UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.*)* EN EL CASERIO SELVA TURÍSTICA, DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

FRANK DANNY RIVERA JUSTO

Pucallpa, Perú

2024

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 **FRANK DANNY RIVERA JUSTO** denominado **"EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CASERÍO SELVA TURÍSTICA, DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD",** para cumplir con el requisito académico del título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante le declaramos **APROBADO POR UNANIMIDAD** 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 Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 08 de enero del 2024.

.....	.....
Ing. Raúl García Cavalie, M.Sc.	Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Dra. Glendy Sánchez Sunción	Dr. Mack Henry Pinchi Ramírez
Miembro	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. Raúl García Cavalie, M.Sc. ..... Presidente

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

Dra. Glendy Sánchez Sunción ..... Miembro

Dr. Mack Henry Pinchi Ramírez ..... Asesor

Bach. Frank Danny Rivera Justo ..... Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0700-2023** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN EL CASERÍO SELVA TURÍSTICA , DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD**"

Autor(es)	:	**RIVERA JUSTO, FRANK DANNY**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. MACK HENRY PINCHI RAMIREZ**

Presenta un **porcentaje de similitud de 6%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 22/11/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, ...Frank Danny Rivera Justo.....

Autor de la tesis titulada : .....Efecto de los diferentes dosis de Fertirriego en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) en el Caserío Selva Turística, Distrito y Provincia de Padre Abad.....

Sustentada el año.....2024.....

Asesor(a): ....Dr. Mack Henry Pinchi Ramirez.....

Facultad: .....Ciencias Agropecuarias.....

Escuela Profesional: .....Agronomía.....

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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 tiempo y 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: 08 / 01 / 2024

Email: Frankriverj@gmail.com Firma: 

Teléfono: 981557427 DNI: 70201594

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

DEDICATORIA.

Dedico este triunfo a Dios, por permitirme existir, cuidarme y ayudarme a levantarme de las adversidades y sobre todo a mi familia, para continuar consiguiendo otro logro tan importante para mí.

A mis padres Hilda Justo Daza y Wili Rivera Piñan, por su apoyo incondicional y motivación en los momentos más difíciles (altibajos), para el desarrollo de mis estudios y culminación de mi profesión. Muchas gracias papá y mamá.

A mis hermanos Evelin Jenifer y Efrain Willy que siempre estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de mi existir y su apoyo incondicional. Muchas gracias hermanos.

A mi hija Kylei Hadid, y a su mamá Ibet Katherine, por el apoyo y estar presente en el proceso de culminación de mi tesis y optar el grado de ingeniero.

A la productora Luzmila Pacheco Ayra, por el apoyo en el proceso de realización de mi proyecto de investigación. Muchas gracias Luzmila.

AGRADECIMIENTO.

Mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Nacional de Ucayali, sede Aguaytía, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional y ser un buen ciudadano.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias que, por medio de sus docentes, me brindó valiosas enseñanzas para lograr con éxito mi formación de Ingeniero Agrónomo.

Al Dr. Mack Henry Pinchi Ramírez, por el asesoramiento y su apoyo constante durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Juan José Terán Figueroa, por el apoyo y brindarme sus conocimientos y técnicas en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Sra. Olinda Ayra Calixto y a su esposo, por brindarme su apoyo en el proceso y su parcela de cacao para la realización de la presente investigación.

Así mismo, a todas las personas que han contribuido de una u otra manera para que esta investigación culmine con éxito.

ÍNDICE GENERAL.

Pag.

DEDICATORIA……..vi

AGRADECIMIENTO……vii

ÍNDICE GENERAL……viii

RESUMEN……..xi

ABSTRACT……xii

LISTA DE CUADROS……xiii

LISTA DE FIGURAS……..xvi

I. INTRODUCCIÓN……..……...1

1.1. Objetivo general……...3

1.2. Objetivos específicos……..3

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……...…4

2.1. Antecedentes de la investigacion……....4

2.1.1. Antecedentes internacionales……4

2.1.2. Antecedentes nacionales……5

2.1.3. Antecedentes locales……..…6

2.2. Marco teórico……..…....7

2.2.1. Importancia del cacao……..…..……..7

2.2.2. Clasificacion taxonómica…….……7

2.2.3. Descripcion botánica…….……8

2.2.4. Requerimientos edafoclimaticas……...9

2.2.5. Variedades del cacao……10

2.2.6. Riego en el cultivo de cacao……11

III. MATERIALES Y MÉTODOS……..……..14

3.1. Tipo de investigación……14
3.2. Ubicación del ensayo…….....14
3.3. Condiciones edafoclimáticas…….……..15
3.4. Variables en estudio…….……....16
3.5. Operacionalización de variables……..……...….19
3.5.1. Variables independientes……19
3.5.2. Variables dependientes……...……20
3.6. Conduccion del ensayo……..……..21
3.7. Población y muestra……..……...24
3.8. Materiales y equipos……...……..24
3.8.1. Materiales……24
3.8.2. Fertilizantes……24
3.8.3. Útiles de escritorio……24
3.8.4. Equipos……25
3.9. Diseño experimental…….……..……..25
3.10. Dimensiones del trabajo experimental……..…..……..26
3.10.1. Del campo experimental……26
3.10.2. Del bloque experimental……26
3.10.3. De la unidad experimental……26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..……...28
4.1. Número de mazorcas por planta……..……..28
4.2. Longitud de la mazorca……30
4.3. Diámetro de la mazorca…….....32
4.4. Número de granos por mazorca…….……34
4.5. Peso total de granos por mazorca…….….36

4.6. Rendimiento por ha……...38

V. CONCLUSIONES…….....40

VI. RECOMENDACIONES…….…41

VII. LITERATURA CONSULTADA……..…...…42

VIII. ANEXOS……..45

RESUMEN.

El ensayo de investigación se desarrolló en el fundo Pacheco, de propiedad de la productora Olinda Ayra Calixto, ubicado en el caserío Selva Turística, distrito de Padre Abad, provincia de Padre Abad, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización química en base al fertirriego en el cultivo de cacao CCN51 de 7 años de edad. Los tratamientos fueron aplicaciones completas de fertilización química al 75, 100 y 125%, frente a un testigo sin fertilización, bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Las variables evaluadas en seis oportunidades durante los tres meses que duró la cosecha determinaron la superioridad de la aplicación química al 100% con 2.026 t ha^{-1}, mientras que los tratamientos con 125 y 7% de fertilización química registraron 1.920 y 1.330 t ha^{-1} cada uno y superiores al testigo, con 0.959 t ha^{-1}. De igual forma, los tratamientos con la aplicación al 100 y 125% de fertilización química destacaron en las variables número de mazorcas por planta (39 y 40), longitud (22.4 y 22.5 cm) y diámetro de mazorca (7.89 y 7.76 cm), número de granos por mazorca (37 y 38) y peso total de granos por mazorca (37.26 y 37.13 g).

Palabras clave: Cacao, fertilización química, dosis, riego por goteo, rendimiento.

ABSTRACT.

The research trial was developed on the Pacheco farm, owned by the producer Olinda Ayra Calixto, located in the Selva Turística Caserío, district of Padre Abad, province of Padre Abad, with the purpose of evaluating the effect of different doses of chemical fertilization based on fertigation in the 7-year-old CCN51 cocoa crop. The treatments were complete applications of chemical fertilization, at 75, 100 and 125%, compared to a control without fertilization, under a complete randomized block design with 4 repetitions. The variables evaluated on six occasions during the three months of the harvest determined the superiority of the 100% chemical application with 2,026 t ha^{-1}, while the treatments with 125 and 75% chemical fertilization recorded 1,920 and 1,330 t ha^{-1} each and higher than the control, with 0.959 t ha^{-1}. Similarly, the treatments with the application of 100 and 125% chemical fertilization stood out in the variables number of ears per plant (39 and 40), length (22.4 and 22.5 cm) and ear diameter (7.89 and 7.76 cm), number of grains per ear (37 and 38) and total weight of grains per ear (37.26 and 37.13 g),

Keywords: Cocoa, chemical fertilization, dosage, drip irrigation, yield.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el ensayo……. 15

Cuadro 2. Resultados del análisis de caracterización del suelo experimental…….. 16

Cuadro 3. Relación de los tratamientos en estudio…….. 17

Cuadro 4. Formulación de la dosis de fertilización por tratamiento y por planta……. 17

Cuadro 5. Dosis mensual por tratamiento y acorde a fenología del cultivo……. 18

Cuadro 6. Esquema de análisis de varianza……..……... 26

Cuadro 7. Número de mazorcas por planta por tratamiento y por evaluación (*)…… 29

Cuadro 8. Longitud de mazorca por tratamiento y por evaluación (*)… 31

Cuadro 9. Diámetro de mazorca por tratamiento y por evaluación (*)… 32

Cuadro 10. Número de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación (*)…… 35

Cuadro 11. Peso total de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación (*)…… 37

Cuadro 12. Rendimiento de grano por tratamiento (*)…… 38

En el anexo:

Cuadro 13A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 1….. 48

Cuadro 14A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 2. 48

Cuadro 15A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 3. 48

Cuadro 16A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 4….. 49

Cuadro 17A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 5….. 49

Cuadro 18A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 6….. 49

Cuadro 19A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 1…….. 49

Cuadro 20A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 2. ……. 50

Cuadro 21A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 3…….. 50

Cuadro 22A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 4…….. 50

Cuadro 23A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 5…….. 50

Cuadro 24A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 6…….. 51

Cuadro 25A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 1…….. 51

Cuadro 26A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 2……. 51

Cuadro 27A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 3. …… 51

Cuadro 28A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 4. …… 52

Cuadro 29A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 5…….. 52

Cuadro 30A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 6. …… 52

Cuadro 31A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 1…… 52

Cuadro 32A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 2…… 53

Cuadro 33A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 3…… 53

Cuadro 34A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 4…… 53

Cuadro 35A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 5…… 53

Cuadro 36A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 6…… 54

Cuadro 37A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 1……. 54

Cuadro 38A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 2…….. 54

Cuadro 39A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 3…….. 54

Cuadro 40A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 4……. 55

Cuadro 41A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 5…….. 55

Cuadro 42A. ANVA de rendimiento por ha…….. 55

LISTA DE FIGURAS.

En el texto:		**Pág.**
Figura 1.	Mapa de ubicación satelital del ensayo…….	14
Figura 2.	Número de mazorcas por planta por tratamiento y por evaluación…….	30
Figura 3.	Longitud de mazorca por tratamiento y por evaluación…….	31
Figura 4.	Diámetro de mazorca por tratamiento y por evaluación……	33
Figura 5.	Número de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación…….	35
Figura 6.	Peso total de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación…….	37
Figura 7.	Rendimiento de grano por tratamiento…….	39
En el anexo:		
Figura 8A.	Parcela de investigación con su sistema de fertirriego……..	57
Figura 9A.	Puesta en marcha las mangueras de fertirriego por goteo...	57
Figura 10A.	Dosis de los fertilizantes usados en la Parcela de investigación…….	58
Figura 11A.	Disolución de las dosis de los fertilizantes……..	58
Figura 12A.	Dosis diluida, lista para la aplicación del fertirriego…….	59
Figura 13A.	Fertirriego por goteo en funcionamiento……..	59
Figura 14A.	Evaluación del número de mazorcas cosechadas…….	60
Figura 15A.	Evaluación del diámetro y longitud de las mazorcas…….	60
Figura 16A.	Evaluación del número de granos y peso por cada mazorca.	61
Figura 17A.	Visita de los jurados a la parcela de investigación…….	61

I. INTRODUCCIÓN.

La provincia de Padre Abad y especialmente el caserío Selva Turística se caracteriza por los cultivos alternativos que paulatinamente sustituyen la producción ilegal de coca, siendo uno de ellos, el cultivo de cacao. En la zona, la baja producción del cultivo está afectada por el cambio climático, que promueve las sequías (donde el agua es uno de los factores más importantes para la producción del cacao), presencia de enfermedades y plagas, además del mal manejo del cultivo.

Para que la especie se desarrolle en adecuadas condiciones, requiere un consumo de agua entre 1800 a 2500 mm de precipitación o agua por gravedad por año. Durante la temporada, las precipitaciones pluviales no deben ser menores a los 100 mm, todos los meses del año, sin embargo, las irregularidades de las precipitaciones en la zona de Aguaytía, no permiten un adecuado suministro que necesita la planta durante el año. A ello, se agrega, el desconocimiento por parte de los cacaoteros de las prácticas de fertilización y técnicas de fertirriego que requiere el cultivo, como sucede en otras zonas cacaoteras del país que vienen implementando estos modelos para maximizar el uso del recurso hídrico y mejorar los niveles de rendimiento.

Estas plantas no disponen de la suficiente humedad en la época seca para poder desarrollarse vegetativamente, ya que la intensidad de la precipitación pluvial es irregular y la lámina de agua que cae al suelo no cubre las necesidades hídricas de este cultivo.

Por lo anterior, se deduce que en nuestro país las regiones elegidas para establecer plantaciones de cacao no podrán tener un régimen de precipitaciones menores a 100 mm mensuales, debiendo, de no ser así, completarse este déficit

de humedad en el suelo mediante el riego.

El cacao es un cultivo considerado bandera de la provincia de Padre Abad, el cual requiere ser tratado en toda su dimensión para dar solución a la problemática que afecta a la economía del agricultor.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú - MINAGRI (2016)**,** alrededor del 44% de la producción nacional corresponde a cacao fino (Criollo+Nativo) y el 56% de la producción es cacao corriente o común (CCN-51+Forastero).

Debido a la problemática del cambio climático, los agricultores están teniendo pérdidas aun no cuantificadas y es necesario investigar para recomendar las buenas prácticas de manejo, fertilización y riego, los que de manera integral permitirán incrementar la producción, y a la vez, disponer a la sociedad de información actualizada sobre la causa del bajo rendimiento de producción del cultivo de cacao.

En la región Ucayali el rendimiento promedio es de 477 kg/ha, y en la provincia de Padre Abad es de 450 kg/ha en promedio, siendo nuestra productividad aún por debajo de lo esperado a nivel nacional que está en 700 kg por ha (DRAU, 2017).

En este sentido, la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali viene promocionando el sistema el sistema de riego por goteo adecuando diferentes dosis de fertilización orgánica y química, con la finalidad de evaluar la respuesta del cacao e incrementar los niveles de rendimiento.

Por este motivo, el trabajo de investigación va a proporcionar información para el manejo adecuado del cultivo, mediante la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes a aplicar por planta y hectárea, implementada con un sistema de riego por goteo y esto nos servirá para dar recomendaciones de prácticas que puedan

adicionarse dentro de un manejo sostenido en la zona de Padre Abad.

1.1. Objetivo general.

- Determinar el efecto de diferentes dosis de fertirriego en el cultivo de cacao en el caserío Selva Turística distrito y provincia de Padre Abad.

1.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de cuatro dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de cacao en el caserío Selva Turística distrito y provincia de Padre Abad.
- Identificar una dosis adecuada de fertirriego que mejor rendimiento tenga en el cultivo de cacao en el caserío Selva Turística distrito y provincia de Padre Abad.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Romero y Proaño (2015), desarrollaron un ensayo en Guayas (Ecuador), con el propósito de evaluar los componentes de rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 y los componentes hidráulicos del sistema de riego por goteo y micro-aspersión. Los resultados determinaron que, con el riego por goteo y con el uso del 80% de las láminas de riego programadas, se obtuvo los rendimientos más elevados (4400 kg/ha/año) frente al sistema por micro-aspersión (3700 kg/ha/año) sinla aplicación de fertilizantes en ambos casos.

Pachón et al; (2014), por su parte, presenta los resultados de la evaluación de tres sistemas de riego (localizado (goteo, microaspersión y micromanguera) en la zona de Huila (Colombia), como propuestas para aumentar la uniformidad en la entrega del agua al cultivo de cacao en tres regiones del departamento. Lods resultados indican que, el coeficiente de uniformidad promedio entre los tres municipios, determina que el sistema más eficiente para el cultivo de cacao es el de riego por goteo con un coeficiente de uniformidad de 97,31%, seguido del riego por microaspersión con 86,42% y por último, el sistema de riego con micromanguera con 85,06%.

Asimismo, Gualpa (2014), realizó una investigación en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador), con el propósito de diseñar los sistemas de riego por goteo y microaspersión en el cacao CCN51, de acuerdo a los parámetros hidrofísicos del suelo, climáticos y vegetativos del sector agrícola, así como proponer una alternativa tecnológica, que retorne las

deficiencias hídricas en el verano. El estudio concluye que, las necesidades de agua para el cacao son de 54,08 lt dia^{-1}.

Por otro lado, Sabando y Molina (2013), desarrollaron un trabajo con la finalidad de implementar un sistema de riego por aspersión con aspersores Meganet con caudales de 0,18 L/s y carga de 23 PS en el cultivo de cacao. Combinando los datos climáticos de suelos y cultivos se diseñó el modelo agronómico que permitió calcular las necesidades hídricas de cultivo.

Solorzano (2012), por su parte, realizó un ensayo en Manabí (Ecuador), con la finalidad de diseñar e implementar un Sistema de Riego por Aspersión para el cultivo de cacao, estableciendo las necesidades hídricas diarias, intervalos y tiempo de riego durante un año. Los resultados demuestran que, los intervalos de riego son cada un día, y el tiempo de riego tiene un rango de 6.42 y 9.51 minutos. Una vez hecho los cálculos del diseño hidráulico, para las tuberías laterales, se determinó un caudal en el origen del lateral de 3150 L/h, y la longitud real y ficticia calculada es de 85 m y 102 m respectivamente, el diámetro interior fue de 29.6 m, y el comercial fue de 32 mm.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Arias (2019), realizó un ensayo en Tarapoto (San Martín), con el propósito de realizar el diseño agronómico, hidráulico, diseño de automatización y evaluación económica de un sistema de riego por goteo, para el cultivo de cacao variedad forastero CCN-51 de 6 años. Se estableció 8 turnos de riego con dos líneas de laterales para cada hilera de plantas, con 4 goteros por planta. La red hidráulica está comprendida por tuberías primarias, secundarias y terciarias de polietileno de C-10 (clase 10), las cuales

alimentaron al tendido de laterales. Para tal propósito, se utilizarán tuberías de 75 mm, 63 mm y 48 mm. Para esta red las velocidades de operación no superan los 2 m/seg. La estación de bombeo posee una altura dinámica total (ADT) de 45.12, un caudal de operación por turno de 6.38 l/seg, para lo cual se dimensiona una potencia de 7.5 Hp. El sistema de filtrado estuvo conformado por una batería de 2 filtros de anillo con retro lavado en línea con dos hidrociclones. La capacidad del sistema de filtrado es de 13.8 l por seg. La automatización del presente sistema fue de bucle abierto, para lo cual se usó electroválvulas de 2”, las cuales se encuentran interconectadas por una red de cableado (cables señal y común). Están controladas mediante un programador de riego que permite la activación de las electroválvulas y la estación de bombeo. Así mismo, el sistema posee un sensor de lluvia el cual apagará el sistema en caso de precipitaciones. El costo total para la implementación de este sistema de riego por goteo automatizado; involucrando el suministro de equipos, infraestructura civil, mano de obra no calificada, mano de obra calificada, supervisión, gastos generales y utilidades, resulta un monto de S./ 236 092.57 soles incluidos impuestos. Se determinó la rentabilidad económica del proyecto, mediante las siguientes ratios financieros: VAN, TIR, RBC y PRI, correspondiente a S./ 236’440.83 soles, 32.09%, 1.53 y tercer año, respectivamente.

2.1.3. Antecedentes locales.

Oroche (2021), realizó un ensayo en una plantación de cacao en el caserío El Milagro (Padre Abad), con la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización edáfica y la fertiirrigación por goteo sobre el rendimiento del cacao

CCN51 en producción de 8 años de edad, bajo un diseño BCA con tres tratamientos: fertirriego por goteo, fertilización edáfica y un testigo sin fertirriego. Los resultados señalan que, el modelo de fertirriego por goteo fue mejor en las variables número de mazorcas por planta (35), longitud de mazorca (22.10 cm) y diámetro de mazorca (7.16 cm), número de granos por mazorca (36.5) y peso de100 granos secos (155 g) en comparación con los tratamientos fertilización edáfica y el testigo sin aplicación. En relación al rendimiento por ha, el tratamiento de fertirriego por goteo obtuvo el mejor promedio con 2.55 t ha^{-1}.

2.2. Marco teórico.

2.2.1. Importancia del cacao.

Según Cabrera (2018), el cacao se produce en más de 50 países en el mundo, convirtiéndose en un cultivo de gran importancia económica, social y ambiental. La actividad cacaotera tiene un impacto muy importante, ya que representa el modo de vida de más de 150 mil agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. Igualmente, para el IICA (2017), la producción de cacao en América Latina abarca una superficie superior a 1 700 000 ha y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales.

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Según Omaña (2009), describe la clasificación taxonómica del cacao:

- Reino: Plantae.
- Subreino: Tracheobionta.
- División: Magnoliophyta.
- Clase: Magnoliopsida.
- Subclase: Dilleniidae.
- Orden: Malvales.
- Familia: Esterculiáceas.
- Subfamilia: Byttnerioideae.
- Tribu: Theobromeae.
- Género: Theobroma.
- Especie: T. cacao.
- Nombre binomial: *Theobroma cacao L*.

2.2.3. Descripción botánica.

El cacao es un árbol que puede alcanzar una altura de 6 a 8 m, posee un sistema radicular principalmente pivotante el cual busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos, posee a la vez, raíces primarias y secundarias que crecen horizontalmente.

Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta.

Las hojas adultas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color.

La flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad.

El fruto es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente, así como el manejo de la plantación.

2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos.

El árbol del cacao se cultiva en zonas del trópico húmedo entre los 15° al norte y los 15° al sur de la línea ecuatorial. La temperatura promedio anual va de 23° a 30 °C, siendo el óptimo de 25 °C. Se cultiva hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm. Asimismo, necesita una humedad relativa anual de 70 a 80%.

La precipitación pluvial va desde los 1400 a los 3000 mm, siendo la óptima entre 1500 a 2500 mm y en los meses con promedios menores a 100 mm, se produce estrés hídrico, afectando las fases de floración y el brote de hojas.

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que

se encuentre, siendo del 40% al 50% para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para plantación en producción (mayor de 4 años).

De acuerdo a sus propiedades físicas, se establece bien en suelos de textura franca, franco-arcillosa y franco-arenosa a una profundidad que va entre 0.60 a 1.50 m. Presenta escasa tolerancia a suelos pesados con baja aireación y filtración del agua.

El cacao puede crecer hasta llegar a los 10 m, cuando está bajo un sistema agroforestal. La mazorca llega a tener una longitud entre 15 a 25 cm de largo y contiene entre 30 a 40 almendras que se convierten en el grano del cacao, posterior al manejo post cosecha de fermentación y secado.

2.2.5. Variedades del cacao.

Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario.

Cacao Criollo o dulce: su origen se centra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características más sobresalientes se menciona que el fruto posee una cascara suave, con 10 surcos profundos con otro de menor profundidad, su curvatura es borroñosa y termina en una punta delgada. La cáscara es de color blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino.

Cacao Forastero o amargo: su principal centro de origen se limita a la zona de América del sur y es el más cultivado tanto en África como en

Brasil. Entre sus características se cita que posee una cascara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada y la cáscara suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo.

Cacao Trinitario: esta variedad surge del cruce de la variedad criolla y forastero las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo.

2.2.6. Riego en el cultivo de cacao.

Se denomina sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes. Sin embargo, debe notarse que no necesariamente debe constar de todas ellas, el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo (Valverde, 2007).

Montero (2000) mencionó que el objetivo del riego consiste en aplicar el agua uniformemente sobre el área deseada y dejarla a disposición del cultivo. Los sistemas de riego por aspersión deben diseñarse para aplicar el agua a un ritmo inferior a la velocidad de infiltración para evitar la escorrentía.

Una manera moderna de regar, es la utilización de los métodos de riego por goteo y micro aspersión (riego localizado), que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular. Estos métodos son apropiados para zonas

donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua y algunos otros beneficios agronómicos (Moya, 2000).

El agua de riego que se suministra para propósitos agrícolas cobra actualmente una singular importancia para poder alimentar a más poblaciones y el riego se constituye en un factor importante que nos permitirá mejorar los rendimientos (Bautista, 1997).

Es importante conocer que, no toda el agua de riego queda almacenada en la parte superficial del suelo explorada por las raíces, ya que una parte importante se pierde por tres factores: evaporación, escorrentía y percolación profunda, siendo muy diferentes la cantidad de cada factor de perdida según el suelo y el sistema de riego (Armoni, 2002).

Terron (2002), indica que el agua que se usa para el riego presenta un pH que va entre 6.0 a 8.5 y, bajo esta condición, el agua es aceptable, en cambio valores más superiores e inferiores expresan anormalidades que producen problemas en los equipos utilizados para el riego.

Es conveniente que la cantidad de agua que se aplique, siga estrechamente los patrones de evapotranspiración de la zona para asegurar que los requerimientos hídricos que demanda una huerta de alta productividad se cubran satisfactoriamente (Granados, 1990).

El riego por aspersión se adapta particularmente bien a la condición en que la capa freática es alta, puesto que el regante puede hacer la aplicación con el volumen de agua que se determine. En el caso del riego por aspersión se usa menos agua que en el riego por inundación (Goyal, 2007).

Según Ccoycca (2014), el riego es el transporte de agua por medios

artificiales con el fin de suplir a la tierra (al cultivo) por ser imprescindible (llevar agua a los lugares donde hace falta). Un sistema de riego es un grupo de componentes que tiene por objeto regar.

El sistema de riego tecnificado SRT, es un sistema de riego basándonos en los elementos tecnológicos que necesitemos para poder operar esta tarea, busca obtener el mayor beneficio posible del agua que se utiliza para el riego, busca incrementar la eficiencia de riego.

Ejemplo: SRT-Riego presurizado.

Componentes:

Cabezal de riego: Fuente de energía eléctrica, tablero de control, programador, bomba de agua, bomba inyector de fertilizante, válvula de solenoides.

Fuente de agua, válvula check, filtro hidrociclón, filtro disco, inyector de fertilizantes, filtro de arena, filtro de malla 120 mesh, válvula fuga de aire (v. alivio), manómetro, válvula control de presión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Tipo de investigación.

La metodología de investigación fue cuantitativa, de tipo experimental, comparativa y observacional, con el propósito de confirmar la veracidad de la hipótesis planteada, en función de protocolos previamente establecidos en el ensayo.

3.2. Ubicación del ensayo.

El proyecto de investigación se realizó en el fundo Pacheco, de propiedad de la productora Olinda Ayra Calixto, ubicado en el caserío Selva Turística, en las coordenadas UTM 435988 E y 9011586 N a una altitud de 300 msnm, del distrito de Boquerón, distrito de Padre Abad, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

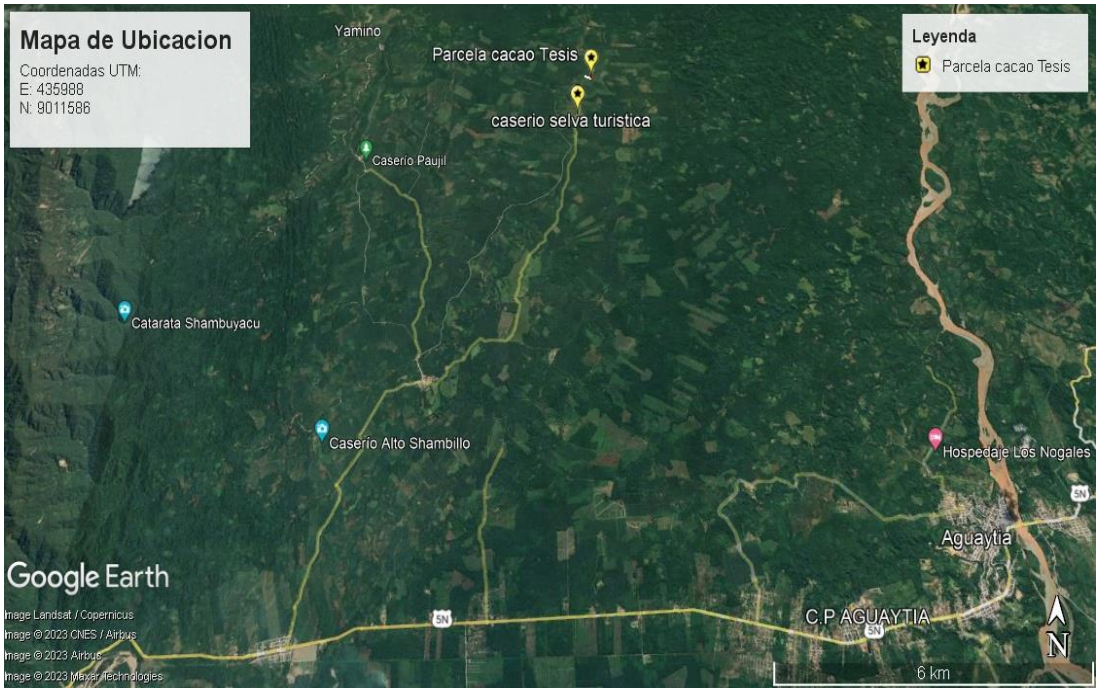


Figura 1. Mapa de ubicación satelital del ensayo.

3.3. Condiciones edafoclimáticas.

Según el Sistema Holdridge, la zona estudiada pertenece ecológicamente, al bosque húmedo tropical y según Aybar-Camacho (2017), la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”.

Por otro lado, las condiciones climáticas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante el ensayo.

Meses	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo
Temperatura media (°C)	26.0	26.1	26.0	25.8	25.7	25.2
Temperatura min. (°C)	23.4	23.4	23.4	23.3	23.1	22.7
Temperatura máx. (°C)	30.0	30.1	30.2	30	29.6	28.9
Precipitación (mm)	357	311	296	265	126	164
Humedad relativa (%)	87	86	86	87	88	87

Fuente: Estación Meteorológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali.

De acuerdo al Cuadro 1, las temperaturas máxima y mínima muestran una tendencia de alta radiación solar, asociada a niveles altos de precipitación pluvial en los meses de diciembre a marzo del 2019, con tendencia a la disminución en los meses de abril y mayo.

Respecto a la humedad relativa, los valores mensuales se encuentran en un rango de 86 a 88% y guardan una estrecha relación con los promedios de temperatura media y precipitación pluvial mensual.

Los resultados del análisis de suelo se aprecian en el cuadro 2 y anexo 3.

Cuadro 2. Resultados del análisis de caracterización del suelo experimental.

Cultivo	Text	pH	MO %	N %	P ppm	K ppm	Ca	Mg	Al	CIC	Sat Al %
							cmol /kg				
Cacao M1	Fr	4.40	2.15	0.10	4.97	85.46	3.95	0.87	2.59	7.96	32.59

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Agraria de la Selva.

Estos resultados señalan que el suelo tiene en promedio, una textura franca, con una ligera predominancia de partículas de arena, pH fuertemente ácido, con baja materia orgánica y N total, así como de P y K disponible, mientras que las bases cambiables Ca y Mg se encuentran con bajos promedios, así como la CIC está por debajo de 10 cmol/kg y la saturación de Al no sobrepasa el 40% en los suelos muestreados por tratamiento.

3.4. Variables en estudio.

Para el caso de las variables independientes, se consideró las diferentes dosis de fertilización química, las cuales fueron establecidas en base al análisis de suelo de la parcela y se aplicaron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y según las recomendaciones de formulación de los especialistas del cultivo de cacao de la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali (Cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3. Relación de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Contenido nutricional (kg ha^{-1})								
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Zn
T1 = testigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2 = FQ al 75%	75.4	36	80	26	7.2	15.2	0.36	0.08	0.08
T3 = FQ al 100%	98	45	100	39	9	19	0.52	0.10	0.10
T4 = FQ al 125%	120	54	120	52	10.8	22.8	0.7	0.12	0.12

Cuadro 4. Formulación de la dosis de fertilización por tratamiento y por planta.

Fertilizantes	Dosis (g/planta)			
	T1	T2	T3	T4
YARAMILA INTEGRADOR (50 Kg) (N 15%- P 9%- K 20%- Mg 1.8%- S 3.8%- B 0.015%- Mn 0.02%- Zn 0.02%)	0	400	500	600
NITRABOR (25 kg) (Ca 26%- N 15.45%- B 0.3%)	0	100	150	200

Cuadro 5. Dosis mensual por tratamiento y acorde a fenología del cultivo.

Tratamiento 1	**Botón floral y floración**												**Fructificación**				**Maduración**			
Meses	**MES 1**				**MES 2**				**MES 3**				**MES 4**				**MES 5**			
PRODUCTOS	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
YARAMILA Integrador (50 Kg) **(N 15%- P 9%- K 20%- Mg 1.8%- S 3.8%- B 0.015%- Mn 0.02%- Zn 0.02%)**		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
NITRABOR (25 kg) **(Ca 26%- N 15.45%- B 0.3%)**		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0

Tratamiento 2	**Botón floral y floración**												**Fructificación**				**Maduración**			
Meses	**MES 1**				**MES 2**				**MES 3**				**MES 4**				**MES 5**			
PRODUCTOS	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
YARAMILA Integrador (50 Kg) **(N 15%- P 9%- K 20%- Mg 1.8%- S 3.8%- B 0.015%- Mn 0.02%- Zn 0.02%)**	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
NITRABOR (25 kg) **(Ca 26%- N 15.45%- B 0.3%)**	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75												

Tratamiento 3	**Botón floral y floración**												**Fructificación**				**Maduración**			
Meses	**MES 1**				**MES 2**				**MES 3**				**MES 4**				**MES 5**			
PRODUCTOS	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
YARAMILA Integrador (50 Kg) **(N 15%- P 9%- K 20%- Mg 1.8%- S 3.8%- B 0.015%- Mn 0.02%- Zn 0.02%)**	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
NITRABOR (25 kg) **(Ca 26%- N 15.45%- B 0.3%)**	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125												

Tratamiento 4	**Botón floral y floración**												**Fructificación**				**Maduración**			
Meses	**MES 1**				**MES 2**				**MES 3**				**MES 4**				**MES 5**			
PRODUCTOS	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
YARAMILA Integrador (50 Kg) **(N 15%- P 9%- K 20%- Mg 1.8%- S 3.8%- B 0.015%- Mn 0.02%- Zn 0.02%)**	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
NITRABOR (25 kg) **(Ca 26%- N 15.45%- B 0.3%)**	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5												

Por su parte las variables dependientes evaluadas por el efecto de los diferentes tratamientos fueron:

- Y1: Número de mazorcas por planta.
- Y2: Longitud de mazorca.
- Y3: Diámetro de mazorca.
- Y4: Número de granos por mazorca.
- Y5: Peso de granos por mazorca.
- Y6: Rendimiento por ha.

3.5. Operacionalización de variables.

3.5.1. Variables independientes.

Para la aplicación de las diferentes dosis de fertilización, el sistema de riego por goteo fue distribuido de la siguiente manera:

El tubo de PVC de 2 pulgadas que sale de la caseta estuvo enterrado a 10 cm de profundidad y la distancia que recorre el tubo PVC fue de 60 m de distancia para llegar al campo experimental. Luego de ello se colocó un reductor llamado boshin de 2” - 1”, seguidamente una llave de paso y conector de 1”, al cual se le conectó el rollo de manguera de 1” en el ancho del campo experimental.

En cada fila del campo experimental, se conectó una manguera de 1.5 cm de diámetro (llamado pestaña), de una longitud de 40- 50cm, para luego conectar en cada fila una llave de paso o ramal, que fueron conectadas a las mangueras autos compensables de 16 mm de diámetro, con emisores distribuidos cada 40 cm a lo largo de cada fila.

Las dosis de fertilización se aplicaron en forma fraccionada, según la programación de fertilización química, que se realizó una vez por semana a partir del inicio del ensayo y de acuerdo a la fenología de la planta (botón floral, floración, fructificación y maduración), distribuyendo los niveles de fertilización en forma fraccionada por cada unidad experimental.

3.5.2. Variables dependientes.

- **Número de mazorcas por planta:** Por cada unidad experimental, se seleccionó 5 plantas centrales de cacao, a las cuales se contó el número de mazorcas sanas cosechadas, desde el inicio al finalizar el ensayo y se anotó en la libreta de campo. En total se realizaron 6 evaluaciones.

- **Longitud y diámetro de mazorca:** A la cosecha de las plantas por tratamiento, se midió el largo y el diámetro de 10 mazorcas sanas, de las 5 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental, con ayuda de un vernier y se anotó en la libreta de campo. En total se realizaron 6 evaluaciones.

- **Número de granos por mazorca:** De las 10 mazorcas seleccionadas se contó por separado, el número de granos por mazorca, para lo cual se procedió a partir cada mazorca y luego de extraer el mucílago, se contó el número de granos sanos por mazorca y se anotó en la libreta de campo. En total se realizaron 6 evaluaciones.

- **Peso total de granos por mazorca:** De cada mazorca seleccionada, y luego de contar el número de granos por mazorca, se procedió a pesar todos los granos de cada mazorca, para posteriormente determinar el peso total de granos por mazorca en cada unidad experimental. En total se realizaron 6 evaluaciones.

- **Rendimiento por ha:** El rendimiento de cada unidad experimental estuvo estimado en función al número de plantas por ha, por el número de mazorcas por planta y el peso total de granos secos por mazorca, para luego expresarlo en rendimiento en kg ha^{-1}.

3.6. Conducción del ensayo.

Durante la ejecución del ensayo se desarrollaron las siguientes actividades**:**

Selección del terreno: Se seleccionó un área de 2,160 m^2 (aproximadamente ¼ ha) de cacao CCN 51 de 7 años de edad y en etapa de producción.

Limpieza del área experimental: Esta labor se realizó manualmente para poder instalar los tratamientos adecuadamente, utilizando las herramientas comunes de la zona, como machetes, palas, picos y rastrillos, para no afectar el desarrollo normal de las plantas.

Análisis de suelo: Antes de iniciar el ensayo, se extrajo una muestra compuesta de suelo, de los primeros 30 cm de profundidad, y luego de secarlas y tamizarlas fueron enviadas al Laboratorio de suelos de la

Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María), para su respectivo análisis de caracterización.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis de suelo, se proyectaron las dosis de fertilización por cada tratamiento y considerando un testigo sin aplicación de fertilización química.

Instalación de los tratamientos: Los tratamientos fueron distribuidos al azar con sus respectivas repeticiones, tomando en cuenta que cada fila de 15 plantas constituyó una unidad experimental, siendo en total 16 filas de plantas de cacao CCN 51.

Fertilización: Se realizó en forma semanal por un periodo de 5 meses que considera la campaña de producción. Las dosis y productos utilizados en el ensayo se describen como los tratamientos aplicados.

Para realizar el proceso de fertirriego, lo primero se procedió a pesar en la balanza gramera las dosis de fertilizantes para cada tratamiento, de acuerdo al programa de fertilización.

Para llenar de agua a los cilindros y para las mezclas se utilizó agua de un riachuelo, que se extrajo mediante una motobomba.

Antes de adicionar los fertilizantes al sistema de riego, se mezclaron y se diluyeron por separado en baldes con 10 litros de agua, posteriormente, se adicionaron a un cilindro con 30 litros de agua y se procedió a abrir la llave de paso que estuvo conectada al sistema de riego para fertilizar los tratamientos del experimento.

Este proceso se realizaba para cada tratamiento. En promedio para fertilizar se demoraba un tiempo de 1 hora, aproximadamente.

Control de plagas y enfermedades: Se efectuó solo control cultural, a base de podas de ramas y remoción de mazorcas enfermas, pero en líneas generales, este control fue mínimo.

Cosecha: Esta labor se llevó a cabo cuando las mazorcas presentaron el estado óptimo de madurez fisiológica en cada planta y por cada unidad experimental, procediendo a efectuar manualmente y colocando el material cosechado sobre una manta de plástico. En total se realizaron 6 pasadas de cosecha.

Evaluación de los tratamientos: La evaluación de la parcela experimental se hizo constantemente, los datos se registraron en una libreta de campo después de cada cosecha donde se evaluaron los indicadores de rendimiento.

Visita de evaluación de los jurados: En coordinación con los jurados evaluadores, se realizó una visita a la parcela ubicada en el caserío Selva Turística.

Tabulación de datos obtenidos: Los datos obtenidos por cada indicador de rendimiento fueron tabulados y procesados estadísticamente usando el paquete estadístico SAS.

Redacción de la tesis: El informe final fue redactado describiendo los procedimientos y resultados obtenidos en la investigación y con apoyo del asesor se mejoró la redacción.

3.7. Población y muestra.

La población se considera al número total de plantas de todo el ensayo que fueron 1111 plantas de cacao variedad CCN51 de 7 años de edad sembrada a un distanciamiento de 3 x 3 m.

Para la evaluación de las variables dependientes del cultivo de cacao, solo se consideró una muestra de 240 plantas (16 filas por 15 plantas cada una), que corresponden al 21.6% de la población.

3.8. Materiales y equipos.

3.8.1. Materiales.

Los materiales utilizados fueron: tijeras de podar, rafia, bolsas plásticas, envases de plástico, balanza romana electrónica de 35 Kg, vernier, cinta métrica, cuchillo, identificadores de metal para marcar las plantas a utilizaren el experimento, timbos grandes y baldes.

3.8.2. Fertilizantes.

Los fertilizantes que se emplearon fueron:

- Yaramila Integrador N-P-K-Mg-S-B-Mn-Zn. (Ver Anexo - Ficha técnica).
- YaraLiva NITRABOR: Ca-N-B. (Ver Anexo - Ficha técnica).

3.8.3. Útiles de escritorio.

Los útiles de escritorio empleados en la investigación fueron: lápiz, lapicero, calculadora, cuaderno de apuntes, regla de 30 cm y cámara digital.

3.8.4. Equipos.

Sistema de Fertirriego instalado en 1 ha por la DRAU en el Caserío Selva Turística (Aguaytía)**,** además se utilizaron laptop, impresora y Programa estadístico SAS versión 8.0.

3.9. Diseño experimental.

Para la evaluación de las variables dependientes, se hizo uso de 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 representada por 15 plantas, de las cuales las 5 centrales fueron evaluadas por cada variable dependiente. En el caso que, en el análisis de varianza hubiera diferencias significativas entre tratamientos se usó la prueba de rangos múltiples de Tukey a un nivel del 0.05%.

Modelo aditivo lineal.

$$Yijk = U + \beta i + \delta j + Eijk$$

Dónde:

Yijk: Cualquier observación en estudio.

U : Media general.

Bi : Efecto del i-ésimo bloque.

δj : Efecto del j-ésimo tratamiento.

Ɛijk: Efecto del error residual.

Cuadro 6. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad
Repeticiones (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	3
Error (r-1) (t-1)	9
Total (r) (t) -1	15

3.10. Dimensiones del trabajo experimental.

3.10.1. Del campo experimental:

- Largo: 45 m.
- Ancho: 48 m.
- Área total: 2160 m^2.
- Unidades experimentales: 16 unidades experimentales.
- Número total de plantas: 240 plantas.

3.10.2. Del bloque experimental:

- Largo: 45 m.
- Ancho: 12 m.
- Área total: 540 m^2.
- Número de hileras por repetición: 4 hileras.
- Número de plantas por repetición: 60 plantas.

3.10.3. De la unidad experimental:

- Largo: 45 m.
- Ancho: 3 m.

- Área total: 135 m^2.
- Número de hileras por UE: 1 planta.
- Número de plantas evaluadas por UE: 5 plantas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Número de mazorcas por planta.

La evaluación del número de mazorcas por planta por efecto de la acción de los diferentes tratamientos, se realizó en 6 oportunidades, desde el inicio de la cosecha y cada 15 días hasta la última evaluación a los 90 días después de iniciada la labor de cosecha.

En la primera y segunda evaluación no se encontraron diferencias por el número de mazorcas por planta entre tratamientos, correspondiendo promedios de 3 y 5 mazorcas por planta para los tratamientos testigo y cuando se aplicó la fertilización química al 100 y 125%, respectivamente.

A partir de la tercera evaluación, se apreció una superioridad estadística ligera cuando se aplicó las tres dosis de fertilización química, comparado con el testigo, con 8,7 y 7 mazorcas por planta cada uno, mientras que, el testigo reporta solo 6 mazorcas por planta (Cuadro 7).

Estas diferencias estadísticas se expresan mejor a partir de la cuarta evaluación y en las siguientes, destacando los tratamientos donde se aplicó la fertilización química al 100 y 125%, con 8,8 y 7 mazorcas por planta para la primera y con 9,8 y 6 mazorcas por planta para la segunda dosis, mientras que el testigo se mantuvo con un promedio de 4 mazorcas por planta en las mismas evaluaciones.

Cuadro 7. Número de mazorcas por planta por tratamiento y por evaluación (*)

Tratamiento	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Eva 6	Suma
	Número de mazorcas por planta						
T1 = Testigo	3 a	4 a	6 b	4 b	4 b	4 b	25 c
T2 = FQ al 75%	4 a	4 a	7 a	5 b	6 b	6 a	32 b
T3 = FQ al 100%	4 a	5 a	7 a	8 a	8 a	7 a	39 a
T4 = FQ al 125%	4 a	5 a	8 a	9 a	8 a	6 a	40 a

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

Al término de los tres meses de cosecha que duró las 6 evaluaciones, se reporta una diferencia altamente significativa en la suma del número de mazorcas por planta, siendo superiores los tratamientos donde se aplicó las dosis de 100 y 125% de fertilización química, con 39 y 40 mazorcas por planta, sin mostrar diferencias entre ellas, pero superiores al tratamiento con 75% de fertilización química, que sumó 32 mazorcas en total, mientras el testigo quedó ultimo con un total de 25 mazorcas por planta (Cuadro 7).

Las diferencias encontradas en la mayoría de las evaluaciones por el número de mazorcas por planta pueden ser atribuidas, a que las plantas de cacao que recibieron las mayores dosis de fertilización química, aprovecharon más eficientemente los nutrientes aplicados bajo el sistema de riego por goteo, respecto a los promedios reportados por el testigo y por la menor dosis de fertilización química (Figura 2).

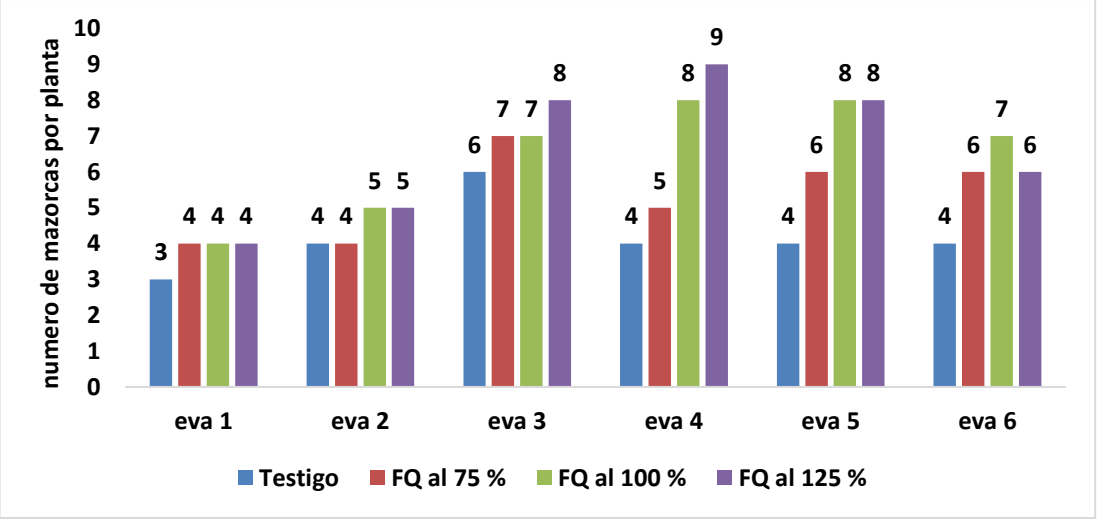


Figura 2. Número de mazorcas por planta por tratamiento y por evaluación.

Por otro lado, conforme lo sostiene Oroche (2021), una adecuada fertilización química que incluya la incorporación de los nutrientes que necesita la planta, asociada al sistema de riego por goteo, permite una mejor respuesta de la planta, para absorber nutrientes, debido a su expresión genética, especialmente en las etapas críticas de floración y llenado de granos.

De igual forma, se ratifica lo mencionado por Pachón *et al;* (2014), quien determinó que, el sistema hídrico más eficiente para el cacao es el de riego por goteo con un coeficiente de uso del 97,31%, en comparación al riego por microaspersión con 96,42%.

4.2. Longitud de mazorca.

La evaluación de longitud de mazorca fue realizada de manera similar a la anterior, mostrándose diferencias altamente significativas desde la primera evaluación, donde destacan los tratamientos donde se aplicaron las dosis al 100 y 125% de fertilización química, con 22.4 y 22.5 cm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Longitud de mazorca por tratamiento y por evaluación (*).

Tratamiento	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Eva 6
	Longitud de mazorca (cm)					
Testigo	17.4 c	17.9 c	19.2 c	19.5 c	19.9 c	19.2 c
FQ al 75%	20.5 b	20.9 b	20.7 b	20.7 b	21.4 b	21.1 b
FQ al 100%	22.4 a	23.4 a	22.0 a	22.2 a	22.3 a	22.6 a
FQ al 125%	22.5 a	22.7 a	21.9 a	21.7 a	21.9 b	21.7 b

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

Estas diferencias se mantuvieron en las siguientes evaluaciones, donde los tratamientos con 100 y 125% de fertilización química registraron 23.4 y 22.7, 22.0 y 21.9, 22.2 y 21.7, 22.3 y 21.9 y 22.6 y 21.7 cm, para las evaluaciones 2,3,4,5 y 6, respectivamente, mientras que los menores promedios de longitud de mazorca fueron reportados por el testigo en todas las evaluaciones efectuadas.

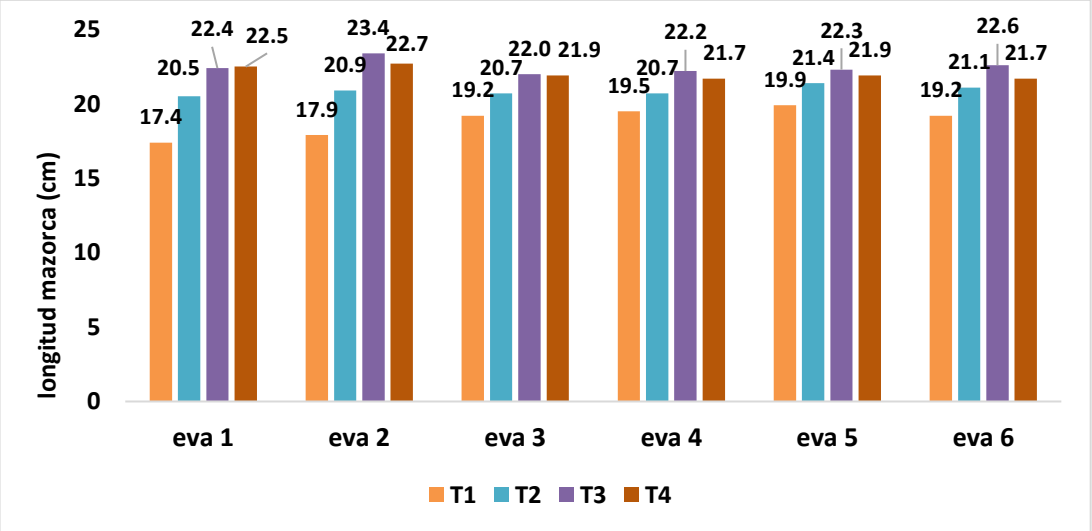


Figura 3. Longitud de mazorca por tratamiento y por evaluación.

En términos de promedio de las seis evaluaciones, podemos reafirmar la superioridad estadística de los tratamientos donde se aplicó al 100 y 125%

de fertilización química, con 22.44 y 22.00 cm, cada una, mientras que con el tratamiento al 75%, se obtuvo un promedio de 20,88 y con el testigo, solo 18.875 cm de longitud de mazorca.

Los resultados encontrados pueden sustentarse a que, con las dosis más altas de fertilización química, donde se aplican las mayores contribuciones de N y K, la respuesta de la planta de cacao pudo obtener una mayor longitud de mazorca, la cual se puede corroborar con la expresión genética de la planta que le permite absorber los nutrientes con mejor eficiencia cuando se proveen mediante un sistema de riego por goteo.

4.3. Diámetro de mazorca.

La evaluación del diámetro de mazorca sigue la misma tendencia que la longitud de mazorca en todas las evaluaciones donde fueron efectuadas, de modo que, promedios de 7.8 y 7.6, 7.8 y 7.8, 7.7 y 7.8, 7.8 y 7.9 y 7.7 y 8.0 cm de diámetro de mazorca, registrados sucesivamente en las evaluaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, determinaron la superioridad estadística de las dosis de fertilización química aplicadas al 100 y 125%.

Cuadro 9. Diámetro de mazorca por tratamiento y por evaluación (*).

Tratamiento	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Eva 6
	Diámetro de mazorca (cm)					
Testigo	6.9 c	6.8 c	7.3 b	7.2 c	7.2 c	7.0 c
FQ al 75%	7.4 b	7.3 b	7.4 b	7.5 b	7.6 b	7.7 b
FQ al 100%	7.6 a	7.8 a	7.8 a	7.7 a	7.9 a	8.0 a
FQ al 125%	7.8 a	7.8 a	7.7 a	7.8 a	7.8 b	7.7 b

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

En términos de promedios de las seis evaluaciones, se reafirma la superioridad de los tratamientos donde se aplicó al 100 y 125% de fertilización química, con 7.80 y 7.76 cm de diámetro de mazorca, cada uno, mientras que con el tratamiento al 75%, se obtuvo un promedio de 7.48 y con el testigo, solo 7.06 cm de diámetro de mazorca.

Los resultados para esta variable son atribuidos en primer lugar, a la eficiencia de asimilación que tuvieron las plantas de cacao, dado su potencial genético, para absorber los nutrientes proporcionados por las dosis más altas de fertilización química, en asocio con el sistema de riego por goteo.

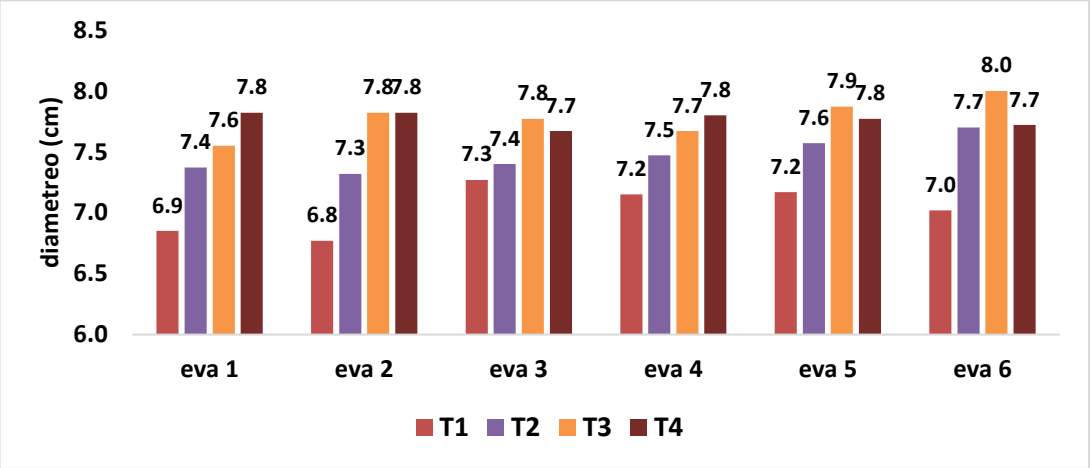


Figura 4. Diámetro de mazorca por tratamiento y por evaluación.

Según lo manifestado por Oroche (2021), la expresión genética de la planta de cacao influye mayormente en la longitud de la mazorca de cacao, aun cuando en nuestro caso, podemos afirmar que, las plantas de cacao responden de forma diferente a la aplicación de los tratamientos, de manera que, con una fertilización que incluya macro y micronutrientes, como es el caso de los tratamientos con las dosis al 100 y 120% de fertilización química, asociada al sistema de riego por goteo, se ha incrementado el vigor híbrido del cultivo, especialmente en las fases de floración y llenado de grano.

De igual forma, y conforme lo señala Moya (2000), los resultados apropiados para el riego por goteo, son producidos por la interceptación de las plantas para capturar los volúmenes de agua requeridos por el sistema vascular.

4.4. Número de granos por mazorca.

Todas las evaluaciones del número de granos por mazorca expresan de manera directa la superioridad estadística de los tratamientos donde se aplicó la fertilización química al 100 y 125%, especialmente si se compara con el tratamiento testigo.

En la primera evaluación, cuando se aplicó la fertilización química al 100 y 125%, muestran una diferencia de hasta 12 y 11 granos por mazorca por encima del tratamiento testigo, con 26 granos por mazorca y esta tendencia se mantuvo en las siguientes evaluaciones, donde los tratamientos al 100 y 125% de fertilización química registran entre 37 y 38 granos por mazorca, frente al testigo, cuyo mejor registro fue de 28 granos por mazorca en la última evaluación.

Estas diferencias son también aplicadas al compararse con el tratamiento donde se aplicó el 80% de fertilización química, el cual, si bien fue superior al testigo hasta con 6 granos por mazorca, se mostró significativamente inferior a los promedios reportados con las aplicaciones químicas al 100 y 125%.

Cuadro 10. Número de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación (*).

Tratamiento	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Eva 6
	Granos por mazorca					
Testigo	26 d	26 c	27 c	27 c	28 c	28 c
FQ al 75%	33 c	32 b	32 b	33 b	34 b	33 b
FQ al 100%	37 b	37 a	38 a	37 a	37 a	38 a
FQ al 125%	38 a	37 a	37 a	37 a	38 a	37 a

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

En promedio de todas las evaluaciones, los tratamientos donde se aplicaron las dosis de 100 y 125% de fertilización química, obtuvieron, cada uno, 37 granos por mazorca, superiores al testigo con solo 27 granos por mazorca.

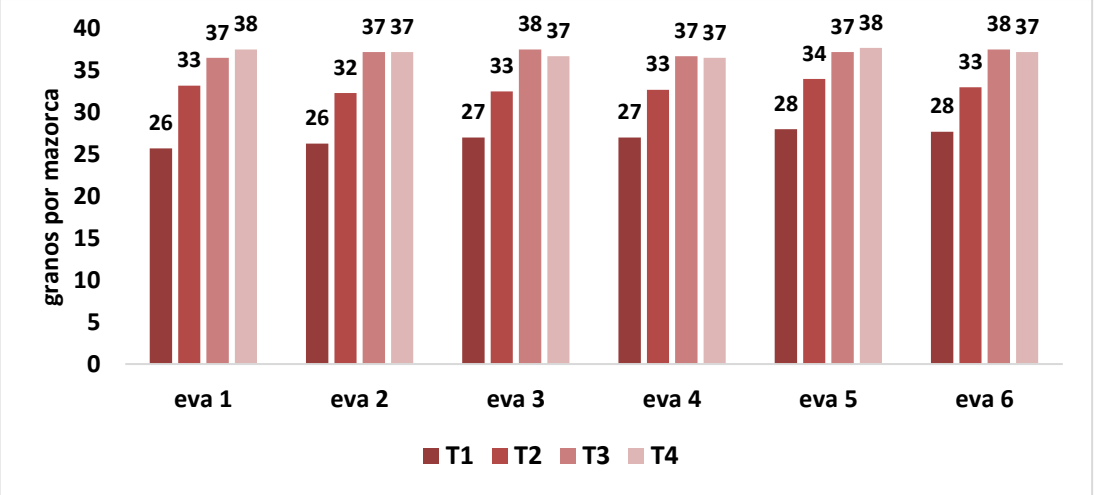


Figura 5. Número de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación.

Por otro lado, si bien la variable número de granos por mazorca es influenciada por su potencial genético, los resultados que se han encontrado en esta variable, responden a una apropiada interacción genotipo-ambiente,

ya que las plantas de cacao mostraron una mejor respuesta cuando se aplicaron las dosis más altas de fertilización química, de manera que, con la mayor incorporación de macro y micronutrientes, asociada al sistema de riego por goteo, se ha incrementado el potencial híbrido del cultivo, para absorber los nutrientes, especialmente en las etapas de floración y llenado de grano y lograr un mayor número de granos por mazorca, conforme lo destaca Cuenca *et al.,* (2019).

4.5. Peso total de granos por mazorca.

La evaluación del peso total de granos por mazorca por efecto de la aplicación de las dosis de fertilización química a través del sistema de riego por goteo, reafirma los resultados de la variable anterior, donde se destaca la superioridad significativa de los tratamientos donde se aplicaron al 100 y 125% de fertilización química, observándose una diferencia de hasta 12 g cuando se compara el tratamiento testigo con las aplicaciones más altas de fertilización química.

Estas diferencias son efectivamente notorias al compararse con el tratamiento donde se aplicó el 75% de fertilización química, el cual, si bien fue superior al testigo hasta con 5 g en promedio de diferencia en el peso total de granos por mazorca, se mostró inferior a las aplicaciones químicas al 100 y 125%.

Cuadro 11. Peso total de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación (*).

Tratamiento	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 4	Eva 5	Eva 6
	Peso total (g)					
Testigo	25.5 c	26.1 c	27.0 c	26.9 c	27.9 c	27.9 c
FQ al 75%	33.4 b	32.6 b	32.6 b	32.9 b	34.3 b	32.9 b
FQ al 100%	36.7 a	37.1 a	37.6 a	37.1 a	37.4 a	37.7 a
FQ al 125%	37.4 a	37.3 a	36.8 a	36.8 a	37.2 a	37.3 a

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

En términos generales, podemos reafirmar la superioridad de los tratamientos donde se aplicó las dosis al 100 y 125% para esta variable, cuyos promedios fueron 37.26 y 37.13 g de peso total de granos por mazorca, relegando al último lugar al tratamiento testigo, con solo 26.88 g de peso total de granos por mazorca.

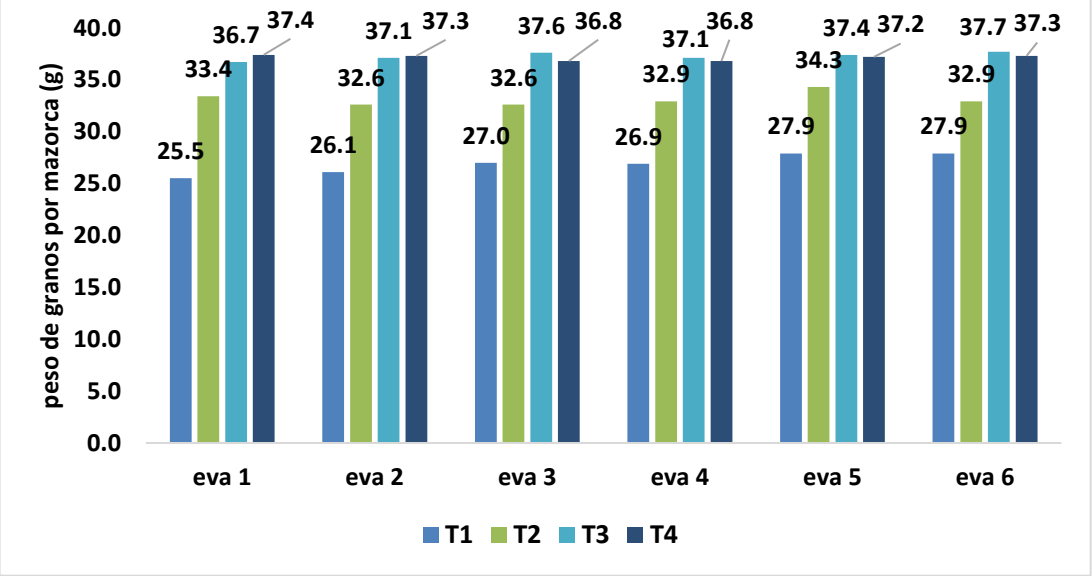


Figura 6. Peso total de granos por mazorca por tratamiento y por evaluación.

Esta respuesta diferente se atribuye a la mayor eficiencia de la fertilización química, la cual, asociada al riego por goteo, ha permitido que los

macro y micronutrientes procedentes de las fuentes comerciales puedan ser absorbidos por las raíces y formar los fotosintatos necesarios en la consecución de un mayor peso total de granos por mazorca.

4.6. Rendimiento por ha.

Tomando en cuenta el análisis efectuado en las variables anteriores, en este caso, el análisis de variancia reporta diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, donde se destaca la superioridad de la aplicación química al 100% con 2.026 t ha^{-1}, mientras que los tratamientos con 125 y 75% de fertilización química registran 1.920 y 1.330 t ha^{-1} cada uno, pero con diferencias estadísticas entre ellos, y a la vez, superiores al testigo, con 0.959 t ha^{-1}.

Como se puede apreciar en los resultados, existe una relación directa entre la respuesta de la planta en términos de rendimiento de grano por ha y la eficiencia de la aplicación de las tres dosis de fertilización química, frente a lo que obtuvo el tratamiento testigo, que sólo recibió agua en el sistema de fertirriego.

Cuadro 12. Rendimiento de grano por tratamiento (*).

Trat/Repet	Testigo	FQ al 75%	FQ al 100%	FQ al 125%
		t ha^{-1}		
R1	0.997 d	1.332 c	2.060 a	2.044 b
R2	0.891 d	1.389 c	2.072 a	2.002 b
R3	0.963 d	1.261 c	2.038 a	1.883 b
R4	0.984 d	1.339 c	1.933 a	1.752 b
Promedio	0.959 d	1.330 c	2.026 a	1.920 b

*Letras iguales en la columna indican que no existe diferencias entre tratamientos.

Un ensayo similar reportado por Oroche (2021), en la zona de Neshuya, concluye que con una dosis de fertilización a base de fertirriego por goteo logró un mayor rendimiento con un promedio de 2552.64 kg ha^{-1}, mientras que, aplicando una fertilización edáfica, solo obtuvo 1329.71 kg ha^{-1} y con el testigo sin aplicación solo 645.68 kg ha^{-1}

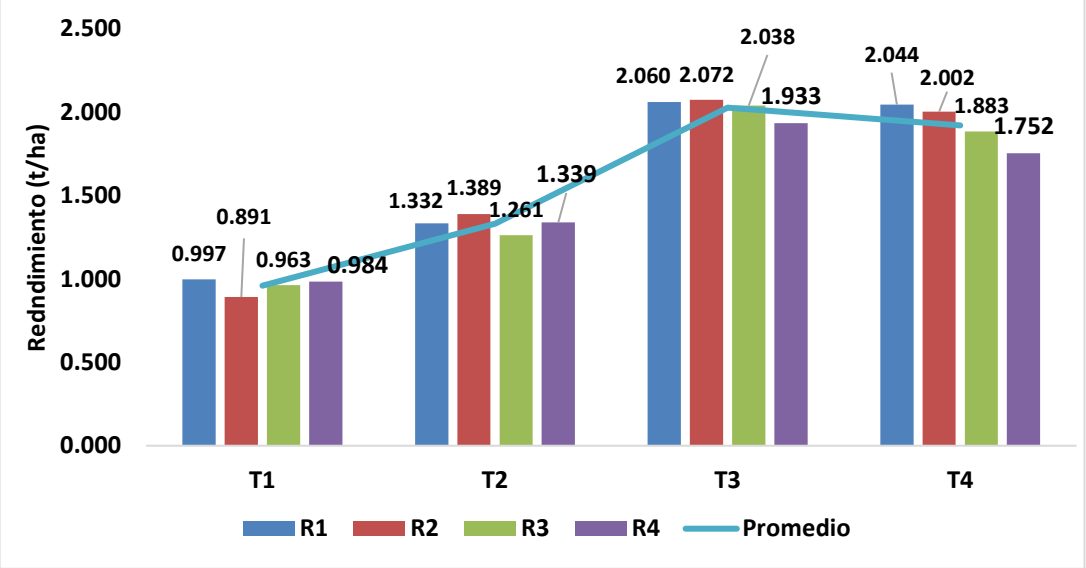


Figura 7. Rendimiento de grano por tratamiento.

De igual forma, los resultados de un ensayo ejecutado por Romero y Proaño (2015), concluyen que con el riego por goteo utilizando el 80% de las láminas de riego se obtuvo rendimientos superiores (4400 kg/ha/año) frente al sistema por micro-aspersión (3700 kg/ha/año), sin la aplicación de fertilizantes en ambos casos.

Por otro lado, los resultados de rendimiento del ensayo fueron inferiores a los reportados por Noreña (2019) quien, usando fertilización edáfica a base de abonos orgánicos en el cultivo de cacao de 8 años en Padre Abad, Ucayali, concluye que, con las aplicaciones de guano de isla a las dosis de 2 y 4 kg por planta produjo entre 3.40 y 3.42 t ha^{-1} de grano seco, respectivamente.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación, se obtuvo lo siguiente:

- Se logró determinar el efecto de diferentes dosis de fertirriego en el cultivo de cacao en el caserío Selva Turística distrito y provincia de Padre Abad.

- Para la variable rendimiento por ha, con la aplicación química al 100% se obtuvo el mayor promedio con 2.026 t ha^{-1}.

- Se logró identificar las dosis de aplicación al 100 y 125% de fertilización química que mejor respuesta tuvieron en los indicadores de rendimiento: número de mazorcas (39 y 40), longitud de mazorca (22.4 y 22.5 cm), diámetro de mazorca (7.80 y 7.76 cm), granos por mazorca (37 granos cada una) y peso de granos por mazorca (37.2 y 37.1 g).

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados encontrados, se recomienda:

- Aplicar la dosis de fertilización química al 100% cuando se trate de utilizar el sistema de fertirriego en el cultivo de cacao CCN51, para reducir los costos de aplicación.

- Probar otras fuentes químicas en combinación con el sistema de riego por goteo.

- Socializar los resultados de la investigación para promocionar el uso de la fertiirrigación en la zona.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Arias, D. A. 2019. Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado, para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el fundo "Cantagallo", San Martín – Perú.

Armoni, S. 2002. Riego por goteo y Microjet. Facultad de Ingeniería Agrícola Universidad de Concepción. Primera edición Madrid España.

Aybar-Camacho. 2015. Sistema de seguimiento de escorrentía a nivel nacional.

Bautista, M. 1997. Respondiendo a la escasez de Agua de Riego. Cambio institucional y Mercado de Agua. Estudio de un caso en las Islas Canarias. Revista. Economía Agraria. Pp. 167-197.

Cabrera, E. 2018. Evolución de las exportaciones de cacao desde el Perú hacia el mercado internacional. una revisión sistemática de la literatura científica en los últimos 10 años. Lima, Perú. 36 p.

Ccoycca, F. 2014. Manual Fertirriego – Soluciones nutritivas. Tingo María, Perú. 35 p.

Cuenca, E.; Puentes, J.; Menjivar. 2019. Uso eficiente de nutrientes en cacao fino de aroma en la provincia de Los Ríos Ecuador. In Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, Volumen 72, Número 3.

Dirección Regional de Agricultura de Ucayali. 2017. Determinación del programa de fertiirrigación en cacao para la zona de Boquerón. Comunicación personal de la Ing Ariana Shelamauss, extensionista del proyecto cacao DRAU.

Goyal, M. 2007. Manual de riego por goteo. Capítulo 4: El riego por aspersión, Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez, Puerto Rico, p. 99.

Granados, A. 1990. Infraestructura de Regadíos, Redes Colectivas de Riego a Presión. Universidad Politécnica de Madrid. España. p. 166.

Gualpa, F. 2014. Diseño de un proyecto de riego por goteo y microaspersión para el cultivo de cacao en el Congoma. Santo Domingo, Ecuador.

IICA. 2017. Manejo fitosanitario del cultivo de cacao.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Estudio del cacao en el Perú y en el mundo. Un análisis de la producción y el comercio. Lima Perú. 90 p.

Montero, J. 2000. Análisis de la Distribución de Agua en el Sistema de Riego por Aspersión Estacionario. Universidad de Castilla. La Mancha. Revista, AGROS 35. Vol. 3. Nº 46. p. 125.

Moya, J. 2000. Riego localizado y Fertirrigación. 3ª edición. Ministerio de Agricultura Alimentación y Pesca Madrid - España. Pp. 323-327.

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. Pucallpa, Perú. 84 p.

Omaña, D. 2009. Puro Cacao: morfología y taxonomía (en línea, sitio web). Consultado 17 ago. 2019. Disponible en: http://purocacaounesur.blogspot.com/2009/04/morfologia-y-taxonomia.html

Oroche, J. (2021). Efecto de dos sistemas de fertilización (por goteo y edáfica) sobre el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) Clon CCN51 en la localidad El Milagro, distrito de Irazola, región Ucayali. Pucallpa, Perú. 71 p.

Pachón, R. Figueroa, O; Chavarro, J. (2014). Evaluación de sistemas de riego localizado en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) como estrategia de aumento de la producción en el departamento del Huila.

Romero, J.; Proaño, J. 2015. Evaluación del efecto de riego por goteo y por microaspersión en la productividad de cacao (Theobroma cacao L.) CCN 51 en un suelo *Ustifluvent tipic* en la zona Chongon Península de Santa Elena

Provincia del Guayas. I**n** XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelos. pp 14.

Sabando Lucas, L. A.; Molina Aquino, R. R. 2013. Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao (Theobroma cacao l.), en la ESPAM-MFL. 91 p.

Solórzano A. A. 2012. Diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión en el cacao (Theobroma cacao L.) en el campus de la ESPAM-MFL. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta Ecuador. 99 p.

Terrón, U. 2002. Fitotecnia: Ingeniería de la producción vegetal. Escuela Politécnica de Madrid. Ed. Mundiprensa. Madrid. España. p. 324.

Valverde, J. 2007. Riego y Drenaje. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

VIII. ANEXOS.

ANEXO 1.

FICHAS TÉCNICAS.



FICHAS TÉCNICAS: YARAMILA INTEGRADOR.

YaraMila INTEGRADOR contiene nitrógeno en la forma amoniacal y nítrica mejorando la asimilación de forma balanceada. Contiene un alto contenido de potasio (K) y fósforo (P) elementos claves para aumentar la producción y calidad.

En el proceso de fabricación se producen polifosfatos que en un 25% presentan fósforo, compensado eléctricamente con una mínima capacidad de fijación o formación de complejos insolubles.

Este fertilizante está acompañado de elementos mayores y secundarios como el magnesio, azufre y microelementos como el boro, manganeso y zinc.

Nutrientes.

- N : 15%
  - ✓ N nítrico: 6.7%
  - ✓ N amoniacal: 8.3%
- P_2O_5 : 9%
- K_20 : 20%
- MgO : 1.8%
- S : 3.8%
- B : 0.015%
- Mn : 0.02%
- Zn : 0.02%
- Bajo en cloruro

Ficha Técnica: YaraLiva Nitrabor



YaraLiva NITRABOR es un fertilizante granulado de alta densidad que se puede aplicar con precisión bien sea al voleo, localizado o con máquina. Contiene nitrógeno nítrico, que favorece el rápido desarrollo vegetativo, calcio, que mejora la calidad y la resistencia de la planta, y boro, que induce a una mejor floración y fructificación.

YaraLiva NITRABOR suministra nitrógeno nítrico de acción inmediata y calcio soluble y asimilable, fundamental en momentos críticos del desarrollo de la planta para prevenir la aparición de fisiopatías e incrementar la resistencia de la misma a hongos, plagas y estrés térmico. El boro que contiene mejora la eficiencia del calcio en la planta, permitiendo una nutrición equilibrada.

Nutrientes.

- N : 15.45%
  - ✓ N nítrico:14.25%
  - ✓ N amoniacal: 1.2%

- CaO : 26%
- B : 0.3%
- Libre de cloruro

ANEXO 2.

ANÁLISIS DE VARIANZA.

Cuadro 13A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 1.

.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	18.18	6.06	2.53	0.122^{ns}
Tratamientos	3	15.18	5.06	2.11	0.16^{ns}
Error	9	21.56	2.39		
Total	15	54.93			
	CV = 11.84 %			R^2 = 0.60	

Cuadro 14A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 2.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	16.00	5.33	1.81	0.215 ^{ns}
Tratamientos	3	13.50	4.50	1.53	0.273 ^{ns}
Error	9	26.50	2.94		
Total	15	56.00			
	CV = 13.19 %			R^2 = 0.52	

Cuadro 15A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 3.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	5.187	1.729	2.80	0.101 ^{ns}
Tratamientos	3	12.68	4.229	6.84	0.010**
Error	9	5.562	0.618		
Total	15	23.43			
	CV = 6.38 %			R^2 = 0.76	

Cuadro 16A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 4.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.187	0.395	1.00	0.436 ^{ns}
Tratamientos	3	9.187	3.062	7.74	0.007**
Error	9	3.56	0.395		
Total	15	13.93			
	CV = 5.44 %		R^2 = 0.74		

Cuadro 17A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 5.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	27.00	9.00	10.80	0.002*
Tratamientos	3	22.50	7.50	9.00	0.004**
Error	9	7.50	0.83		
Total	15	57.00			
	CV = 7.45 %		R^2 = 0.86		

Cuadro 18A. ANVA de número de mazorcas por planta evaluación 6.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.187	0.062	0.36	0.78^{ns}
Tratamientos	3	3.68	1.229	7.08	0.009**
Error	9	1.562	0.173		
Total	15	5.43			
	CV = 3.89 %		R^2 = 0.71		

Cuadro 19A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 1.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.671	0.223	0.60	0.632 ^{ns}
Tratamientos	3	68.28	22.76	60.68	<0.0001**
Error	9	3.375	0.375		
Total	15	72.32			
	CV = 2.95 %		R^2 = 0.95		

Cuadro 20A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 2.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.767	0.589	1.38	0.310 ns
Tratamientos	3	71.34	23.78	55.63	<0.0001**
Error	9	3.847	0.427		
Total	15	76.95			
	CV = 3.07 %		R^2 = 0.95		

Cuadro 21A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 3.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	4.216	1.405	6.71	0.011 ns
Tratamientos	3	21.26	7.087	33.83	<0.0001**
Error	9	1.885	0.209		
Total	15	27.36			
	CV = 2.18 %		R^2 = 0.93		

Cuadro 22A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 4.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.931	0.643	1.85	0.208 ns
Tratamientos	3	21.97	7.323	21.02	0.0002**
Error	9	3.135	0.348		
Total	15	27.03			
	CV = 2.81 %		R^2 = 0.88		

Cuadro 23A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 5.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.756	0.585	2.16	0.162 ns
Tratamientos	3	13.63	4.543	16.76	0.0005**
Error	9	2.440	0.271		
Total	15	17.82			
	CV = 2.43 %		R^2 = 0.86		

Cuadro 24A. ANVA de longitud de mazorca evaluación 6.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1.527	0.509	1.40	0.306 ns
Tratamientos	3	23.28	7.762	21.28	0.0002**
Error	9	3.282	0.364		
Total	15	28.09			
	CV = 2.85 %		R^2 = 0.88		

Cuadro 25A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 1.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.085	0.02	0.73	0.56 ns
Tratamientos	3	2.025	0.67	17.36	0.004**
Error	9	0.350	0.03		
Total	15	2.460			
	CV = 2.66 %		R^2 = 0.85		

Cuadro 26A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 2.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.372	0.12	6.30	0.01*
Tratamientos	3	3.007	1.00	50.83	<0.0001**
Error	9	0.177	0.01		
Total	15	3.557			
	CV = 1.88 %		R^2 = 0.95		

Cuadro 27A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 3.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.196	0.06	1.27	0.342 ns
Tratamientos	3	0.651	0.21	4.20	0.040*
Error	9	0.465	0.05		
Total	15	1.314			
	CV = 3.02 %		R^2 = 0.64		

Cuadro 28A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 4.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.305	0.101	7.63	0.007*
Tratamientos	3	0.965	0.321	24.12	0.001**
Error	9	0.120	0.013		
Total	15	1.390			
	CV = 1.53 %		R^2 = 0.91		

Cuadro 29A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 5.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.155	0.051	1.98	0.187 ^{ns}
Tratamientos	3	1.150	0.383	14.68	0.0008**
Error	9	0.235	0.026		
Total	15	1.540			
	CV = 2.12 %		R^2 = 0.84		

Cuadro 30A. ANVA de diámetro de mazorca evaluación 6.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.052	0.017	0.97	0.448 ^{ns}
Tratamientos	3	2.062	0.687	38.08	<0.0001**
Error	9	0.162	0.018		
Total	15	2.277			
	CV = 1.76 %		R^2 = 0.92		

Cuadro 31A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 1.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	8.500	2.833	8.50	0.005**
Tratamientos	3	339.50	113.16	339.50	<0.0001**
Error	9	3.000	0.333		
Total	15	351.00			
	CV = 1.73 %		R^2 = 0.99		

Cuadro 32A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 2.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	3.000	1.000	0.75	0.549 ns
Tratamientos	3	328.00	109.33	82.00	<0.0001**
Error	9	12.000	1.333		
Total	15	343.00			
	CV = 3.47 %			R^2 = 0.96	

Cuadro 33A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 3.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.187	0.729	0.77	0.541 ns
Tratamientos	3	279.18	93.06	97.82	<0.0001**
Error	9	8.562	0.951		
Total	15	289.93			
	CV = 2.91 %			R^2 = 0.97	

Cuadro 34A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 4.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.500	0.833	0.62	0.616 ns
Tratamientos	3	248.50	82.83	62.12	<0.0001**
Error	9	12.000	1.333		
Total	15	263.00			
	CV = 3.47 %			R^2 = 0.95	

Cuadro 35A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 5.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.500	0.833	0.44	0.729 ns
Tratamientos	3	241.50	80.500	42.62	<0.0001**
Error	9	17.00	1.888		
Total	15	261.00			
	CV = 4.01 %			R^2 = 0.93	

Cuadro 36A. ANVA de número de granos por mazorca evaluación 6.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.250	0.750	0.47	0.708 ns
Tratamientos	3	251.25	83.75	52.89	<0.0001**
Error	9	14.25	1.583		
Total	15	267.75			
	CV = 3.71 %		R^2 = 0.94		

Cuadro 37A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 1.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	7.252	2.417	4.71	0.030*
Tratamientos	3	352.04	117.34	228.73	<0.0001**
Error	9	4.617	0.513		
Total	15	2363.91			
	CV = 2.15 %		R^2 = 0.98		

Cuadro 38A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 2.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.101	0.700	0.57	0.651 ns
Tratamientos	3	328.97	109.65	88.47	<0.0001**
Error	9	11.15	1.239		
Total	15	342.22			
	CV = 3.34 %		R^2 = 0.96		

Cuadro 39A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 3.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.742	0.914	0.79	0.528 ns
Tratamientos	3	281.56	93.54	81.28	<0.0001**
Error	9	10.39	1.154		
Total	15	294.69			
	CV = 3.20 %		R^2 = 0.96		

Cuadro 40A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 4.

.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	3.036	1.012	0.92	0.471 ns
Tratamientos	3	270.60	90.20	81.67	<0.0001**
Error	9	9.940	1.10		
Total	15	283.57			
	CV = 3.14 %			R^2 = 0.96	

Cuadro 41A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 5.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	3.331	1.110	0.59	0.634 ns
Tratamientos	3	233.34	77.73	41.59	<0.0001**
Error	9	16.82	1.868		
Total	15	253.34			
	CV = 3.99 %			R^2 = 0.93	

Cuadro 41A. ANVA de peso de granos por mazorca evaluación 6.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	3.156	1.05	0.81	0.519 ns
Tratamientos	3	252.76	84.25	64.8	<0.0001**
Error	9	11.70	1.30		
Total	15	267.61			
	CV = 3.35 %			R^2 = 0.95	

Cuadro 42A. ANVA de rendimiento por ha.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.028	0.0093	1.66	0.244 ns
Tratamientos	3	3.043	1.014	179.73	<0.0001**
Error	9	0.050	0.0056		
Total	15	3.122			
	CV = 4.81 %			R^2 = 0.98	

ANEXO 3.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS POR TRATAMIENTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 982047050 - 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: REATEGUI BERNAL LENER

PROCEDENCIA: DISTRITO: AGUAYTIA; PROVINCIA: PADRE ABAD; DEPARTAMENTO: UCAYALI

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA NUESTRA	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
			Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
		CULTIVO	%	%	%		1:1	%	%	ppm	ppm											
1	M01794	CACAO M1	41.68	23.18	35.14	Franco	4.40	2.15	0.10	4.97	85.46	----	3.95	0.87	--	--	2.59	0.56	7.96	60.43	39.57	32.59
2	M01795	CACAO M2	41.40	25.24	33.36	Franco	4.43	2.10	0.09	7.82	54.98	----	3.55	0.66	--	--	3.26	0.67	8.15	51.68	48.32	40.05
3	M01796	CACAO M3	45.44	17.44	37.12	Franco	5.06	1.07	0.05	1.21	71.97	----	5.07	0.78	--	--	0.15	0.05	6.04	96.74	3.26	2.50

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO N° 0476370
FECHA : 15/09/2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
M.Sc. Blgo. Miguel Linauya Rojas
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Laboratorio de Análisis de Suelos
Tingo María

ANEXO 4.

PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura 8A. Parcela de investigación con su sistema de fertirriego.



Figura 9A. Puesta en marcha las mangueras de fertirriego por goteo.



Figura 10A. Dosis de los fertilizantes usados en la Parcela de investigación.



Figura 11A. Disolución de las dosis de los fertilizantes.



Figura 12A. Dosis diluida, lista para la aplicación del fertirriego.



Figura 13A. Fertirriego por goteo en funcionamiento.



Figura 14A. Evaluación del número de mazorcas cosechadas.



Figura 15A. Evaluación del diámetro y longitud de las mazorcas.



Figura 16A. Evaluación del número de granos y peso por cada mazorca.



Figura 17A. Visita de los jurados a la parcela de investigación.