UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

COMPARATIVO DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN 51 EN LA LOCALIDAD LA UNIÓN CFB KM 75

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

ALEGRÍA ISUIZA BARDALES

Pucallpa - Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **ALEGRÍA ISUIZA BARDALES** denominada **"COMPARATIVO DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN 51 EN LA LOCALIDAD LA UNIÓN-CFB KM 75"**, para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR MAYORÍA** con el calificativo **(DIECISEIS) (16).**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO,** de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 17 de octubre del 2022.

.....	.....
Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr. Presidente	Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc. Secretario
.....	.....
Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc. Miembro	Ing. Roger Vásquez Gómez, M.Sc. Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr. .....
Presidente

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc. .....
Secretario

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc. .....
Miembro

Ing. Roger Vásquez Gómez, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Alegría Isuiza Bardales .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0225-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **INFORME FINAL** de tesis, **Titulado**:
"COMPARATIVO DE DOSIS DE FERTILIZACION QUIMICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) CLON CCN 51 EN LA LOCALIDAD LA UNION CFB KM 75".

Cuyo autor (es)	:	**ISUIZA BARDALES, ALEGRÍA**
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional	:	AGRONOMÍA
Asesor(a)	:	Mg. VÁSQUEZ GÓMEZ, ROGER

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 8%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 17/06/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, ALEGRIA ISUIZA BARDALES.

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:
"COMPARATIVO DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) CLON CCN51 EN LA LOCALIDAD LA UNIÓN CFB KM 75".

Sustentada el año: 2022.

Con la asesoría de: Irig. ROGER VASQUEZ GÓMEZ, M.Sc.

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Escuela Profesional de: AGRONOMÍA.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 17 / 10 / 2022.

Email: isuizabardalesaly@gmail.com
Teléfono: 952282042

Firma:
DNI: 76237028.

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA.

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Siempre me apoyaron en la parte moral y económicamente, las cuales fueron el pilar y motivación para la construcción de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO.

En primera instancia agradecer a Dios, por darme la vida y guiar mis pasos día a día.

Seguidamente agradezco a mis formadores, docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado en el trayecto de los 5 años en ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitir mis conocimientos, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de esta investigación y así obtener mi titulación profesional.

ÍNDICE.

		Pág.
RESUMEN……..		x
ABSTRACT……		xi
LISTA DE CUADROS……		xii
LISTA DE FIGURAS……..		xiii
I.	INTRODUCCIÓN……..	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……..…….	3
	2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN……..	3
	2.2. EL CULTIVO DE CACAO…….	9
	2.2.1. Características generales……..……	9
	2.2.2. Morfología de la planta……..….	9
	2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos…….	10
	2.2.4. Requerimientos nutricionales……..…..	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS……..…..	14
	3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN……..……	14
	3.2. UBICACIÓN……..……..……	14
	3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO……..……	15
	3.4. ECOLOGÍA Y CLIMA……...	15
	3.5. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS……..…..	15
	3.6. MATERIALES Y EQUIPOS……..……	16
	3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES……..	16
	3.7.1. Variables Independientes……..….	16
	3.7.2. Variables Dependientes……..…	17

3.7.2.1. Número de mazorcas por planta…… 17

3.7.2.2. Peso de mazorca…….. 18

3.7.2.3. Longitud de mazorca……... 18

3.7.2.4. Diámetro de mazorca……..…. 18

3.7.2.5. Número de granos por mazorca……..… 19

3.7.2.6. Peso de 100 granos…….. 19

3.7.2.7. Índice de grano……. 19

3.7.2.8. Rendimiento de grano seco por ha…… 20

3.7.2.9. Análisis económico……. 20

3.8. EJECUCIÓN DEL ENSAYO……. 20

3.9. POBLACIÓN Y MUESTRA……..…. 21

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO……... 22

3.11. DIMENSIONES DEL ENSAYO…… 23

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..... 26

4.1. NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA……..... 26

4.2. PESO DE MAZORCA……... 29

4.3. LONGITUD DE MAZORCA……..… 30

4.4. DIÁMETRO DE MAZORCA…….. 32

4.5. NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA…… 34

4.6. PESO DE 100 GRANOS…….. 36

4.7. ÍNDICE DE GRANO…….. 37

4.8. RENDIMIENTO POR HA……. 39

4.9. ANÁLISIS ECONÓMICO……. 41

V. CONCLUSIONES……. 44

VI. RECOMENDACIONES…… 45

VII. LITERATURA CITADA…….. 46

VIII. ANEXO…… 49

RESUMEN.

La investigación se llevó a cabo entre agosto del 2018 a agosto del 2019 en el caserío La Unión, Padre Abad, Ucayali, con el propósito de evaluar el efecto de tres niveles de NPK en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN 51, así como determinar el análisis económico. Los tratamientos fueron testigo sin NPK, 100-20-100, 150-30-150 y 200-50-200 kg de NPK por ha y se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. La metodología incluyó una aplicación inicial de Magnocal para todos los tratamientos, y dos aplicaciones fraccionadas de los fertilizantes NPK a base de urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio, en los meses de agosto y diciembre del 2018. Se evaluó las variables número de mazorcas por planta, peso de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, número de granos por mazorca, peso de 100 granos, índice de grano y rendimiento por ha. Los resultados indican que, los tratamientos con las dosis de 200-50-200 y 150-30-150 de NPK sobresalen con un rendimiento ajustado de 1227.9 y 1170.1 kg ha^{-1}, cada uno, mostrando diferencias significativas con las dosis NPK 100-20-100 y el tratamiento testigo, quienes respectivamente obtuvieron 963.0 y 594.1 kg ha^{-1}. Por otro lado, los tratamientos con fertilización química no presentan diferencias estadísticas entre ellos, con una relación beneficio-costo de 1.87, 1.71 y 1.66 para las dosis NPK 150-30-150, 100-20-100 y 200-50-200, respectivamente, pero son superiores al testigo que registró una relación beneficio-costo igual a 1.14.

Palabras claves: Cacao, dosis, fertilización, rendimiento, análisis económico.

ABSTRACT.

The research was carried out between August 2018 and August 2019 in the Unión Padre Abad Ucayali farmhouse, with the purpose of evaluating the effect of three levels of NPK on the yield of the clone CCN 51 cocoa crop, as well as determining the economic analysis. The treatments were control without NPK, 100-20-100, 150-30-150 and 200-50-200 kg of NPK per ha and were analyzed under a randomized complete block design with 4 replications. The methodology included an initial application of Magnocal for all treatments, and two fractional applications of NPK fertilizers based on urea, diammonium phosphate and potassium chloride, in the months of August and December 2018. The variables number of ears were evaluated per plant, ear weight, ear length and diameter, number of grains per ear, weight of 100 grains, grain index and yield per ha. The results indicate that the treatments with the doses of 200-50-200 and 150-30-150 of NPK stand out with an adjusted yield of 1227.9 and 1170.1 kg ha^{-1}, each one, showing significant differences with the NPK doses 100- 20-100 and the control treatment, who respectively obtained 963.0 and 594.1 kg ha^{-1}. On the other hand, the treatments with chemical fertilization do not present statistical differences between them, with a benefit-cost ratio of 1.87, 1.71 and 1.66 for the NPK doses 150-30-150, 100-20-100 and 200-50-200, respectively, but they are higher than the control that registered a benefit-cost ratio equal to 1.14.

Keywords: Cocoa, dose, fertilization, yield, economic analysis.

LISTA DE CUADROS.

Pág.

Cuadro 1. Cantidad de nutrientes absorbidos por estado de desarrollo……. 12

Cuadro 2. Nutrientes que necesita una planta de cacao CCN 51…… 12

Cuadro 3. Requerimiento de nutrientes desde plántula hasta producción… 13

Cuadro 4. Dosis por ha por tratamiento…….…. 16

Cuadro 5. Dosis por planta por tratamiento……. 17

Cuadro 6. Dosis por planta por tratamiento y por aplicación…… 17

Cuadro 7. Análisis de varianza ANOVA…….. 23

Cuadro 8. ANOVA de número de mazorcas por planta……. 26

Cuadro 9. ANOVA de peso de mazorca…….. 29

Cuadro 10. ANOVA de longitud de mazorca…….. 31

Cuadro 11. ANOVA de diámetro de mazorca……. 32

Cuadro 12. ANOVA de número de granos por mazorca…….. 34

Cuadro 13. ANOVA de peso de 100 granos……..…… 36

Cuadro 14. ANOVA de índice de grano……... 38

Cuadro 15. ANOVA de rendimiento por ha……. 39

Cuadro 16. Análisis económico por tratamiento…….…… 42

Cuadro 17. ANOVA de relación beneficio-costo…….…… 42

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental……. 14

Figura 2. Croquis de distribución experimental…….…… 25

Figura 3. Número de mazorcas por planta por tratamiento……..…… 28

Figura 4. Peso de mazorca por tratamiento……... 30

Figura 5 Longitud de mazorca por tratamiento……..… 32

Figura 6. Diámetro de mazorca por tratamiento…….…… 33

Figura 7. Número de granos por mazorca por tratamiento…….. 35

Figura 8. Peso de 100 granos por tratamiento…… 37

Figura 9. Índice de grano por tratamiento…… 39

Figura 10. Rendimiento por ha por tratamiento……. 40

Figura 11. Relación beneficio/costo por tratamiento…… 43

En el anexo:

Figura 12A. Resultados del Análisis del suelo experimental…… 50

Figura 13A. Letrero de tratamientos……. 51

Figura 14A. Aplicación de magnocal……. 51

Figura 15A. Parcela en producción. …….. 52

Figura 16A. Cosecha de la parcela. ……. 52

Figura 17A. Identificación de la parcela. ……. 53

Figura 18A. Pesando el insumo para la aplicación……. 53

Figura 19A. Proceso de cosecha…… 54

Figura 20A. Mazorcas seleccionadas para la evaluación…….. 54

Figura 21A. Aplicación de insumo……. 55

Figura 22A. Parcela después de la aplicación……. 55

I. INTRODUCCIÓN.

En la región Ucayali, el cultivo de cacao es considerado como un producto-bandera, dado a que existen más de 20 mil ha de cacao en diversas variedades cerca del 50% de estas, se encuentran en producción, generando desarrollo en las zonas productoras de las provincias de Padre Abad, coronel Portillo, Atalaya y Purús, aun cuando los niveles de productividad no sean los más alentadores por la escasa tecnología que usan los productores de cacao (Cantalicio, 2019).

En el cacao, Noreña (2019) manifiesta varios problemas específicos que resolver frente a las limitadas condiciones físicas y químicas que presentan los suelos ácidos y que no le permite expresar su potencial genético de crecimiento y producción. Por este motivo, el cacao se viene sembrando en suelos deforestados, colinosos, con una escasa materia orgánica y con predominancia de arcillas caolinitas, con una baja capacidad de intercambio catiónico y una alta saturación de aluminio intercambiable y una menor saturación de bases cambiables.

En este contexto, el cacao necesita contar con un plan de fertilización para mantener una producción estable, ya que con este plan se va a restituir al suelo, los nutrientes que fueron absorbidos por el cultivo y que le permitan mantener su vigor, ya que, con el transcurso del tiempo el suelo perderá su fertilidad, ocasionando baja producción y rentabilidad. Los rendimientos anuales no sobrepasan los 700 kg ha^{-1} en promedio, cuando en otras zonas la productividad promedio anual oscila entre 2000 a 2500 kg ha^{-1}.

Varios países reconocidos productores de cacao, han adelantado numerosos estudios sobre fertilización. En Trinidad, unos experimentos

desarrollados en fertilización, distanciamiento de siembra y sombra, señalan la importancia de utilizar mezclas completas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en cacao a plena exposición solar. En México, se demostró una buena respuesta a la aplicación de N. En este caso se indica la amplia relación C/N de los residuos sobre el campo que hace necesaria la aplicación de altas cantidades de este elemento (Uribe *et al.*, 1998).

De igual forma, experimentos conducidos en Brasil han demostrado que la fertilización del cacao bajo sombra solamente produce pequeños incrementos en producción, mientras que la fertilización a plena exposición solar produce incrementos considerables en rendimiento de grano seco (Uribe *et al.,* 1998).

En este sentido, el ensayo tuvo como objetivo, evaluar la aplicación de tres niveles de NPK en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN 51, así como determinar el análisis económico de la aplicación de los fertilizantes en la zona de La Unión Padre Abad Ucayali.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Noreña (2019) desarrolló su trabajo de tesis en la zona de San Juan Bautista Padre Abad Perú, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de dos dosis en tres fuentes de biofertilizantes: biol a las dosis de 50 y 100 cc por árbol, compost a la dosis de 4 y 6 kg por árbol y guano de isla a las dosis de 2 y 4 kg planta^{-1} sobre la producción del cultivo de cacao fino de aroma, bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, y concluye que, los tratamientos guano de isla a la dosis de 2 y 4 kg planta^{-1} fueron superiores al testigo en el número de mazorca por planta. De igual forma, el guano de isla a la dosis de 2 y 4 kg por planta fue superior en el rendimiento de grano seco por ha. Por otro lado, el compost a 6 kg por planta mostró un mejor peso de mazorca e índice de grano.

Por su parte, Rengifo (2019) evaluó en un suelo ácido de Caballococha- Loreto Perú, el efecto de cuatro niveles de abonamiento a base de gallinaza y roca fosfórica en el rendimiento de cacao CCN51 bajo un diseño de BCA con 4 repeticiones. Los resultados para rendimiento de peso de fruto por planta y por ha, así como para número de frutos por planta, tamaño de fruto, número de semillas por fruto y tamaño de semilla nos indicó que no tuvieron efecto significativo en respuesta al abonamiento, debido a la gran similitud a las especies cultivadas y al carácter genético de cada uno de los tipos de frutos evaluados.

Potestá (2018) por su parte, evaluó el efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción

de cacao orgánico en el sector Alto Palcazú-Pasco-Perú. Se utilizó un diseño BCA con cuatro tratamientos (200, 400 y 600 ml de drench por planta y un testigo sin aplicar) con tres repeticiones. Los resultados determinaron efectos significativos para $P<0.01$ en el rendimiento del cacao, destacando el tratamiento 400 ml de drench planta^{-1} con 1127 kg ha^{-1}. Los principales indicadores químicos del suelo, pH, P, $K^{+,}$ Ca^{2+}, Mg2+ y Al^{3+} no mostraron estadísticamente ($P<0.05$) efectos significativos, con excepción de la materia orgánica, determinándose que, la aplicación del fertilizante líquido orgánico aplicado bajo la técnica drench no mejoró las propiedades del suelo, pero si, produjo un incremento significativo positivo en el rendimiento del cacao.

A su vez, Gómez (2017) realizó una investigación en la Universidad de Guayaquil-Ecuador, con el propósito de estudiar la respuesta del cultivo de cacao CCN51 a la aplicación de la fertilización orgánica y química. Para ello se estudiaron tres tratamientos, el primero a base de 400 g de compost árbol-año^{-1}, el segundo a base de 375 g de mezcla de urea, muriato y fosfato árbol-año^{-1} y un testigo sin aplicación. Se usó el diseño BCA con seis repeticiones. El trabajo concluye que, los tratamientos con fertilizantes químicos y orgánicos obtuvieron las mayores cantidades de mazorcas sanas por planta con 21 y 20, respectivamente, y el rendimiento se benefició con las aplicaciones de los fertilizantes, el químico con 1.4 t ha^{-1} y el orgánico con 1.3 t ha^{-1}.

Así mismo, Alcívar y Loor (2016) desarrollaron su tesis en la zona de Manabí- Ecuador, con el propósito de evaluar la respuesta del cacao a la aplicación de podas y fertilización química y orgánica. Se usó un diseño de

bloques completos al azar con arreglo factorial 2A x 3B y tres repeticiones, evaluándose dos frecuencias de poda (15 y 30%) y tres tipos de fertilización (Formulada: 354 g. urea + 116 g. de 10-30-10/planta; Convencional: 300 g. de 10-30-10/planta y Orgánica: 400 g de abono orgánico Biogrowth/planta). Los resultados indican que ninguno de los tratamientos influyó en el rendimiento. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas entre los tipos de fertilización, siendo la fertilización convencional la que mostró el mayor rendimiento con 2.0 t ha^{-1}, seguida de la fertilización orgánica con 1.6 t ha^{-1} y la fertilización formulada que mostró el menor rendimiento con 1.0 t ha^{-1} de cacao seco.

Por otro lado, Alvarado (2016) probando el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cacao CATIE-R6 al séptimo año de producción en Huetar-Costa Rica, realizó aplicaciones con nitrato de amonio (33.5% N), como fuente de nitrógeno, roca fosfórica (30%, P_2O_5, 40% CaO, 10% SiO) como fuente de fósforo, cloruro de potasio (60% K_2O, 45% Cl) como fuente de potasio, *Bokashi* como fuente de abono orgánico sólido y *Biofer húmico*® como abono orgánico líquido. Se establecieron nueve tratamientos utilizando un DCA con tres repeticiones. Al año de evaluación, se demostró que, el número de mazorcas por árbol por año varió entre 22 para el tratamiento con nitrógeno-potasio (NK) y 38 para el testigo absoluto, con un promedio general de 30 mazorcas por árbol por año.

De igual forma, Huachos (2015) al ensayar el efecto de la fertilización con N y K en el cultivo de cacao ICS 95 en Pangoa-Junín Perú, resuelve que, las dosis crecientes de estos nutrientes no influyen en las

variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas por planta, número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, relación longitud-diámetro de mazorca, grosor de cáscara, y número de almendras por mazorca, índice de mazorca, rendimiento por ha.

Asimismo, Noboa (2015) desarrolló una investigación para evaluar el efecto de la fertilización química en el rendimiento de cacao en Quevedo, Ecuador, utilizando un diseño BCA con 4 tratamientos y 4 repeticiones. El tratamiento que presento el promedio más alto de número de mazorcas por parcela fue el T3 (20– 10-30) con 1373,7 mazorcas, estadísticamente igual al promedio de los demás tratamientos y superior al testigo con 808,6 mazorcas. Respecto a peso de mazorcas, el valor más alto lo mostró el tratamiento T3 con 1091.5 g, siendo este valor estadísticamente igual al tratamiento T2 (20–20–20) que obtuvo 101.5 g.

Por otro lado, el valor más alto de longitud de mazorca, fue el T3 con 22.4 cm, siendo este valor igual estadísticamente a los tratamientos T2 y T1 (10-30-10) con 21.9 y 21.8 cm, respectivamente. El promedio más alto de diámetro de mazorca lo mostro el tratamiento T3 con 13.5 cm, siendo estadísticamente igual a los promedios de los demás tratamientos y al testigo.

También, Ramos y Pinargote (2015), realizó una investigación en Quevedo Ecuador, para evaluar el rendimiento de cacao CCN-51 con diferentes formulaciones de fertilización. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño BCA con tres tratamientos y cinco repeticiones. El factor en estudio estuvo conformado por los tratamientos: T0 Testigo tradicional (10N-30P-10K), T1 SUMICOAT II (12N-07P- 23K-02Mg), T2 Yaramila

(12N-11P-18K-2.7Mg), T3. Ferticacao (20N-6P-17K-3Mg-4S-1B). Los resultados muestran diferencia significativa entre los tratamientos produciendo los mejores resultados el T1. SUMICOAT II con 64 de mazorcas sanas por planta, 11510.0 g de peso fresco y 2296.9 kg ha^{-1} de rendimiento de cacao seco, en las variables características de mazorcas no se presentaron diferencia significativa permitiendo concluir que estas variables no se ven influenciadas en el incremento de fertilizantes.

Por su parte, Carvajal (2014) evaluó el efecto de tres biofertilizantes foliares y dos dosis sobre el número de mazorcas por planta del cultivo de cacao de 8 años en la Universidad Mayor de San Andrés Bolivia. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño completo al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones, donde los niveles del Factor A fueron los biofertilizantes: Biol, Purín y Té de Estiércol y los niveles del Factor B fueron las dosis al 10 y 20% para el biol y al 20 y 30% para el purín y el té de estiércol. Los resultados indican que el mayor número de mazorcas se presentó en las plantas sometidas a purín al 30% con un promedio de 17.8 mazorcas por planta, seguido del purín al 20% con un promedio de 17.3 mazorcas, en tanto que el testigo alcanzó solo 12.8 mazorcas por planta.

Ludeña (2013), efectuó un ensayo en Jaén-Cajamarca-Perú, para determinar el efecto de la fertilización combinada orgánica y micro elementos sobre el rendimiento de cacao CCN51. Los resultados del rendimiento del cacao con las diferentes fórmulas de fertilización fueron evaluados mediante un Diseño en Bloque Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 68 repeticiones, se realizó la prueba de Tuckey ($p>0,05$),

reportando en los cuatro trimestres el mejor resultado, para el tratamiento (T3) a base de la fórmula 120-100-160 NPK con 1164.6, 1285.4, 1335.5 y 1408.5 kg ha^{-1} al 8% de humedad aproximadamente y en cuanto a la evaluación anual se logró un promedio de 1298.3 kg ha^{-1} para el tratamiento (T3) y para (T0) sin fertilización se obtuvo sólo 697.3 kg ha^{-1}.

Ruales *et al.,* (2011) realizaron una investigación en Caldas Colombia cuyo propósito fue evaluar tres niveles de fertilización: Tratamiento 1 (500 g de Yaramila Hidran planta-$año^{-1}$ (19-4-19-3(MgO)-1,8(S)-0,1(B)-0,1(Zn)), 350 g de Nitrabor planta-$año^{-1}$ (15,5-0-0-26 (CaO)-0,3(B), 250 g de K_2SO_4 (0-0-22-18(MgO)-22 (S) y 50 g de ClK granulado planta-$año^{-1}$), Tratamiento 2 (250 g plantal-$año^{-1}$ de Yaramila Hydran (19-4-19-3(MgO)-1,8(S)-0,1(B)-0,1(Zn)), 175 g árbol-$año^{-1}$ de Nitrabor (15,5-0-0-26 (CaO)-0,3(B),125 g árbol-$año^{-1}$ de Kmag (0-0-22 18(MgO)- 22 (S) y 25 g planta-$año^{-1}$ de KCl granulado); Tratamiento 3 (300 g planta-$año^{-1}$ de ácidos húmicos y 100 g planta-$año^{-1}$ de Sulfomag (K 26%, Mg 11%, S 20%). Se evalúo el rendimiento en cuatro híbridos de cacao: CCN-51, TSH-565, CAP-34, ICS-60) y un testigo. Así, Yaramila produjo un incremento del número de mazorcas, con 48.2 en el hibrido CCN51, superando al tratamiento a base de ácidos húmicos con 27.8 mazorcas por planta. Por otro lado, los materiales híbridos obtuvieron 36, 44, 40 y 43 granos por mazorca en los clones CAP-34, CCN-51, ICS-60 40 y TSH-565, respectivamente. Respecto a rendimiento por ha, los híbridos CAP-34, ICS-60, CCN-51 y TSH-565 obtuvieron respectivamente 1641, 950, 2613 y 2486 kg ha-$año^{-1}$ con el tratamiento a base de Yaramila.

2.2. EL CULTIVO DE CACAO.

2.2.1. Características generales.

Según July (2007), citado en Paredes (2020), el cacao pertenece a la familia Malvaceae, orden Malvales y es una de las 22 especies del género Theobroma. Tiene un número cromosómico 2n = 20. Su centro de origen es la cuenca del Alto Amazonas y se encuentra distribuido en las tierras bajas tropicales, principalmente entre los 20° latitud norte y 20° de latitud sur.

En América el cacao se cultiva desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia. La distribución natural del cacao en Suramérica alcanza hasta los 15º de latitud sur, en los ríos Alto Beni y Mamoré del territorio boliviano y por el norte hasta cerca de los 10º de latitud en los límites de los llanos venezolanos por las vertientes bajas de las sierras de Parimá, que dividen a Venezuela de Brasil. Los Mayas fueron los primeros en cultivar el cacao en América Central y en especial en México (July, 2007; citado en Paredes, 2020).

2.2.2. Morfología de la planta.

El cacao es una planta de tamaño mediano (5 a 8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. El tronco recto puede desarrollarse en formas muy variadas, según las condiciones ambientales. El sistema radicular abarca una raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se

encuentran en los primeros 30 cm de suelo. Las hojas son simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto. Las flores son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género Forcipomya. El fruto es de tamaño, color y formas variables. Su pared es gruesa, dura o suave y de consistencia dura. Los frutos se dividen interiormente en cinco lóculos. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es entre 20 a 40 y son de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (July, 2007; citado en Paredes, 2020).

2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos.

El clima propicio para el desarrollo del cacao corresponde a la franja de ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.300 m. de altitud, con temperaturas entre 22 °C y 30 °C en promedio. La precipitación media es de 2.500 mm al año, con una humedad relativa cercana al 80%. Los vientos fuertes y permanentes son inconvenientes, por lo que se debe instalar barreras rompe-vientos.

Según refieren Moreno y Sánchez (1990) citado en Gómez (2017), las plantas de cacao en sus primeros años prosperan bajo la sombra de

otros árboles de mayor porte, hasta 70%, y después del tercer año y a medida que sus copas se agrandan, los requerimientos de sombra disminuyen (30%).

La selección de un suelo apropiado es fundamental para obtener cultivos de cacao de alta productividad. La mejor textura corresponde a suelos francos a franco-arcillosos (ICT, 2004), sin embargo, Amores *et al.,* (2005) selecciona a los suelos aluviales, de textura franco-arcillosa, franco-limosa y franco-arenosa, suelto y profunda, que le permitan la raíz principal penetrar de 80 a 150 cm, como las condiciones idóneas.

El pH debe estar en el rango de 6.0 a 7.5 en la capa superficial, sin ser excesivamente ácido o alcalino, hasta una profundidad de 1 m. Además, el suelo debe tener materia orgánica que aumente la habilidad del suelo para retener nutrientes y disminuir la compactación, entre otros beneficios (ICT, 2004).

La descomposición de la materia orgánica, produce la liberación de N y S, como única abastecedora natural de ambos nutrientes, además de su importante contribución al P al suelo (ICT, 2004). El cacao durante su ciclo productivo deposita cantidades considerables de hojarasca, entre 145 kg ha^{-1} a los 4 años de plantado hasta 500 y 1500 kg ha^{-1}, a los 10 y 15 años respectivamente.

2.2.4. Requerimientos nutricionales.

El cacao se considera una planta exigente en nutrimentos, siendo afectado por factores tales como el material genético, grado de sombra, así la edad de la planta, control de plagas y enfermedades y el drenaje del

suelo.

Al respecto, Sáenz (1990) citado en Alvarado (2016) incluye la cantidad de nutrientes absorbidos por el cacao en distintos estados de desarrollo.

Cuadro 1. Cantidad de nutrientes absorbidos por estado de desarrollo.

Estado de la planta	Edad (meses)	Requerimiento nutricional medio (kg ha^{-1})				
		N	P	K	Ca	Mg
Vivero	2-6	2.4	0.6	2.4	2.3	1.1
Crecimiento	28	136	14	151	113	47
Producción	50	438	48	633	373	129

Fuente: Sáenz (1990).

Por su parte, en Ecuador, Crespo *et al.,* (1997) citado por Noreña (2019) cita los niveles nutricionales del cacao CCN51, por edad y estado de la planta.

Cuadro 2. Nutrientes que necesita una planta de cacao CCN51.

Estado del cultivo	Edad (meses)	Requerimiento por planta (g)							
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	B
Recién sembrada	5	2.4	0.6	2.4	2.3	1.1	0.04	0.01	0.01
Producción inicial	28	140	16	170	115	40	4.2	0.6	0.4
Producción media	36	215	25	370	130	65	7.6	1.1	1.2
Producción total	48-90	448	51	710	320	110	5.9	1.6	1.7

Fuente: Crespo *et al*., (1997).

Investigaciones en Ecuador con el clon CCN 5 en condiciones de cultivo a plena exposición, reportan que la extracción de nutrientes con 2222 plantas ha^{-1} fue de N (101), P_2O_5 (27), K_2O (204), CaO (69), MgO (42) y S (12) kg ha^{-1} y con 833 plantas ha^{-1}, fue de 50, 23, y 101, 35, 21 y 6 kg ha^{-1} respectivamente.

De igual forma, Cocoa Growers´ Bulletin (1980) citado en Rengifo (2019) señala que, durante la producción, los árboles de cacao en una ha, han acumulado en sus tejidos alrededor de 438, 48, 633, 373, 129, 6.1 y 1.1 kg de N, P, K, Ca, Mg, Mn y Zn, respectivamente. El estudio reveló que al comercializar 1 t de grano seco de cacao, salen de la parcela alrededor de 40 Kg de N, 6 Kg de P y 86 Kg de K, sucesivamente.

Cuadro 3. Requerimiento de nutrientes desde plántula hasta producción.

Estado del cultivo	Edad de planta (meses)	Requerimiento nutricional (kg/ha)						
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	5-12	2.4	0.6	2.4	2.3	1.1	0.04	0.01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3.9	0.5
Inicio producción	39	212	23	328	140	71	7.1	0.9
Plena producción	50-87	438	48	633	373	129	6.1	1.6

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación fue de tipo experimental de campo, comparativa y observacional, con el propósito de establecer la veracidad de la hipótesis planteada.

3.2. UBICACIÓN.

El presente trabajo se llevó a cabo en el caserío la Unión, en el km 75 de la carretera Federico Basadre, interior 6 km margen derecha, en la parcela del productor Merisaldo Isuiza Torres.

Sus coordenadas geográficas se sitúan entre los 08º39´45” de latitud Sur y 75º03´08” de longitud Oeste, a una altitud de 250 msnm.

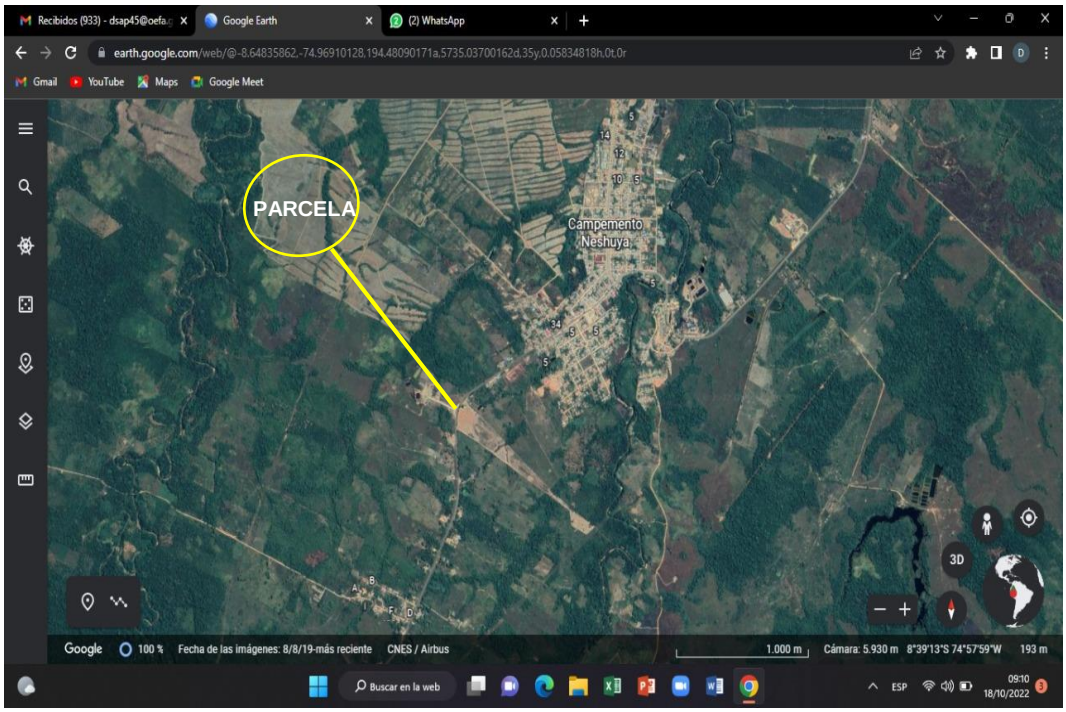


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.

3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El trabajo tuvo una duración de 12 meses, a partir del mes de agosto del 2018 al mes de agosto del 2019, en una plantación de cacao CCN51 de 8 años de edad.

3.4. ECOLOGÍA Y CLIMA.

Por su ubicación geográfica, la zona de estudio tiene las siguientes características:

- Temperatura media anual: 26 ºC.
- Humedad media anual: 89%.
- Precipitación media anual: 2.250 mm.

3.5. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.

El suelo experimental presentó una textura media (franco arcilloso) de reacción moderadamente acida (pH 5.75) contenido medio de materia orgánica y de nitrógeno total, que representan una disponibilidad entre 40.5 y 43.9 kg N mineral ha^{-1}, de igual forma, bajo contenido de P disponible, con solo 11.5 kg P_2O_5 ha^{-1} y bajo en K cambiable con solo 97.3 kg de K_2O ha^{-1}. El contenido de Al intercambiable es bajo, con 12.5% de acidez cambiable y predominancia del catión Ca, con 2.43 cmol L^{-1} en la saturación de bases. Las relaciones catiónicas de Ca con Mg y K son adecuadas, pero no entre Mg y K.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.

Los materiales y equipos empleados en la investigación fueron: Libreta de campo, Vernier, lapicero, cinta de plástico, letrero de tratamientos urea, fosfato diamónico, FDA, Cloruro de potasio, KCl Magnocal, Bomba de mochila y Laptop.

3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

3.7.1. Variables Independientes.

En base al análisis de suelo y el requerimiento del cultivo de cacao se elaboraron las dosis de NPK (tratamientos que incluyen un testigo al cual sólo se aplicó Magnocal), las cuales se calcularon de la siguiente manera:

Cuadro 4. Dosis por ha por tratamiento.

Tratamientos	Dosis (kg ha^{-1})				
	N	P	K	Ca	Mg
T1	0	0	0	17	32
T2	100	20	100	17	32
T3	150	30	150	17	32
T4	200	50	200	17	32

En primer lugar, se aplicó una enmienda al suelo, a base de Magnocal (fuente de Ca y Mg) a una sola dosis (300 g por planta) para todos los tratamientos, 45 días antes de la aplicación de la primera fracción de NPK, y luego los fertilizantes NPK fueron aplicados en mezcla al suelo en dos fracciones, la primera aplicación se efectuó en agosto del 2018,

esparciendo la mezcla de los fertilizantes sobre el suelo limpio y procediendo a cubrirlo con tierra fina.

Cuadro 5. Dosis por planta por tratamiento.

Tratamientos	Dosis (g planta^{-1})			
	Urea	Fosfato Diamónico	Cloruro de potasio	Magnocal
T0	0	0	0	300
T1	200	50	150	300
T2	300	70	200	300
T3	400	100	300	300

La segunda fracción de los fertilizantes NPK se realizó en diciembre del 2018, en la etapa de inicio de floración, en forma localizada alrededor de la base de la planta, esparciendo la mezcla de los fertilizantes sobre el suelo limpio y procediendo a cubrirlo con tierra fina.

Cuadro 6. Dosis por planta por tratamiento y por aplicación.

Trat.	Urea		Fosfato diamónico		Cloruro de potasio		Magnocal
	Aplic. 1	Aplic. 2	Aplic. 1	Aplic. 2	Aplic. 1	Aplic. 2	
T0	0	0	0	0	0	0	300
T1	100	100	25	25	75	75	300
T2	150	150	35	35	100	100	300
T3	200	200	50	50	150	150	300

3.7.2. Variables Dependientes.

3.7.2.1. Número de mazorcas por planta.

Esta evaluación se realizó después de la aplicación de los tratamientos, contándose el número de mazorcas de cada una de las 2

plantas seleccionadas de las 12 plantas de cada unidad experimental, desde el inicio hasta finalizar el experimento. Al finalizar la evaluación se sumó el número de mazorcas cosechadas más el último dato de la evaluación de número de mazorcas por planta se tuvo un total de número de mazorcas.

3.7.2.2. Peso de mazorca.

De las 2 plantas seleccionadas en cada unidad experimental, se extrajo 5 mazorcas, las cuales fueron pesadas una por una con ayuda de una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Esta evaluación se realizó mensualmente, después de cosechar las mazorcas.

3.7.2.3. Longitud de mazorca.

Esta evaluación se realizó cada 15 días (en cada cosecha), para ello se seleccionaron 5 mazorcas por cada unidad experimental, las cuales fueron medidas por su longitud de mazorca, con la ayuda de un vernier, anotándose los resultados en la libreta de campo.

3.7.2.4. Diámetro de mazorca.

Esta evaluación se realizó una vez por mes en cada cosecha, para ello se seleccionaron 5 mazorcas por unidad experimental, las cuales fueron medidas por su diámetro de mazorca, con la ayuda de un vernier, anotándose los datos en la libreta de campo.

3.7.2.5. Número de granos por mazorca.

Una vez seleccionadas y medidas las mazorcas, se procedió a descocar por separado cada mazorca, se extrajeron las semillas de forma manual separándolas de la placenta, luego se contabilizó y finalmente se registró el número de granos por mazorca en la libreta de campo.

3.7.2.6. Peso de 100 granos.

De las 5 mazorcas seleccionadas por cada unidad experimental, se extrajo 100 granos y luego de ser fermentados y secados al ambiente fueron pesados en una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, anotándose los resultados en la libreta de campo.

3.7.2.7. Índice de grano.

De las 5 mazorcas seleccionadas al azar de cada unidad experimental, se seleccionó 10 granos de cacao para definir el peso de grano seco por mazorca, una vez contabilizados se procedieron a fermentar y luego se secaron hasta peso constante para establecer el peso de grano seco. Además, se determinó el índice del grano que correspondió al promedio de 1 grano seco; este se obtiene pesando una muestra de 10 granos seleccionados al azar, luego se divide por la cantidad de granos pesados. El peso mínimo en grano apto para la industria, debe ser de 1 g. (ICONTEC, 2003; citado en Noreña, 2019).

3.7.2.8. Rendimiento de grano seco por ha.

La evaluación de rendimiento de grano seco por ha se basó mediante una ecuación tomando en cuenta el índice de grano, número de grano por mazorca, números de mazorcas por planta y finalmente por la cantidad de plantas por ha (con el sistema al cuadrado fue de 1111 plantas de cacao). De acuerdo con los demás indicadores de rendimiento la evaluación se tomó como referencia las dos plantas centrales de cada unidad experimental.

3.7.2.9. Análisis económico.

El análisis de esta variable incluyó dos aspectos, en primer lugar, se analizaron los costos fijos y los costos variables, en el primer caso, se consideró el uso de la mano de obra para las labores de deshierbo, podas y deschuponado, así como la aplicación de la enmienda calcárea a base de Magnocal para el tratamiento testigo, mientras que para los tratamientos con las dosis de NPK se añadió además los costos variables referidos al gasto por los fertilizantes y su respectiva aplicación por cada tratamiento.

Posteriormente y tomando en cuenta los dos aspectos económicos, tanto el rendimiento por ha como beneficio total y los costos totales de cada tratamiento se efectuó el análisis de varianza, para la relación beneficio-costo.

3.8. EJECUCIÓN DEL ENSAYO.

La ejecución consistió en primer lugar en delimitar el área experimental, tomando en cuenta el número de plantas por cada

tratamiento y por cada repetición. Luego, se procedió a efectuar el deshierbo y la poda de las plantas de cacao, y así dejarlas listas para realizar a la aplicación de los insumos de acuerdo a los tratamientos que le correspondía a cada bloque experimental.

Luego, se procedió a aplicar Magnocal a todas las plantas de cacao, a razón de 300 g por planta, 45 días antes de iniciar la fertilización con NPK. Esta labor se realizó con la finalidad de corregir la acidez del suelo y propiciar que los nutrientes a aplicar puedan tener su acción en los componentes de rendimiento.

También, se realizó las labores culturales de mantenimiento del cultivo con deshierbos mensuales para evitar la competencia con el cultivo y la labor de cosecha se inició en el mes de mayo y culminó en el mes de julio del 2019.

Una vez obtenidos los resultados de las evaluaciones biométricas de rendimiento, se procedió a procesarlos con ayuda del programa estadístico SAS versión 8.0 y los promedios de cada tratamiento en cada variable fueron graficados para una mejor exposición.

En base a los resultados encontrados se realizó la redacción del informe final de tesis, tomando en cuenta su discusión y las conclusiones y recomendaciones para su posterior revisión por parte del Jurado de Tesis.

3.9. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo conformada de 192 plantas de cacao CCN51 de 08 años de edad, mientras que la muestra estuvo representada por 32

plantas de cacao, de las cuales en cada unidad experimental se contaron 12 plantas (4 hileras por 3 plantas por hilera) y de éstas, se seleccionaron 2 plantas centrales en cada unidad experimental, que sirvieron para efectuar las evaluaciones agronómicas del ensayo.

3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO.

Para la investigación se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones con un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada de 12 plantas, de las cuales las 2 plantas centrales fueron evaluadas por cada variable dependiente. Los promedios de las variables respuestas fueron analizados mediante la prueba de Tukey a un nivel del 5%.

Modelo aditivo lineal:

$$\mathbf{Yijk = U + \beta i + \delta j +} \text{Ɛijk}$$

Donde:

Yijk : Cualquier observación en estudio.
U : Media general.
βi : Efecto del i-ésimo bloque.
δj : Efecto del j-ésimo tratamiento.
Ɛijk : Efecto del error residual.

Cuadro 7. Análisis de varianza AN0VA

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	3
Error	9
Total	16

3.11. DIMENSIONES DEL ENSAYO.

Del Campo Experimental:

Largo: 36 m.

Ancho: 24 m.

Área total: 864 m^2.

Unidades experimentales: 16.

Número total de plantas: 192.

Del Bloque Experimental:

Largo: 24 m

Ancho: 9 m

Área total: 216 m^2

Número de plantas por bloque: 48

De la Unidad Experimental:

Largo: 9 m.

Ancho: 6 m Área total: 54 m^2.

Distancia entre hileras: 3 m.

Distancia entre plantas: 3 m.

Número de plantas por unidad experimental: 12.

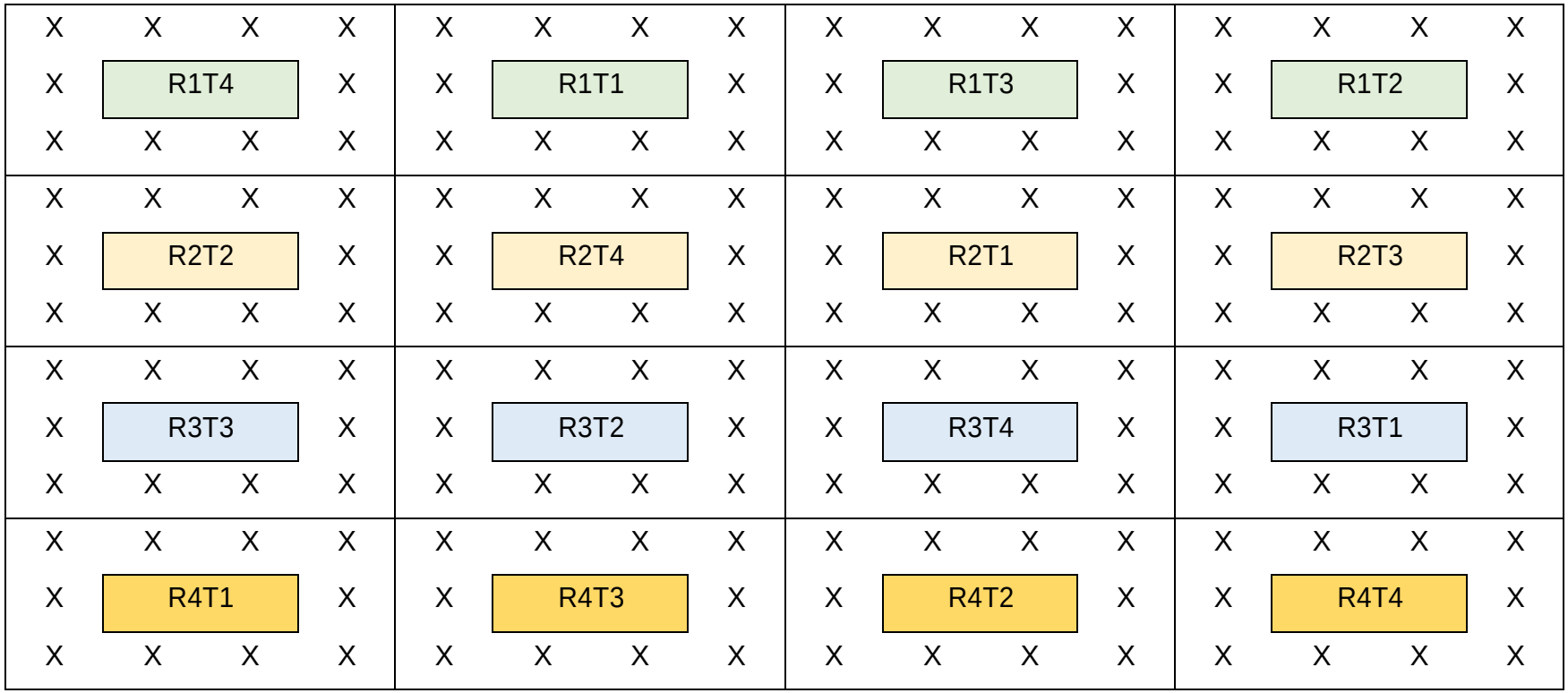


Figura 2. Croquis de distribución experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA.

Para este indicador, el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 7.92% y al efectuar la prueba de Tukey ($P_{<0.01}$), se ha encontrado que con las dosis de NPK 150-30-150 y 200-50-200 se obtuvo 32.5 y 32.0 mazorcas por planta, cada una sin mostrar superioridad con la dosis más baja de NPK que logró un promedio de 29.5, pero todas las dosis mejores que el testigo que registró 23.5 mazorcas por planta. (Cuadro 8 y Figura 3).

Cuadro 8. ANOVA de número de mazorcas por planta.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	52.18	17.39	3.22	0.07
Tratamientos	3	216.68	72.22	13.39	0.001**
Error	9	48.56	5.39		
Total	15				
CV (%)	=	7.92		R^2 =	0.84

Estos resultados son considerados buenos debido a la respuesta positiva de la planta a la aplicación de las fuentes y dosis de NPK respecto al testigo sin aplicar ya que en primer lugar se nota el efecto del N (aplicado bajo la forma de urea), el cual siendo un elemento muy móvil dentro de la planta, se trasloca a los puntos de crecimiento, produciendo mayor número de mazorcas; por otro lado el P (como fosfato diamónico) ha influenciado en esta variable, debido a su aplicación localizada al suelo que le ha

permitido su rápida absorción por el sistema radicular de la planta, y por último, el K (bajo la forma de cloruro de potasio) por su función, ha acelerado el flujo de los productos asimilados en la planta, permitiendo una mejor producción de mazorcas sanas.

Al compararlos con otros resultados, se menciona que se encuentran por encima de los obtenidos por Bonilla *et al.,* (2014), quienes reportaron una producción al tercer año de evaluación de 17 frutos por planta-año, a una densidad de 1666 plantas ha^{-1}, así como a los que señala Carvajal (2014) en La Paz Bolivia, cuando aplicó tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares y dos dosis de aplicación, quien refiere que el mayor número de mazorcas en los clones de cacao se presentó en las plantas sometidas a purín al 30% con una media de 17.8 mazorcas por planta, seguido del purín al 20% con una media de 17.3 mazorcas, en tanto que el tratamiento testigo alcanzó una media de 12.8 mazorcas por planta.

Sin embargo, nuestros resultados son inferiores a los que logró Ramos y Pinargote (2015) cuando evaluó el clon CCN51, este reportó un promedio de 64 frutos por planta-año, con una fórmula de fertilización de 150 g por planta, cuyas concentraciones fueron de 12-7-23% de NPK, respectivamente y una densidad de 1111 plantas por ha.

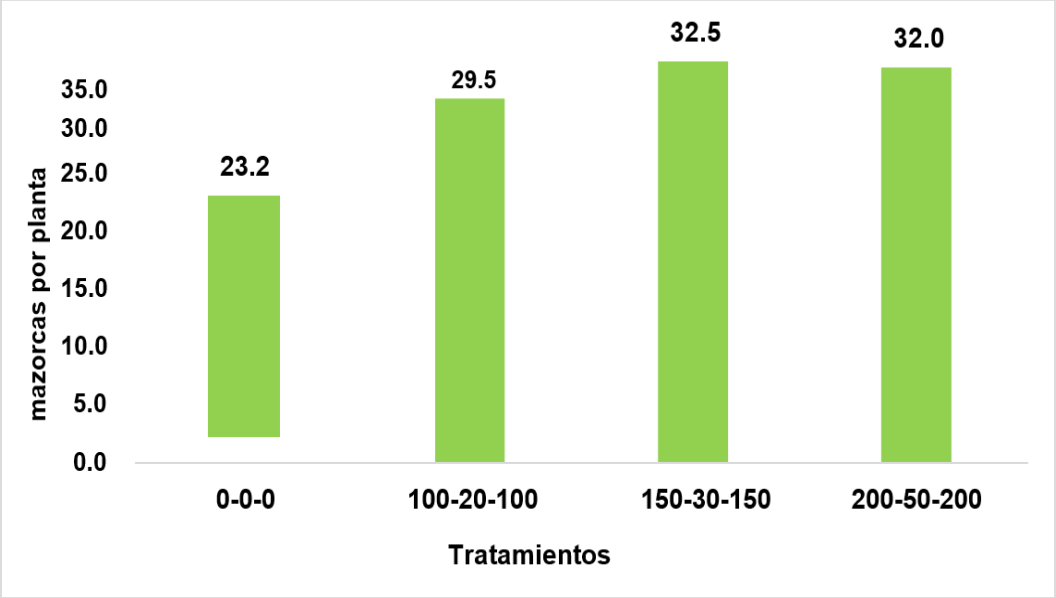


Figura 3. Número de mazorcas por planta por tratamiento.

Por su parte, Alvarado (2016) probando el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cacao clon CATIE-R6, obtuvo 22 y 38 mazorcas por planta, cuando probó dosis de N y K frente al testigo absoluto, respectivamente, con un promedio de 30 mazorcas por planta año^{-1}. A su vez, Ruales *et al.,* (2011) al evaluar en un ensayo en Caldas Colombia, el efecto de la fertilización química sobre el rendimiento del cacao en cinco materiales (híbridos, CCN-51, TSH-565, CAP-34 e ICS-60), encontró que el tratamiento a base de Yaramila produjo un incremento significativo del número de mazorcas, con 48.2 en el hibrido CCN51, superando al tratamiento a base de ácidos húmicos con 27.8 mazorcas por planta.

Rengifo (2019) por su parte, al probar diferentes fuentes orgánicas en un ensayo en Iquitos, obtuvo entre 17 a 21 mazorcas por planta en Iquitos. De igual forma, Noreña (2019) registró hasta 40 mazorcas por árbol, probando el efecto de abonamiento orgánico a base de guano de islas en

materiales aromáticos de cacao y Gómez (2017) reporta un promedio de 21 mazorcas por planta en Guayaquil Ecuador. Por otro lado, Huachos (2015) reporta en promedio 31 y 25 mazorcas por planta cuando prueba el efecto de 210 y 300 kg N y K ha^{-1} sobre el clon ICS95 en Pangoa Junín.

4.2. PESO DE MAZORCA.

Respecto a esta variable, el análisis de varianza efectuado indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P_{<0.01}$), con un coeficiente de varianza de 1.94% (Cuadro 9).

Por ello, se aprecia en la Figura 4, un mayor valor en el tratamiento con la dosis 200-50-200, (437.2 g) mostrando superioridad con las dosis NPK 150-30- 150 Y 100-20-100, con 423 y 414 g, respetivamente y por último el testigo con un peso de mazorca de 377 g.

Estos resultados podrían deberse a que los nutrientes aplicados por su función, están influenciando sobre el incremento de peso fresco de las mazorcas, especialmente el N, dado que es un componente esencial de las proteínas y aminoácidos que tiene el fruto, conforme lo refiere Huachos (2015) trabajando con el clon ICS95 a dosis de 140 y 210 kg N ha^{-1}.

Cuadro 9. ANOVA de peso de mazorca.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	2666.68	888.89	13.79	0.0010
Tratamientos	3	7939.68	2646.56	41.66	<0.001**
Error	9	580.06	64.45		
Total	15				
. CV (%) = 1.94				R^2 = 0.94	

Comparativamente, estos resultados sobresalen respecto a los reportados por Rengifo (2019) en Iquitos quien registró para el clon CCN51, un peso promedio de mazorca entre 310 a 370 g, y al mismo tiempo, menores al que señala Alvarado (2016) en Costa Rica, cuando concluye que para la variable peso fresco de mazorca, el tratamiento con K presentó el mayor peso con 513.6 g mientras que el tratamiento abono orgánico sólido y líquido obtuvo un peso de 472.1 g. Al comparar este peso con el reportado por Phillips *et al.,* (2014), se puede constatar que se encuentra en rango aceptable, pues en los ensayos realizados por estos autores, se reporta un peso fresco de mazorca de 566.1 g. Finalmente, los resultados de este ensayo se reportan similares a los encontrados por Potestá (2018) con el clon CCN51 quien obtuvo pesos por mazorca entre 421 a 468 g.

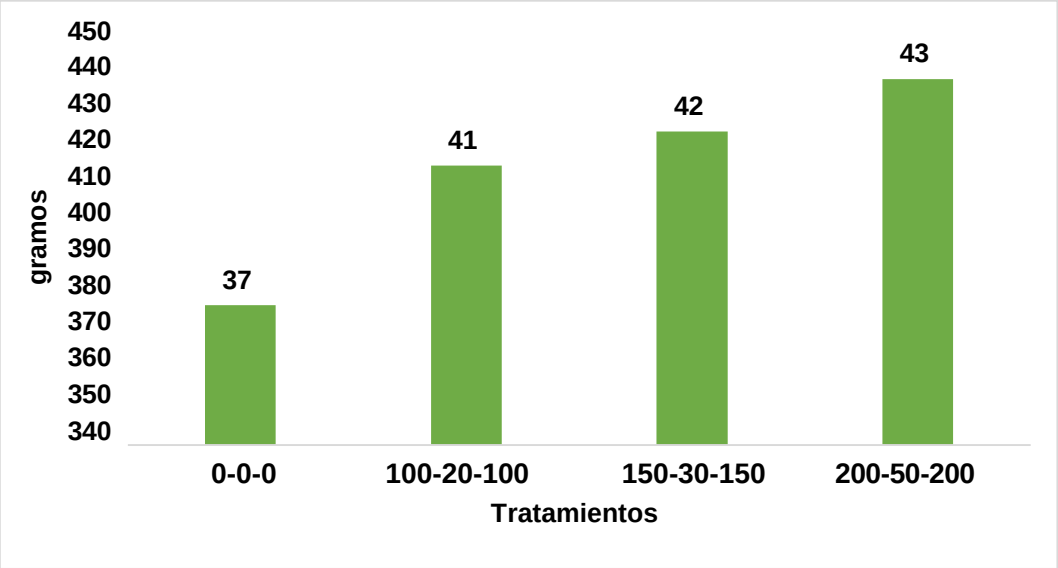


Figura 4. Peso de mazorca por tratamiento.

4.3. LONGITUD DE MAZORCA.

Al efectuar el análisis de varianza para longitud de mazorca (Cuadro 10) se observan diferencias altamente significativas para tratamientos, con

un coeficiente de variación muy bajo (2.39%).

Cuadro 10. ANOVA de longitud de mazorca.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	1.84	0.61	4.31	0.03
Tratamientos	3	3.49	1.16	8.17	0.006**
Error	9	1.28	0.14		
Total	15				
. CV (%) = 2.39				R^2 = 0.80	

La prueba de Tukey ($P_{<0.01}$) indica que las dosis más altas de NPK (200- 50-200 y 150-30-150) influyeron positivamente en el tamaño de la mazorca con 16.3 y 16.1 cm, superiores a la dosis más baja de NPK y al testigo con 15.6 y 15.4 cm, quienes no muestran diferencias estadísticas entre ellos, sin embargo, debido a las escasas diferencias por tamaño, los resultados de la prueba podrían atribuirse más al factor genético que al efecto ambiental por la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de NPK. Figura 5.

Al comparar los resultados encontrados en este ensayo, se menciona que son ligeramente similares a los que reportan Rengifo (2019) en Iquitos y en Satipo Junín con promedios que van entre 10 a 17 cm en el primero y 18.7 cm en el segundo caso.

Al respecto, Huachos (2015) encontró en un ensayo en Pangoa Junín, un promedio de longitud de mazorca 18.70 cm, lo cual coincide al promedio descrito por Noreña (2019) en San Alejandro Padre Abad, encontró que tratamientos a base de bioles a 50 y 100 cc/planta, compost

a 6 kg/planta y guano de islas a 2 kg/planta, obtuvieron una longitud promedio de mazorca de 21.4, 21.6, 22.8 y 21.3 cm, respectivamente.

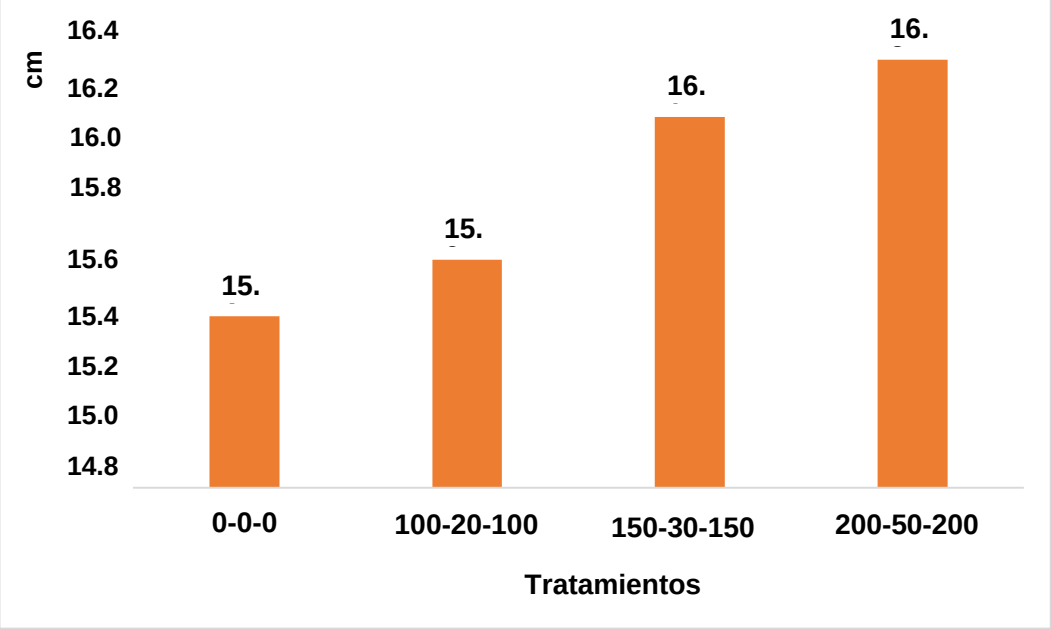


Figura 5. Longitud de mazorca por tratamiento.

4.4. DIÁMETRO DE MAZORCA.

Efectuado el análisis de varianza (Cuadro 11) se observa diferencias significativas entre tratamientos con un coeficiente de variación muy bajo (1.92%).

Cuadro 11. ANOVA de diámetro de mazorca.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.43	0.14	7.72	0.0074
Tratamientos	3	0.79	0.26	14.28	0.0009**
Error	9	0.16	0.018		
Total	15				
. CV (%) = 1.92				R^2 = 0.88	

Los valores encontrados determinan una similitud para las dosis probadas y a la vez nos indica una mayor respuesta del factor genético más que a la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de NPK. Así, con la prueba de Tukey ($P_{<0.01}$) las dosis 200-50-200 y 150-30-150 con 7.35 y 7.20 cm cada una fueron ligeramente superiores a la dosis más baja de NPK y al testigo quienes obtuvieron 7.01 y 6.75 cm de diámetro en cada caso. (Figura 6).

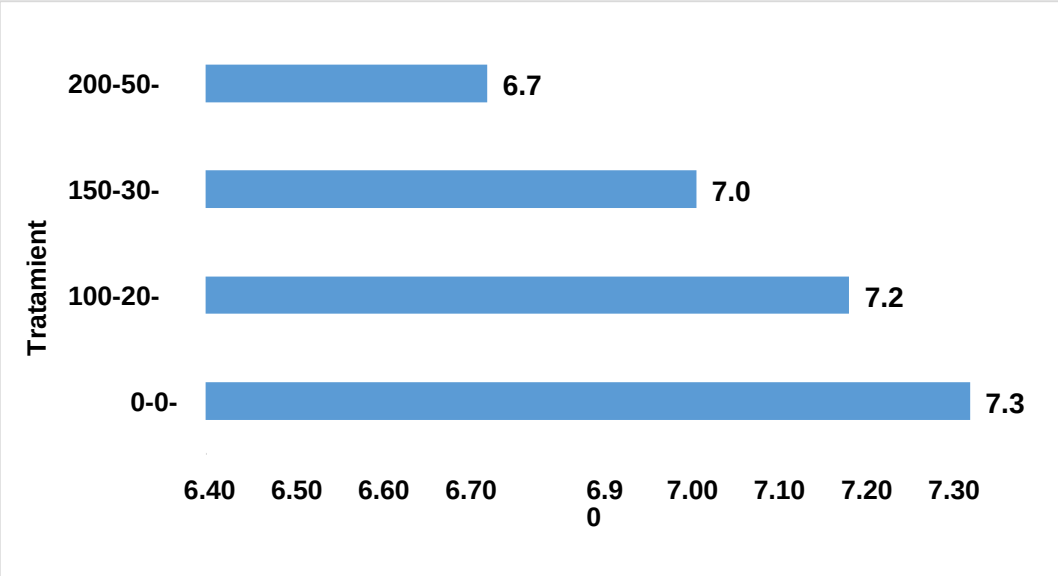


Figura 6. Diámetro de mazorca por tratamiento.

Al respecto, Huachos (2015) reporta valores similares con el clon ICS95 en Pangoa Junín, ya que a la dosis de 200 kg de K ha^{-1} obtuvo 7.2 cm, mientras que Noboa (2015) en Ecuador registro un promedio de 13.5 cm de diámetro de mazorca.

Al mismo tiempo, Noreña (2019) en su ensayo en San Alejandro, encontró que con aplicaciones de 4 y 6 kg $planta^{-1}$ de compost se logró diámetros de mazorca de 10.1 y 9.9 cm, superiores al testigo absoluto que logró un diámetro de 8.5 cm. Conforme lo sostiene este autor, la variable

diámetro de mazorca de cacao no es un indicador directo del rendimiento, sino está gobernado por factores genéticos y por un tema de calidad de fruto, y de este modo se puede manifestar que, por efecto de la aplicación de fuentes y dosis de fertilizantes, también se podría lograr un rendimiento favorable.

4.5. NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA.

El análisis de varianza realizado para número de granos por mazorca (Cuadro 12) ha determinado diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados con un coeficiente de variabilidad aceptable de 2.96%.

Cuadro 12. ANOVA de número de granos por mazorca.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	4.25	1.41	2.04	0.17
Tratamientos	3	181.25	60.41	87.00	<0.001**
Error	9	6.25	0.69		
Total	15				
. CV (%) = 2.96				R^2 = 0.96	

La eficiencia de la fertilización queda demostrada en esta variable, ya que con la aplicación de los nutrientes se ha favorecido el llenado del grano por mazorca y esto se corrobora con la prueba de Tukey (P<0.01), donde los mejores promedios fueron logrados por las dosis NPK 200-50-200 y 150-30-150 con 31 y 30 granos por mazorca, este último no muestra superioridad con la dosis NPK 100-20-100 que obtuvo 28.7 granos por mazorca, pero superior al testigo con 22.5. (Figura 7).

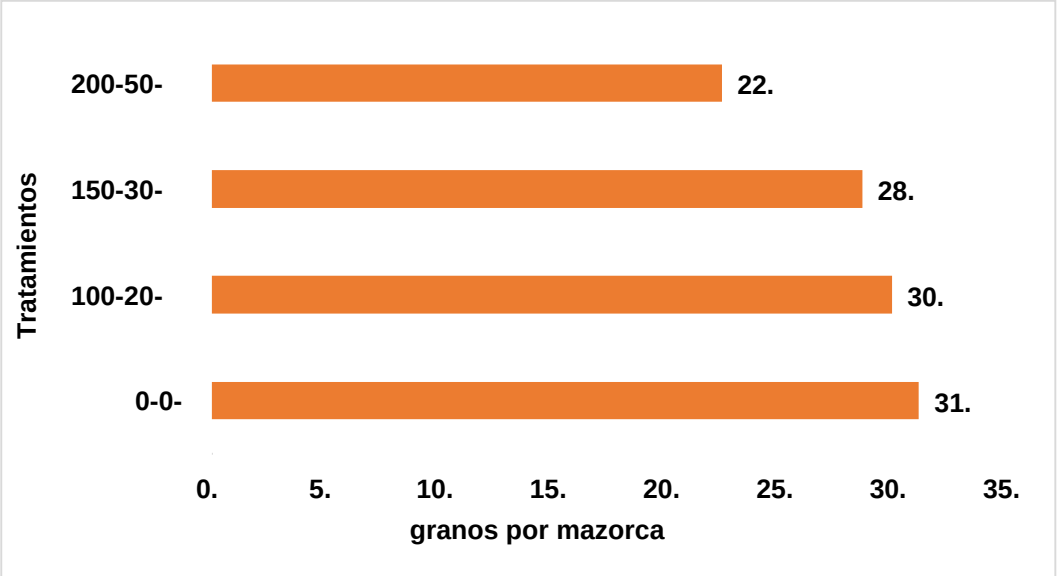


Figura 7. Número de granos por mazorca por tratamiento

Al respecto, varios autores señalan valores similares a los encontrados en este ensayo, conforme se demuestra en los resultados de Rengifo (2019) en Iquitos, quien al probar dosis de abonamiento orgánico en el clon CCN51, obtuvo entre 31 a 35 granos por mazorca; de igual forma, Alvarado (2016) probando el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica determinó que el tratamiento con N obtuvo 37 granos frente al tratamiento NK al cual se le contabilizaron 28 granos por mazorca. Phillips *et al.,* (2014) logró contabilizar 31 semillas para el clon CATIE R6 en su evaluación y finalmente, Noreña (2019) ensayando el efecto de abonos orgánicos en clones aromáticos de cacao en San Alejandro Padre Abad, obtuvo hasta 38.7 granos por mazorca cuando aplicó 4 kg de compost planta^{-1} seguido de los tratamientos biol a 100 cc planta^{-1}, compost a 6 kg planta^{-1}, guano de isla a 4 kg planta^{-1} y biol a 50 cc planta^{-1}, los que registraron promedios de 38.1, 37.9, 37.5 y 37.3 granos por mazorca, respectivamente y superiores al tratamiento testigo con 30.6 granos por mazorca.

4.6. PESO DE 100 GRANOS.

Conforme se aprecia en el Cuadro 13, el análisis de varianza de peso de 100 granos secos muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, demostrando la eficiencia de la aplicación de las dosis crecientes de NPK en esta variable, lo cual se corrobora con el coeficiente de variación de 2.78%.

Cuadro 13. ANOVA de peso de 100 granos.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	65.93	888.89	13.79	0.0010
Tratamientos	3	231.23	77.07	8.80	0.0049**
Error	9	78.87	8.73		
Total	15				
. CV (%) =		2.78		R^2 =	0.79

La prueba de Tukey (P<0.01) nos indica una vez más la eficiencia de la aplicación de las dosis más altas de NPK (200-50-200 y 150-30-150) con 111.0 y 108.6 g de peso de 100 granos frente a los tratamientos 100-20-100 y el testigo con 102 g de peso cada uno. (Figura 8).

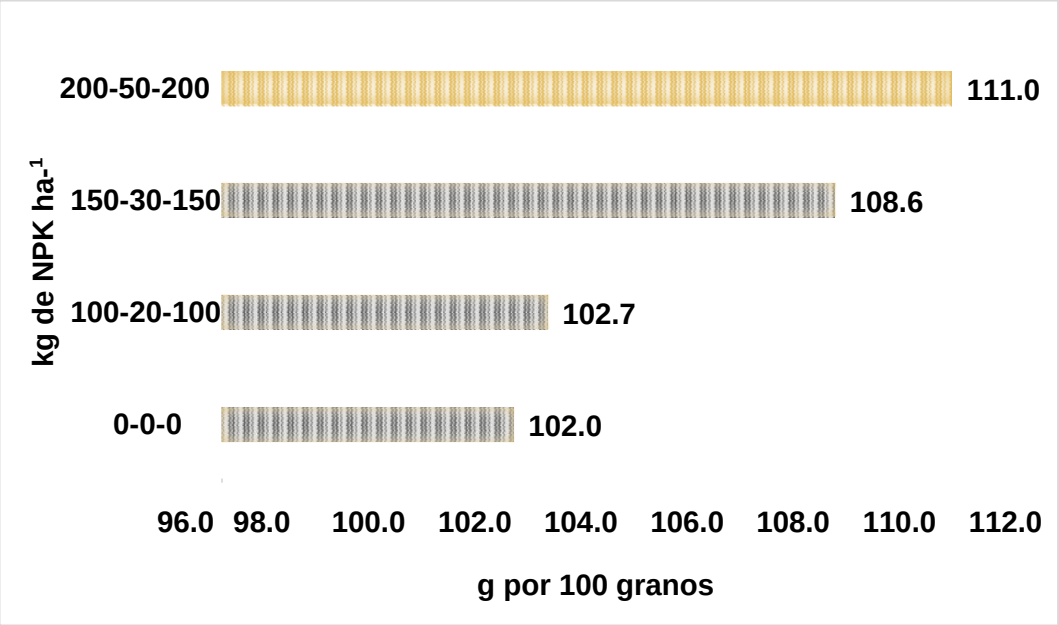


Figura 8. Peso de 100 granos por tratamiento.

Esto se explica, especialmente por la función del K, ya que en la planta transporta iones minerales a las células que son acumulados en los granos de cacao, además de ayudar a la formación de hidratos de carbono y proteínas, conforme lo sostiene Huachos (2015) en cuya investigación efectuada en Pangoa Junín con el clon ICS95 encontró con la aplicación química de 300 kg de K ha^{-1}, un peso promedio de 112.8 g.

Sin embargo, los resultados se encuentran por debajo de lo que reporta Noreña (2019) quien, aplicando diferentes fuentes orgánicas logró pesos promedios entre 187 y 210 g con guano de isla a la dosis de 2 kg planta $^{-1}$ y biol a la dosis de 100 cc $planta^{-1}$, respectivamente.

4.7. ÍNDICE DE GRANO.

El índice de grano denota un factor de calidad de grano, sin embargo, de manera similar a la evaluación anterior los tratamientos ensayados muestran diferencias altamente significativas entre ellos, al

efectuar el análisis de varianza (Cuadro 14), demostrándose la respuesta de la planta a la aplicación de dosis crecientes de NPK. El coeficiente de variabilidad fue de 2.76%.

Cuadro 14. ANOVA de índice de grano.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.0070	0.0023	2.70	0.108
Tratamientos	3	0.0022	0.0076	8.83	0.004**
Error	9	0.0078	0.0008		
Total	15				
CV (%) = 2.76				R^2 = 0.79	

Los promedios descritos en la Figura 9, según la prueba de Tukey ($P_{<0.01}$) demuestran que las dosis NPK 200-50-200 y 150-30-150 con índices de grano de 1.11 y 1.09 sin mostrar diferencias entre ellos, son superiores para esta variable a la dosis NPK 100-20-100 y al testigo con 1.03 y 1.02 de índice de grano, aun cuando todos los valores están dentro de los rangos aceptables por la norma técnica de comercio internacional (Noreña, 2019) pero a la vez, son similares a los reportados por Huachos (2015) quien anota promedios entre 1.05 y 1.12 de índice de grano con el clon ICS95 en Pangoa Junín. Asimismo, Ruales *et al.,* (2011) ensayando el efecto de tres niveles de fertilización NPK sobre el clon CCN51 en Caldas Colombia, reporta un índice de grano de 1.5, mientras que Noreña (2019) en San Alejandro Padre Abad, registra entre 1.1 a 2.1 de índice de grano al probar diferentes fuentes de abonamiento orgánico en clones aromáticos de cacao.

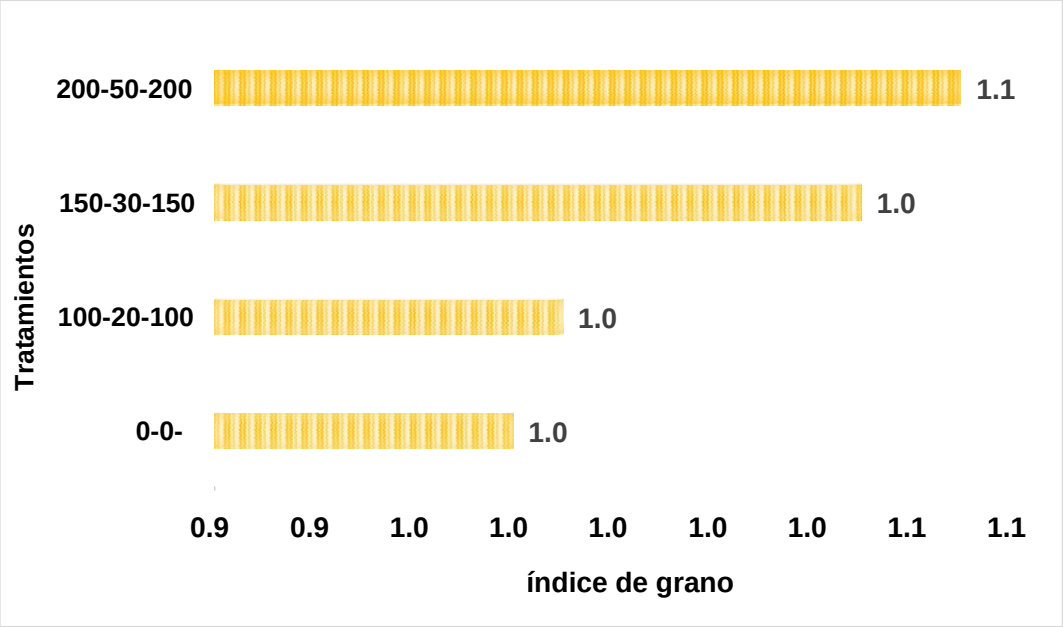


Figura 9. Índice de grano por tratamiento.

4.8. RENDIMIENTO POR HA.

El análisis de varianza para esta variable (Cuadro 15) refleja diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, demostrándose el efecto de las aplicaciones de dosis de NPK respecto al tratamiento testigo, con un coeficiente de variación de 10.2%, lo cual nos indica una buena homogeneidad de los resultados encontrados entre tratamientos.

Cuadro 15. ANOVA de rendimiento por ha.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	65587.5	21862.5	2.11	0.16
Tratamientos	3	985832.1	328610.7	31.76	<0.001**
Error	9	93116.8	10346.3		
Total	15				
CV (%) = 10.2				R^2 = 0.91	

Al realizar la prueba de Tukey ($P_{<0.01}$) las dosis NPK 200-50-200 y 150-30- 150 sobresalen sobre los demás con un rendimiento ajustado de 1227.9 y 1170.1 kg ha^{-1}, mostrando diferencias significativas con las dosis NPK 100-20-100 y el tratamiento testigo, quienes respectivamente obtuvieron 963.0 y 594.1 kg ha^{-1}. (Figura 10).

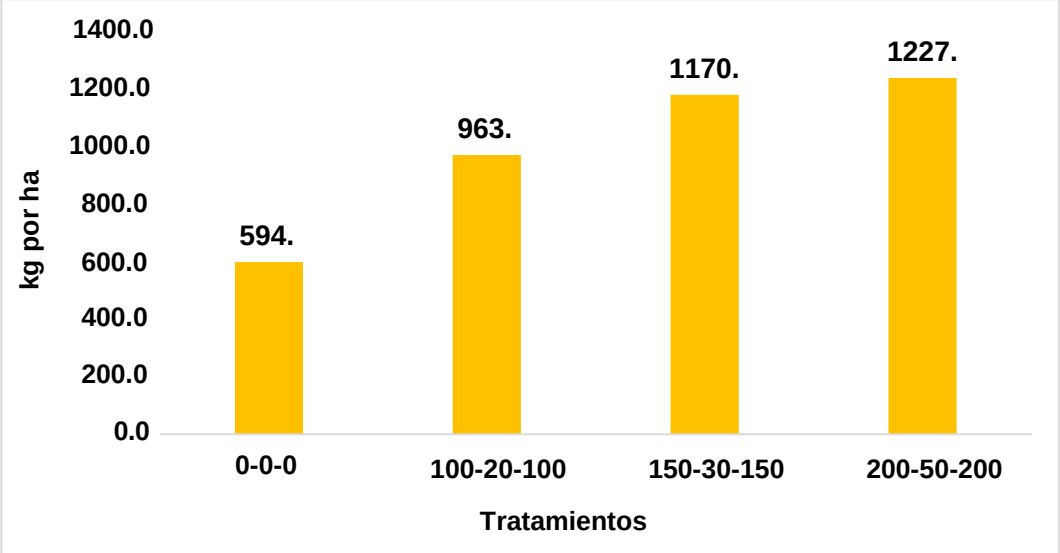


Figura 10. Rendimiento por ha por tratamiento.

Si bien se ha demostrado el efecto positivo de la fertilización en base a las dosis crecientes de NPK en el rendimiento del cultivo, los resultados en este ensayo se presentan inferiores a las investigaciones desarrolladas por diversos autores entre los que se encuentra Ruales *et al.,* (2011) quien reporta un rendimiento de 2851 kg ha^{-1} con la aplicación de fuentes químicas en Caldas Colombia con el clon CCN51 de 12 años, con promedios de 1475 a 2020 kg ha^{-1} con el clon CCN51 en Tarapoto, por Alvarado (2016) con el híbrido CATIE R6 que obtuvo 1783 kg ha^{-1} y por Noreña (2019) en Padre Abad, quien señaló un rendimiento de 3420 kg ha^{-1} cuando aplicó 4 kg de compost $planta^{-1}$ en clones aromáticos de cacao.

Sin embargo, debemos anotar que nuestros resultados se manifiestan similares a los de Gómez (2017) en Guayaquil Ecuador quien concluye que, aplicando fertilizantes químicos y orgánicos se obtuvo 1350 y 1270 kg ha^{-1} cada uno; asimismo, Potestá (2018) trabajando con el clon CCN51 en Palcazu logró 1127 kg ha^{-1}, con Huachos (2015) en Pangoa Junín con el clon ICS95 reportó 1171 y Ludeña (2013) en Jaén Cajamarca trabajando con el clon CCN5 a la dosis de 120-100-160 NPK registró 1298 kg ha^{-1} ; y por otro lado fueron superiores a los que señala Rengifo (2019) en Iquitos, con 725 kg ha^{-1} probando fuentes orgánicas en el clon CCN51 y con Alcívar y Loor (2016) quienes reportaron 920 kg ha^{-1} en un ensayo en Ecuador.

4.9. ANÁLISIS ECONÓMICO.

En términos de costos fijos, se consideró el uso de la mano de obra para las labores de deshierbo, podas y deschuponado, así como la aplicación de la enmienda calcárea a base de Magnocal para el tratamiento testigo, mientras que para los tratamientos con las dosis de NPK se añadió además los costos variables referidos al gasto por los fertilizantes y su respectiva aplicación por cada tratamiento. Estos se incrementaron sucesivamente en 139.1, 152.2 y 171.6% para las dosis NPK 100-20-100, 150-30-150 y 200-50-200, en relación al tratamiento testigo.

De igual forma, al analizar el beneficio total, se aprecia en el Cuadro 16 que el mayor valor fue obtenido a la dosis NPK 200-50-200 con S/. 8349.7 ha^{-1} y el menor fue para el tratamiento testigo con S/. 4040.35 ha^{-1}, demostrando un incremento del 106.6%.

Cuadro 16. Análisis económico por tratamiento.

Tratamientos (Kg NPK ha^{-1})	Costos fijos	Costos variables S/ ha^{-1}	Costo total	Rdto (kg ha^{-1})	Beneficio (S/ha^{-1})
0-0-0	1925	860	2785	594.17	4040.3
100-20-100	2075	1104	3179	963.06	6548.8
150-30-150	2075	1422	3497	1170.16	7957.0
200-50-200	2075	1848	3923	1227.91	8349.7

Considerando los dos aspectos económicos, se efectuó el análisis de varianza, para la relación beneficio-costo, indicando que solo existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 9.43%.

Cuadro 17. ANOVA de relación beneficio-costo.

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.408	0.136	3.57	0.05
Tratamientos	3	0.517	0.172	4.53	0.03*
Error	9	0.343	0.038		
Total	15				
CV (%)	=	9.43		R^2 =	0.72

La prueba de Tukey ($P_{<0.05}$) para esta variable ha demostrado que los tratamientos con fertilización química no tienen diferencias estadísticas entre ellos, con una relación beneficio-costo de 1.87, 1.71 y 1.66 para las dosis NPK 150-30-150, 100-20-100 y 200-50-200, respectivamente, pero son superiores al testigo que registró una relación beneficio-costo igual a 1.14 conforme se aprecia en la Figura 11.

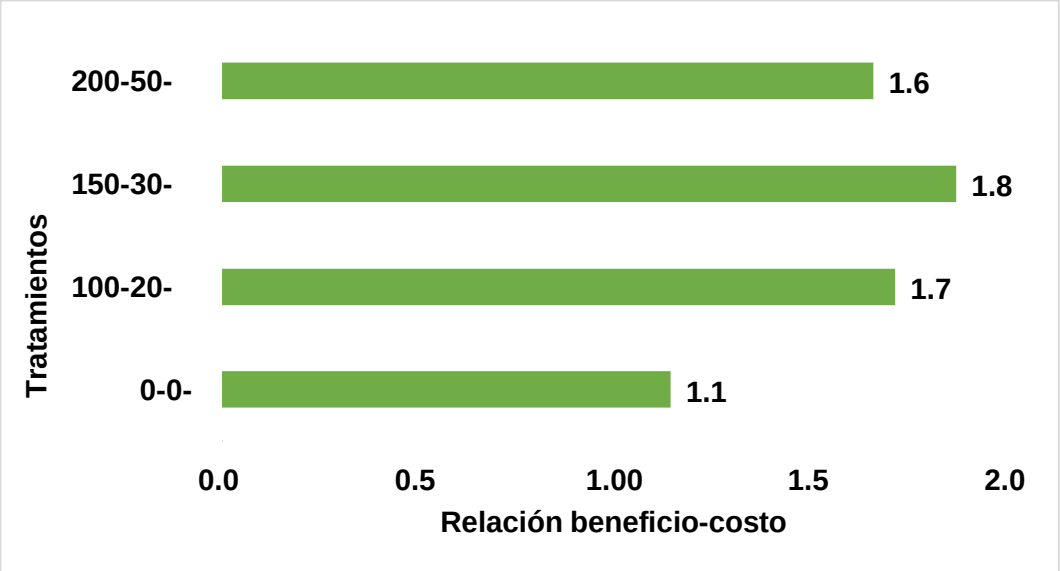


Figura 11. Relación beneficio/costo por tratamiento.

De esta forma, nuestros resultados se comportan similares a los obtenidos por Gómez (2017) quien con la aplicación química en cacao CCN51 en Guayaquil Ecuador obtuvo una relación de 1.83, así como los reportados por Huachos (2015) trabajando con el clon ISC95 concluye que, a la dosis de 140 kg de N ha^{-1} presenta una relación beneficio-costo de 1.67, mientras que con la dosis de 200 Kg de K ha^{-1} logro una relación beneficio-costo de 1.57, sin mostrar en ambos casos, diferencias estadísticas con el tratamiento testigo.

Finalmente, todos los resultados reportados a la fecha coinciden en plantear que la fertilización es un aspecto clave que mejorar la fertilidad del suelo, la nutrición de la planta, aumentando la producción y la rentabilidad del cultivo.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo al objetivo propuesto, se concluye:

- El mejor comportamiento agronómico y económico lo tuvo el tratamiento T2 (150-30-150 de NPK) para las variables rendimiento de grano seco ha^{-1} y relación beneficio-costo.

VI. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados encontrados, se recomienda:

- Ensayar el tratamiento que mejor comportamiento agronómico y económico tuvo en el ensayo, bajo otras condiciones edáficas de la zona.

- Socializar los resultados de nuestro trabajo con los productores de cacao que se encuentren cerca de la parcela donde se realizó el ensayo para motivar el uso de la fertilización química con el propósito de incrementar los rendimientos unitarios.

VII. LITERATURA CITADA.

Alcívar, J. y Loor. 2016. Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. Calceta.

Amores, F.; Jiménez, J. y Peña, G. 2005. Influencia del tiempo de fermentación y el tostado sobre el desarrollo de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad Nacional. Presentación en la 15th Conferencia internacional de investigación en cacao. COPAL. San José, Costa Rica. 7 p.

Alvarado, C. 2016. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica, en el rendimiento de un clon de cacao (*Theobroma cacao*, L.) y en la fertilidad del suelo. Tesis de grado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San José CR.76 p.

Bonilla, J. Zamarripa, A. Pecina, V. Garrido, E. Hernández, E. 2014. Evaluación agronómica de híbridos de cacao para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a la moniliasis. México.

Cantalicio, I. 2019. Influencia de la adición de tres dosis de NPK durante la etapa de vivero del cultivo de cacao (Theobroma cacao l.) en la zona de Aguaytía. Ucayali, Perú.

Carvajal, I. 2014. Evaluación de tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares en dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* l.) en la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 92 p.

Gómez, P. 2017. Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) en la provincia de Guayas. Tesis de grado.

Universidad de Guayaquil. Ecuador. 82 p

Huachos, H. 2015. Fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao *(Theobroma cacao* L.) clon ICS 95 en Cubantia - Pangoa. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú El Mantaro, Jauja – Perú. 76 p.

Instituto de Cultivos Tropicales ICT. 2004. Cacao: Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana. Chiclayo, Perú, Impresiones Del Castillo. pp.99– 101.

Ludeña, V. 2013. Efecto de la fertilización orgánica y microelementos en el rendimiento de cacao CCN51 (*Theobroma cacao* L.) en Jaén. Tesis de grado Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María. Perú. 85 p.

Noboa, E. 2015. Efecto de la fertilización química en el rendimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Baldramina Alta Cantón Quevedo. Ecuador

Noreña, C. 2019. Comparativo de fuentes y dosis de biofertilizantes sobre la productividad del cacao fino de aroma *(Theobroma cacao L.)* en un inceptisols de Irazola. Tesis de grado Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa Perú. 98 p.

Paredes, M. 2020. Caracterización morfológica del banco de germoplasma de cacao nativo Theobroma cacao L. del INIA Loreto Perú.

Phillips, M. W.; Arciniegas, L. A.; Mata, Q. A.; Motamayor, A. J. 2014. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembra comerciales.

Potestá, J. 2018. Efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico en el Centro Poblado Alto Palcazú. Tesis de grado. Universidad Agraria de la Selva Tingo María. 86 p.

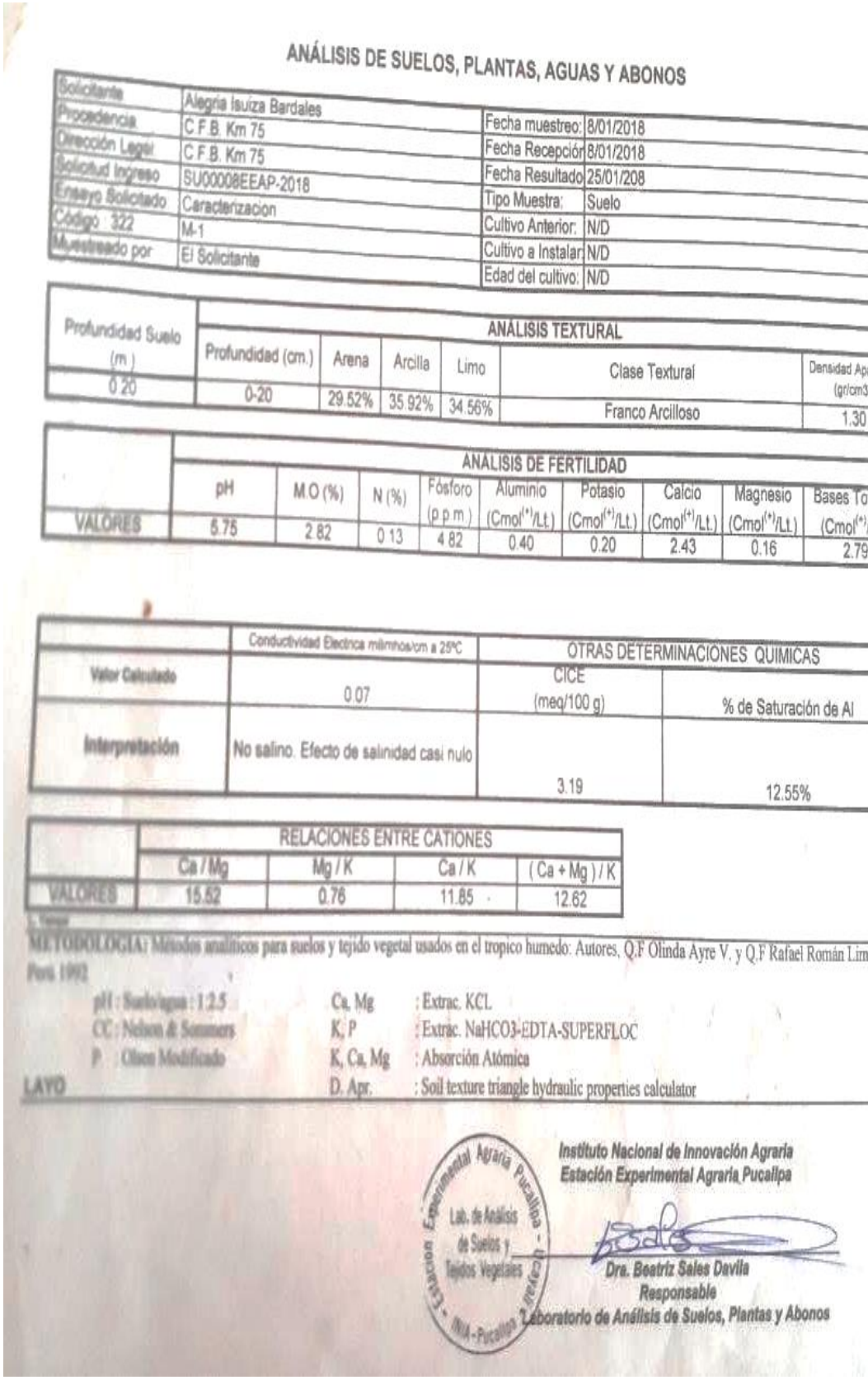
Ramos, R. y Pinargote, M. 2015. Comportamiento productivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN 51 ante diferentes formulaciones de fertilización. Quevedo Ecuador.

Rengifo, B. 2019. Niveles de abonamiento con gallinaza más dosis uniforme con roca fosfórica en el rendimiento de *Theobroma cacao* L. (cacao), en parcela demostrativa – Caballococha –Loreto. Tesis de grado**.** Universidad Nacional de la Amazonía Peruana UNAP Iquitos. Perú. 67 p.

Ruales, J. H.; Burbano, W.; Ballesteros. 2011. Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad de Nariño Colombia. In Revista de Ciencias Agrícolas Año 2011 Volumen XXVIII N° 2. pp 84-91

Uribe, A.; Méndez, H. y Mantilla, J. 1998. Efecto de niveles de nitrógeno, fosforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. Rev. Suelos Ecuatoriales INPOFOS. Quito.28:31 - 36.

VIII. ANEXO.



ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante	Alegria Isuiza Bardales	Fecha muestreo:	8/01/2018
Procedencia	C.F.B. Km 75	Fecha Recepción	8/01/2018
Dirección Legal	C.F.B. Km 75	Fecha Resultado	25/01/208
Solicitud Ingreso	SU00008EEAP-2018	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado	Caracterizacion	Cultivo Anterior:	N/D
Código 322	M-1	Cultivo a Instalar:	N/D
Muestreado por	El Solicitante	Edad del cultivo:	N/D

Profundidad Suelo (m)	ANÁLISIS TEXTURAL					
	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (gr/cm3)
0.20	0-20	29.52%	35.92%	34.56%	Franco Arcilloso	1.30

	ANÁLISIS DE FERTILIDAD								
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio ($Cmol^{(+)}/Lt.$)	Potasio ($Cmol^{(+)}/Lt.$)	Calcio ($Cmol^{(+)}/Lt.$)	Magnesio ($Cmol^{(+)}/Lt.$)	Bases Totales ($Cmol^{(+)}/Lt.$)
VALORES	5.75	2.82	0.13	4.82	0.40	0.20	2.43	0.16	2.79

	Conductividad Electrica milimhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS	
Valor Calculado	0.07	CICE (meq/100 g)	% de Saturación de Al
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	3.19	12.55%

	RELACIONES ENTRE CATIONES			
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	15.52	0.76	11.85	12.62

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH : Suelo/agua : 1:2.5 — Ca, Mg : Extrac. KCL
CC : Nelson & Sommers — K, P : Extrac. NaHCO3-EDTA-SUPERFLOC
P : Olsen Modificado — K, Ca, Mg : Absorción Atómica
LAYO — D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Dra. Beatriz Sales Davila
Responsable
Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Figura 12A. Resultados del análisis del suelo experimental.



Figura 13A. Letrero de tratamientos.



Figura 14A. Aplicación de magnocal.



Figura 15A. Parcela en producción.



Figura 16A. Cosecha de la parcela.



Figura 17A. Identificación de la parcela.



Figura 18A. Pesando el insumo para la aplicación.



Figura 19A. Proceso de cosecha.



Figura 20A. Mazorcas seleccionadas para la evaluación.



Figura 21A. Aplicación de insumo.



Figura 22A. Parcela después de la aplicación.