durante su desarrollo, con la misma finalidad se hizo la aplicación a los cinco, nueve, trece, diecisiete y 24 meses después del trasplante. El ensayo finalizó con la toma de datos realizada los primeros días del mes de febrero de 2021.

Manejo experimental

El control de malezas se hizo manualmente, denominada “plateo” con la ayuda de un machete sobre la unidad de producción en un radio de 0.5 m del árbol cada cuatro meses, una semana antes de la aplicación del abono.

La regulación de sombra se inició dos meses antes de hacer el trasplante de las plántulas y se utilizó el plátano y yuca como sombrío temporal, esto con la finalidad de acelerar el crecimiento

del cacao y reducir la radiación solar. Asimismo, para la sombra permanente se utilizó la guaba y cedro, como forma de sustituir la sombra temporal cuando el cultivo de cacao se haya desarrollado lo suficiente.

No se utilizó ningún tipo de producto contra plagas y enfermedades, con la finalidad de observar la reacción de las plantas frente al ataque de plagas y enfermedades a la aplicación de los tratamientos.

Diseño experimental

El experimento fue conducido y desarrollado bajo un diseño de bloques completamente al azar (4x5) con cuatro tratamientos (tres aplicaciones con un control) y cinco repeticiones para un total de 20 parcelas de 80 m² con 10 plantas cada una, sembrado en sistema tres bolillos (triángulo) a una distancia de siembra de tres metros entre plantas por tres entre surcos.

Al realizar los análisis estadísticos, se determinó el análisis de varianza (ANOVA), la comparación de las medias según la prueba de LSD de Fisher, la normalidad de los datos según Shapiro Wilk y Homocedasticidad de varianzas en caso contrario se aplicó el test de Friedman.

Medición de las variables evaluadas

- **Número de mazorcas:** se realizó la recolección quincenal de mazorcas teniendo en cuenta las mazorcas sanas y enfermas.
- **Tamaño de la planta:** se midió el tamaño de cada planta de cacao, desde la superficie del suelo hasta la yema apical con una cinta métrica.
- **Grosor del tallo:** se midió sobre un metro del suelo, con una cinta métrica.
- **Producción (peso de granos en seco):** corresponde a los kilogramos de cacao producidos a partir del segundo año, para esta evaluación se trabajó con el número de mazorcas sanas y se tomó como base un total de 10 árboles por 80 m². Se recolectó la cantidad de mazorcas por planta y se desgranaron de forma manual, posteriormente se dejó secar para finalmente ser pesados.
- **Plagas y enfermedades:** se evaluó la cantidad de plagas y enfermedades que presentaron las plantas a lo largo del experimento.
- **Contenido de macro elementos del suelo:** en cada parcela donde fueron aplicados los tratamientos, se realizó un análisis de suelo con el objeto de comparar los resultados. Se tomaron tres submuestras por tratamiento en cada una de las cinco repeticiones y se formó una muestra compuesta para establecer comparaciones simples entre los resultados. Cabe señalar, que la muestra fue obtenida en el área radicular de las plantas del cacao.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de mazorcas

Se realizó el análisis de varianza para la variable número de mazorcas, la cual presentó p-value < 0.05 para los tratamientos, se hizo la prueba de normalidad y homocedasticidad (p-value > 0.05) cumpliendo así las condiciones para realizar la diferencia de medias entre los tratamientos mediante la prueba LSD de Fisher, obteniéndose diferencias significativas entre la producción de mazorcas tratados con (Bocashi+Callisia) juntos frente a los otros grupos. Sin embargo, para el grupo de plantas que han sido tratados con Bocashi y los que fueron tratados con Callisia Repens no hay diferencia significativa entre la producción promedio de mazorcas por cada planta (Tabla 3).

El tratamiento con Bocashi y Callisia juntos, obtuvo resultados significativamente mayores con una producción promedio de 13.7 a 14.4 de mazorcas por planta, seguido por el tratamiento con abono Bocashi con una producción promedio por planta de entre 11 a 11.5; luego el tratamiento Callisia Repens obtuvo un rendimiento promedio de entre 10.7 y 11.1 y finalmente el grupo testigo con una menor producción de mazorcas por planta en promedio de entre 8.4 a 9.1.

Tabla 3. Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de cantidad de mazorcas por planta y por parcelas por cada tratamiento

		Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		Parcela 5	
		Mazorca	Grupo	Mazorcas	Grupo	Mazorcas	Grupo	Mazorcas	Grupo	Mazorcas	Grupo
T3	Bocashi Callisia	13.7	a	14.2	a	14.2	a	14.4	a	14.2	a
T1	Bocashi	11.5	b	11.0	b	11.5	b	11.3	b	11.5	b
T2	Callisia	10.7	b	10.9	b	10.8	b	11.1	b	11	b
T4	Testigo	9.1	c	9.0	c	8.4	c	8.6	c	8.9	c

(*) las letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

En el Tabla 4 se observa los efectos de los tratamientos de manera general, y se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El T₃ (Bocashi + Callisia) representa el mayor valor promedio con 14.14 número de mazorcas y el menor número de mazorcas presentó el grupo testigo con el valor promedio de 8.80; por lo que es notoria la importancia de fertilización en el cultivo para obtener una mayor producción.

Estos datos demuestran que existe efecto considerable en la combinación del abono bocashi y Callisia Repens sobre el número de mazorcas que presentaron las parcelas tratadas con este tratamiento, eso se debe a que las raíces se encuentran en condiciones de mayor capacidad de absorción de nutrientes y agua por factores como: aireación, mayor retención de humedad, mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) y mayor actividad microbiana (Arzola *et al*, 1986).

Céspedes & Cecilia (2012) y Altieri (2015) también señalan que los abonos orgánicos aumentan la actividad biológica en el suelo, mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas para la producción de los cultivos.

Tabla 4 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de cantidad de mazorcas por cada tratamiento

	Tratamiento	Número mazorcas	Grupo
T3	Bocashi + Callisia	14.14	a
T1	Bocashi	11.36	b
T2	Callisia	10.90	c
T4	Testigo	8.80	d

(*) las letras minúsculas diferente refieren que existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

En lo que respecta al número de mazorcas recolectadas durante las tres primeras cosechas después de los dos años, igualmente tuvieron diferencias significativas por cada tratamiento, siendo el de mayor número de mazorcas el de las plantas tratados con Bocashi-Callisia juntos con 14.14 mazorcas en promedio en la primera cosecha y aumentando en 11.92 mazorcas en promedio hasta la tercera cosecha, seguido del Bocashi, después el Callisia y por último el grupo control o testigo según se puede observar en los gráficos.

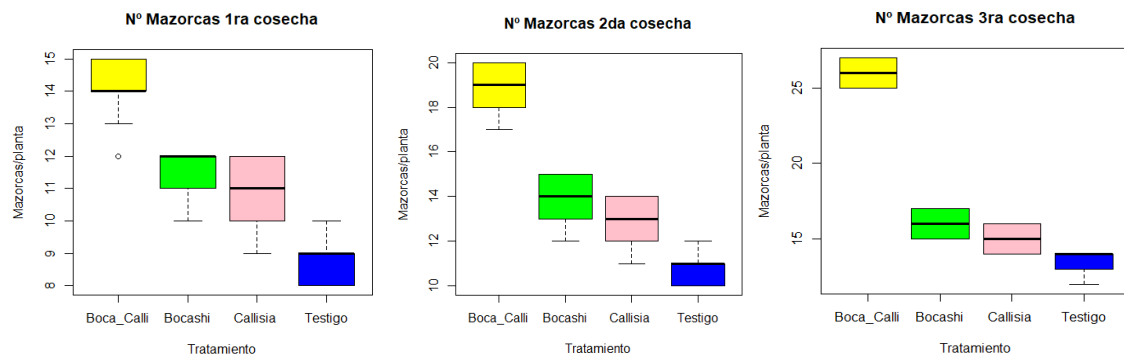


Figura 1 Cantidad de mazorcas en la primera, segunda y tercera cosecha

Altura de la planta

El análisis de varianza para la altura de la planta evidenció el efecto de los tratamientos sobre esta variable, por lo que se hizo la comparación de medias mediante la prueba de LSD de Fisher.

Se observó, que a partir de los dos años la mayor altura fue con Bokashi y Callisia Repens juntos con promedios entre 2.717 a 2.73 metros. Seguido del grupo de Bocashi con promedios entre 2.667 a 2.677 metros. Continúa el grupo tratado con Callisia con promedios entre 2.595 a 2.601 metros, siendo ultimo el grupo Control con promedios entre 2.47 a 2.484 metros. Los cuatro grupos presentan diferencias significativas y difieren entre sí como muestra el Tabla 5.

Tabla 5 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de la altura del cacao por planta y por parcelas por cada tratamiento

(*) las letras minúsculas diferente refieren que existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		Parcela 5	
	Altura (m)	Grupo	Altura (m)	Grupo	Altura (m)	Grupo	Altura (m)	Grupo	Altura (m)	Grupo
Bokashi+ Callisia	2.730	a	2.717	a	2.721	a	2.721	a	2.722	a
Bocashi	2.675	b	2.674	b	2.677	b	2.667	b	2.674	b
Callisia	2.601	c	2.598	c	2.597	c	2.596	c	2.595	c
Testigo	2.476	d	2.484	d	2.473	d	2.472	d	2.47	d

En el siguiente cuadro, se presentan los valores promedios de la altura de la planta por tratamiento y se identificó que existe diferencias estadísticas significativas entre ellos, que refieren al T₃ (Bocashi+Callisia) como el de mejor respuesta, conforme se aprecia en la Tabla 6.

Este resultado probablemente se debe a que el crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fito hormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de este tipo de abono fermentado, de acuerdo con lo expuesto por Rivera (2007); por otro lado Puertas *et al.*, (2008) indica que la Callisia Repens promueve aporte de nitrógeno al suelo gracias a la simbiosis establecida en ellas y las bacteria fijadoras de nitrógeno atmosférico, lo que comprobaría el notable crecimiento de las plantas con el tratamientos tratado con Bocashi y Callisia Repens juntos.

Resultados similares fueron justificados por Monzón *et al* (2005) al obtener una reacción positiva de la altura de las plantas de habichuela con la aplicación de abono Bocashi.

Tabla 6 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de la altura del cacao por cada tratamiento

	Tratamiento	Altura	Grupo
T3	Bocashi + Callisia	2.722	a
T1	Bocashi	2.674	b
T2	Callisia	2.600	c
T4	Testigo	2.474	d

(*) las letras minúsculas diferentes refieren que existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05)

En cuanto al tamaño de las plantas durante las tres primeras cosechas realizadas después de los dos años, también tuvieron diferencias significativas por cada tratamiento, siendo el de mayor tamaño de las plantas el tratado con Bocashi-Callisia juntos con 2.722 m en promedio y ganando altura en promedio de 20.34 cm. a la tercera cosecha, seguido del Bocashi, después el Callisia y por último el grupo control o testigo como se puede observar en los gráficos.

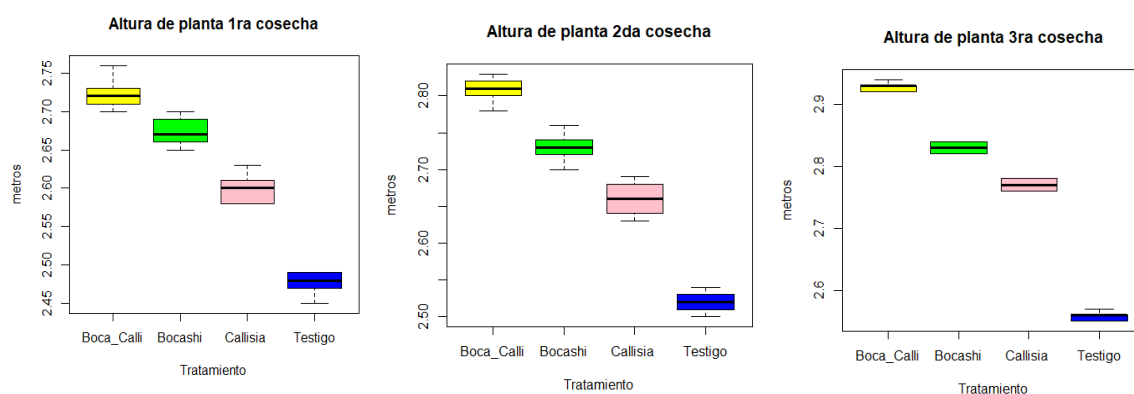


Figura 2 Crecimiento de la altura de la planta en la primera, segunda y tercera cosecha

Grosor del tallo

Con el análisis de varianza se evidenció que existe efectos de los tratamientos respecto al grosor del tallo y se comprobó con la prueba LSD de Fisher que el grosor de los tallos son significativamente diferentes, presentando el tratamiento 3 (Bokashi + Callisia) los mejores resultados, siendo superior a los demás tratamientos, sin embargo, no existe diferencias estadísticas entre Bocashi y Callisia para la parcela 1 y parcela 3, como se aprecia en la tabla 7.

Se observa que el T₃ con valores promedios que oscilan entre 45.1 y 45.4 cm es el que supera en promedio a T₁, T₂ y T₄, indicando que la aplicación de ambos (Bocashi y Callisia) es la más adecuada.

Tabla 7 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de grosor del tallo por planta y por parcelas por cada tratamiento

Tratamiento	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		Parcela 5	
	Tronco (cm)	Grupo	Tronco (cm)	Grupo	Tronco (cm)	Grupo	Tronco (cm)	Grupo	Tronco (cm)	Grupo
T3 Bokashi+ Callisia	45.1	a	45.2	a	45.4	a	45.3	a	44.8	a

T1	Bokashi	42.5	b	42.5	b	42.5	b	42.5	b	42.5	b
T2	Callisia	42.0	b	41.9	c	42.0	b	41.9	c	41.9	c
T4	Testigo	40.6	c	40.6	d	41.1	c	41.1	d	41.4	d

(*) las letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

Los resultados de la Tabla 8, manifiesta que el grosor de los tallos tiene diferencias estadísticas significativas, y se obtuvo que la aplicación del T₃ (Bocashi + Callisia) contribuyeron a un mayor engrosamiento del órgano de las plantas con respecto a los otros tratamientos

Resultados similares fueron expuestos por Girón *et al* (2014) donde manifestaron que el tratamiento con bocashi provocó el mayor desarrollo en diámetro de tallo, cobertura foliar, peso de follaje y altura de las plantas del calabacín. Igualmente es confirmado por Silvera *et al*, (2009) donde indica que el incremento del diámetro de los tallos y en general, tuvo mayor desarrollo de las plantas en los tratamientos con fertilización orgánica; asimismo según Marinho *et al*, (2007) las especies leguminosas como la Callisi Repens promueve el aporte de nitrógeno al suelo gracias a simbiosis establecida entre ellas, promoviendo el crecimiento del tallo flores y frutos. Lo que explicaría que la combinación de ambos resulta ser ventajoso en el crecimiento de tallos y flores del cultivo de cacao.

Tabla 8 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio de grosor del tallo por cada tratamiento

	Tratamiento	Grosor	Grupo
T3	Bocashi + Callisia	45.16	a
T1	Bocashi	42.50	b
T2	Callisia	41.94	c
T4	Testigo	40.96	d

(*) las letras minúsculas diferentes refieren que existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05)

Respecto a la grosor del tallo que tuvieron las plantas durante las tres primeras cosechas después de los dos años, se tuvo diferencias significativas por cada tratamiento, siendo la mayor longitud el de las plantas tratados con Bocashi-Callisia juntos con 45.16 cm/planta en promedio en la primera cosecha y aumentando en 7.86 cm/planta en promedio hasta la tercera cosecha, seguido del Bocashi, después el Callisia y por último el grupo control o testigo según se puede observar en los gráficos y el cuadro.

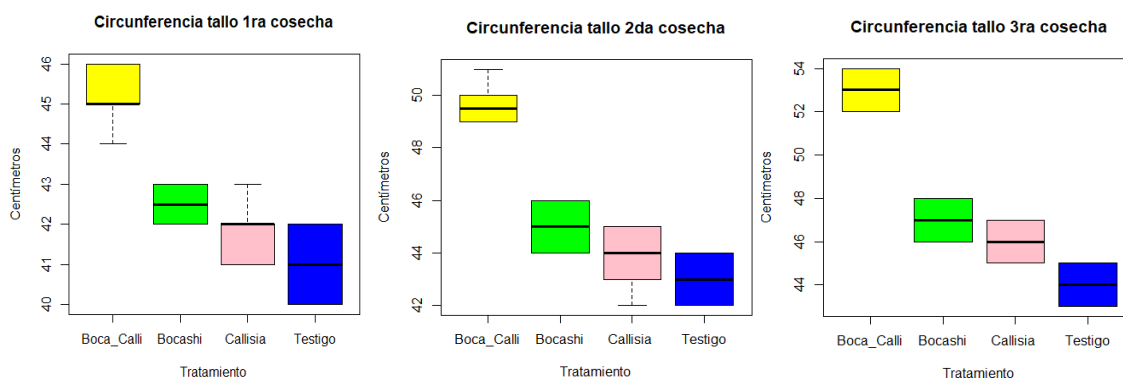


Figura 3 Engrosamiento del tallo durante la primera, segunda y tercera cosecha

Producción (peso de granos en seco)

Los resultados con la prueba LSD de Fisher para la comparación de medias, establecen diferencias estadísticas significativas para el peso de granos de cacao en la parcela 1, 3, 4 y 5 en cada uno de los tratamientos; sin embargo, para la parcela 2 no se observaron diferencias significativas con el tratamiento 1 y tratamiento 2 (Tabla 9)

Tabla 9 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio del peso de granos de cacao en seco por planta y por parcelas por cada tratamiento

	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		Parcela 5	
	Peso (kg)	Grupo	Peso (kg)	Grupo	Peso (kg)	Grupo	Peso (kg)	Grupo	Peso (kg)	Grupo
Bokashi+ Callisia	0.687	a	0.678	a	0.672	a	0.694	a	0.679	a
Bocashi	0.627	b	0.620	b	0.640	b	0.627	b	0.635	b
Callisia	0.583	c	0.602	b	0.583	c	0.602	c	0.581	c
Testigo	0.526	d	0.550	c	0.515	d	0.536	d	0.527	d

(*) las letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

El tratamiento Bokashi + Callisia obtuvo resultados significativamente mayores respecto al peso de granos; estos resultados se deben en gran parte a que la combinación de ambos produce un incremento de nutrientes al suelo, lo que favorece la fertilidad y por ende mejora la producción de cacao (Ruales *et al.*, 2011).

En la Tabla 9, se puede observar que existe diferencias significativas en cada uno de los tratamientos, demostrando así que tuvieron efecto sobre la producción de granos en seco del cacao. El abono Bokashi + Callisia Repens, presentó mayores valores promedios entre 0.672 a 0.694 kg/planta, seguido por el tratamiento con Bokashi presenta valores promedios entre 0.620 a 0.640 kg/planta; continuamente el tratamiento con Callisia Repens tuvo valores promedios entre 0.581 a 0.602 kg/planta y finalmente el grupo testigo mostró valores menores entre 0.515 a 0.550 kg/planta.

En la Tabla 10, se puede observar los efectos de los tratamientos de forma general sobre la producción en peso de granos de cacao y es evidente las diferencias significativas en cada uno de los tratamientos aplicados; obteniéndose el T₃ los valores significativamente superiores en la producción de granos. Al respecto Álvarez & Rimski-Korsakov, (2016) demostraron que el abono bocashi favorece el aumento de producción en cultivos, debido a que facilita la liberación de nutrientes y actividad microbiana.

Sobre los resultados obtenidos, Coronado & Yagana (2017) explican que abonos orgánicos fermentados, como el bocashi es un factor importante ya que inciden en el rendimiento del cultivo por la descomposición y liberación de nutrientes, y que es difícil de reemplazar la necesidad inmediata de nitrógeno de un cultivo a partir de abonamiento orgánico (Medina *et al.*, 2010), razón por la cual el establecimiento de cobertura Callisia Repens proporciona las cantidades de nitrógeno que necesita la planta para su buen desarrollo y esto reduce la necesidad de utilizar fertilizantes nitrogenados (Puertas *et al.*, 2008).

Tabla 10 Prueba de comparación de medias LSD de Fisher para el promedio del peso de granos de cacao en seco por cada tratamiento

	Tratamiento	Peso de pepas	Grupo
T3	Bocashi + Callisia	6.820	a
T1	Bocashi	6.298	b

T2	Callisia	5.902	c
T4	Testigo	5.308	d

(*) las letras minúsculas diferentes refieren que existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05)

En cuanto al peso seco de cacao producido durante las tres primeras cosechas después de los dos años, se tuvo diferencias significativas por cada tratamiento, siendo el mayor peso el de las plantas tratadas con Bocashi-Callisia juntos con 682 gr/planta en promedio en la primera cosecha y aumentando en 479.2 gr/planta en promedio hasta la tercera cosecha, seguido del Bocashi, después el Callisia y por último el grupo control o testigo según se puede observar en los gráficos.

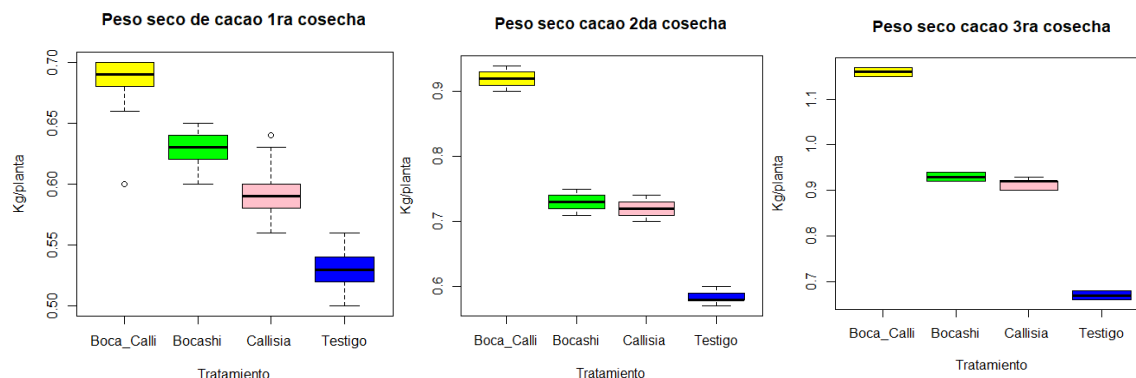


Figura 4 Producción de granos de cacao en seco durante la primera, segunda y tercera cosecha

Enfermedades y plagas

Según la comparación de medias (prueba de LSD de Fisher) demuestran que existe diferencias estadísticas significativas del Grupo testigo frente a otros tratamientos con mayor ataque por enfermedades y plagas, con esto se demuestra la importancia de fertilización orgánica al cultivo. Aunque el T₃ presentó menor ataque por enfermedades frente al T₁ y T₂, no hubo diferencias significativas entre estos, conforme se observa en la tabla 11.

El grupo testigo fue atacado por tres enfermedades: la moniliasis, presentó deformaciones y manchas de color café en la mazorca y conforme la infección avanzó dio origen a la aparición de esporas contagiando a otros frutos, esto coincide con la teoría de Arevalo *et al* (2017). Por otro lado, la escoba de brujas infectó a ramas y mazorcas, provocando una hinchazón en la parte afectada y causando la pudrición de los frutos del cacao, así como refiere la explicación de Jaimes & Aranzazu (2010). La mazorca negra presentó manchas circulares oscuras color café abarcando todo el fruto, sin embargo, en algunas mazorcas se pudo extraer sus semillas en buen estado, tal como lo explica Colonia (2012).

El T₃ fue afectado por un promedio de 1.2 cantidad de enfermedades, dentro los cuales resaltó la moniliasis y mazorca negra en muy pocas plantas. Asimismo el T₁ fue atacado principalmente por la moniliasis y mazorca negra con mayor incidencia en el cultivo; por último, en el T₂ las plantas fueron mayormente afectadas por mazorca negra y moniliasis con mayor incidencia y escoba de bruja con poca incidencia.

Tabla 11 Promedio de las cantidades de enfermedades atacados por cada tratamiento

	Tratamiento	Enfermedades	Grupo
T4	Testigo	3.0	a
T2	Callisia	1.8	b

T1	Bocashi	1.6	b
T3	Bocashi + Callisia	1.2	b

(*) las letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

Respecto a la cantidad de plagas atacados en las plantas por cada tratamiento, se presentan diferencias estadísticas del T₃ frente a otros tratamientos, sin embargo, no hay diferencias significativas entre el T₂ y T₁. En el grupo testigo se observa claramente que presentó la mayor afectación por plagas, tales como: chinche, thrips, barredor de tallo y perforador de mazorcas. Mientras que T₃ demostró menor ataque de plagas.

Tabla 12 Promedio de las cantidades de plagas atacados por cada tratamiento

	Tratamiento	Plagas	Grupo
T4	Testigo	3.8	a
T2	Callisia	2.8	b
T1	Bocashi	2.6	b
T3	Bocashi + Callisia	1.4	c

(*) las letras minúsculas iguales refieren que no existe diferencias estadísticas entre ellos, LSD Fisher (0.05).

Analizando los resultados, Restrepo (2007) indica que el bocashi aporta una gran cantidad de microorganismos, entre ellos: hongos, bacterias y actinomicetos. Estos microorganismos autorregulan agentes patógenos en el suelo por medio de la inoculación biológica natural (Ramos & Elein, 2014); asimismo Hervas *et al* (1997), Lugtenberg & Dekkers (1991) y Gopalakrishnan *et al* (2010) señalan la capacidad supresora de los actinomicetos contra algunos organismos patógenos en los cultivos, razón por la cual la aplicación del abono bocashi favorecería el control de plagas y enfermedades de los cultivos.

Efecto de los tratamientos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo

Se realizó el análisis de los niveles de Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) del suelo al final de la investigación (Tabla 13).

Tabla 13 Resultado de N, P y K del suelo al final del experimento

Parcelas	DATOS FINALES											
	T1			T2			T3			T4		
	BOKASHI			CALLISIA			BOKASHI + CALLISIA			TESTIGO		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	1320	8.4	150	1240	7.8	132	1530	11.5	182	970	4.8	83
2	1330	8.3	149	1230	7.7	133	1520	11.4	182	970	4.7	82
3	1320	8.4	149	1240	7.7	132	1520	11.5	183	980	4.7	82
4	1320	8.4	150	1240	7.8	132	1530	11.6	183	970	4.8	83
5	1330	8.3	150	1230	7.8	133	1530	11.5	182	980	4.7	83

Tabla 14 Tabla de Interpretación del diagnóstico del suelo

Nivel	Nitrógeno (ppm)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
Bajo	<1000	<7	<100
Medio	1000 - 2000	7-14	100 - 240
Alto	>2000	>14	>240

Fuente:(MINAGRI, 2015)

Los reportes indican una tendencia al incremento del contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio registrado en el suelo para el T₁, T₂ y T₃; sin embargo, para el Grupo Testigo no hubo respuesta favorable. El T₃ registró los valores más altos con nitrógeno disponible que oscila entre 1520 a 1530 ppm, el contenido de fósforo que va entre 11.4 a 11.5 ppm y el contenido de potasio que se encuentra en un rango de 182 a 183 ppm; resultados semejantes fueron obtenidos por Aguero *et al* (2016), Coronado (2017), Hu *et al* (2017) y Mena *et al* (2017), quienes encontraron que las aplicaciones de abonos orgánicos tienen efectos favorables sobre el contenido microorganismos y materia orgánica en el suelo, que acelera la liberación de nutrientes disponibles para las plantas, además Sarmiento *et al* (2019) revela que la incorporación de Bocashi mejora la fertilidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos.

CONCLUSIONES

La producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) mejoró de manera positiva a la aplicación de los tratamientos compuestos por abono Bocashi y *Callisia Repens* frente al grupo Testigo, la mayor producción de pepas en seco del cacao fue un promedio de 1.16 kg/planta en la tercera cosecha, producto de la interacción de Bocashi y *Callisia* juntos (T₃), cada tratamiento aplicado reaccionó en forma diferente, así, el tratamiento de Bocashi + *Callisia Repens* juntos generó los mayores rendimientos en altura de planta, grosor del tallo, número de mazorcas, peso de pepas en el cultivo de cacao, con diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, y en especial al Testigo, ya que presentó resultados menores en todos los casos, respecto al ataque del cultivo por plagas y enfermedades, se demostró que el Grupo Testigo fue el que tuvo mayor ataque por la no fertilización orgánica ni la aplicación de *Callisia Repens*, y el menor ataque se evidenció en el T₃ Bocashi + *Callisia Repens* juntos. Según el análisis de suelo realizado se detectaron tendencias de aumento en contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los suelos que recibieron el tratamiento T₁, T₂ y T₃, lo que contribuyó a una respuesta efectiva en el tamaño de planta, número de mazorcas, grosor del tallo y peso de pepas en seco del cacao.

REFERENCIAS

- Agüero, D. R., Alfonso, E. T., Carreño, F. S., & Rodríguez, A. C. (2014). Bocashi : abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro, panamá Bocashi : organic manure elaborated starting from residuals of bananas production in Bocas del Toro , Panama. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90–97.
- Altieri, M. (2015). *Agroecología : principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. Ediciones Científicas Americanas Buenos Aires. Argentina, 27–34.
- Arevalo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., & Montoya, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Buenas Prácticas para América Latina*.
- Álvarez, C., & Rimski Korsakov. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Facultad de Agronomía de la Universidad de buenos aires, Argentina , 167 p.
- Arzola, N., Fundora, O., & Machado , J. (1986). *Suelo, Planta y Abonado*. Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo*. In Fundación Agricultura y Medio Ambiente.
- Claros Reynaga, J., Chungara Atalaya, A., & Zeballos Flores, G. (2010). *Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades*.
- Colonia, L. (2012). *Guía técnica: “Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao.”*
- Coronado, D. (2017). *Incidencia del Biol y Bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna*

- de los suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano Acosta - Imbabura.
- Céspedes, L., & Cecilia. (2012). Producción hortofrutícola orgánica. INIA - instituto de Investigaciones.
- Coronado, D., & Yagana, G. (2017). Incidencia del biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Marino Acosta-Imbabura. 168 p.
- García Gutiérrez, C., & Durga Rodríguez- Meza, G. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8(1665–0441), 1–10.
- Girón Carrillo, C., Martínez Olmedo, C., & Monterroza Domínguez, M. (2014). Influencia de la aplicación de Bocashi y Lombriabono en el rendimiento de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.), Lechuga (*Lactuca sativa* L.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.), bajo el método de cultivo biointensivo, San Ignacio, Chal. 90. <http://ri.ues.edu.sv/1588/1/13101291T.pdf>
- González, R., Gerritsen, P., & Malischke, T. (2007). Percepciones sobre la degradación ambiental de agricultores orgánicos y convencionales en el ejido La Ciénega, municipio de El Limón, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 7(1405–8421), 215–239.
- Gopalakrishnan, S., Pande, S., Sharma, M., Humayun, P., Keerthi, K., Sandeep, D., . . . Rupela, O. (2010). Evaluation of Actinomycetes isolated from herbal vermicompost for biological control of Fusarium wilt of chickpea. *Phytopathol Mediterr*, vol. 51, pp. 180-191. ISSN 1593-2095.
- Herz, C. (2018). Contratos de arrendamientos de tierras en suelo Awajún entre el bosque y la carretera.
- Hu, C., Xia, X., Chen, Y., & Han, X. (2017). Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. 78(March 2018), 13–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000100013>
- Hugo, V., & Naidu, N. (2010). Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico.
- Hervas, A., Landa, B., Jiménez, & Jiménez, D. (1997). Influence of chickpea genotype and bacillus spp. on protection from fusarium wilt by seed treatment with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *European Journal of Plant Pathology*, vol. 103, no. 6 pp. 31- 42.
- Higa, T., & Parr, J. (1994). *Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. Japan: International Nature Farming Research Center.
- Jaimés, Y., & Aranzazu, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao.
- Jakobsen, S. (1996). Leaching of nutrients from with and without applied compost. *Recursos, conservación y reciclaje*, 1-11.
- Lugtenberg, B., & Dekkers, L. (1991). What makes *Pseudomonas* bacteria rhizosphere competent? *Environ. Microbiol*, vol.1, pp. 9-13. ISSN 1462-2920.
- Mena, L., Sarmiento, G., & Camargo, P. (2017). Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica Impact of the integral fertilizer on strawberry yield and quality and plastic. 8(4), 357–366. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.07>
- MINAGRI. (2015). Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. Manual de Abonamiento Con Guano de Las Islas, 23–24.
- Moneva Roca, J. (2019). Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos.
- Monzón, M. R., Ortiz, R. S., Parets, E., & Alemán, R. (2005). Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp *sesquipedalis* L.), variedad Cantón 1 en huertos populares Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp se. *Agroecología*, February 2005, 1–7.
- Marinho G, J., Ndiae, A., Linhares, R., & Azevedo J, A. (2007). Cultivos de cobertura como indicadores de procesos ecológicos. *LEISA*, 20-22.
- Medina, L., Monsalve, O., & Forero, A. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en

- cultivos hortícolas . Revista colombiana de Ciencias Hortícolas , 109-125.
- Ortega, G. (2009). Agroecología vs . Agricultura Convencional. Base Investigaciones Sociales, 1810-584X.
- Puertas, F., Arévalo, E., Zúñiga, L., Alegre, J., Loli, O., Hugo, S., & Baligar, V. (2008). Establecimiento de Cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico Húmedo en la Amazonía Peruana. *Ecología Aplicada*, 7, 27. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a04v7n1-2.pdf>
- Ramos Aguero, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G., & Fernández, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. 37(2), 165–174. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2893.9763>
- Ramos, D., & Elein, T. (2014). Revisión bibliográfica Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. 35(4), 52–59. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Restrepo, J. (2007). Manual Práctico el A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas.
- Ruales Mora, J. L., Burbano Orjuela, H., & Ballesteros P, W. (2011). Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revistas de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 81–95.
- Sarmiento, G., Amézquita, M., & Mena, L. (2019). Uso del bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresas en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55–61. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>.
- Silvera, J., Florentino, A., Ospina, A., & Andreu, E. (2009). Efecto de la fertilización sobre las propiedades físicas del suelo y el desarrollo de especies forestales en una asociación de árboles con fines agrosilvopastoriles en el sombrero, estado, Guárico. Guárico.
- UICN, CI-Perú, & AIDER. (2016). Plan de vida de la Comunidad Nativa Shampuyacu. Resumen técnico en el marco del proyecto Facilitando la distribución de beneficios para REDD+ en Perú. Quito: UICN. 1–8.
- Uribe, L. L. (2003). Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. San José, Costa Rica: Ed. Meléndez, G. Abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en el agricultura.
- Villalba, D. K., Holguin, V. A., Acuña, J. A., Varon, R. P., Animal, D. E., & Universidad, D. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 47–52.