

Efecto de niveles de aplicación de guano de islas en incremento de frutos de cacao

Effect of application levels of guano of islands in increase of cocoa fruits





Máximo Parco-Quispe¹, Alina Alexandra Camacho-Villalobos²,
Jhimy Andy Parco-Quinchori³, Fiorela Edith Dionisio-Saldaña⁴

Fecha de recepción: 26 de enero de 2021
Fecha de aprobación: 8 de mayo de 2021

Parco-Quispe, M; Camacho-Villalobos, A.A; Jhimy Andy Parco-Quinchori, J.A; Dionisio-Saldaña, F.E. Efecto de niveles de aplicación de guano de islas en incremento de frutos de cacao .*Tecnología en Marcha*. Vol. 35-2. Abril-Junio 2022. Pág 105-114.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.5595>



- 1 Investigador en Cultivo de Cacao de la EEA, Instituto Nacional de Innovación Agraria – Pichanaqui. Perú. Correo electrónico: mparcoq@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-0040-4086>
- 2 Coordinadora Nacional de Cultivo Agroindustriales y Agroexportación de café y cacao del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Perú. Correo electrónico: acamacho@inia.gob.pe
 <https://orcid.org/0000-0002-8542-857X>
- 3 Investigador en Control de Plagas con entomopatógenos de la Universidad Hermilio Valdizan de Huánuco. Perú. Correo electrónico: jhmparco@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-7958-3197>
- 4 Apoyo Logístico de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo. Perú. Correo electrónico: fiodisa2711@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-9769-6782>

Palabras clave

Abono; productividad; selva central; *Theobroma cacao*; campaña productiva.

Resumen

El experimento se realizó en dos campañas agrícolas, por problemas de baja productividad del cultivo de Cacao orgánico en la Selva Central, con el objetivo de determinar la dosis óptima de aplicación de guano de islas por planta, elevar la productividad del cacao y el ingreso económico de los productores, las cantidades que se aplicaron por tratamiento fueron: T1 300 g, T2 400 g, T3 600 g, T4 800 g, T5 1000 g, y T6 sin abonamiento. Las aplicaciones se realizaron en dos momentos: la primera dosis (50 %) antes del inicio de la floración en el mes de octubre de 2016 y la segunda durante el crecimiento de frutos en el mes de marzo de 2017. En la segunda campaña 2017 y 2018 se siguió el mismo procedimiento. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, peso de mazorcas maduras, número de almendras por mazorca, peso de almendras secas por mazorca y rendimiento de almendra seca/ha. La aplicación de guano de islas se realizó haciendo pequeños hoyos en media luna en la parte alta a 50 cm de distancia del tallo de la planta, como resultado se encontró un incremento en número de frutos por planta, peso de mazorcas maduras, número de almendras por mazorca y peso de almendra seca. En conclusión, las dosis que influyeron en mayor productividad de cacao, fueron T4 800 g y T5 1000 g por planta, también se observó que en la primera campaña el incremento fue mayor que la segunda campaña.

Keywords

Fertilizer; productivity; central forest; *Theobroma cacao*; productive season.

Abstract

The experiment was carried out in two agricultural campaigns, due to problems of low productivity of organic cocoa cultivation in the Central Selva, with the objective of determining the optimal dose of application of island guano per plant, increasing cocoa productivity and economic income of the producers, the amounts applied per treatment were: T1 300 g, T2 400 g, T3 600 g, T4 800 g, T5 1000 g, and T6 without fertilizer. The applications were made in two moments: the first dose (50%) before the start of flowering in the month of October 2016 and the second during the fruit growth in the month of March 2017. In the second campaign 2017 and 2018 the same procedure was followed. The variables evaluated were: number of fruits per plant, weight of ripe ears, number of almonds per ear, weight of dry almonds per ear and dry almond yield / ha. The application of island guano was made by making small holes in a half moon in the upper part 50 cm away from the stem of the plant, as a result an increase was found in the number of fruits per plant, weight of ripe pods, number of almonds per ear and weight of dry almond. In conclusion, the doses that influenced greater cocoa productivity were T4 800 g and T5 1000 g per plant, it was also observed that in the first campaign the increase was greater than the second campaign.

Introducción

La productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la selva central cada vez es más bajo, por efecto de la degradación del suelo a causa de las continuas cosechas sin restitución de nutrientes para conservar la fertilidad natural del suelo, otros factores que influyen negativamente son el cambio climático, el desconocimiento acerca del requerimiento nutricional

del cacao por parte de los pequeños y medianos productores y el hecho de que desconozcan dosis adecuada de aplicación de abonos orgánicos para mejorar la productividad del cultivo; pese a que existe la disponibilidad de guano de Islas a precio social que distribuye el Ministerio de Agricultura a través de Agro Rural; como antecedentes no existen trabajos de investigación de aplicación de Guano de Islas en el cultivo de cacao, solo se cuenta con recomendaciones técnicas aisladas en base a la experiencia de profesionales. Algunos de estos antecedentes se describen a continuación.

Uribe et al. [1] evaluaron el efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao y encontraron una mayor respuesta para una dosis alta de N,P y K en el tratamiento 150-90-200 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , con rendimiento de almendra seca de 1160 Kg/ha que superó al testigo que equivalen a 50% en un promedio de 5 años de evaluación, seguido por el tratamiento 100-90-200 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , con rendimiento promedio de 1049 kg/ha de grano que equivale un incremento del 40% frente al testigo en una plantación de cacao sin sombra, en cambio en el área de santa Marta en el Caribe Colombiano en una plantación de cacao constituida por mezcla de híbridos, se encontró que los mejores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de 350 kg/ha de las formulas 13-26-4 y 12-6-22-2. La primera produjo 1077 kg/ha y la segunda 1020 kg/ha que representan incrementos de 383 y 325 kg sobre el testigo (694 kg/ha), respectivamente [2].

Borrero [3] recomienda para cacaotales mayores de 5 años de edad aplicar 562 g/planta/año fraccionado en dos o tres partes con el fertilizante compuesto de fórmula 12-24-12 en periodos de lluvia. Alvares et al. [4] afirma que los esquemas de manejo orgánico son una alternativa para las plantaciones de cacao debido al aumento de la producción encontrado en comparación al manejo químico.

Sánchez et al. [5] experimentaron con dosis de NPK y no detectaron efecto del fertilizante NPK sobre las plantas de Cacao a causa de la amplia variabilidad del material vegetal que usualmente existe en las plantaciones comerciales. Triano et al. [6] reportaron mejoras en los contenidos de Mo, N, P, K y Ca en el suelo, aumenta el pH y manifiesta que estos componentes disminuyen en época seca, por eso la aplicación de abonos orgánicos es sustentable en el cultivo de cacao.

Guerrero [7] menciona que los fertilizantes aumentan la fertilidad de los suelos y proporcionan un medio para mantener niveles adecuados de fertilizantes en los suelos, reemplazan los elementos nutritivos extraídos por las cosechas y pérdida de percolación, fijación y otros; permitiendo alcanzar rendimientos unitarios elevados de cultivos en corto plazo.

Arvelo et al., [8] recomienda que para obtener un buen rendimiento del cultivo de cacao se debe manejar bien la sombra y fertilización; para mayores de 4 años en producción de cacao aplicar 600 g/planta de la fórmula 20 - 20 -20 y 45 g/planta de K - Mg; la primera dosis aplicar antes de 6 meses de pico de cosecha y la segunda dosis a los 4 meses antes de pico de cosecha.

Leiva [9] menciona que según experiencia de Ecuador cuando el nivel tecnológico se eleva, la productividad de cacao puede triplicarse con estrategias de uso de tecnología como el uso de clones mejorados, riego, poda sanitaria y abonamiento suficiente acorde a la demanda del cultivo; por ejemplo, la plantación en pleno sol con CCN 51 la extracción de nutrientes con 2 222 plantas/ha es alto también se menciona que una tonelada de cacao seco extrae 40 kg de N, 6 kg de P y 36 kg de K [10].

En la selva central de las provincias Chanchamayo y Satipo existen más de 21,000 hectáreas de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.), de los cuales el 80% está en manos de pequeños, medianos productores y comunidades nativas, con escaso conocimiento del efecto de aplicación de guano de las islas para mejorar la productividad de plantaciones de

cacaotales a pesar que es un abono orgánico completo disponible que distribuye Ministerio de Agricultura a través de Agro Rural, por ello el objetivo de este trabajo de investigación es determinar la dosis óptima de aplicación de guano de las islas por planta para elevar el rendimiento de cultivo de cacao orgánico por unidad de área y contribuir con el incremento de los ingresos económicos de los pequeños, medianos productores y comunidades nativas de la selva central.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el marco del convenio del INIA y Agro Rural, en el campo experimental de la Estación Experimental Agraria Pichanaki, del distrito de Pichanaki, provincia de Chanchamayo, departamento Junín (figura 1) a los 523 m.s.n.m con temperatura promedio anual 25 °C, precipitación 1500 mm. (SENAMHI, 2017-2018).

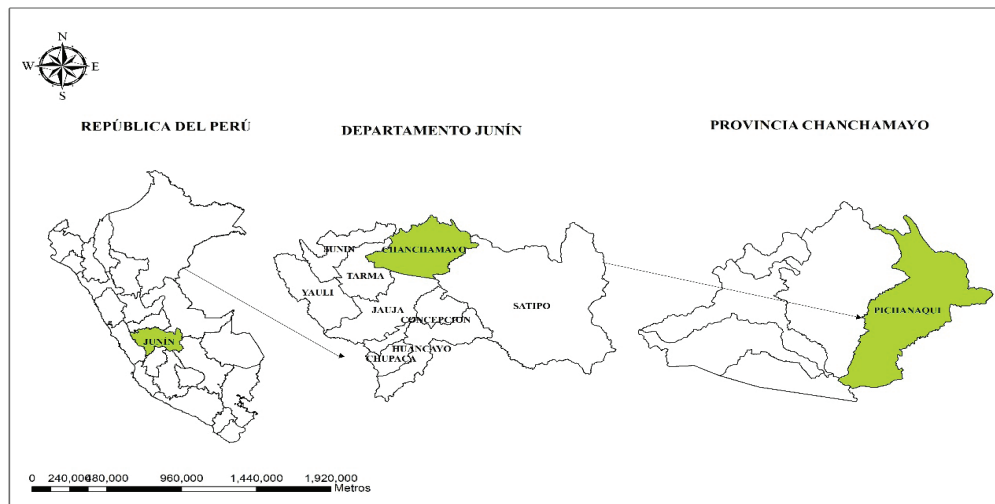


Figura 1. Ubicación del experimento.

Tiempo de ejecución

El experimento se realizó en dos campañas agrícolas 2016 – 2017 y 2017 – 2018.

Diseño del experimento

Se utilizó el diseño experimental Bloques al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. El experimento se instaló en un terreno con 30% de inclinación con un pH de 5,84 con plantación de cacao de seis años de edad del clon CCN 51, con un distanciamiento de siembra de 3 m x 3 m y una densidad poblacional de 1 111 plantas por ha, en sistema agroforestal.

Descripción de los tratamientos empleados

Los tratamientos estuvieron representados por las diferentes dosis de aplicación de guano de islas por planta (cuadro 1). Estas aplicaciones se realizaron en dos fracciones, el 50% de la cantidad total se aplicó en el mes de octubre al inicio de floración y la segunda dosis se aplicó en el mes de marzo durante el crecimiento de frutos en la segunda campaña se siguió el mismo procedimiento. El guano de Isla se aplicó en 4 hoyos en la parte superior en media luna a 50 cm de distancia del tallo.

Cuadro 1. Dosis de guano de islas aplicado por planta de cacao adulto Clon CCN-51.

Nutrientes aplicados/planta							
Tratamiento	Cantidad (gr/planta)	Nutrientes en el guano de islas					
		N	P ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	S
T1	300	0,03	0,03	0,006	0,03	0,0024	0,0045
T2	400	0,04	0,04	0,008	0,04	0,0032	0,006
T3	600	0,06	0,06	0,012	0,06	0,0048	0,009
T4	800	0,08	0,08	0,016	0,06	0,0016	0,012
T5	1000	0,1	0,1	0,02	0,1	0,008	0,015

Evaluación de variables

Se realizó mensualmente en las dos campañas agrícolas. Las variables evaluadas para determinar la productividad fueron: número de frutos por planta, peso de mazorcas maduras, número de almendras por mazorca, peso de almendras secas por mazorca, por plantas y por ha. Para la evaluación de variables se utilizó balanzas de precisión, material de escritorio, herramientas como: tijera telescópica, machete, motoguadaña, serruchos de podar, tijeras de podar y azadón.

Análisis de datos

Para la prueba de hipótesis se utilizó un análisis de varianza al 1 % de nivel de significancia, para determinar la significación entre tratamientos y repeticiones. Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 1 % de nivel de significancia, para determinar la significación entre tratamientos. Se trabajó con el software SPSS versión de prueba [11].

Resultados y discusión

En la campaña 2017 el tratamiento con mayor número de frutos fue T4 con 21,9 frutos/planta seguido por T3 con 17,5 frente al testigo T6 con 12,9 frutos/planta. En la campaña 2018 el mayor número de frutos por planta corresponde al T4 con 17,47 seguido por T5 con 15,6 frutos frente al testigo, T6 con 10,5 (Cuadro 2). El menor rendimiento que se observa en la segunda campaña agrícola frente al primero es posible por bajo contenido de guano de islas en potasio, magnesio y azufre, siendo el potasio el elemento que más necesita el cacao.

En la campaña 2017 en la evaluación de peso de mazorcas maduras por planta, el T5 supera a los demás con 906 g, seguido por T4 con 900,7 g mientras que el testigo T6 obtuvo el valor más bajo con 727,97 g. En la campaña 2018 el tratamiento con mayor peso de fruto fue T3 con 781,6 g, seguido por T5 con 738,6 g frente al testigo T6 con 629,4 g (cuadro 2).

En la campaña 2017 el tratamiento con mayor número de almendras por mazorca fue T4 con 63,33 seguido por T5 con 63,2 almendras frente al testigo T6 con 56,5 almendras por mazorca. En la campaña 2018 el T5 ocupa el primer lugar con 57,6 almendras seguidas por T4 con 57,6 almendras y el testigo T6 resulta con 54,13 almendras (cuadro 2).

En la campaña 2017 ocupa el primer lugar T5 con 98 gramos de almendra seca por mazorca, seguido por T4 con 91,3 g frente al testigo T6 que tiene 84,3 g. En la campaña 2018 el T4 supera al resto con 54,7 g seguido T5 con 54,6 g frente al testigo con 49,4 g (cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de evaluación en dos campañas de dosis de guano de islas aplicado por planta de cacao adulto Clon CCN-51, en los meses de mayor cosecha.

Trat.	Evaluación de número de frutos/planta		Peso promedio de mazorcas madura		Número de almendras/mazorca		Evaluación peso de almendra seca/mazorca	
	Campaña							
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
T1	14,9 ab	11,4 ab	766,6 ab	666,6 a	59,0 a	56,07 a	86,7 ab	52,4 b
T2	15,7 ab	14,1 bc	781,0 ab	667,9 a	61,0 a	56,5 a	87,7 ab	52,6 b
T3	17,5ab	14,5 cd	821,3 ab	781,6 a	62,5 a	57,2 a	88,7 bc	54,0 b
T4	21,9 b	17,5 d	900,8 b	728,3 a	63,3 a	57,6 a	91,3 c	54,7 b
T5	15,3 b	15,6 cd	906,0 b	738,6 a	63,2 a	57,6 a	98,0 d	54,6 b
T6	12,9 a	10,5 a	727,9 a	629,4 a	56,50 a	54,1 a	84,3 a	49,4 a
CV	12,71	7,95	9,24	13,13	5,9	10,8	1,43	1,64
E.E	0,8	0,45	0,61	0,63	2,07	3,52	0,52	0,5
p-valor	0,0073	0,0002	0,0774	0,4037	0,2218	0,9787	<0.0001	0.0002

En la campaña 2017 el mayor rendimiento en almendra seca/ha corresponde al T4 con 1800,5 Kg/ha seguido por T5 con 1601,3 kg frente al testigo T6 con 1181,9 kg. En la campaña 2018, T4 supera al resto con 1358,4 kg/ha seguido por T5 con 1328,4 Kg frente al testigo T6 con 996,68 kg (figura 2).

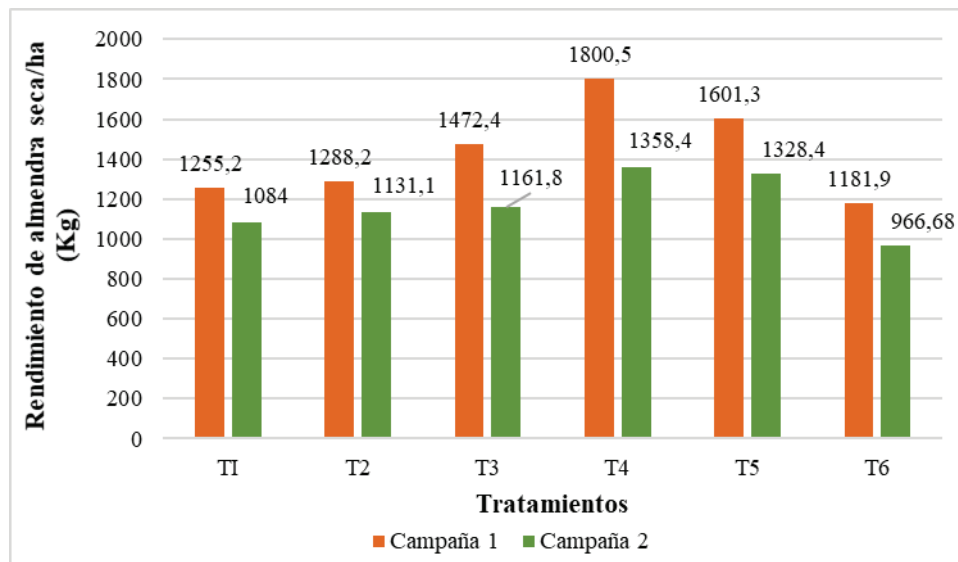


Figura 2: Evaluación de rendimiento de almendra seca/ha.

El costo de mantenimiento es el costo de labores agrícolas durante la campaña agrícola como son control de malezas, plagas, podas, cosechas fertilización (cuadro 3).

Cuadro 3. Costo de mantenimiento de 1 ha del cultivo de cacao/campaña agrícola.

Nº	Actividades	Valor total S/.
1	Control de malezas 3 veces/año	900.00
2	Poda	400.00
3	Eliminación de brotes	200.00
4	Aplicación de fertilizantes	120.00
5	Cosecha y post cosecha	600.00
6	Comercialización	200.00
Subtotal		2,420.00
Imprevisto 10%		242.00
Gastos administrativos 5%		121.00
TOTAL		2,783.00

El costo de mantenimiento es igual para todos los tratamientos que es la suma S/. 2,783.00 (cuadro 4).

Cuadro 4. Costo de producción/tratamiento/ha.

TRAT.	Costo de mantenimiento (S/.)	Costo de fertilizante (S/.)	Costo total (S/.)
1	2,783.00	333.00	3,116.00
2	2,783.00	444.40	3,227.40
3	2,783.00	666.60	3,449.60
4	2,783.00	888.80	3,671.80
5	2,783.00	1,111.00	3,894.00
6	2,783.00	0.00	2,783.00

El costo de producción total comprende el costo de mantenimiento más el costo de guano de las islas aplicadas por tratamiento. En este caso T5 tiene mayor costo de producción con S/. 3,894.00/ha seguido por T4 con S/. 3,671.80, mientras el testigo tiene menor costo con S/. 2,783.00, porque no se aplicó guano de las islas (cuadro 4).

Cuadro 5. Ingreso bruto, costo de producción e ingreso neto por tratamiento/ha de la campaña 2017.

TRAT.	Ingreso Bruto Total/ha (S/.)	Costo De Producción Por Trat. (S/.)	Ingreso Neto/Tratamiento/ha (S/.)
1	7,531.2	3,116.00	4,415.2
2	7,729.2	3,227.40	4,501.8
3	8,834.4	3,449.60	5,384.8
4	10,803.9	3,671.80	7,132.1
5	9,607.8	3,894.00	5,713.8
6	7,091.4	2,783.00	4,308.4

En la campaña 2017 genera mayor ingreso económico el T4 con S/. 7,132.1 seguido por T5 con S/. 5,713.8 ha frente el testigo T6 con S/. 4 308.8 (cuadro 5).

En la campaña 2018, T4 genera mayor ingreso neto con S/. 4478.42 seguido por T5 con S/. 4077.00 frente al testigo T6 con 3017.00 (Siendo precio por kilo de almendra seca S/. 6.00) (cuadro 6).

Cuadro 6. Ingreso bruto, Costo de producción e ingreso neto por tratamiento/ha de la campaña 2018.

TRAT.	Ingreso Bruto Total/Ha (S/.)	Costo De Producción Por Trat. (S/.)	Ingreso Neto/Tratamiento/Ha (S/.)
1	6,503.34	3,116.00	3,387.34
2	6,786.65	3,227.40	3,559.25
3	6,971.30	3,449.60	3,521.70
4	8,150.22	3,671.80	4,478.42
5	7,971.00	3,894.00	4,077.00
6	5,800.00	2,783.00	3,017.00

Los suelos fértiles mejoran el rendimiento de la cosecha e influyen directamente en los ingresos económicos de los agricultores, sin embargo, las siembras continuas sin descanso ni rotación de cultivos deterioran el medio ambiente, frente a ello, una alternativa de solución es el guano de las islas que ofrece mejores resultados por su composición química [12].

Arvelo et al. [8] y Ruales el al. [13] con la aplicación de fertilizantes compuestos yara mila Hydran (500 g), Nitrabor (300 g), K, Mg (250 g) y KCl granulado (50 g) en total 1 150 g/árbol/año en tratamiento aplicados en 3 fracciones, en cacao híbrido obtuvieron un rendimiento de 2 910 kg/ha corroborado que mayor cantidad de aplicación de nutrientes NPK influye en mayor rendimiento por unidad de área en cacao. Este rendimiento es superior a lo obtenido en esta investigación cuyo valor más alto fue de 1800.5 kg/ha. Estas diferencias posiblemente se deben a los diferentes tipos de fertilización empleada y a los diferentes híbridos.

En países como Colombia con la aplicación de 80, 150, 160 Kg de NPK se obtuvo 721 kg/ha frente el testigo 425 Kg/ha con la fórmula de aplicación de 120 N, 100 P₂O₅, 160 K₂O, 25 MgO, 150 S, 5 B, 0,5 Zn, 0,25 Cu y 1 Mn obtuvo un rendimiento de 1164,67 kg/ha de almendra seca con la variedad CCN51, valor inferior a lo reportado en esta investigación para una fertilización orgánica con guano de isla que alcanzó valores de hasta 1800.5 kg/ha [10].

Antes de recomendar la aplicación de la cantidad de fertilizantes se hace un diagnóstico al pH del suelo, en promedio 1000 Kg de semilla extrae 30 Kg. de N, 8 Kg de P₂O₅, 40 Kg de K₂O, 13 kg CaO y 10 kg de MgO, además extrae en cascara y en el cuerpo del árbol todo esto tiene que considerar, aunque existen 13 nutrientes que expresan deficiencias, se debe realizar por lo menos de 3 a 4 aplicaciones por campaña para cada planta aplicar 60 g de N, 30 g de P₂O₅, 72 g de K₂O y 240 g de SO₄ por planta el primero se puede aplicar Enero – Febrero el segundo abril o mayo, el tercero julio o agosto y el cuarto octubre o noviembre. Los elementos faltantes como potasio, magnesio y azufre se deben completar de otras fuentes en caso de aplicación sucesivas solamente con guano de las islas puede bajar la productividad por elementos faltantes [14].

Sánchez et al. [5] recomienda para plantaciones de cacao de 6 años de edad se debe aplicar de 356 a 423 g de guano de islas por planta en cada una de las 3 fracciones que equivale 457 – 543 Kg/ha, lo que coincide con las dosis aplicadas en esta investigación; además, recomiendan agregar de 85,7 a 101,3 g de sulfato de potasio en cada fracción que equivale de 110 a 150 Kg/ha.

Quevedo [15] menciona la técnica de abonamiento y poda sincronizada en cacao consiste en realizar abonamiento y poda en tres etapas durante la campaña de producción de cacao en intervalos de 3 a 4 meses, en cada etapa se abona antes de 15 días de podar, por ejemplo, para una producción de 2,500 Kg/ha recomienda 1.8 kilos de guano de isla, valor superior a lo reportado en esta investigación; por otro lado, recomienda aplicar 0.93 kg de roca fosfórica, 0,340 Kg de sulfato de potasio, 105, 7.5 Kg de sulfato de magnesio.

Sánchez et al. [16] señala que los requerimientos de nutrientes para producir una cosecha de 1000 kilos de cacao seco son de 31 a 40 k de N, 5 a 6 kg de P, 54 a 86 kg de K, 5 a 8 Kg de Ca y 5 a 6 kg de Mg. En base a estos requerimientos una buena opción es la aplicación del guano de islas con el que se obtiene rendimientos de hasta 1800.5 kg/ha para el Clon CCN 51.

Rosas et al. [17] menciona que el factor limitante del uso eficiente de los nutrientes es la acidez del suelo, por lo tanto, con el encalado y aplicación de nutrientes NPK Incrementa de manera distinta con los clones ICS-1, ICS-39, TSH-565, CCN-51; demostrando que el clon CCN-51 presenta mayor habilidad de aprovechamiento de nutrientes, observándose también que la fertilidad natural del suelo en esas condiciones son suficientes para una buena producción de cacao. Además, de este tipo de fertilización se puede emplear la fertilización orgánica con guano de islas por ser más económico y estar al alcance del productor local.

Conclusiones

La aplicación de guano de las islas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) generó resultados positivos ya que incrementó el número de frutos por planta, peso de mazorcas maduras, número de almendras/mazorca, peso de almendras secas/planta/ha y consecuentemente genera mayor ingreso económico para el productor a pesar que el fertilizante tiene bajos nutrientes en potasio, magnesio y azufre que debe ser complementado de otras fuentes para obtener mayor rendimiento; la dosis que ha influido en mayor rendimiento de almendra en la mayoría de las evaluaciones es el T4 con 800 g por planta en suelos de mediana fertilidad, para suelos de buena fertilidad, se puede aplicar los tratamientos T1 300 g, T2 400 g, y T3 600 g y para suelos de baja fertilidad el T5 1000 g/planta.

Referencias

- [1] A. Uribe, H. Méndez, J. Mantilla. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. Revista Suelos Ecuatoriales, vol. 28, pp. 31-36. 1998.
- [2] G. Quiroz, A. Bonilla. Abonamiento del Cacao (*Theobroma cacao* L.) con fertilizantes compuestos en el corregimiento de Río Frío, zona bananera. Tesis de pregrado para la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería, Universidad de Magdalena. Cartagena, Colombia. 1981.
- [3] C. A. Borrero. Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo. 2009. Disponible en: http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/FERTILIZACION_DEL_CULTIVO_DE_CACAO_EN_SITIO_DEFINITIVO.pdf
- [4] F. Alvares, J. Rojas, J. C. Suarez. Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo agroforestal en rivera (Huila, Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol.16, n° 2, pp.307-314. 2015.
- [5] L. E. Sánchez, D. Parra, E. Gamboa, J. Rincón. Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con NPK en el sureste del Estado Tachira, Venezuela. Bioagro, vol. 17, n° 2. Pp. 119-122. 2005.

- [6] A. Triano, D. J. Palma, S. Salgado, L. C. Espinoza, V. Córdova. Nutrición orgánica en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Tabasco, México. Revista Agro productividad, vol. 9, pp. 39-44. 2016.
- [7] L. J. Guerrero. Análisis del suelo y fertilización del cacao. Manual de Oficina Académica de extensión y Proyección social. Agrobanco. Juanjui. San Martín. 36 p. 2012.
- [8] M. A. Arvelo, D. González, S. Moroto, T. Delgado, P. Montoya. Manual técnico del cultivo de cacao, buenas prácticas para América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 143 pp. 2017.
- [9] E. I. Leiva. Aspectos para la nutrición de cacao (*Theobroma cacao L.*). Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Agricultura y tecnologías relacionadas / Agricultura. Repositorio Institucional. 13 p. 2012
- [10] V. Ludeña. Efecto de fertilización orgánica y microelementos en el rendimiento de cacao CCN51 (*Theobroma cacao L.*) en Jaén. Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero en recursos naturales renovables con mención en conservación de suelos y agua. Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 146 p. Perú. 2013.
- [11] M. E. Milla, D. A. Villegas. La metodología de la investigación en el marco de la agroproducción sustentable. Revista de Investigación agroproducción sustentable, vol. 1, n° 3, pp. 68-71. 2017.
- [12] Agro Rural. Manual de abonamiento con guano de las islas en cacao. Revista Agrorural. 1era edición, Editor Agro rural. Lima, Perú. 123 pp. 2018. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>
- [13] J. L. Ruales, H. Burbano, W. Ballesteros. Efecto de fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao L.*). Revista de Ciencias Agrícolas, vol. 28, n° 2, pp. 81-94. 2011.
- [14] R. C. Sánchez. Cultivo y producción de cacao. Lima. Perú. 134 p. 2012.
- [15] C. Quevedo. Técnica de abonamiento y poda sincronizada. Boletín informativo. 15 p. 2014.
- [16] F. Sanchez, E. Luis, D. Parra, E. Gamboa, J. Rincon. Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con NPK en el sureste del estado de aTáchira, Venezuela. Bioagro, vol. 17, n° 2, pp. 119-122. 2005.
- [17] G. Rosas, Y. J. Puentes, J. C. Mejivar. Efecto del encalado en el uso eficiente de macronutrientes para cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Amazonia colombiana. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 20, n° 1, pp. 5-16. 2019.