UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"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"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

JUAN LUIS FERNANDO OROCHE VASQUEZ

PUCALLPA – PERÚ

2021

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 **JUAN LUIS FERNANDO OROCHE VASQUEZ** denominada "**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"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **MUY BUENO (DIECISIETE).**

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, 23 de abril del 2021.

.....	.....
Ing. Fredy Helar Velásquez Ramírez, Dr.	Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.	Ing. Roger Vásquez Gómez, M.Sc.
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 Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Fredy Helar Velásquez Ramírez, 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. Juan Luis Fernando Oroche Vásquez .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0048-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe Final (Tesis) Titulado:**

"EFECTO DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACION (POR GOTEO Y EDAFICA) SOBRE EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) CLON CCN51 EN LA LOCALIDAD EL MILAGRO DISTRITO DE IRAZOLA REGION UCAYALI"

Cuyo autor (es)	:	**OROCHE VÁSQUEZ, JUAN LUIS FERNANDO**
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 04%.**
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: 07/02/2021

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, JUAN LUIS FERNANDO OROCHE VASQUEZ
Autor de la TESIS titulada:
"EFECTO DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN (POR GOTEO Y EDAFICA) SOBRE EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) CLON CCN51 EN LA LOCALIDAD EL MILAGRO, DISTRITO DE IRAZOLA, REGION UCAYALI".

Sustentada el año: 2021
Con la asesoría de: ING. ROGER VASQUEZ GOMEZ, M. Sc.
En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS
Carrera 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 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 y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 23 / 04 / 2021

Email: fernandooroche@gmail.com Firma:

Teléfono: 962081977 DNI: 72314951

DEDICATORIA.

A Dios Padre, por cuidarme en cada paso que doy y ayudarme a levantarme cada que daba un paso en falso y sobre todo por la maravillosa familia que me ha dado para poder culminar mis metas.

A mis padres: Juan Oroche Guzmán y Brígida Mercedes Vásquez Rivas, por su apoyo incondicional y motivación diaria para la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos María Mercedes, Rivaldo Aldair y Leo Diego, quienes son la mejor motivación para seguir adelante y que ellos sigan mis pasos.

AGRADECIMIENTO.

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

A la Universidad Nacional de Ucayali, 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 intermedio de sus docentes, me brindó valiosas enseñanzas para lograr con éxito mi formación de Ingeniero Agrónomo.

Al Ing. Roger Vásquez Gómez M.Sc., por el asesoramiento y su apoyo constante durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Elva Ariana Schelamauss Alvarado, por el co-asesoramiento y por brindarme sus conocimientos y técnicas en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Dirección Regional Sectorial de Agricultura, a través del proyecto: “Mejoramiento de Capacidades Técnico Productivo del Cacao Mediante Transferencia de Tecnología – Provincia de Padre Abad y los distritos de Nueva Requena y Raymondi del departamento de Ucayali”, por brindarme las parcelas de fertirriego para la realización de esta investigación.

Al Sr. Segundo Ahuanario, por brindarme sus instalaciones 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.

Pág.

RESUMEN. x

ABSTRACT. xi

LISTA DE CUADROS. xii

LISTA DE FIGURAS. xiii

I. INTRODUCCIÓN. 1

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. 3

2.1. LA ESPECIE CACAO. 3

2.1.1. Origen……...3

2.1.2. Morfología……..3

2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos……4

2.2. SISTEMA DE RIEGO. 11

2.2.1. La fertirrigación…….....13

2.2.2. Riego por goteo……..14

2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. 15

III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 19

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN. 19

3.2. UBICACIÓN. 19

3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO. 20

3.4. ECOLOGÍA Y CLIMA. 20

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS. 21

3.5.1. Materiales……...21

3.5.2. Fertilizantes……21

3.5.3. Útiles de escritorio……21

3.5.4. Equipos……...21

3.6. METODOLOGÍA..... 21

3.7. EJECUCIÓN DEL ENSAYO. 25

3.7.1. Identificación de la parcela……...25
3.7.2. Identificación de las plantas…….....25
3.7.3. Labores culturales…….25
3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA. 26
3.9. DISEÑO ESTADÍSTICO..... 27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 30
4.1. NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA. 30
4.2. LONGITUD DE MAZORCA. 31
4.3. DIÁMETRO DE MAZORCA. 33
4.4. NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA. 34
4.5. PESO DE 100 GRANOS. 36
4.6. RENDIMIENTO AJUSTADO POR HA. 37
4.7. ÍNDICE DE MAZORCA. 39
V. CONCLUSIONES. 41
VI. RECOMENDACIONES. 42
VII. LITERATURA CONSULTADA. 43
VIII. ANEXO…….46

RESUMEN.

El experimento se realizó en la parcela demostrativa de sistema de fertirriego de cacao ejecutado por la Dirección Regional Sectorial de Agricultura Ucayali**,** ubicada en el caserío El Milagro en el Km 83 con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización edáfica y la fertirrigación por goteo sobre las variables de rendimiento del cacao, bajo un diseño de Bloques completos al azar con tres tratamientos: T1 = fertirriego por goteo, T2 =fertilización edáfica y T3 = testigo sin aplicación con cuatro repeticiones. Los resultados expresan que, la técnica de fertirriego por goteo respondió mejor en los resultados para las variables de rendimiento número de mazorcas por planta (35), longitud (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 ajustado por ha, el tratamiento a base de fertirriego por goteo registró el mejor valor con 2.55 t ha^{-1}, siendo superior a la fertilización edáfica con 1.32 t ha^{-1} y el testigo sin aplicar que logró 0.74 t ha^{-1}. Finalmente, se ha demostrado la validez de la aplicación de la técnica de fertirriego en plantas de cacao de 8 años de edad, en comparación con la aplicación de la fertilización edáfica.

Palabras claves: Cacao, fertirriego por goteo, fertilización edáfica, rendimiento.

ABSTRACT.

The experiment was carried out in the experimental plot of the fertigation system provided by the Sectorial Regional Directorate of Agriculture Ucayali, in the cocoa plot of Segundo Ahuanario, which is located in the El Milagro village at km 83 right bank entering three (03) km. The objective was to evaluate the effect of edaphic fertilization and drip fertigation on the cocoa yield variables, under a randomized complete block design with three treatments: drip fertigation, edaphic fertilization and a control without application and four repetitions. The results express that the drip fertigation technique responded better in the results for the performance variables number of ears per plant (35), length (22.10 cm) and ear diameter (7.16 cm), number of grains per ear (36.5) and weight of 100 dry grains (155 g) in comparison with the edaphic fertilization treatments and the control without application. In relation to the adjusted yield per ha, the treatment based on drip fertigation registered the best value with 2.55 t ha-1, being higher than the edaphic fertilization with 1.32 t ha-1 and the control without applying that achieved 0.74 t ha- one. Finally, the validity of the application of the fertigation technique in 8-year-old cacao plants has been demonstrated, in comparison with the application of edaphic fertilization.

Keywords: Cocoa, drip fertigation, edaphic fertilization, yield.

LISTA DE CUADROS.

		Pág.
Cuadro 1.	Datos climáticos de la zona de estudio…….	20
Cuadro 2.	Aplicación de fertilizantes (kg ha^{-1}) por etapa fenológica……..	23
Cuadro 3.	Compatibilidad entre fertilizantes……...	23
Cuadro 4.	Esquema de análisis de varianza……..	27
Cuadro 5.	ANOVA de números de mazorcas por planta……..	30
Cuadro 6.	ANOVA de longitud de mazorca……	31
Cuadro 7.	ANOVA de diámetro de mazorca……..	33
Cuadro 8.	ANOVA de granos por mazorca……	34
Cuadro 9.	ANOVA de peso de 100 granos…….	36
Cuadro 10.	ANOVA de rendimiento por ha……...	37
Cuadro 11.	Índice de semilla para obtención de índice de mazorca por tratamiento…….	39

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Ubicación de la parcela de fertirriego…….. 20
Figura 2. Número de mazorcas por planta y por tratamiento…….. 31
Figura 3. Longitud de mazorca por tratamiento…… 32
Figura 4. Diámetro de mazorca por tratamiento…… 34
Figura 5. Número de granos por mazorca por tratamiento…….. 35
Figura 6. Peso de 100 granos por tratamiento…….. 36
Figura 7. Rendimiento ajustado por ha por tratamiento……... 38
Figura 8. Índice de mazorca por tratamiento……..…….. 40

En el anexo:

Figura 9A. Disposición de los laterales de riego…….. 53
Figura 10A. Plan semanal de aplicación de los fertilizantes en fertirriego. 53
Figura 11A. Sistema en pleno funcionamiento del productor…….. 54
Figura 12A. Preparación del sistema de fertirriego…….. 54
Figura 13A. Revisión del sistema de riego verificando que los goteros funcionen correctamente…….. 55
Figura 14A. Aplicación de una de las mezclas en este caso fue de Cloruro de Potasio + Sulfato de Magnesio y Sulfato de Cobre……. 55
Figura 15A. Diferentes mezclas utilizadas en el sistema de fertirriego…… 56
Figura 16A. Evaluación de las muestras tanto de fertirriego, aplicación edáfica y testigo…….. 56
Figura 17A. Aplicación del tratamiento 2, aplicación edáfica…… 57
Figura 18A. Realizando la evaluación correspondiente a la parcela con el tratamiento 2 Edáfica……. 57
Figura 19A. Realizando evaluación a la parcela testigo…… 58
Figura 20A. Realizando evaluación de la parcela con fertirriego…… 58

I. INTRODUCCIÓN.

Según estimaciones de la Organización Internacional del Cacao - ICCO en la campaña 2017-2018, el Perú ocupó el octavo lugar a nivel mundial con 120 mil t de cacao y el tercero en América Latina, después de Ecuador y Brasil. Es importante destacar que, en los últimos 10 años, nuestro país ha mostrado un crecimiento anual del 10 a 12%, concentrándose el 94% de la producción del cacao en 7 regiones: San Martín, Junín, Ucayali, Cusco, Huánuco, Amazonas y Ayacucho (Mesa Técnica de Cacao San Martin 2020).

Sin embargo, uno de los grandes problemas que afronta el productor de cacao en nuestra región es el bajo rendimiento unitario de sus cosechas, los cuales están relacionados con factores físicos y químicos del suelo, manejo del cultivo y el potencial genético de los materiales cultivados. En este sentido, Nakayama (2010) Almeida (2007) y Osei- Bonsu *et al.,* (2002) coinciden en señalar que, uno de los parámetros más importantes que determinan el rendimiento en este cultivo lo constituye la disponibilidad hídrica, la cual es muy escasa especialmente en los meses de mayor producción de frutos.

Para que la planta de cacao desarrolle sus óptimas condiciones requiere entre 1800 a 2500 mm de la lluvia precipitada o agua por gravedad por año. Durante todos los meses del año, las precipitaciones mensuales no deben ser menores a 100 mm, sin embargo, las irregularidades de las precipitaciones en la zona de Irazola no permiten el suministro adecuado que necesita la planta durante el año. A esto se suma que los productores desconocen las prácticas de fertilización que requiere el cultivo, la cual puede ser maximizada en su eficiencia con técnicas de fertirriego, como sucede en otras zonas cacaoteras del país que vienen implementando estos programas como alternativa para mejorar los niveles de productividad (UNODC-DEVIDA 2014).

Este problema ligado a la escasa cultura agrícola entre los productores de cacao para aplicar fertilizantes bajo un sistema de fertirriego trae como consecuencia el bajo rendimiento del cultivo (477 kg ha^{-1}, por debajo del

promedio nacional que está en 700 kg ha^{-1} según la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali - DRAU (2018) debido al deficiente manejo del agua y de la fertilización, dado que los suelos del trópico aportan pocos nutrientes y no satisfacen el requerimiento nutricional del cultivo.

La incorporación de nuevas tecnologías implica efectuar estudios diseñados para implementar sistemas de riego por aspersión o por goteo, como una alternativa para optimizar el recurso hídrico y mejorar la producción. En este sentido, la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali - DRAU (2018) está implementando el sistema de riego por goteo acompañado de diferentes fórmulas de fertilización orgánica y química, con el propósito de incrementar los niveles de productividad del cultivo, que necesitan ser ajustadas por medio de la investigación aplicada.

Por ello, el objetivo de nuestra investigación fue evaluar el efecto de la fertilización edáfica y la fertirrigación por goteo sobre las variables de rendimiento del cacao en el caserío El Milagro, Padre Abad, Ucayali.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. LA ESPECIE CACAO.

2.1.1. Origen.

El cacao es un árbol nativo de América Tropical. Se estima que una población de *Theobroma cacao* se extiende naturalmente a lo largo de la parte central, el oeste y el norte de las Guayanas en el Amazonas y el sur de México. De estos lugares, se dispersaron los dos tipos principales de cacao: el criollo y el forastero.

Los españoles lo encontraron creciendo en forma silvestre en muchos lugares, especialmente en regiones húmedas, junto a los ríos Amazonas y Orinoco. Estos hallazgos sugieren que el centro de origen del cacao es la parte alta de la cuenca del Amazonas.

En el Perú, presenta mejores nichos ecológicos desde la ceja de selva intermedia a selva baja. En estas zonas de vida se encuentran factores o condiciones bióticas y abióticas favorables u óptimas para su desarrollo y mejores estrategias para su crecimiento (DEVIDA 2014).

2.1.2. Morfología.

Sistema radicular: La forma y desarrollo de las raíces del cacao dependen principalmente de la textura, estructura y consistencia del suelo así como del modo de reproducción. En suelos profundos bien aireados su crecimiento puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad; en suelos pedregosos su crecimiento es tortuoso.

Cuando el suelo es de una estructura granular uniforme y de textura arcillosa, la raíz crece erecta (Batista 2009).

Tronco: El tronco es recto y de tamaño mediano (5 a 8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m (Infoagro 2007).

Flores: Tiene un pedicelo largo y fino de 1 a 1,5 cm de longitud, compuesta por cinco sépalos agudos y rosados, de seis a ocho mm de largo, pubescentes, que en la flor abierta se expanden formando ángulo recto con el peciolo. La corola consiste de cinco pétalos blancos de seis a ocho mm de largo (León 2000).

Fruto: Generalmente tienen forma de una baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El número de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (InfoAgro 2007).

2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

Precipitación: La precipitación pluvial mínima y máxima manejable es 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm bien distribuidos a lo largo del ciclo. Presenta baja tolerancia al déficit de agua y en los meses con menos de 100 mm se genera déficit hídrico lo que afecta la floración y el brote de hojas.

Temperatura: El rango de temperatura promedio anual va de 23 a 30° C, siendo el óptimo de 25 °C.

Altitud: Se cultiva casi desde los 0 hasta los 1,200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm.

Humedad: Necesita una humedad relativa anual promedio de entre el 70 y 80%.

Viento: El cultivo del cacao requiere estar libre de vientos fuertes persistentes a lo largo del ciclo productivo, prevenir con árboles forestales como cortina rompe viento.

Luminosidad: La luminosidad varía dependiendo del ciclo fenológico en el que se encuentre, siendo del 40 al 50% para la plantación en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para el cultivo en producción (mayor de 4 años).

Suelo:

Propiedades físicas: Se establece bien en suelos de profundidad: de 0.60 – 1.50 metros. Textura, de la serie (franco, franco, franco-arcilloso, franco-arenoso). No son recomendables suelos finos o muy gruesos. Poca tolerancia a suelos arcillosos pesados debido a una baja aireación y filtración del agua. Porosidad de los suelos de 20-60% con buena retención de humedad.

Propiedades químicas: pH óptimo de 5.5 a 7.0% materia orgánica mayor a 3%. Relación carbono/nitrógeno (C/N): mínimo 9. Capacidad de intercambio catiónico debe ser superior a 25 meq/100 g de suelo. Requiere suelos con una fertilidad de media a alta. Calcio mayor a 4 meq por 100 g de suelo, Magnesio mayor a 1, Potasio mayor a 0.61 y más de 2 ppm de Boro. Saturación de bases mayor a 35% (UNODC-DEVIDA 2014).

Mantenimiento de una plantación de cacao: Sombra temporal y permanente. Manejo de sombra temporal (plátano). Eliminar las hojas enfermas y viejas. Eliminar al tercer año la sombra temporal. Eliminar plantas afectadas con fusarium y desinfectar con ceniza o cal.

Manejo de sombra permanente: Podar las ramas laterales (mantener un solo eje mínimamente hasta 4 m). Dirigir el crecimiento vertical de la sombra permanente. Raleo de la sombra de guaba para que al final quede el distanciamiento de 18 x 18 m. o 21 x 21m. Realizar control fitosanitario en las especies forestales para tener uniformidad en el desarrollo y crecimiento de plantación y sombra en el futuro. Realizar abonamiento de la sombra permanente con macronutrientes y compost.

Control de malezas: Se debe realizar con machete o moto guadaña durante cuatro veces al año, preferentemente, en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre. La maleza cortada se deja tendida sobre la superficie como cobertura muerta.

Fertilización: En el cultivo de cacao las raíces secundarias son las que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta. Este sistema radicular se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

En las hojas las sustancias minerales más el agua se transforma en sustancias nutritivas para que la planta cumpla sus funciones de crecimiento y producción.

Las hojas y mazorca del cacao extraen elementos minerales y por el proceso de descomposición estos se reincorporan al suelo.

Los elementos minerales contenidos en las almendras y que son retirados a partir de la cosecha, deben ser repuestos al suelo, a través de la fertilización para evitar la pérdida de su capacidad productiva.

Durante la fertilización se debe considerar la aplicación de abonos foliares orgánicos, los cuales deben ser aplicados a la planta y al suelo mensualmente o cuando sea necesario.

La fertilización es una de las actividades que todo agricultor cacaotero tiene que realizar obligatoriamente a partir del inicio de producción, a través de un análisis físico y químico del suelo para permitir adecuar la fórmula o hacer las correcciones nutricionales más convenientes. De otro modo, se pueden cometer errores como: generar deficiencias o toxicidad de suelo, perjudicar el cultivo o aplicar fórmulas no convenientes, con el consecuente desperdicio de tiempo y dinero.

Podas: La poda en el cultivo del cacao consiste en eliminar la parte vegetativa improductiva o enferma que alcance niveles perjudiciales para la planta y el productor. Al realizar esta actividad se da a la planta mejor estructura, mejores condiciones para su crecimiento y desarrollo, así como incremento de su producción. Se efectúa desde su crecimiento en el vivero y durante toda la vida del cultivo del cacao.

- **Poda de formación en vivero:** Consiste en eliminar las ramas y ramillas laterales o terminales que crecen perjudicando el normal crecimiento y desarrollo de la planta en el vivero.

- **Poda de formación en campo definitivo:** Se realiza para formar la estructura deseada de la planta durante el primer año de crecimiento de la planta; en el caso de plantas injertadas se deben dejar de 3 a 4 ramas principales perfectamente balanceadas, a una altura no menor de 40 cm. Durante esta actividad se recomienda utilizar una pasta cauterizante a base de ceniza o caldo bórdales, para tallos o ramas mayores de 3 cm de diámetro, si es menos con la aplicación de un fungicida cúprico es suficiente. Una buena estructura de la planta permitirá tener la mayor distribución de los frutos y mejor manejo de la planta.

- **Poda de mantenimiento:** Es una actividad agronómica que se realiza durante todo el ciclo de vida de la planta, dependiendo el tipo de poda puede ser de 4 a más veces por año. Las podas consisten en eliminar toda parte vegetativa perjudicial, improductiva y enferma de la planta.

- **Poda fitosanitaria:** Esta poda consiste en eliminar las partes enfermas de la planta: ramas, frutos (atacados por moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra u otras enfermedades) e incluso parte del tallo principal. El descuido de esta actividad crea fuente de inoculo de las plagas y enfermedades. Se recomienda desinfectar la herramienta al momento de realizar la poda, con alcohol al 70%. Se realiza mensualmente, en los meses de mayor precipitación y cada 2 meses en época seca.

- **Poda de rehabilitación:** Se realiza normalmente en plantas de cacao híbridos o criollo improductivos o muy susceptibles a enfermedades. El objetivo es estimular el brote de chupones basales, pues se seleccionará uno de ellos y se realizará el injerto con el clon de características deseadas.

Plagas: Encontramos las siguientes:

- **Chinche mosquilla (*Monalonium dissimulatum*):** Dañan las mazorcas y las yemas terminales. Provocan deformaciones en las mazorcas al atacarlas y poner sus huevos. Por lo general, el daño no alcanza la parte interna del fruto; en consecuencia, las semillas no se dañan.

  Control: Realizando oportunamente las labores culturales, como: poda, fertilización, control de malezas y manejo de sombra.

- **Hormigas o trajinero (*Atta cephalotes*):** Defolian las plantas, cortando porciones foliares semicirculares, fácilmente observables. El ataque de estas a una planta joven, provoca en poco tiempo la defoliación completa de la planta.

  Control: Atacando directamente los nidos de las hormigas y destruyendo los sitios de alimentación. Aplicar alguna cipermetrina o insecticida en las entradas de los nidos.

Enfermedades: Se presentan las siguientes:

- **Moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri Cif*.):** Es un hongo que ataca únicamente los frutos o mazorcas, causando pudrición de los granos. Puede causar la pérdida de toda la producción.

  Se pasa de una planta a otra por el viento y la lluvia, también por el traslado de frutos o mazorcas con moniliasis de una plantación a otra.

  Síntomas:

  - Los frutos tiernos tienen gibas o hinchazón.
  - Los frutos tienen manchas de color café brillante en diferentes partes y son irregulares.
  - Estas manchas de color café, cambian a un color blanco cremoso en pocos días.
  - Dentro del fruto, las semillas están podridas y contienen líquido.
  - Los frutos se secan y quedan pegados al tallo de la planta.

  Control:

  - Cortar los frutos enfermos cada ocho días para evitar que el hongo se desarrolle; estos frutos se dejan en el suelo, para que se pudran rápidamente.

- **Pudrición parda (*Phytophthora palmivora Bult*.):** Es un hongo también conocido como mancha parda o chancro. Ataca a las plantas en todas las etapas de su crecimiento, afectando a las raíces, tallos, ramas, flores y frutos. Este hongo vive en el suelo y pasa de una planta a otra por efectos de la lluvia y herramientas no desinfectadas.

  Síntomas:

  - En el fruto aparecen manchas de color café oscuro, con bordes

parejos que se ponen más oscuros y crecen hasta llegar a cubrir todo el fruto.

- Los frutos enfermos permanecen colgados en los árboles.
- A diferencia de la moniliasis, los frutos son suaves, no son pesados y el hongo no se pone blanco cremoso.

Control:

- Se recomienda realizar las mismas labores de control que las indicadas para la moniliasis.
- Daño causado en frutos.

- **Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa (stahel) singer):*** Hongo que afecta a todos los órganos de crecimiento activo, principalmente los brotes tiernos y frutos, en los cuales produce hipertrofias y crecimientos anormales.

Síntomas:

- Los brotes crecen deformados e hinchados, por lo que se llama “Escoba verde”, después de seis a siete semanas se empiezan a secar llamándose “Escoba seca”. Hasta los tres meses de desarrollo, causan deformaciones en los frutos, formando aquellos denominados «Chirimoyos», de consistencia dura.
- En frutos grandes, se presenta una mancha negra abultada, dura y brillante, parecida a la moniliasis, pero sin polvo.

Control

- Realizar manejo de sombra; podas y raleos, en los meses de agosto o setiembre.
- Reemplazar las plantas de cacao con alta incidencia de escoba por otras más resistentes y productoras.

- Cortar y eliminar mensualmente, todas las “escobas” y frutos infectados, antes que formen paraguas (honguito).
- Los restos de frutos y ramas deben amontonarse o ser enterrados, para evitar mayor contagio a las partes sanas.

2.2. SISTEMA DE RIEGO.

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), sostiene 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 2002).

El riego de tierras agrícolas supone la utilización de un 70% de los recursos hídricos en el mundo. En los países en vías de desarrollo, muchas veces el agua utilizada para regadío representa el 95% del total de usos del agua y juega un papel esencial en la producción (Granados 1990).

El agua de riego es la que se destina para fines agrícolas, en la agricultura tendrá que ser cada día más intensa para poder alimentar a más gente y el riego es un factor de eficiencia que nos permitirá mejorar los rendimientos. Es decir, la producción agropecuaria depende más que antes de la irrigación, debido al cambio climático global (Bautista 1997).

En general, cuando se aplica un riego, no toda el agua queda almacenada en la zona del suelo explorada por las raíces, sino que parte se pierde por evaporación, escorrentía y percolación profunda, siendo muy diferentes la cuantía de cada tipo de perdida según el tipo de suelo y sistema de riego. Conceptualmente, la idoneidad de un riego depende del incremento del agua almacenada en la zona radicular del cultivo producido por el riego (Armoni 2002).

Terrón (2002), señala que las aguas que se utilizan para el riego presentan valores de 6 hasta 8.5 en el pH (potencial de hidrógeno), en estas condiciones se considera variable que el agua es aceptable y su uso no es perjudicial, en cambio valores más altos o bajos indican anormalidades que pueden producir problemas en los equipos de riego como corrosión de tuberías, formación de precipitados, entre otros.

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).

Este mismo autor, menciona que los primeros sistemas utilizados a gran escala consistían de laterales movibles a mano y aspersores de impactos

rotativos, con dos líneas seguidas de laterales. Más tarde con la necesidad creciente de economizar trabajo y agua, surgieron los sistemas fijos a "solid-set". Instalados en plantaciones y huertas, consistían en laterales plásticos colocados entre o a lo largo de las hileras de árboles y rociadores de una baja razón de flujo o mini aspersores.

Las aplicaciones ligeras y frecuentes que se necesitan para esta finalidad, se logran fácilmente con algunos sistemas de aspersión. Se pueden regar casi todos los suelos con el método de aspersión, aunque los suelos con infiltración inferior a 5 mm/h pueden requerir medidas especiales. Los aspersores se pueden utilizar en suelos muy poco profundos para permitir que se amolde la superficie o en suelos muy variables para un riego eficiente de la superficie (Ramírez 2007).

2.2.1. La fertirrigación.

Según SIAR (2005), la fertirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total). La diferencia principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión.

Ventajas:

- Ahorro de fertilizantes.
- Ahorro de mano de obra en la distribución de abonos.
- Mejor asimilación y rapidez de actuación de los fertilizantes.
- Mejor distribución (tanto en superficie como en el perfil del suelo, ocupando los nutrientes todo el bulbo creado por el emisor).
- Control de pérdida de nutrientes con buen manejo.

- Gran flexibilidad en la aplicación, lo que permite la adecuación del abonado a las necesidades del cultivo en cada momento.
- Incremento del rendimiento y mejora de la calidad de la cosecha.

Desventajas:

- Mayor costo de inversión inicial (instalaciones y equipos).
- Necesidad de una formación básica para el manejo de los equipos y fertilizantes.
- Necesidad de un sistema de riego con buena uniformidad para garantizar la correcta distribución en el suelo.
- Utilización de abonos con propiedades adecuadas (solubilidad, pureza, etc.).
- Posible riesgo de falta de micronutrientes por la pureza de los abonos líquidos.
- Riesgo de obturaciones de goteros por precipitados.
- Posible mayor costo de la unidad fertilizante al tener que usar abonos solubles y compatibles con el agua de riego para evitar precipitados.

Clasificación de los riegos:

- **Superficiales:** Por gravedad, pozas, melgas o surcos.
- **Presión (alta presión):** Aspersión, pívot central y cañones.
- **Localizados (de baja presión):** Micro aspersión, goteo, micro tubos o exudación.

2.2.2. Riego por goteo.

El riego por goteo presenta algunas ventajas comparativas, entre las que se pueden destacar: no moja completamente al suelo, usa pequeños caudales a baja presión, aplica el agua cerca de las raíces, riega con frecuencia

para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo, en un bulbo húmedo centrado en el sistema radicular de la planta.

Los goteros son accesorios que aplican el agua a descargas muy bajas, del orden de 3 a 15 litros por hora, en forma de gotas. Normalmente son colocados sobre la superficie del suelo o enterrados y en el mercado, existe una gran diversidad de diseños de goteros (Zazueta 1992).

Los goteros se clasifican según su configuración del flujo de agua, así pueden ser los de conducto largo, laberinto, de orificio, tipo vortex y autocompensado. Mientras que según la forma de conexión se clasifican en goteros sobrelínea (tipo botón), interlinea e integrados.

2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los nutrientes en el suelo son importantes para que exista una alta producción en cacao, sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes afecta el medio ambiente y la rentabilidad del cultivo. Por ello, Cuenca *et al.,* (2019) desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue determinar el uso eficiente de nutrientes (EUN) para nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en cuatro clones de cacao fino de aroma (EET-576, EET-575, EET-103 y CCN-51), con importancia económica en Ecuador. El diseño experimental fue de parcelas divididas, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en aplicaciones de diferentes dosis de N-P-K (kg ha^{-1}): TR (control), T1 (N_{59}-P_{29}-K_{118}), T2 (N_{74}-P_{37}-K_{148}) y T3 (N_{88}-P_{44}-K_{176}). Los resultados mostraron diferencias altamente significativas para la eficiencia agronómica (Ae) y de recuperación (Re) de N-P-K por efecto del clon y del tratamiento; las eficiencias más altas se presentaron para el clon CCN-51 y las más bajas en el clon EET-103. El tratamiento que obtuvo los mayores valores en las eficiencias fue el T2 para los clones CCN-51, EET-575 y EET-576, excepto el EET-103 que alcanzó la eficiencia más alta con T1; por otra parte, las eficiencias más bajas se obtuvieron con T3. Los mayores rendimientos se presentaron en el clon CCN-51, seguido por el EET-575, posteriormente el EET-576, y por último el EET-103.

Quedó demostrado la influencia del genotipo en el límite máximo de absorción de nutrientes bajo las condiciones de estudio, sugiriendo determinar el uso eficiente de nutrientes para cada clon en interacción con la zona específica de cultivo.

Por su parte, Romero y Proaño (2015) ensayaron en la provincia de Guayas Ecuador, el efecto del riego por goteo y micro-aspersión en la productividad del cacao clonal CCN51, con el fin de evaluar los parámetros agronómicos e hidráulicos del sistema de riego por goteo y micro-aspersión, determinar las necesidades hídricas para el cultivo de cacao CCN51 en plena producción, utilizando la tina de evaporación y el cenirrómetro, y validar una tecnología adecuada para obtener la estandarización del beneficio del CCN51. De la investigación realizada se pudo determinar que con el riego por goteo utilizando el 80% de las láminas de riego programadas, se obtiene rendimientos más elevados (44 qq/ha/año) frente al sistema por micro-aspersión (37 qq/ha/año) sin la aplicación de fertilizantes en ambos casos. Además con el beneficio del cacao CCN51 por el método del procesado se obtiene un cacao de mayor calidad similar a la del cacao nacional en cuanto a composición física y química más no en aroma.

De igual forma, Gualpa (2014), realizó un proyecto de riego en Santo Domingo Ecuador, con la finalidad de diseñar un sistema de riego por goteo y micro aspersión en el cultivo de cacao, acorde a los parámetros hidrofísicos del suelo, climático y vegetativo en el sector, para presentar una alternativa tecnológica, que compense las deficiencias hídricas en la época de verano. El estudio determinó que las necesidades de agua para el cultivo es 54.1 l dia^{-1}. Se definieron 4 módulos de riego, (A, B) riego por goteo que contienen 3 emisores autocompensados por planta de 8 l h^{-1}, y (C y D) microaspersión que utiliza emisores mini wobler; el caudal máximo requerido fue de 7,73 l seg^{-1} correspondientes al módulo B, la altura dinámica total (HDT) fue de 60,6 m de columna de agua que pertenece al módulo C, valor que determinó la potencia de la bomba en 10.1 Hp.

Así mismo, Pachón *et al.,* (2014) presentaron los resultados de la evaluación de tres sistemas de riego localizado (goteo, micro aspersión y micro manguera) con tres repeticiones, propuestas para aumentar la uniformidad en la entrega del agua al cultivo de cacao en tres municipios del departamento de Huila-Colombia. Los resultados indican que, el sistema más eficiente en el uso del agua para el cultivo de cacao es el de riego por goteo con un coeficiente de uniformidad de 97.3%, seguido del riego por microaspersión con 96.4% y por último, el sistema de riego con micro manguera con 85.1%, lo que posiciona a este sistema de riego como una probable alternativa para solucionar el déficit hídrico en cultivo de cacao a más bajo costo si es comparado con los sistemas de riego por goteo y microaspersión.

Igualmente, Sabando y Molina (2013), diseñaron un proyecto en Manabí-Ecuador, con el propósito de implementar un sistema de riego por micro aspersión en el cultivo de cacao. Para el diseño e implementación del sistema de riego se tuvo en cuenta las características agronómicas del cultivo de cacao con una densidad de 1111 plantas/ha. Se seleccionó la instalación de un sistema de micro aspersión con aspersores Meganet con caudales de 0,18 L/s y carga de 23 PSI. Con los datos climatológicos de suelos y cultivos se efectuó el diseño agronómico que permitió calcular las necesidades hídricas de cultivo para la fase de riego, que de acuerdo con los resultados obtenidos se le deben aplicar 25 riegos, con una dosis neta total de 625 mm. Desde el punto de vista hidráulico se hizo el cálculo de cada uno de los parámetros establecidos seleccionándose las tuberías adecuadas según los valores de caudales carga y los diámetros recomendados para estas condiciones. Por último, se evaluó el sistema de riego, donde se puede corroborar la correspondencia entre la intensidad teórica y práctica del sistema. Sin embargo, no se obtuvieron resultados positivos el cual está dado fundamentalmente por la interceptación que se produce por parte de las plantas para la captación de los volúmenes de agua requeridos.

Finalmente, Solórzano (2012), basó su investigación en el diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión para el cultivo de cacao en el campus de la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí-Ecuador. Realizados los cálculos agronómicos, se establecieron las necesidades hídricas

diarias, intervalos y tiempo de riego durante 1 año, resultando que los intervalos de riego son cada 1 día, y el tiempo de riego fluctúa entre 6.4 y 9.5 minutos. Una vez hecho los cálculos del diseño hidráulico, para las tuberías laterales o portaspersores, se estableció 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 es de 29.6 m, y el comercial de 32 mm. La pérdida de carga real de 18.5 bares (1 bar=14.5 PSI), la presión en el origen del lateral de 9.7 bares. Para la tubería terciaria se necesita un caudal en el origen de 17850 L/h, la longitud real y ficticia calculada es de 75 m y 90 m respectivamente, la perdida de carga admisible de 66.3 bares, el diámetro interior y el exterior o comercial es de 58.1 mm y 63 mm, la perdida de carga es de 41.0 bares, y la presión en el origen de 59.7 bares. Los costos implicados en diseñar e implementar el sistema de riego fueron de $ 1211,03.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación fue de tipo experimental, observacional, comparativa, de campo con el propósito de verificar la hipótesis planteada y comprobar el efecto de los tratamientos sobre las variables de rendimiento del cultivo de cacao.

3.2. UBICACIÓN.

El experimento se realizó en la parcela demostrativa de sistema de fertirriego proporcionado por la Dirección Regional Sectorial de Agricultura Ucayali**,** en la propiedad del señor Segundo Ahuanario, que se encuentra ubicado en el Caserío El Milagro en el Km 83 margen derecha ingresando tres 3 Km con las siguientes coordenadas UTM 494361E - 9028839N Zona 18.



Figura 1. Ubicación de la parcela de fertirriego.

3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El ensayo tuvo una duración de un año, iniciándose en el mes de enero y terminando en el mes de diciembre del año 2018.

3.4. ECOLOGÍA Y CLIMA.

El clima de la zona es tropical, con temperatura cálida todo el año. La temperatura es de 25 °C y con picos de 32 °C en los días más calurosos. Las precipitaciones se producen durante todo el año, siendo la temporada más lluviosa entre los meses de diciembre, enero y febrero.

Cuadro 1. Datos climáticos de la zona de estudio.

Mes/año	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación total (mm/día)
	Max	Min		
Ene-18	33.01	21.96	86.95	8.06
Feb-18	32.54	21.93	88.20	19.50
Mar-18	32.39	22.17	87.92	4.62
Abr-18	31.87	22.10	89.21	4.40
May-18	31.38	21.84	87.96	4.98
Jun-18	30.52	20.30	87.60	4.12
Jul-18	32.02	20.01	87.05	3.48
Ago-18	32.07	20.07	87.60	1.65
Set-18	34.14	21.06	81.72	4.20
Oct-18	32.31	22.10	86.68	9.77
Nov-18	31.42	22.83	88.85	12.16
Dic-18	31.72	22.13	86.24	3.17
Ene-19	31.45	22.03	85.71	11.34

Fuente: SENAMHI EM San Alejandro.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.5.1. 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 utilizar en el experimento, timbos grandes y baldes.

3.5.2. Fertilizantes.

Se emplearon: urea, fosfato mono amónico, cloruro de potasio blanco, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, sulfato de manganeso, sulfato de zinc, sulfato de cobre y ácido bórico.

3.5.3. Útiles de escritorio.

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

3.5.4. Equipos.

Sistema de Fertirriego instalado en 1 ha por la DRAU en el Caserío El Milagro**,** además se utilizaron laptop, impresora y Programa SAS versión 8.0.

3.6. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se tomó en cuenta las siguientes variables:

Variables independientes:

Tratamiento	**Dosis NPK**	**Fuente fertilizante y aplicación**
T1 = Testigo	0-0-0	Ninguno.

T2 = Fertilización edáfica	100-50-100	174 kg de urea-108 kg de Fosfato diamonico-167 kg de cloruro de potasio (450 kg ha^{-1}, fraccionada en tres partes).
T3 = Fertirriego	Mezcla compatible de N-P-K-Ca-Mg-Zn-Mn-Cu-B	Urea, fosfato monoamónico, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, sulfato de manganeso, sulfato de zinc, sulfato de cobre y ácido bórico.

La forma de aplicación de cada uno de los tratamientos fue como sigue:

Para el tratamiento testigo T1, no se aplicó ningún tipo de fertilizante u abono orgánico al cultivo de cacao durante la etapa de investigación.

Para el tratamiento 2 fertilización edáfica, se aplicó la dosis 100-50-100 kg por ha de NPK, en función a las recomendaciones de los técnicos del Proyecto Cacao de la DRAU, basándose en los resultados de los análisis de suelos de la zona en estudio, usándose como fuentes a la urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio, cuya mezcla por ha fue de 450 Kg de los tres fertilizantes, que equivale a 400 g de mezcla por planta, aplicada en tres fracciones, la primera en la etapa de descanso (30%) a razón de 120 g de mezcla por planta, lo mismo se aplicó al inicio de floración (30%) a razón de 120 g de mezcla por planta y la tercera fracción se aplicó durante el llenado de grano (40%) a razón de 160 g de mezcla por planta. La forma de aplicación fue localizada alrededor de la planta, en forma de círculo, tratando de uniformizar la mezcla en toda la parte superficial del suelo y procediendo a enterrar para evitar arrastre del fertilizante por efecto de las lluvias.

En el caso del tratamiento 3 (fertirriego por goteo), la aplicación de los fertilizantes se realizó mediante mezclas de diferentes insumos compatibles uno con el otro: para la mezcla se usó un cuadro de compatibilidad entre fertilizantes para evitar incompatibilidades que puedan generar perjuicio en nuestra aplicación del experimento.

La mezcla de fertilizantes en este sistema se realizó de la siguiente manera:

- Mezcla 01: Fosfato Mono amónico + Ácido Bórico.

- Mezcla 02: Cloruro de Potasio + Sulfato de Magnesio y Sulfato de Cobre.
- Mezcla 03: Urea + Nitrato de Calcio + Sulfato de Manganeso y Sulfato de Zinc**.**

Cuadro 2. Aplicación de fertilizantes (kg ha^{-1}) por etapa fenológica.

Fuente	Botón floral	Floración	Fructificación	Maduración	Total
	8 semanas	12 semanas	16 semanas	16 semanas	52 semanas
Urea	25.7	45.7	55.4	42.5	169.3
Fosfato Mono Amónico	39.0	29.0	42.7	10.8	121.5
Cloruro de Potasio	4.5	60.4	36.4	77.3	118.1
Sulfato de Magnesio	16.0	19.3	37.1	24.1	96.5
Nitrato de Calcio	0.42	24.2	0.87	21.8	47.3
Sulfato de Manganeso	1.16	2.26	2.29	2.29	8.00
Sulfato de Zinc	1.56	3.08	3.08	3.08	10.82
Sulfato de Cobre	1.44	2.84	2.84	2.84	9.96
Ácido bórico	1.23	2.53	2.53	2.53	8.82
Total, de mezcla (kg)	90.99	128.94	183.25	187.15	590.33

Fuente: Elaboración propia.

.

Cuadro 3. Compatibilidad entre fertilizantes.

Fuente	Nitrato de amonio	Sulfato Amónico	Solución Nitrogenada	Urea	Nitrato Cálcico	Nitrato Potásico	Fosfato Mono amónico	Ácido Fosfórico	Sulfato Potásico	Cloruro Potásico
Nitrato Amónico	-	C	X	X	I	X	X	X	C	C
Sulfato Amónico	C	-	C	X	I	C	I	I	C	C
Solución Nitrogenada	X	X	-	X	X	X	X	X	C	C
Urea	X	X	X	-	X	X	X	X	C	C
Nitrato Cálcico	I	I	X	X	-	X	I	I	I	C
Nitrato Potásico	C	C	C	X	C	-	C	C	C	C
Fosfato Mono amónico	X	I	X	X	I	C	-	C	C	C
Ácido Fosfórico	X	I	X	X	I	C	C	-	C	C
Sulfato Potásico	C	C	C	C	I	C	C	C	-	C
Cloruro Potásico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida las mezclas se procedió a diluir cada mezcla en baldes diferentes para no malograr nuestra fertilización, una vez diluidas las mezclas se procedió a la siguiente acción activar o encender nuestro sistema de riego el cual se encendía el motor y abríamos las llaves para el paso del agua, antes de la aplicación del fertilizantes se procedía a realizar una inspección por todo el sistema de riego para verificar que el riego se realizara de manera normal, en algunas ocasiones se encontraron con mangueras rotas debido al paso de animales propios de la zona, como majas, ratones y otros que mordían las mangueras y se debía reponer en ese momento.

Terminada la verificación recién procedíamos a diluir la mezcla con agua extraída de nuestro reservorio, cabe recalcar que el agua obtenida pasaba por los filtros del sistema para la disolución, una vez que se tenía las mezclas, se llenaba el timbo con agua hasta ¾ de su capacidad, seguidamente se procedía a llenar primero con la Mezcla 01 se iba suministrando poco a poco en el timbo hasta terminar con el balde y diluir completamente todo y se esperaba alrededor de 3 a 5 minutos para continuar con la siguiente mezcla, luego continuamos con la Mezcla 02 y continuamos con el mismo proceso anterior hasta finalizar con la mezcla 03; todo el proceso de fertirriego nos tomaba realizarlo alrededor de 20 a 30 minutos.

Al finalizar cada riego se realizó el mantenimiento respectivo al sistema lavando los envases utilizados, y desarmando los filtros de sistema para evitar que se deterioren rápidamente.

Las aplicaciones durante la época de menor precipitación pluvial se realizaron de manera semanal a excepción de que el día de aplicación coincidía con una prolongada lluvia durante el día y la aplicación pasaba para el día posterior. En época de mayor precipitación pluvial se realizaban cada 8 a 15 días dependiendo de las lluvias que se prolongaban por días durante la aplicación.

3.7. EJECUCIÓN DEL ENSAYO.

3.7.1. Identificación de la parcela.

Para el desarrollo del experimento, se visitó la parcela del Sr. Segundo Ahuanario, ubicado en el Caserío El Milagro, contando con el apoyo de los técnicos de la DRAU.

3.7.2. Identificación de las plantas.

En esta actividad se realizó la verificación de las plantas a utilizar tanto para el tratamiento 1 (testigo) tratamiento 2 (fertilización edáfica), para el tratamiento 3 (fertirriego), marcando a cada planta con una placa metálica para la identificación, en total se seleccionaron 4 plantas por cada unidad experimental.

3.7.3. Labores culturales.

Control de malezas: Es una actividad que se realiza con la finalidad de evitar no solamente la competencia de nutrientes, sino también de agua, espacio y luz.

En esta labor se utilizaron machetes, desbrozadora y otras herramientas que nos permitieron eliminar las malezas al ras del suelo sin dañar las raíces de nuestras plantas de cacao. Esta actividad durante la etapa de desarrollo del experimento se realizó cada 3 meses.

Poda: La poda se realizó tomando en consideración criterios, fisiológicos y fitosanitarios con la finalidad de lograr una alta productividad en los cultivos de cacao. En esta acción también se realizó la eliminación de “chupones” mal ubicados en el árbol. Esta actividad la hemos realizado dos veces durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Control de plagas y enfermedades: El control de plagas y enfermedades durante el desarrollo del trabajo de investigación se realizó de manera constante y permanente, eliminando indicios y/o presencia de enfermedades o insectos que puedan causar efectos negativos en nuestra plantación.

Cosecha: Para los tratamientos evaluados, la etapa de cosecha se inició en el mes de marzo para fertirriego, con 2 cosechas, y 1 cosecha para los tratamientos edáfico y testigo, al igual que en el mes de abril, en el mes de mayo hubo 2 cosechas para los tratamientos fertirriego y edáfico y 1 cosecha en el testigo. En el mes de junio se cosecharon 2 veces las plantas con fertirriego y 1 vez las plantas con fertilización edáfica y el testigo. En los meses de mayor producción julio, agosto y setiembre hubo 1 cosecha en los 3 tratamientos, 2 cosechas en el mes de octubre para fertirriego y edáfico, 1 cosecha en noviembre para los 3 tratamientos y 1 sola cosecha en diciembre para fertirriego. En cada una de las cosechas efectuadas se tomó en cuenta los protocolos para no mezclar las mazorcas de fertirriego, con las de fertilización edáfica y de testigo.

3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población estuvo compuesta por 216 plantas de cacao de años de edad del clon CCN 51 (18 plantas por cada unidad experimental) sembradas a un distanciamiento de 3 m x 3 m, con una densidad de 1111 plantas por ha.

La muestra estuvo conformada por 48 plantas de cacao, que devienen de 4 plantas centrales por unidad experimental y de las cuales sólo se consideraron plantas netas para cada evaluación.

El porcentaje de representatividad fue del 22.2%, el cual es considerado aceptable en este tipo de ensayos de campo.

3.9. DISEÑO ESTADÍSTICO.

Para la investigación se utilizó un diseño de Bloques completos al azar (BCA) con tres (3) tratamientos y cuatro (4) repeticiones con un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada de 18 plantas, de las cuales las 4 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.

$$Yijk = U + \beta i + \delta j + \varepsilon ijk$$

Dónde:

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 4. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	2
Error	6
Total	11

Dimensiones del área experimental:

Del campo experimental:

- Largo: 90 m.
- Ancho: 48 m.

- Área total: 4320 m^2.
- Unidades experimentales: 12.
- Número total de plantas: 216 plantas.

Del bloque experimental:

- Largo: 90 m.
- Ancho: 12 m.
- Área total: 1080 m^2.

De la Unidad experimental:

- Largo: 30 m.
- Ancho: 9 m.
- Área total: 270 m^2.
- Número de plantas por UE: 18 plantas.

CROQUIS EXPERIMENTAL

	30 m	30 m	30 m	
	TRATAMIENTOS			
R1	**R1 T3**	**R1 T1** 	**R1 T2** 	**12 m**
R2	**R2 T2**	**R2 T3** 	**R2 T1** 	**12 m**
R3	**R3 T3**	**R3T1** 	**R3 T2** 	**12 m**
R4	**R4 T1**	**R4 T3** 	**R4 T2** 	**12 m**

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA.

El análisis de varianza para número de mazorcas por planta demuestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variabilidad del 3.34%, lo cual demuestra la homogeneidad de los resultados encontrados para esta variable y conforme se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 5. ANOVA de número de mazorcas por planta.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	19.66	6.55	6.74	0.02*
Tratamientos	2	253.50	126.75	130.37	<0.001**
Error	6	48.56	5.39		
Total	11				

CV (%) = 3.34 R^2 = 0.97

La prueba de Tukey (P<0.05), señala que aplicando la técnica de fertirriego por goteo se obtuvo en promedio, 35 mazorcas por planta, superior a los tratamientos fertilización edáfica con 29.75 y al testigo sin aplicación con 23.7 mazorcas por planta (Figura 1).

Estos resultados de mayor número de mazorcas por planta son atribuidos a que con una fertilización adecuada que incluya la incorporación de macro y micronutrientes, asociada al sistema de riego por goteo, se ha aumentado, aunque ligeramente respecto a los demás tratamientos, el potencial genético del cultivo, para absorber los nutrientes, especialmente en las etapas de floración y llenado de grano. Al mismo tiempo, se obtuvieron resultados positivos el cual está dado fundamentalmente por la interceptación que se produce por parte de las plantas para la captación de los volúmenes de agua requeridos, conforme lo sostienen Sabando y Molina (2013) al probar la eficiencia de un sistema de riego por microaspersión en el cultivo de cacao en Ecuador.

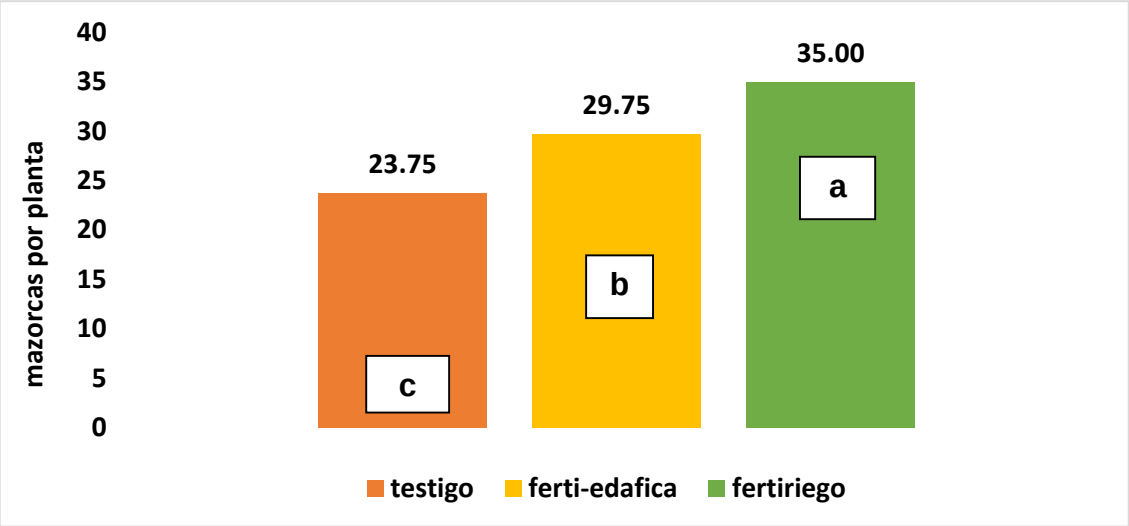


Figura 2. Número de mazorcas por planta y por tratamiento.

Por otro lado, la evaluación de esta variable es ligeramente menor si lo comparamos con el registro del tratamiento fertilización con fertirriego reportado por Noreña (2009) en Padre Abad, quien nos indica que las plantas lograron en promedio 39.7 y 40.5 mazorcas por planta, para guano de isla a 2 y 4 Kg por planta, respectivamente. De igual forma, el tratamiento compost a 4 Kg/planta que, con 31,7 mazorcas por planta, no muestra diferencia estadística con los abonos a base de guano de isla, y según el autor puede ser una buena alternativa para futuras recomendaciones de fertilización orgánica.

4.2. LONGITUD DE MAZORCA.

Respecto a longitud de mazorca, el análisis de varianza presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variabilidad de 2.48%, lo cual demuestra la homogeneidad de los resultados encontrados para esta variable y conforme se aprecia en el cuadro 6.

Cuadro 6. ANOVA de longitud de mazorca.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	1.84	0.61	2.35	0.17
Tratamientos	2	21.54	10.77	41.21	0.0003**
Error	6	1.56	0.26		
Total	11				

CV (%) = 2.48 R^2 = 0.93

Realizada la prueba de Tukey (P<0.05), se observa en la Figura 2 que el tratamiento fertirriego por goteo logra una longitud promedio de 22.1 cm por mazorca, superior a los tratamientos fertilización edáfica y testigo sin aplicación quienes registran promedios de 20.7 y 18.9 cm por mazorca, cada uno.

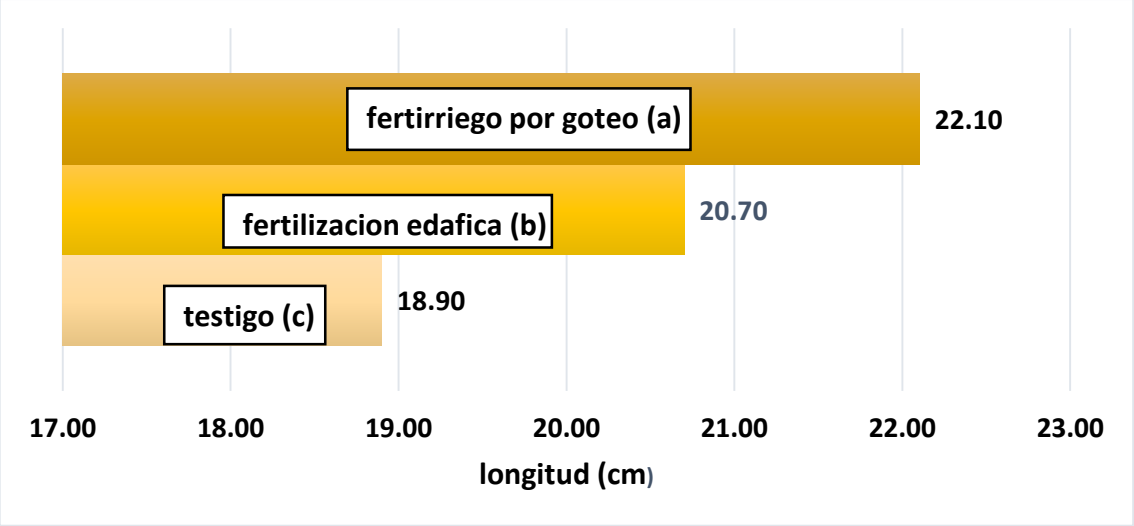


Figura 3. Longitud de mazorca por tratamiento.

Estos resultados de longitud de mazorca entre tratamientos no representan mucha diferencia entre ellos y pueden ser atribuidos en primer lugar a que es una variable gobernada por factores genéticos y por otro lado, a que las plantas han respondido de forma diferente a la aplicación de los tratamientos, de manera que, con una fertilización adecuada que incluya la incorporación de macro y micronutrientes, asociada al sistema de riego por goteo, se ha incrementado el vigor híbrido del cultivo, para absorber los nutrientes, especialmente en las etapas de floración y llenado de grano. De igual forma, los resultados positivos para el tratamiento con riego por goteo, están dados principalmente por la interceptación que se produce por parte de las plantas para la captación de los volúmenes de agua requeridos, a través de los cuales se absorben los nutrientes aplicados.

Es preciso señalar, que los resultados son similares a los que reporta Noreña (2019) en Padre Abad, donde un grupo de tratamientos entre los que se encuentra los bioles a 50 y 100 cc/planta, compost a 6 kg/planta y guano de isla a 2 kg/planta, obtuvieron una longitud promedio de mazorca de 21.45, 21.67, 22.8 y 21.37 cm, respectivamente.

4.3. DIÁMETRO DE MAZORCA.

En relación al diámetro de mazorca, el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de varianza de 8.67%, lo cual demuestra la homogeneidad de los resultados encontrados en el ensayo para esta variable (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANOVA de diámetro de mazorca.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	0.049	0.01	7.72	0.01*
Tratamientos	2	0.966	0.48	226.75	<0.001**
Error	6	0.012	0.002		
Total	11				

CV (%) = 8.67 R^2 = 0.95

Al efectuar la prueba de Tukey (P<0.05), se encontró que el tratamiento fertirriego por goteo se muestra superior a los demás con un diámetro de 7.16 cm, mientras que los tratamientos fertilización edáfica y testigo reportaron promedios de 6.89 y 6.47 cm de diámetro, respectivamente (Figura 3).

Aun cuando el diámetro de mazorca es una variable que responde al vigor genético de la especie, los resultados pueden ser atribuidos por una buena interacción genotipo-ambiente, ya que las plantas de cacao CCN51 han respondido de manera diferente a la aplicación de los tratamientos, de modo que, con una fertilización óptima a base de la incorporación de macro y micronutrientes, asociada al sistema de riego por goteo, se ha incrementado el vigor híbrido del cultivo, para absorber los nutrientes, especialmente en las etapas de floración y llenado de grano. De igual forma, la continuidad del sistema de riego por goteo ha permitido una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas de cacao, conforme lo destaca Cuenca *et al.,* (2019).

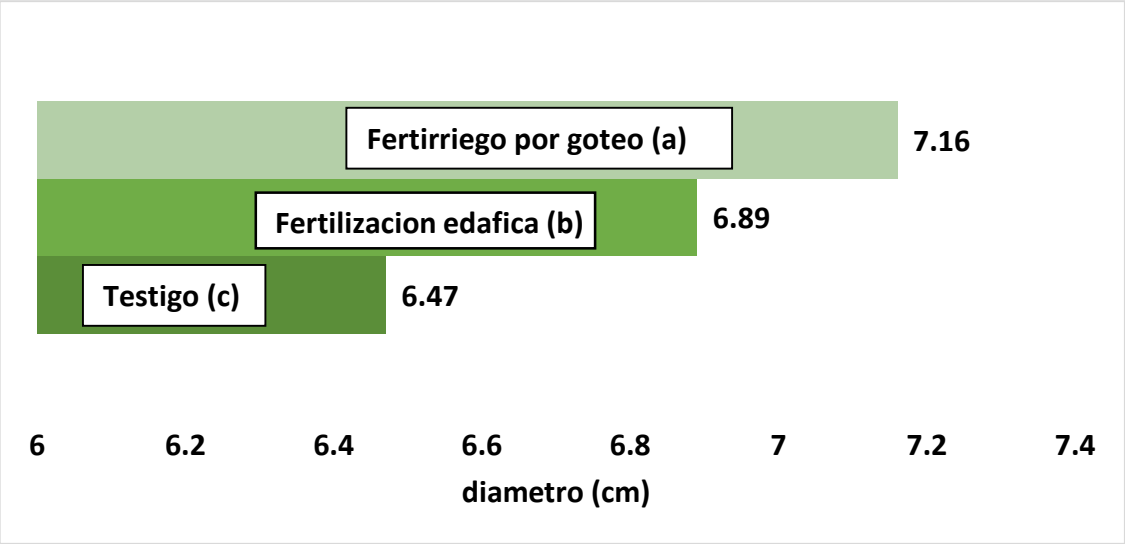


Figura 4. Diámetro de mazorca por tratamiento.

En relación con el diámetro de mazorca, Noreña (2019), presenta valores superiores cuando aplica diferentes abonos orgánicos sólidos y líquidos en una plantación de cacao de 8 años en Padre Abad, destacando compost a 4 Kg/planta con un diámetro promedio de 10.10 cm, seguido de cerca por los tratamientos compost a 6 Kg/planta y biol a 100 cc/planta con diámetros promedios de 9.92 y 9.77 cm, superiores al testigo absoluto que logró un diámetro promedio de mazorca de 8.55 cm.

4.4. NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA.

La variable número de granos por mazorca muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, al realizar el análisis de varianza, con un coeficiente de variabilidad de 3,85%, demostrando una buena homogeneidad de los resultados reportados en esta variable (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANOVA de granos por mazorca.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	9.58	3.19	2.35	0.17
Tratamientos	2	354.50	177.25	130.22	<0.001**
Error	6	8.16	1.36		
Total	11				

CV (%) = 3.85 R^2 = 0.97

Efectuada la prueba de Tukey (P<0.05), se logró determinar que con el tratamiento fertirriego por goteo, las mazorcas obtuvieron un peso promedio de 36.5 g, en cambio, el tratamiento a base de fertilización edáfica obtuvo 31.0 g de peso y ambos fueron superiores al testigo sin aplicación, cuyas mazorcas registraron un peso promedio de 23.2 g (Figura 4).

Esta respuesta diferente de los tratamientos probados se atribuye a la eficiencia de la fertilización ya sea con fertirriego o edáfica, respecto al testigo, pues ha permitido que los macro y micronutrientes procedentes de las fuentes puedan ser absorbidos por las raíces y formar los fotosintatos necesarios para conseguir un mayor número de granos por mazorca.

En esta evaluación, Noreña (2019) destaca el valor de 38.57 granos por mazorca obtenido por el tratamiento compost a 4 Kg/planta seguido de los tratamientos biol a 100 cc/planta, compost a 6 Kg/planta, guano de isla a 4 Kg/planta y biol a 50 cc/planta, los que registraron promedios de 38.15, 37.97, 37.55 y 37.32 granos por mazorca, respectivamente.

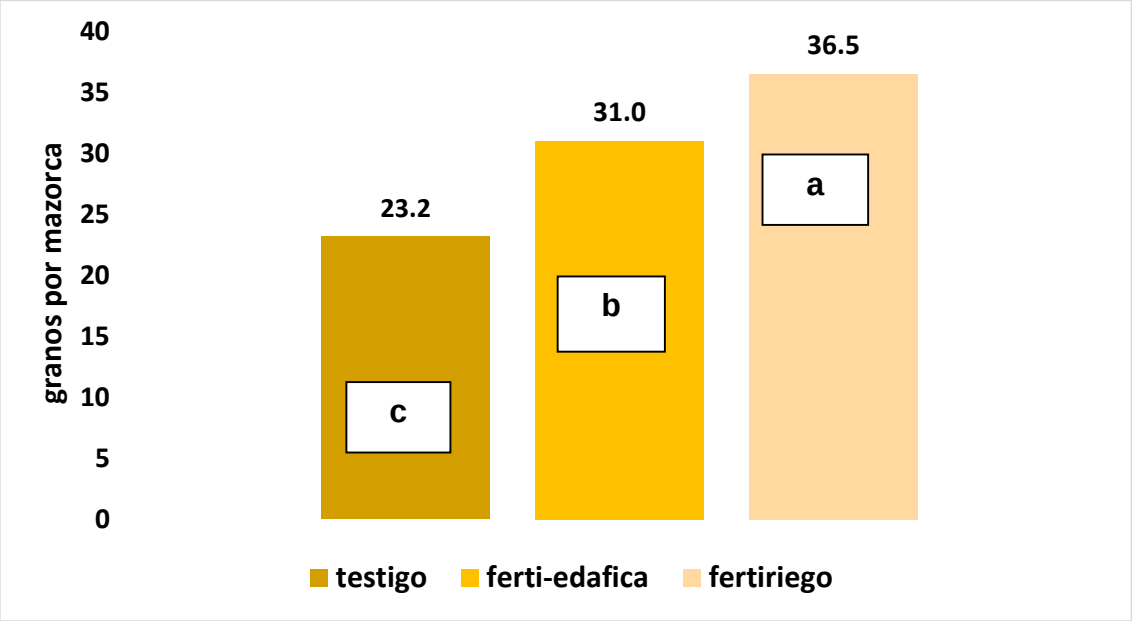


Figura 5. Número de granos por mazorca por tratamiento.

4.5. PESO DE 100 GRANOS.

Una característica importante para determinar el rendimiento potencial del cultivo, lo constituye el peso de 100 granos secos, y en esta variable, el análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variabilidad de 5.32%, lo cual demuestra que hubo una buena homogeneidad en los resultados encontrados (Cuadro 9).

Cuadro 9. ANOVA de peso de 100 granos.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	364.66	121.55	2.77	0.13
Tratamientos	2	5940.66	2970.33	67.68	<0.001**
Error	6	263.33	43.88		
Total	11				

CV (%) = 5.32 R^2 = 0.95

Al realizar la prueba de Tukey (P<0.05), se logró establecer que el tratamiento fertirriego por goteo obtuvo el mayor peso de 100 g por mazorca con un promedio de 155 g, superior a los tratamientos fertilización edáfica y al testigo sin aplicación, cuyos promedios en peso de 100 granos fueron de 112 y 105 g, respectivamente.

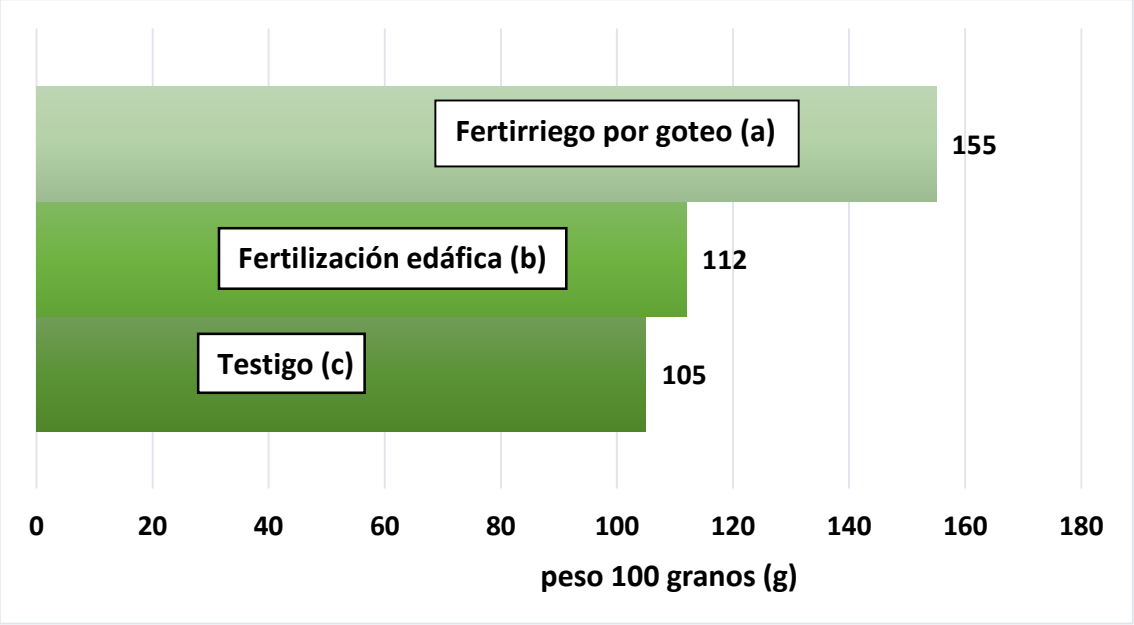


Figura 6. Peso de 100 granos por tratamiento.

Los resultados encontrados en esta variable pueden ser explicados además de la respuesta genética de la especie, a la intervención ambiental por la absorción de los nutrientes con la aplicación de la técnica de fertirriego, especialmente en la etapa de llenado de grano, donde es posible que, especialmente el catión potasio quien interviene con el transporte de solutos que le confieren el peso a los frutos como lo indican Kan y Kafkafi (2002); Moreno (2007), además de López *et al*., (2015) quienes confirman que el potasio es el que más absorbe el árbol de cacao seguido del nitrógeno, calcio y el magnesio.

4.6. RENDIMIENTO AJUSTADO POR HA.

Respecto al rendimiento ajustado por ha, se observa en el análisis de varianza, diferencias altamente significativas para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 8.24%, considerando muy buenos, por la homogeneidad de los resultados encontrados (Cuadro 10).

Cuadro 10. ANOVA de rendimiento por ha.

Fuente de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	220175.83	73391.94	4.54	0.05
Tratamientos	3	6802317.49	3401158.74	210.43	<0.001**
Error	9	96977.40	16162.90		
Total	15				

CV (%) = 8.24 R^2 = 0.98

Así, al efectuar la prueba de Tukey (P<0.05), se ha logrado establecer que con el tratamiento a base de fertirriego por goteo fue muy superior a los demás tratamientos con un rendimiento promedio de 2552.64 kg ha^{-1}, mientras que con fertilización edáfica se obtuvo 1329.71 kg ha^{-1} y con el testigo sin aplicación solo reporta en promedio, 645.68 kg ha^{-1} (Figura 6).

Los resultados alcanzados se atribuyen a una relación directa entre el tipo de fertilización y la etapa fenológica, pues se ha notado que una constante

contribución de macro y micronutrientes, especialmente en las fases de floración y fructificación, ha permitido a la planta expresar su mayor potencial genético.

Comparando los resultados con otra investigación realizada por Romero y Proaño (2015), se pudo determinar que con el riego por goteo utilizando el 80% de las láminas de riego programadas, se obtiene rendimientos más elevados (4400 kg/ha/año) frente al sistema por micro-aspersión (3700 kg/ha/año) sin la aplicación de fertilizantes en ambos casos.

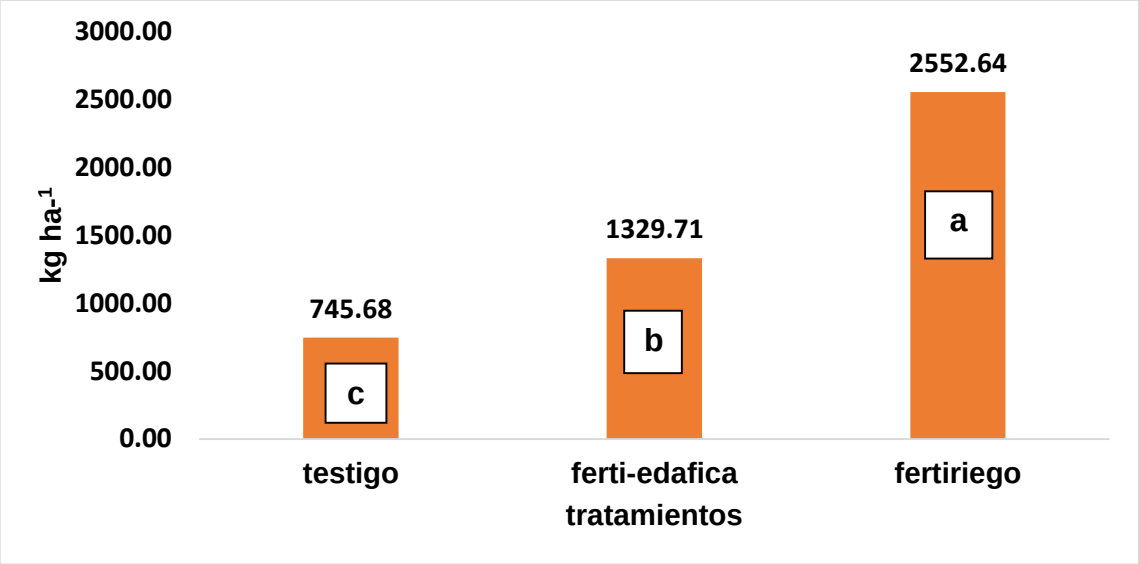


Figura 7. Rendimiento ajustado por ha por tratamiento.

De igual forma, se reportan superiores a los encontrados por Ruales (2011) quién probando el efecto de la fertilización con diferentes fuentes químicas y orgánicas, obtuvo un rango de 0.95 a 2.61 t/ha. A su vez, Gómez (2017) y Alvarado (2016) reportan promedios de 0.83 a 1.35 t/ha y 0.97 a 1.78 t/ha, respectivamente.

Sin embargo, nuestros resultados se muestran por debajo de 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 las aplicaciones de guano de isla a las dosis de 2 y 4 kg por planta, obtuvieron 3.40 y 3.42 t/ha de grano seco, respectivamente. Asimismo, dentro de un grupo de tratamientos que no son diferentes entre sí, se mencionan en un rango en el que se encuentran a biol a 50 cc/planta y compost a 4 kg/planta con

2.49 y 2.89 t/ha, respectivamente. El testigo solo obtuvo 1.16 t/ha de grano ubicándose en la última posición de los tratamientos evaluados.

4.7. ÍNDICE DE MAZORCA.

El índice de mazorca es la cantidad de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de cacao fermentado y seco. Para obtener los índices de semilla y frutos se aplicaron las siguientes ecuaciones:

- Índice de semilla = peso de 100 semillas/100.
- Índice de mazorca = 1000 g que forman un kg/ índice de semilla/número de semillas por fruto.

En base a los resultados anteriores se elaboró el cuadro 11.

Cuadro 11. Índice de semilla para obtención de índice de mazorca por tratamiento.

Tratamiento	Granos por mazorca	Peso de 100 granos	Índice de semilla
Fertirriego	36	156	1.56
Edáfica	31	113	1.13
testigo	23	105	1.05

Por lo tanto, el índice de mazorca por tratamiento fue:

- Fertirriego = 1000 g/1.56 /36 = 17.80
- Edáfica = 1000 g/1.13 / 31 = 28.54
- Testigo = 1000 g/1.05/ 23 = 41.10

Como se aprecia en el Cuadro 11, el índice de mazorca fue mejor en el tratamiento de fertirriego, con sólo 17.80 mazorcas para obtener un Kg de grano fermentado y seco, a comparación de los demás tratamientos, cuyo índice fue mayor.

Para esta evaluación, Perea *et al.,* (2013) establecieron un promedio cercano a 20 mazorcas por Kg para el clon CCN52, y se obtuvo un rango para este índice de 19 a 28 mazorcas para obtener un Kg de grano seco. Al respecto, Quintana *et al.,* (2009) señala que, para el CCN 51 se ha considerado un promedio de 15 mazorcas y en su investigación se obtuvo un intervalo de 14 a 17, a su vez para el ICS 60 un promedio de 13 mazorcas por su tamaño de grano y se presentó un intervalo de 12 a 17 mazorcas por Kg de grano seco.

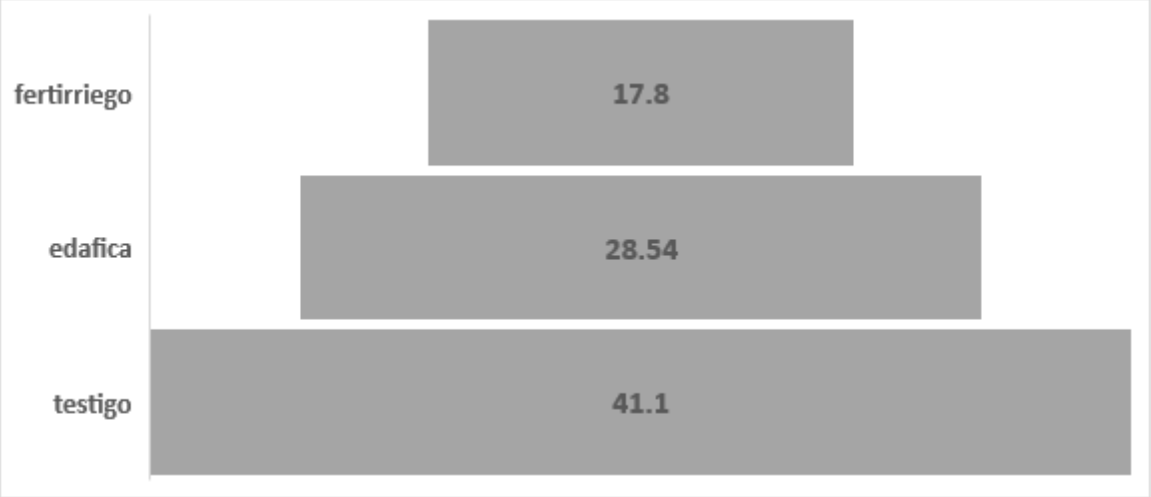


Figura 8. Índice de mazorca por tratamiento.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos de la investigación se concluye que:

1. La técnica de fertirriego por goteo respondió mejor en los resultados para las variables de rendimiento número de mazorcas por planta (35), longitud (22.10 cm) y diámetro de mazorca (7.16 cm), número de granos por mazorca (36.5) y peso de 100 granos secos (155 g) en comparación con los tratamientos fertilización edáfica y el testigo sin aplicación.

2. En relación al rendimiento ajustado por ha, el tratamiento a base de fertirriego por goteo registró el mejor valor con 2.55 t ha^{-1}, siendo superior a la fertilización edáfica con 1.32 t ha^{-1} y el testigo sin aplicar que solo logró 0.74 t ha^{-1}.

3. Se ha demostrado la validez de la aplicación de la técnica de fertirriego en plantas de cacao de 8 años de edad, en comparación con la aplicación de la fertilización edáfica.

VI. RECOMENDACIONES.

En función a los resultados encontrados, se recomienda:

1. Continuar con la evaluación de la técnica de fertirriego por lo menos en dos campañas más, con la finalidad de afianzar los resultados logrados en este ensayo.

2. Evaluar los indicadores económicos de la aplicación de la técnica de fertirriego, con el propósito de establecer la relación beneficio/costo, la recuperación de la inversión a través de la tasa interna de retorno.

3. Probar la técnica de fertirriego con la aplicación de abonos orgánicos que sean altamente solubles, de manera que puedan incidir favorablemente en los niveles de rendimiento y garantizar la producción orgánica del cultivo de cacao.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Almeida, A.; Valle, R. 2007. Ecophysiology of the cocoa tree. Braz. J. Plant Physiol. 19(4):425 - 448.

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

Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 2009. p. 250.

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.

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, p. Consultado en línea [22-04-2020] Disponible: https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/74862

Dirección Regional Sectorial de Agricultura Ucayali-DRAU. 2018. Informe final del proyecto Mejoramiento de capacidades técnico productivo del cacao-Ucayali. Pucallpa Perú. 186 p.

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 micro aspersión para el cultivo de cacao en el Congoma, Santo Domingo de los Tsáchilas. Disponible:http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8265/T-ESPE-002692.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INFOAGRO. 2007. El cultivo de cacao. Parte 1. En línea. [Consultado el 21 de enero del 2020]. Formato (PDF). Disponible: http//www.infoagro.com

León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Consultado en línea. Disponible:https://books.google.es/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA45&dq=linneo+alimento+de+los+dioses+cacao&hl=es&sa=X&ei=tvULU8jXGI-07Qbz0YGIAw&ved=0CEgQ6AEwBA#v=onepage&q=Theobroma%20cacao&f=false

Mesa Técnica Regional del Cacao San Martin. 2020. Acciones orientadas a la "reactivación" de la competitividad de la cadena de valor del cacao y chocolate en el departamento de San Martín. Tarapoto. San Martin. p. 4.

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.

Nakayama, L. 2010. Avaliação do estado nutricional das combinações híbridas de cacaueiro cultivado no Latossolo Amarelo Distrofico Típico. Agrotropica 22(1): 5–10.

Osei-Bonsu, K.; Opoku-Ameyaw, K.; Amoah, F.; Oppong, F. 2002. Cacao-coconut intercropping in Ghana: agronomic and economic perspectives. Agrof. Syst. 55:1 - 8.

Pachón, R.; Figueroa, J.; Chávarry. 2014. Evaluación de sistema de riego localizado en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) como estrategia de aumento en el departamento de Huila. Consultado en línea [22-04-20] Disponible: https://www.researchgate.net/publication/320217622

Puentes, Y.; Menjivar, A.; Gómez, F.; Aranzazu. 2014. Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. En Acta Agronómica. 63 (2) 2014, Pp.145-152.

Ramírez, V. 2007. Manual de riego por goteo. Tercera Edición: El riego por aspersión. Universidad de Puerto Rico- Recinto de Mayagüez.

Romero, J.; Proaño, J. 2015. Evaluación del efecto del riego por goteo y microaspersión en la productividad del cacao (*Theobroma cacao* L.)-CCN51 en un suelo *ustifluvent tipic* en la zona Chongon – Península de Santa Elena Provincia del Guayas Ecuador. Consultado en línea [22-04-20]. Disponible: http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/12.-Jorge-Romero.-Riego.pdf

Sabando, L.; Molina, R. 2013. Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao en la ESPAM-MFL. Tesis de grado. Universidad Politécnica Manabí. Consultado en línea [22-04-20] Disponible: http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/28

Solórzano, A. 2012. Diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión, en cacao en el campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Consultado en línea. Disponible:http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/19/1/Sol%C3%B2rzano%20Angulo%2C%20Ana%20Johana.pdf

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

Zazueta, P. 1992. Micro Irrigación. ICFA Internacional. México DF, México. Pp. 24-78.

VIII. ANEXO.

ANEXO 1.

RESPALDO DEL BALANCEO NUTRICIONAL PARA LA FASE BOTÓN FLORAL.

	00:29:18		Thursday	March	16	2017		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	UREA	25.6970	0.9800	25.1831	0	basic	0.9800	6.5215
2	FMA	39.0000	3.5500	138.4500	0	basic	3.5500	M
3	CIK	4.4860	1.3300	5.9664	0	basic	1.3300	2.8636
4	SULF MAGNESIO	15.9928	1.0500	16.7924	0	basic	1.0500	M
5	NITRATO CA	0.4167	1.6800	0.7000	0	basic	1.6800	M
6	SULF MANGANESO	1.1613	5.0000	5.8065	0	basic	5.0000	M
7	SULF ZINC	1.5652	8.0000	12.5217	0	basic	8.0000	M
8	SULF CU	1.4400	19.0000	27.3600	0	basic	19.0000	M
9	ACID BORICO	1.2353	4.2500	5.2500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	238.0300	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	N	16.5500	>=	16.5500	0	2.1304	4.7294	M
2	P2O5	23.7900	>=	23.7900	0	5.4006	0	83.8782
3	K2O	6.2100	>=	6.2100	0	2.2167	3.5184	M
4	MgO	2.5588	>=	1.8100	0.7488	0	-M	2.5588
5	CaO	0.1000	>=	0.1000	0	5.9481	0	24.0405
6	S	2.6200	>=	2.6200	0	4.3256	2.0116	4.2105
7	MnO	0.3600	>=	0.3600	0	16.1290	0	M
8	B	0.2100	>=	0.2100	0	25.0000	0	M
9	SO4CU	0.3600	=	0.3600	0	72.8855	0	1.2050
10	SO4ZN	0.3600	=	0.3600	0	31.3973	0	1.1374

ANEXO 2.

RESPALDO DEL BALANCEO NUTRICIONAL PARA LA FASE FLORACIÓN.

	00:33:59		Thursday	March	16	2017		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	UREA	45.7202	0.9800	44.8058	0	basic	0.9800	6.5215
2	FMA	29.0000	3.5500	102.9500	0	basic	3.5500	M
3	CIK	60.3688	1.3300	80.2904	0	basic	1.3300	2.8636
4	SULF MAGNESIO	19.3125	1.0500	20.2781	0	basic	1.0500	M
5	NITRATO CA	24.2083	1.6800	40.6700	0	basic	1.6800	M
6	SULF MANGANESO	2.2903	5.0000	11.4516	0	basic	5.0000	M
7	SULF ZINC	3.0870	8.0000	24.6957	0	basic	8.0000	M
8	SULF CU	2.8400	19.0000	53.9600	0	basic	19.0000	M
9	ACID BORICO	2.5294	4.2500	10.7500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	389.8516	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	N	27.3800	>=	27.3800	0	2.1304	6.3487	M
2	P2O5	17.6900	>=	17.6900	0	5.4006	0	124.5992
3	K2O	40.4700	>=	40.4700	0	2.2167	4.2487	M
4	MgO	3.0900	>=	3.0900	0	3.5146	2.2808	29.4327
5	CaO	5.8100	>=	5.8100	0	5.9481	0	48.4051
6	S	3.5775	>=	2.9200	0.6575	0	-M	3.5775
7	MnO	0.7100	>=	0.7100	0	16.1290	0	M
8	B	0.4300	>=	0.4300	0	25.0000	0	M
9	SO4CU	0.7100	=	0.7100	0	76.0000	0	M
10	SO4ZN	0.7100	=	0.7100	0	34.7826	0	M

ANEXO 3.

RESPALDO DEL BALANCEO NUTRICIONAL PARA LA FASE FRUCTIFICACIÓN.

	00:40:07		Thursday	March	16	2017		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	UREA	42.4789	0.9800	41.6293	0	basic	0.9800	6.5215
2	FMA	10.7705	3.5500	38.2352	0	basic	3.5500	M
3	CIK	77.2604	1.3300	102.7564	0	basic	1.3300	2.8636
4	SULF MAGNESIO	24.0625	1.0500	25.2656	0	basic	1.0500	M
5	NITRATO CA	21.8333	1.6800	36.6800	0	basic	1.6800	M
6	SULF MANGANESO	2.2903	5.0000	11.4516	0	basic	5.0000	M
7	SULF ZINC	3.0870	8.0000	24.6957	0	basic	8.0000	M
8	SULF CU	2.8400	19.0000	53.9600	0	basic	19.0000	M
9	ACID BORICO	2.5294	4.2500	10.7500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	345.4238	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	N	23.4200	>=	23.4200	0	2.1304	3.8797	M
2	P2O5	6.5700	>=	6.5700	0	5.4006	0	105.8998
3	K2O	51.6500	>=	51.6500	0	2.2167	5.2938	M
4	MgO	3.8500	>=	3.8500	0	3.5146	1.7270	37.5636
5	CaO	5.2400	>=	5.2400	0	5.9481	0	44.8153
6	S	4.1950	>=	2.4700	1.7250	0	-M	4.1950
7	MnO	0.7100	>=	0.7100	0	16.1290	0	M
8	B	0.4300	>=	0.4300	0	25.0000	0	M
9	SO4CU	0.7100	=	0.7100	0	76.0000	0	M
10	SO4ZN	0.7100	=	0.7100	0	34.7826	0	M

ANEXO 4.

RESPALDO DEL BALANCEO NUTRICIONAL PARA LA FASE MADURACIÓN.

	00:37:10		Thursday	March	16	2017		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c[j]	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c[j]	Allowable Max. c[j]
1	UREA	55.4125	0.9800	54.3043	0	basic	0.9800	6.5215
2	FMA	42.7213	3.5500	151.6606	0	basic	3.5500	M
3	CIK	36.3962	1.3300	48.4070	0	basic	1.3300	2.8636
4	SULF MAGNESIO	37.1011	1.0500	38.9562	0	basic	1.0500	M
5	NITRATO CA	0.8750	1.6800	1.4700	0	basic	1.6800	M
6	SULF MANGANESO	2.2903	5.0000	11.4516	0	basic	5.0000	M
7	SULF ZINC	3.0870	8.0000	24.6957	0	basic	8.0000	M
8	SULF CU	2.8400	19.0000	53.9600	0	basic	19.0000	M
9	ACID BORICO	2.5294	4.2500	10.7500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	395.6554	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	N	30.7200	>=	30.7200	0	2.1304	5.2302	M
2	P2O5	26.0600	>=	26.0600	0	5.4006	0	155.6329
3	K2O	30.0000	>=	30.0000	0	2.2167	8.1623	M
4	MgO	5.9362	>=	3.9400	1.9962	0	-M	5.9362
5	CaO	0.2100	>=	0.2100	0	5.9481	0	51.8348
6	S	5.8900	>=	5.8900	0	4.3256	4.2681	18.7941
7	MnO	0.7100	>=	0.7100	0	16.1290	0	M
8	B	0.4300	>=	0.4300	0	25.0000	0	M
9	SO4CU	0.7100	=	0.7100	0	72.8855	0	2.9626
10	SO4ZN	0.7100	=	0.7100	0	31.3973	0	2.7824

ANEXO 5.

RESULTADOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PARCELA CON FERTIRRIEGO CORRESPONDIENTE AL TRATAMIENTO 1.

PERÚ | Ministerio de Agricultura y Riego | Instituto Nacional de Innovación Agraria | Estación Experimental Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Jose Luis Fernando Oroche Vasquez	Fecha muestreo:	8/02/2018
Procedencia:	Caserio Milagros	Fecha Recepción	9/02/2018
Dirección Legal:	C.F.B. Km 83 - Von Humboldt	Fecha Resultado	15/02/2018
Solicitud Ingreso	SU00005EEAP-2018	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterizacion	Cultivo Anterior:	N/D
Código : 341	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)
0.25	0.25	29.52%	37.20%	33.28%	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	4.60	2.47	0.11	8.12	1.70	0.19	1.54	0.32	2.05

	Conductividad Electrica milimhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS	
		CICE	
Valor Calculado	0.06	(meq/100 g)	% de Saturación de Al
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	3.75	45.31%

	RELACIONES ENTRE CATIONES			
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	4.81	1.70	8.15	9.84

L. Yanqui

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

ANEXO 6.

RESULTADOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA PARCELA CON FERTILIZACIÓN EDÁFICA CORRESPONDIENTE AL TRATAMIENTO T2.

PERÚ | Ministerio de Agricultura y Riego | Instituto Nacional de Innovación Agraria | Estación Experimental Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Jose Luis Fernando Oroche Vasquez	Fecha muestreo:	8/02/2018
Procedencia:	Caserio Milagros	Fecha Recepción	9/02/2018
Dirección Legal:	C.F.B. Km 83 - Von Humboldt	Fecha Resultado	15/02/2018
Solicitud Ingreso	SU00005EEAP-2018	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterizacion	Cultivo Anterior:	N/D
Código : 342	M-2	Cultivo a Instalar	N/D
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del cultivo:	N/D

Profundidad Suelo (m.)	ANALISIS TEXTURAL					
	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (gr/cm3)
0.25	0-25	33.52%	35.20%	31.28%	Franco Arcilloso	1.31

	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	4.69	2.51	0.11	7.10	1.50	0.20	1.48	0.45	2.13

	Conductividad Electrica milimhos/cm a 25ºC	OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS	
		CICE (meq/100 g)	% de Saturación de Al
Valor Calculado	0.10	3.63	41.30%
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		

	RELACIONES ENTRE CATIONES			
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	3.26	2.24	7.31	9.55

L. Yanqui

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
CC : Nelson & Sommers
P : Olsen Modificado
Ca, Mg : Extrac. KCL
K, P : Extrac. NaHCO3-EDTA-SUPERFLOC
K, Ca, Mg : Absorción Atómica
D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

Estación Experimental Agraria Pucallpa - Lab. de Análisis de Suelos y Tejidos Vegetales - INIA - Pucallpa - Perú

Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

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

ANEXO 7.

PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura 9A. Disposición de los laterales de riego.

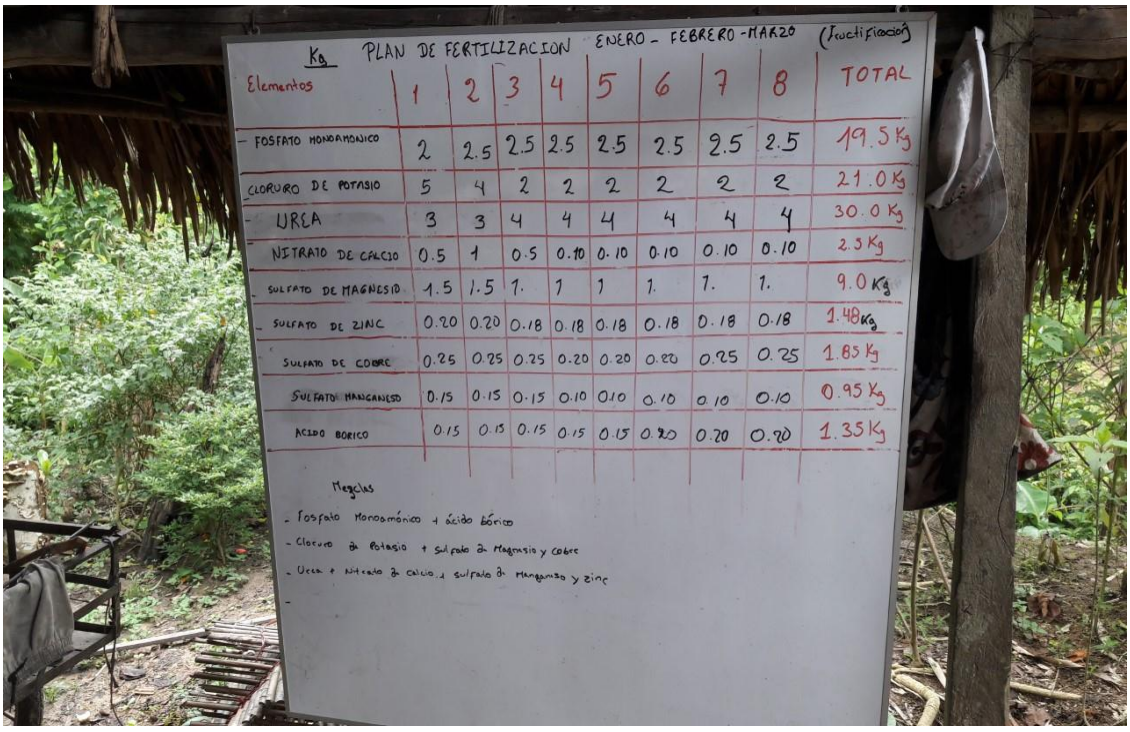


Figura 10A. Plan semanal de aplicación de los fertilizantes en fertirriego.



Figura 11A. Sistema en pleno funcionamiento del productor.



Figura 12A. Preparación del sistema de fertirriego.



Figura 13A. Revisión del sistema de riego verificando que los goteros funcionen correctamente.



Figura 14A. Aplicación de una de las mezclas en este caso fue de Cloruro de Potasio + Sulfato de Magnesio y Sulfato de Cobre.



Figura 15A. Diferentes mezclas utilizadas en el sistema de fertirriego.



Figura 16A. Evaluación de las muestras tanto de fertirriego, aplicación edáfica y testigo.



Figura 17A. Aplicación del tratamiento 2, aplicación edáfica.



Figura 18A. Realizando la evaluación correspondiente a la parcela con el tratamiento 2, fertilización edáfica.



Figura 19A. Realizando evaluación a la parcela testigo.



Figura 20A. Realizando evaluación de la parcela con fertirriego.