

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA



Tesis

Efecto de tres tipos de bioles en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en suelos de restinga de la región de Ucayali

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

PRESENTADO POR:

BACH. GERSON MANUEL SOREGUI MORI

YARINACocha – PERÚ

2017

A Dios; quien me dio la vida para hacer el bien y dejar este mundo mejor de que lo encontré.

A mi abuela, Esther Murga Lima, a mi madre Nitza Gilda Mori Murga y a la persona especial en mi vida mí esposa Aly Máxima Espinoza Chuquizuta por su incondicional apoyo para el logro de esta ansiada meta.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, en especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroforestal Acuícola, por su aporte en mi formación profesional.
- Al Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana IIAP – Ucayali, por el apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad – INNÓVATE PERÚ, por el apoyo económico para la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A la Ingeniera Ena Vilma Velazco Castro, asesora de la tesis, por su dedicación y paciencia y acertados consejos.
- A los Ingenieros Mario Pinedo Panduro, Carlos Abanto Rodríguez y Teresinha De Albuquerque, quienes siempre me orientaron y guiaron en la ejecución del trabajo de investigación.
- Al señor Adolfo Bardales y familia, por haberme cedido un área de su plantación de camu-camu para ejecutar la tesis.
- Al señor José Miguel Soberon Tuanama por haberme acompañado desde el momento de la instalación y ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los Ingenieros, Nadia Masaya Panduro Tenazoa, José Gerardo Sánchez Choy Sánchez, Juan Pérez Marín, por la observación, sugerencias y revisión del presente.

ÍNDICE

	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISION DE LITERATURA.....	03
2.1. Antecedentes del problema.....	03
2.2. Bases teóricas.....	05
2.2.1. Aspectos generales del cultivo de camu-camu.....	05
2.2.2. Origen y distribución geográfica.....	06
2.2.3. Aspectos ecológicos y edafoclimaticos del camu-camu.....	06
a) Clima donde se desarrolla el camu camu.....	06
b) Suelos.....	06
2.2.4. Taxonomía de la planta del camu-camu.....	07
a) Morfología del camu-camu.....	07
b) Fenología reproductiva del camu-camu.....	08
2.2.5. Cosecha del camu-camu.....	09
2.2.6. Importancia del camu-camu.....	10
2.3. Nutrición de plantas.....	10
2.3.1. Bases teóricas de la nutrición de la planta.....	10
2.3.2. Traslocación de nutrientes	11
2.3.3. Sales y compuestos orgánicos.....	12
2.3.4. Importancia agronómica de la fertilización foliar.....	12
2.4. Aspectos generales de los bioles.....	13
2.4.1 Bioles.....	13
2.4.2 Clases de bioles.....	13
2.4.3 Usos de biol.....	14
2.4.4 Importancia del biol.....	15
III. MÉTODOS.....	17
3.1. Ubicación del experimento.....	17
3.2. Fases de la investigación.....	17
3.3. Evaluación de las variables.....	20
3.3.1 Aspectos vegetativos.....	20
3.3.2 Aspectos productivos.....	21
3.3.3 Macronutrientes de los bioles.....	22
3.4. Diseño experimental.....	23
3.4.1 Variables.....	24
3.4.2 Población y muestra.....	25

3.4.3 Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.4.4 Análisis y procesamiento de datos.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26
4.1. Efecto de los bioles Vacaza, Gallinaza y Guano de isla en el vigor de las plantas de camu-camu en un entisol de Ucayali.....	26
a) Número de brotes foliares.....	26
4.2. Efecto de los bioles Vacaza, Gallinaza y Guano de isla en la productividad de las plantas de camu-camu en un entisol de Ucayali.....	28
a) Número de botones florales.....	28
b) Número de frutos de cosecha de camu-camu.....	30
c) Rendimiento de plantas de camu-camu en t ha ⁻¹	33
4.3. Contenido de nutrientes de los bioles de Vacaza, Gallinaza y Guano de isla.....	35
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	38
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	39
VIII. ANEXO.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

En el texto	Página
1. Factores de variabilidad del estudio.....	23
2. Diseño factorial en bloques al azar tabla de ANOVA.....	23
3. Variables del estudio	24
4. Factores y niveles en estudio.....	24
5. Interacción y tratamiento.....	24
6. Análisis de varianza de la variable número de brote foliar en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes dosis y tipo de biol	26
7. Análisis de varianza de la variable número de botón floral en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol.....	28
8. Análisis de varianza para la variable número de frutos de cosecha en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol.....	30
9. Análisis de varianza para la variable rendimiento de plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol	33
10. Prueba de chi-cuadrado para el análisis de nutrientes de los biofertilizantes	35

En el anexo	Página
11. Análisis de Vitamina C.....	51
12. Prueba de chi-cuadrado.....	52
13. Análisis físico-químico de cada biol preparado.....	53
14. Análisis de suelos.....	54
15. Base de datos de las variables tomadas en campo	55
16. Etapas de aplicación del biol	63
17. Guía general para el criterio de rangos: niveles críticos (deficiencia), de suficiencia, y tóxicos de los nutrientes vegetales.....	64
18. Prueba de normalidad para las variables evaluadas.....	65
19. Prueba de homogeneidad de varianza.....	66
20. Medias marginales para número de brotes.....	67
21. Medias marginales para número de botón floral.....	68
22. Medias marginales para número de frutos por planta.....	69
23. Medias marginales para rendimiento de fruto en t ha ⁻¹	70

LISTA DE FIGURAS

En el texto	Página.
1. Estados de la fenología reproductiva del camu-camu.....	09
2. Ubicación de la parcela experimental en el caserío Pucallpillo del distrito de Manantay, Ucayali, Perú.....	17
3. Elaboración de biofertilizantes vacaza, gallinaza y guano de isla; a. Acondicionamiento y construcción del lugar para los biodigestores; b. Construcción biodigestores; c. Instalación de biodigestores; d. Preparación de bioles.....	18
4. Reconocimiento del lugar, labores culturales y aplicación de biofertilizantes.....	20
5. a. Evaluación de brotes foliares; b. Evaluación de botones florales; c. Evaluación de flores; d. Evaluación de frutos; e. Cosecha de frutos; f. Medición de frutos; g. Selección de muestras para análisis de vitamina C.....	22
6. Número de botones florales en plantas de camu-camu por efecto del tipo y diferentes concentraciones de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI)...	27
7. Interacción biol por concentración para la variable botón floral.....	29
8. Interacción tipo de biol por concentración de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI), para la variable número de frutos de cosecha.....	32
9. Interacción del tipo de biol por concentración de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI), para la variable rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$).....	33
En el anexo	Página
10. Test de normalidad para números de brotes.....	57
11. Test de normalidad para números de botón floral.....	58
12. Test de normalidad para números de frutos.....	59
13. Test de normalidad para rendimiento.....	60
14. Mapa de ubicación geográfica donde se desarrolló el estudio.....	61
15. Distribución de la parcela.....	62

RESUMEN

El estudio se desarrolló en una plantación de camu camu, ubicado en una parcela del caserío Pucallpillo, localizado en las coordenadas 18L UTM 554397 E y 9065847 N, con una altitud de 154 msnm. correspondiente unidad fisiográfica de terraza baja inundable. Con el objetivo de determinar el efecto de tres tipos de bioles en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu. Bajo un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de 3A x 5B y los tratamientos se distribuyeron como tipos de bioles (Factor A: Tipo de biol: a1) Biol vacaza; a2) Biol gallinaza; a3) Biol Guano de isla) y diferentes concentraciones (Factor B: concentración de biol con cinco niveles: b1) 0%; b2) 2%; b3) 4%; b4) 6%; b5) 8%), haciendo un total de 15 tratamientos con 3 bloques y teniendo 45 unidades experimentales; se utilizó la estadística descriptiva para la tendencia central de las variables, los datos de número de brotes, botón floral y frutos, fueron sometidos a análisis de varianza para determinar diferencias entre los tratamientos. Los resultados para número de brotes foliares indican que el tratamiento biol guano de isla al 4% fue significativo y cuenta con un promedio de 1537,66 brotes, siendo superior a los otros tratamientos; también el tipo de biol vacaza obtuvo mejores resultados para el número de botones florales, número de fruto y rendimiento con promedios 4759 botones florales, 3135,33 frutos y 27,67 t ha⁻¹ respectivamente.

Palabras clave: Camu-camu, *Myrciaria dubia* (HBK), vigor, aspectos productivos, biol.

ABSTRACT

The study was developed in a camu camu plantation, located in a plot of the Pucallpillo farmhouse, located at the coordinates 18L UTM 554397 E and 9065847 N, with an altitude of 154 masl. corresponding physiographic unit of low flood terrace. In order to determine the effect of three types of bioles on the vigor and productive aspects of camu-camu plants. Under a completely randomized block design in factorial arrangement of 3A x 5B and the treatments were distributed as types of bioles (Factor A: Type of biol: a1) Biol vacaza; a2) Biol chicken manure; a3) Island Guano Biol) and different concentrations (Factor B: biol concentration with five levels: b1) 0%; b2) 2%; b3) 4%; b4) 6%; b5) 8%), making a total of 15 treatments with 3 blocks and having 45 experimental units; the descriptive statistics was used for the central tendency of the variables, the data of number of buds, floral bud and fruits, were subjected to analysis of variance to determine differences between the treatments. The results for number of leaf buds indicate that the island biol guano treatment at 4% was significant and has an average of 1537.66 shoots, being superior to the other treatments; also the type of biol vacaza obtained better results for the number of flower buds, number of fruit and yield with averages 4759 flower buds, 3135,33 fruits and 27.67 t ha⁻¹ respectively.

Key words: Camu-camu, *Myrciaria dubia* (HBK), vigor, productive aspects, biol.

I. INTRODUCCIÓN

Científicamente está demostrado que los seres humanos no son capaces de sintetizar vitamina C en el organismo, por lo tanto, es necesario que sea ingerida de fuentes externas. En ese sentido, hombres y mujeres de todo mundo, están buscando nuevos productos naturales que tengan altas concentraciones de Vitamina C. De acuerdo a lo señalado la fruticultura amazónica se presenta como una alternativa, porque posee una gran riqueza de frutales nativos que considerados actualmente como alimentos funcionales. (Grogio, 2013)

Uno de estos frutales es el camu-camu, el cual se destaca por ser una fuente importante de antioxidantes, debido a su alta concentración de ácido ascórbico (AA), conteniendo hasta 3,079 mg de AA /100g de pulpa (Abanto *et al.* 2011; Pinedo *et al.* 2010). Debido a sus características nutricionales, el cultivo está en plena expansión en los países de Perú, Brasil y Bolivia. En relación a Perú, actualmente es el mayor productor con una producción aproximada de 3,500 toneladas de fruto por año (DRAU, 2016; Pinedo, 2017). Además, es el primer exportador mundial, siendo que los principales compradores son: Japón, Italia y Estados Unidos, con participación en el mercado de 43,99%, 22,19 y 12,11 % respectivamente; a su vez, los productos más exportados son polvo, pulpa, extracto y capsulas (Sunat, 2014-2016). Por todo esto, el cultivo de camu-camu en la actualidad es considerado como la primera especie nativa de importancia económica y ecológica que se desarrolla en las riberas de los ecosistemas inundables de la Amazonía Peruana (Pinedo *et al.* 2010).

Sin embargo, en los últimos años la producción de frutos ha sido afectada considerablemente debido a la disminución de la fertilidad natural de los suelos, causado principalmente por la variación de los niveles de inundación en las diferentes zonas de cultivo. Según los últimos análisis de suelo, muestran que existe deficiencia de algunos macro y micronutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, boro y manganeso (Abanto *et al.* 2016).

En tal sentido para recuperar y elevar los niveles de producción, urge desarrollar tecnologías de manejo agronómico. Una de estas tecnologías es el uso de técnicas de fertilización orgánica que consiste en la incorporación y-o aplicación al suelo y a las plantas compuestos orgánicos elaborados a partir de residuos de origen vegetal y animal en diferentes fases de descomposición, humificación y mineralización (Zouza y Alcântara, 2007).

Dentro de los compuestos orgánicos, el biol se destaca por ser un biofertilizante líquido, que se presenta como una alternativa viable para el hombre del campo, puesto que aporta muchos nutrientes esenciales para las plantas, la forma de obtención es simple y barata; basta fermentar estiércol fresco y orina provenientes de animales rumiantes (bovinos,

caprinos u ovinos) y de aves como de gallina de postura en sistema aeróbico y anaeróbico. El biol puede ser utilizado de diversas maneras, siendo que, el método más eficiente es la aplicación de pulverizaciones foliares, las cuales promueven un efecto más rápido (Medeiros y López 2006).

De otro lado investigadores como Espejo (2007) trabajando con aplicación de diferentes tipos de bioles en plantas de camu-camu de nueve años de edad ubicadas en suelos inundables y sembradas a una densidad de $4 \times 2,5$ (1000 planta ha^{-1}), determinó que los tratamientos biol ovinaza y vacaza fueron los que presentaron mejores resultados logrando más de 15 t ha^{-1} . De modo similar Pinto (2011) trabajando con fertilización orgánica y mineral determinó que los tratamientos que recibieron torta de filtro (impurezas retiradas durante los procesos de floculación, decantación y filtrado de caña de azúcar) y un producto compuesto de cascara de semillas de guaraná, torta de filtro y ceniza de bagazo de caña de azúcar, aplicados cada cuatro meses fueron los que proporcionaron mayor aumento en la producción de fruto, por otro lado cuando adicionaron fertilizante mineral fue perjudicial en la producción.

Como se observa, son reducidos los trabajos en fertilización orgánica. En ese sentido urge la necesidad de generar e innovar tecnologías de fertilización orgánica, para ofrecer productos más saludables, encontrar nuevos nichos de mercado, evitar el empleo de agentes que contaminen el ecosistema agrícola, mantener el equilibrio entre la agricultura y los bosques y preservar del medio ambiente para satisfacer a las generaciones futuras. En ese contexto se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto del tipo y proporciones de biol en el vigor y aspectos productivos de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpillo.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los bioles vacaza, gallinaza y guano de isla en el vigor de las plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpillo.
2. Evaluar el efecto de los bioles vacaza, gallinaza y guano de isla en la fase productiva de plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpillo.
3. Determinar el contenido de macro y micronutrientes en los bioles de vacaza, gallinaza y guano de isla.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del problema

Se presenta a continuación la revisión de literatura referente a los antecedentes de la investigación:

Pérez (2009) realizó una investigación en biol aplicado a la planta de camu-camu con el objetivo de determinar el efecto de bioles en la producción de frutos del cultivo de camu-camu y efectuar el análisis económico; indicando que el biol ovinaza con una proporción de 12% tuvo mejores resultados en las variables de rendimiento y en peso de frutos/planta, con 15,4 t/ha y 15,4 kg/planta, respectivamente.

Gárate y Paifa (2013), evaluaron el efecto del abonamiento orgánico en el incremento del rendimiento de camu-camu (*Myrciaria dubia*) en suelos aluviales. Los tratamientos que se evaluaron fueron: testigo, guano de isla en concentraciones de 0,5; 1 y 2 Kg/planta, compost de cerveza en concentración de 2 y 4 Kg/planta, humus de lombriz en concentraciones de 1 y 2 Kg/planta. Determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, bajo el tratamiento de guano de isla el número de frutos cuajados se incrementa conforme se aumenta la dosis de abono.

Rengifo (2004), determinó la respuesta a la fertilización inorgánica con N, P_2O_5 y K_2O en el cultivo de camu-camu en un suelo ultisol, con el fin de incrementar la producción y la productividad. Los niveles estudiados fueron de 0,80 y 160 Kg/ha para N y K_2O , y de 0 y 60 Kg/ha para P_2O_5 . Los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio para cada una de las variables evaluadas; teniendo como conclusión que el cultivo de camu-camu no muestra respuesta alguna a la fertilización inorgánica con N, P_2O_5 y K_2O , debido a la alta variabilidad genética del cultivo y a la baja calidad del suelo.

Navarro (2004), determinó la fertilidad floral en diferentes edades de desarrollo productivo del cultivo de camu-camu. Evaluaron plantas injertadas de 6 meses, 2 y 3 años de edad de trasplante; cuyas variables medidas fueron las siguientes: número de botones florales, número de flores emitidas, número de frutos inmaduros, número de frutos a la cosecha, rendimiento de fruto por planta. A través de los resultados se llegó a concluir que las plantas con 3 años de edad de trasplante presentan una mejor fertilidad floral, debido a que son plantas consolidadas fisiológicamente y por ende responden favorablemente a los

factores; climáticos (precipitación) y suelo (humedad y fertilidad). Los niveles a los que estuvieron sujetos las plantas en experimentación fueron de 1,2 y 3 Kg de gallinaza por planta, y de 1,2 y 3 Kg de humus por planta, en los cuales no hallaron diferencia significativa no siendo un factor determinante la fertilidad en este estudio.

Escudero (2004), determinó la fuente y dosis de abonamiento orgánico adecuado para el crecimiento y desarrollo del cultivo de camu-camu en un ultisols, con el fin de incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas al momento del trasplante a campo definitivo hasta los 360 días después del trasplante. Los niveles estudiados fueron de 1,2 y 3 Kg de gallinaza por planta, y de 1,2 y 3 Kg de humus por planta. Los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Finalmente, determinó que la fuente orgánica de humus de lombriz con la dosis de 3 Kg/planta favoreció a una mejor expresión para todas las características evaluadas en el crecimiento y desarrollo de la planta de camu-camu en el primer año de su instalación.

Pilco (2003), determinó el efecto de dos fuentes de abono orgánico y sus interacciones en la producción del cultivo de cam- camu. Se evaluaron plantas injertadas de dos años edad; las variables en estudio fueron altura de planta, diámetro de copa, diámetro de tallo, número de ramas, número y peso de frutos por hectárea, tomando la evaluación cada tres meses a partir del abonamiento. En lo que respecta al crecimiento fisiológico de la planta como: altura de planta, diámetro de copa, diámetro de tallo y número de ramas se obtuvo una buena respuesta de los tratamientos: T7 (2 Kg de estiércol de gallina y 4 Kg de humus de lombriz), T12 (4 Kg de estiércol de gallina y 6 Kg de humus de lombriz), T11 (4 Kg de estiércol de gallina y 4 Kg de humus de lombriz), T5 (2 Kg de estiércol de gallina y 0 kg de humus de lombriz) y T10 (4 Kg de estiércol de gallina y 2 Kg de humus de lombriz). Con respecto a los frutos se determinó que el mayor número y peso de frutos se obtuvo con los tratamientos: T11 con 63000 y 86000 frutos/ha; T4 (0 Kg de estiércol de gallina y 6 Kg de humus de lombriz) con 55000 y 84000 frutos/ha. Y con rendimientos de 1,5 a 2,0 tn/ha con los tratamientos T11, T7, T8, T5 correspondientes a las campañas 2001 - 2002.

Pinedo *et al.* (2011), llevaron a cabo un ensayo de abonamiento en parcela inundable con plantas de camu-camu de 9 años. Los tratamientos aplicados fueron: T1 (Abonamiento con sedimento fluvial antiguo en plantas defoliadas), T2 (Abonamiento con sedimento fluvial reciente en plantas defoliadas), T3 (Abonamiento con gallinaza de postura en plantas defoliadas), T4 (Sin Abonamiento en plantas defoliadas) y T5 (Sin abonamiento y sin defoliación). El rendimiento de fruta promedio fue de 4,42 kg/planta, con un rango de 0 – 33,42 kg/planta. Hecho el análisis se detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos.

El tratamiento T4 fue superior con un rendimiento promedio de 7,58 kg/planta. Este tratamiento mostró un mínimo de 0,33 y un máximo de 33,43 kg/planta. Los tratamientos T1; T2 y T3 mostraron un rendimiento promedio de 3,85; 4,93 y 5,59 kg/planta mientras que el testigo rindió apenas 0,15 kg/planta.

Romero (2003), evaluó la aplicación de niveles de nitrógeno en el rendimiento de camu-camu (*Myrciaria dubia*) en un entisol en Pucallpa. Los tratamientos que se evaluaron fueron cinco niveles de nitrógeno (0–10-20-30-40) en el primer año y (0–20-40-60-80) en el segundo año. Se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para cada año de evaluación. Sin embargo, se pudo observar una respuesta ascendente de las plantas conforme los niveles de nitrógeno aplicados se van incrementando hasta el nivel de 60 kg/ha.

Riva y Gonzáles (1999) manifiestan que por la fertilidad natural que presentan los suelos entisols, la aplicación de abono orgánico a la siembra es opcional, mientras que para el abonamiento con NPK, se puede usar niveles de 80- 60-80 totalizando 220 Kg/ha/año, con aplicaciones fraccionadas.

Vázquez, A. (2000), afirma que en ultisols, los experimentos con fertilización mineral tampoco tuvieron respuestas significativas, al menos para plantas francas; en el caso de nitrógeno los niveles aplicados fueron 0,80; 160 y 240 Kg/ha-año, fraccionado en tres partes sin presentar diferencias significativas en la producción. Para la fertilización potásica se aplicó los mismos niveles de K₂O sin presentar diferencias significativas en la producción de dos cosechas sucesivas. Para la fertilización fosforada se ha utilizado niveles de 0,80; 160 y 240 Kg P₂O₅ /ha-año, donde el camu-camu respondió mejor en la primera cosecha.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aspectos generales del cultivo de camu-camu

El camu-camu es una planta que pertenece a la familia de las Myrtaceae (Picon y Acosta 2000), es originaria de la Amazonía, es apreciado por su alto contenido de ácido ascórbico natural 1900 a 5900 mg/100g de pulpa (Oliva y Pie 2011) equivalente a 1.5 veces más que la acerola y 60 veces más que el jugo de naranja, característica que le hace apreciable para la agroindustria y la exportación por ser un producto nutraceutico. Su habitat natural lo constituyen las zonas inundables de los ríos Ucayali y Amazonas, ubicándose los mayores rodales de camu-camu arbustivo entre las localidades de Requena y el estrecho en Loreto (Villachica 1996).

2.2.2. Origen y distribución geográfica

Villachica (1996) menciona que el camu-camu crece de manera natural en las orillas de los ríos, cochas y cursos menores de agua en la Amazonía. Su distribución natural indica que la mayor concentración de poblaciones y de diversidad se encuentra en la Amazonía peruana, a lo largo de los ríos Ucayali y Amazonas y sus afluentes, en el sector ubicado entre las localidades de Pucallpa (sobre el río Ucayali) y Pevás (sobre el río Amazonas).

2.2.3. Aspectos ecológicos y edafoclimáticos del camu-camu

Las condiciones ecológicas en la Amazonía ofrecen un gran potencial para el desarrollo del camu-camu, especialmente en la zona de vida "Bosque Húmedo Tropical" - BHT, predominante en la Amazonía Peruana; en áreas con suelos inundables, que presentan niveles nutritivos adecuados para sustentar el sistema, aún en el largo plazo y probablemente sin reposición artificial de nutrientes; en los suelos inundables de aguas blancas y especialmente en el piso de restinga baja, en el cual las características químicas y físicas son aparentes para el cultivo propuesto (Pinedo *et al.* 2001).

a) Clima donde se desarrolla el camu-camu

La especie se desarrolla en ambientes con temperaturas mínimas de 22°C, máxima de 32°C y con un promedio de 26°C. Niveles relativamente altos de precipitación de 2500 a 4000 mm/año, son satisfactorios para cubrir los requerimientos de agua de la especie, aun cuando, por su estrecha cercanía a las fuentes de agua, se puede asegurar que la mayor parte de sus requerimientos son suministrados por el sustrato donde se desarrolla. La altitud deseable para el cultivo en zonas inundables tiende a ser baja; en el departamento de Loreto, es de aproximadamente 100 msnm. En general, se consideran adecuados niveles altitudinales, los inferiores a 300 msnm. No se tienen referencias de su comportamiento en mayores altitudes. En Pucallpa, en las plantaciones establecidas en tierra firme no inundable, en los meses de menor precipitación o veranos prolongados, la planta llega a presentar marchitez. En este caso, la plantación demanda mayores costos e insumos, inclusive mayor frecuencia de riego (Pinedo *et al.* 2001).

b) Suelos

La especie es nativa de las zonas inundables y por lo tanto está adaptada a los suelos con inundación temporal. Actualmente se adapta a los suelos con buen drenaje y regímenes hídricos con sequías de hasta dos meses (Riva y Gonzales 1997).

Villachica (1996) menciona que actualmente, las áreas cultivadas están concentradas en la zona de Pucallpa, en suelos aluviales inundables, en suelos no inundables con drenaje deficiente y en suelos bien drenados. Su adaptación a estos tipos de suelos es bastante buena. El nivel de agua sobre el suelo tiene influencia en la floración y fructificación. En zonas inundables se produce una sola floración, mientras en condiciones normales de secano la floración se presenta dos veces al año.

2.2.4. Taxonomía de la planta del camu-camu

Según Pinedo *et al.* (2001) inicialmente fue identificada, en 1958 por Mc Vaugh como *Myrciaria paraensis* Berg; posteriormente, fue cambiada en 1963, por *Myrciaria dubia* H.B.K. (Mc Vaugh) perteneciente al:

Reino: Plantae

División: Fanerógama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledonea

Sub-clase: Eleuteropétalas

Sección: Calciflora

Orden: Myrtifloriaea

Familia: Myrtaceae

Género: *Myrciaria*

Especie: *dubia*.

Nombre científico: *Myrciaria dubia* H.B.K. (Mc Vaugh)

a) Morfología del camu-camu

El camu-camu es un arbusto que alcanza hasta 5 m de altura; ramifica desde la base formando varios tallos secundarios que a su vez ramifican en forma de vaso abierto. El tallo y las ramas son glabros, cilíndricos, lisos, de color marrón claro o rojizo y con corteza que se desprende de forma natural (Riva y González, 1997).

Según Riva y González (1997) la raíz de camu-camu es profunda y con muchos pelos absorbentes. La hoja es aovada elíptica hasta lanceolada; la longitud varía entre 4,5 y 12,0 cm y el ancho entre 1,5 y 4,5 cm; ápice muy puntiagudo y base redondeada, a menudo algo asimétrica; tienen el borde liso y las nervaduras muy tenues, un poco sobresalientes por el envés, prolongándose en todo el borde de la hoja, con 18 a 20 pares de nervaduras laterales. El peciolo es cilíndrico con 5 a 9 mm de longitud y 1 a 2 mm de diámetro. La inflorescencia es

axilar con varias de ellas emergiendo del mismo punto, hasta un mm encima de la base del peciolo. El fruto es globoso de superficie lisa y brillante, de color rojo oscuro, hasta negro púrpura al madurar; puede tener 2 a 4 cm de diámetro; con una a cuatro semillas por fruto, siendo lo más común dos a tres semillas. Peso promedio alrededor de 8,4 g por fruto. El peso de 1000 semillas secas está entre 650 y 760 g, mientras que cuando solamente han sido escurridas y oreadas a la sombra pesan entre 1000 y 1250 g/1000 semillas

b) Fenología reproductiva del camu-camu

El estado de floración abarca 4 fases y dura 15 días, mientras que el estado de fructificación ha sido dividido en 8 fases de una duración de 62 días (Inga *et al.* 2001) tal como se muestra en la figura 01.

Estado I: El desarrollo de la flor involucra cuatro fases:

- Fase 1. Desde la aparición de la yema floral y los siete días subsiguientes.
- Fase 2. La yema floral experimenta un crecimiento en su longitud y diámetro hasta presentar una forma parecida a la de un globo. Esta fase comprende siete días.
- Fase 3. El botón floral se abre y emerge primero el estilo. Luego, por la mañana, emergen los estambres. En este momento, la flor queda polinizada y se observa la presencia de abejas (*Melipona fuscopilara* y *Trigona italica*).
- Fase 4. Una vez que el estilo emerge y es polinizado, empiezan a desprenderse los estambres de la flor. Las fases 3 y 4 comprenden entre cuatro y cinco horas. Desde la aparición de la yema floral hasta el inicio de la formación del fruto transcurren 15 días.

Estado II: Desarrollo del fruto Luego de la fecundación, el proceso de fructificación transcurre durante ocho fases (Inga *et al.* 2001):

- Fase 1. Una vez fecundada la flor, los estambres y los sépalos se desprenden. El estilo adopta la forma de un clavito de color verde claro que mide 0,15 cm de altura. Esta fase comprende siete días.
- Fase 2. El fruto que tenía la forma de un clavito continúa su desarrollo y adopta una coloración verde oscura. Llega a medir entre 0,16 y 0,35 cm de largo. Esta fase comprende también siete días.
- Fase 3. Se observa que el fruto aumenta su tamaño. Su coloración permanece verde y llega a medir entre 0,36 y 0,60 cm. Esta fase comprende 12 días.
- Fase 4. El fruto mantiene su color verde. Mide entre 0,61 y 1,0 cm de diámetro. A partir de esta fase, que dura 10 días.

- Fase 5. En esta fase, cuya duración es de siete días, el fruto llega a medir 2,4 cm de diámetro y a tener un peso promedio de 7,5 g.
- Fase 6. El fruto presenta pequeñas manchas rojizas. Por ello, se le denomina «verde pintón». Asimismo, mide 2,5 cm de diámetro y su peso es de 9,3 g en promedio. Esta fase comprende un periodo de siete días.
- Fase 7. El fruto presenta un color verde rojizo: rojo claro con manchas verdes. Se le denomina «pintón-maduro». Mide 2,6 cm de diámetro y pesa 10,3 g en promedio. Esta fase comprende seis días.
- Fase 8. El fruto, en su totalidad, es de color rojo vino. Se le considera un fruto maduro. Mide 2,5 cm de diámetro y pesa 10 g en promedio. Esta fase comprende seis días.

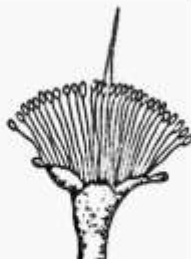
ESTADO DE FLORACIÓN				ESTADO DE FRUCTIFICACIÓN							
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
											
7	7	4 - 5 horas		7	7	12	10	7	7	6	6
7	14	15		22	29	41	51	58	65	71	77
Escala 				Escala 							

Figura 01. Estados de la fenología reproductiva del camu-camu (Inga *et al.* 2001).

2.2.5. Cosecha del camu-camu

El estado de madurez tiene relación directa con el contenido de vitamina C y otros factores nutritivos tales como los aminoácidos. En consecuencia, es evidente la relación con la calidad de la cosecha y el valor de la producción (Pinedo *et al.* 2011).

El estado recomendable para grandes volúmenes de cosecha son los frutos pintones maduros, quiere decir antes de su madurez total, dejando los verdes y verde pintones para una cosecha próxima. Para efectos de color del producto, conviene que parte de la cosecha (aproximadamente 30%), se encuentre maduro. Esta fracción de fruto maduro puede ser mayor en la medida en que el procesamiento se realice en corto tiempo después de la cosecha (Pinedo *et al.* 2001).

2.2.6. Importancia del camu-camu

El camu-camu es una especie nativa de la Amazonia que está mereciendo cada vez más la atención y demanda del mercado local, nacional e internacional por su alto contenido de vitamina C hasta 3,079 mg de AA /100g de pulpa (Abanto *et al.* 2011; Pinedo *et al.* 2010) constituyendo una fuente importante de materia prima para la industria alimentaria y farmacológica, que ha generado una expansión en su cultivo por parte del Estado y empresas nacionales promuevan la expansión de nuevas áreas. Actualmente es el mayor productor con una producción aproximada de 3,500 toneladas de fruto por año (DRAU, 2016; Pinedo, 2017)

Pinedo *et al.* (2001) manifiestan que, dentro de la diversidad de frutales nativos existentes en la Amazonía Peruana, el camu-camu arbustivo es una planta con tolerancia a las inundaciones y adaptada a suelos ácidos. Resalta por sus notables características, como son: Elevada concentración de ácido ascórbico en el fruto con 2 700 a 3 200 mg AA/100 g de pulpa, IIAP (2001). Además, tiene minerales de gran importancia bioquímica como tiamina, riboflavina, niacina y es rico en bioflavonoides (PROMPEX 2016). Se tiene información de que su corteza y su tallo consumidos en infusión, son un excelente remedio para la diabetes; así mismo estudios recientes han determinado que la cáscara del fruto maduro tiene una buena concentración del pigmento antocianina ideal para la fabricación de colorantes (IIAP 2001).

IIAP (2001) manifiesta que, debido a la elevada concentración de ácido ascórbico, el camu-camu es considerado como el frutal nativo de primer orden para la agroindustria. Sin embargo, hay una alta variabilidad genética que origina una heterogénea calidad en cuanto al contenido de ácido ascórbico, cuyos valores se encuentra en un rango de 404,9 a 3253 mg/100 g de pulpa (Oliva y Vargas 2003).

Asimismo, se puede considerar al camu-camu como la primera especie nativa de importancia económica que se desarrolla en suelos inundables. En rodales naturales y en parcelas de productores se ha observado una amplia variabilidad cualitativa y cuantitativa expresándose principalmente en forma, tamaño y color de frutos, forma y tamaño de hojas, contenido de ácido ascórbico, arquitectura de planta y resistencia a plagas y enfermedades (Oliva *et al.* 2005).

2.3. Nutrición de plantas

2.3.1. Bases teóricas de la nutrición de la planta

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de compuestos nutritivos solubles en agua, de una manera más rápida que por

el método de aplicación al suelo. Los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrientes (Salas 2002a).

Gutiérrez (2002) menciona que la capacidad de las hojas de las plantas (cultivadas) para humedecerse y realizar absorción foliar de agua y solutos es aún debatida. La evidencia a favor de un papel de las hojas en la captura de agua y minerales es considerable y los estudios agronómicos indican que las hojas pueden actuar como superficies para la absorción de fertilizantes foliares y muchos otros productos sistémicos. La efectividad varía con la especie y las sustancias involucradas y la duración del proceso de absorción fluctúa en un amplio rango.

Por lo tanto, es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de los elementos mayores (N, P, K), actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar la nutrición de la planta (Salas 2002b, Molina 2002a). Esto se debe a que las dosis de aplicación que pueden administrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación con los niveles de fertilización utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad (Romheld y El-Fouly 2002).

2.3.2. Traslocación de nutrientes

La penetración de nutrientes en la superficie de las hojas y demás partes aéreas de las plantas, está regulada por las propiedades anatómico estructurales y fisiológicas de las plantas, (Salas 2002a). Es decir, la estructura y composición de la cutícula, la presencia de ectocitos o ectodesmos en la pared celular y la constitución de la membrana celular, constituyen las principales barreras a la absorción foliar de solutos (Malavolta 1994).

También, factores externos tales como la concentración del producto, la valencia del elemento, el o los nutrientes involucrados, el ión acompañante, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores ambientales tales como la temperatura, humedad relativa, precipitación y viento afectan la inserción de nutrientes a través de la hoja. En general, la traslocación de solutos por medio del humedecimiento del tejido foliar, da inicio a través de la penetración cuticular de solutos por difusión, así los materiales polares utilizan rutas acuosas, mientras que las no polares vías lipoidales. El siguiente paso de nutrientes es a través de la pared celular, que debido a la naturaleza hidrofílica de sus componentes no ofrece impedimento al paso de iones, más aun, debido a los espacios que se forman en la red de

celulosa, permite la libre difusión vía apoplástica de los mismos. Por último, la permeabilidad de las membranas celulares, que debido a la naturaleza apolar de las membranas es posible considerar la existencia de poros lipofílicos que faciliten el paso de moléculas con alto grado de solubilidad en solventes orgánicos (Malavolta 1994).

Una vez dentro de la planta, no es claro el mecanismo de transporte de iones desde la epidermis hasta los tejidos vasculares, puesto que los conocimientos que se disponen derivan del movimiento de fotoasimilados (Segura 1993).

2.3.3. Sales y compuestos orgánicos

Las fuentes de fertilizantes foliares se pueden dividir en dos grandes categorías: sales minerales inorgánicas y quelatos naturales y sintéticos, que incluye complejos naturales orgánicos (Molina 2002b). Las sales fueron los primeros fertilizantes foliares que se utilizaron y están constituidos principalmente por cloruros, nitratos y sulfatos. Estos últimos son las fuentes más utilizadas debido a su alta solubilidad en agua y su menor índice salino en comparación con los cloruros y nitratos, por lo que hay menos riesgo de quema del follaje (Molina 2002b).

En la actualidad, además de las sales y quelatos comúnmente utilizados, también se utilizan diversos tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos. Existen otros más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas y ácidos húmicos, los cuales contienen los componentes anteriormente citados, pero en combinaciones diferentes y en algunos casos con sus concentraciones reportadas en rangos y no con valores exactos (Saborío 2002).

2.3.4. Importancia agronómica de la fertilización foliar

La fertilización foliar ha sido utilizada como un medio para suplir nutrimentos, hormonas, bioestimulantes y otras sustancias benéficas para las plantas. Por lo tanto, la fertilización foliar como complemento a la fertilización al suelo, puede maximizar el aprovechamiento de nutrimentos por parte del cultivo y con ello mejorar la calidad de las cosechas, sin embargo, debe ser mejor estudiada y utilizada con objetivos específicos (Segura 2002).

2.4. Aspectos generales de los bioles

2.4.1 Bioles

En busca no sólo de reactivar el suelo sino también de proponer una solución sostenible para depender menos de los fertilizantes sintéticos, e intentar reducir los costos, nace un creciente interés en la valoración y el uso de los biofertilizantes, conocidos en su conjunto como bioles. Estos productos se elaboran a partir de la fermentación semicontrolada de insumos naturales de fácil obtención, como los estiércoles, residuos vegetales, melaza y algún inóculo microbial (Uribe 2003, Galindo y Jerónimo 2005). Y como mencionan Campos y Meneses (2008), los bioles son una fuente de fitoreguladores que, a pesar de encontrarse en pequeñas concentraciones, su efecto puede ser notable en las plantas; presentando efectos de interés agronómico, tales como enraizamiento, calidad de follaje, floración, germinación.

Guerrero (1993) y Suquilanda (2000) citan que los biofertilizantes son abonos de elaboración artesanal, que resultan de la fermentación aeróbica o anaeróbica de estiércoles o frutas con melaza a cuyo material se puede agregar también algunas hierbas conocidas por su riqueza en nutrientes o principios activos capaces de alimentar a las plantas o protegerlas del ataque de plagas o enfermedades.

Suquilanda (2000) expresa que los abonos orgánicos ya sean sólidos o líquidos, provienen de los desechos orgánicos (vegetales, animales y domésticos), obviamente estos métodos tienen su origen en Asia, donde inicialmente los agricultores desarrollaron un tipo de tecnología cacera para aprovechar desechos provenientes de los animales domésticos y restos de cosecha en algunos casos, al inicio se elaboraba únicamente abonos sólidos pero más tarde se probó de manera líquida y tuvo excelentes resultados.

2.4.2 Clases de bioles

a) Bioles por su digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica, es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico, al estar enmarcado en el ciclo anaeróbico del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO_2 ; NH_3 ; H_2S ; N_2 y CH_4 (Soubes 1994).

b) Bioles por su digestión aeróbica

La elaboración de biofertilizantes en medio aeróbico según Merrill *et al.* 1998, se divide en dos tipos de sistemas de extracción: sistemas de extracción pasivos y sistemas de extracción activos. Los sistemas de extracción pasivos son descritos por el autor como aquellos en los que únicamente se coloca estiércol, restos de plantas, compost o vermicompost en un recipiente con agua y se deja por unos días hasta que la mayoría de los nutrientes solubles quedan en solución. En este aspecto se plantea la utilización de medios de extracción aeróbicos activos donde se introduce oxígeno al medio donde se produce la digestión de la materia orgánica por distintos métodos entre los que propone: revolver el preparado, utilizar sistemas de oxigenación como en las peceras, colocar el estiércol o compost en una malla fina, pasar agua por el estiércol o compost y recoger el líquido en un recipiente que se coloca debajo.

La incorporación de oxígeno al sistema produce un aumento de la actividad microbiana, por lo que los procesos aeróbicos son más rápidos en degradar la materia orgánica que los anaeróbicos.

2.4.3 Usos del biol

El abono foliar (biol), puede ser utilizado para múltiples cultivos, sean de ciclo corto (algunas hortalizas), anuales (quinua, papa, cañihua, etc.), bianuales (maca) o perennes (alfalfa), cultivados, plantas ornamentales, etc.), gramíneas (trigo, cebada, avena), raíces (nabo, zanahoria), forrajeras (asociación de pastos cultivados), leguminosas (habas, fréjol, tarwi), frutales (cítricos, piña, palto), hortalizas (acelga, zanahoria, lechuga, apio), tubérculos (papa, oca, camote), con aplicación dirigidas al follaje. Se emplea biol para la recuperación pronta de las plantas dañadas después de las heladas y granizadas (Colque *et al.* 2005).

a) Ventajas del biol

- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Aumenta el rendimiento y mejora la calidad de los productos.
- Mejora el vigor del cultivo, lo cual ayuda a soportar con mayor eficacia el ataque de plagas y enfermedades.
- Promueve la recuperación del cultivo luego de un daño por heladas y/o granizada.

- Es un producto orgánico porque solo se requiere de insumos naturales para su elaboración.
- Su preparación y preservación es fácil.
- Tiene bajo costo.
- Al ser natural, su aplicación es fácil y no se necesita de protección.

b) Desventajas del biol

- El tiempo de elaboración puede variar entre uno a tres meses dependiendo de la temperatura ambiental del lugar. Este aspecto sumado a la necesidad de contar con ciertos insumos para su preparación, puede dificultar su disponibilidad para una aplicación oportuna.
- Cuando el biol está en proceso de descomposición, mantiene un olor desagradable, aspecto que no es muy atractivo para los que lo elaboran (Mamani *et al.* 2010).

2.4.4 Importancia del biol

Guerrero (1993), manifiesta que la elaboración de abonos orgánicos tanto sólidos como líquidos, son de tal importancia debido a que puede constituirse en una fuente valiosa de fertilizantes para los pequeños, medianos y grandes agricultores y a la vez un ahorro significativo de dinero, así como también preserva la salud, el medio ambiente y se obtienen productos agropecuarios sanos y de alta calidad nutricional. En la actualidad tanto se habla de conservación del medio ambiente y de los recursos naturales de manera general, por tal virtud una manera de alcanzar este objetivo es implementando un manejo de la agricultura limpia en base a estos productos.

Restrepo (2007), menciona que los biofertilizantes sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres. Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Los biofertilizantes enriquecidos con cenizas o sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100 000 veces las cantidades de los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Guerrero 1993).

III. MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La primera etapa de la investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Dale E. Bandy del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, ubicado en el km. 12,4 de la Carretera Federico Basadre, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, y la segunda etapa se realizó en la parcela experimental (P.E) en el caserío Pucallpillo de Manantay ubicada geográficamente en las coordenadas 18L UTM 554397 E y 9065847 N en el sistema WGS 84 y tiene una altitud de 154 msnm. Correspondiente a una unidad fisiográfica de planicie aluvial de terraza baja inundable, como se muestra en la figura N°2.

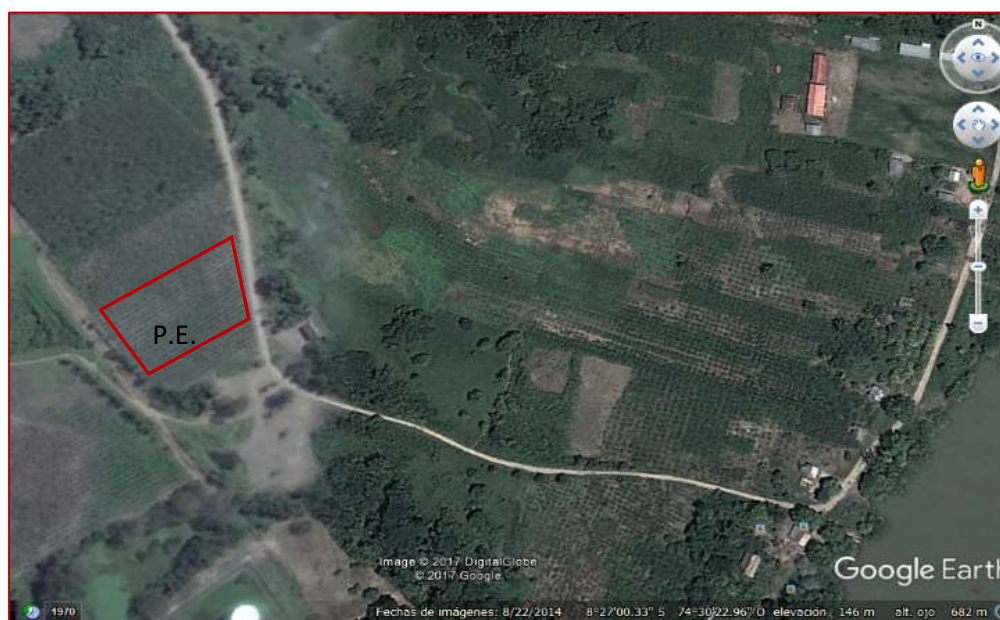


Figura 2. Ubicación de la parcela experimental en el caserío Pucallpillo del distrito de Manantay, Ucayali, Perú.

3.2. Fases de la investigación

Periodo de ejecución: 02/03/2015 hasta 30/03/2016

Primera fase: Elaboración del biol

Los bioles fueron elaborados en el área experimental “camu-camu” del IIAP-Ucayali, en un ambiente techado con la finalidad de proteger los diferentes tipos de bioles del sol y lluvia, los insumos para la elaboración fueron obtenidos de diferentes puntos de la ciudad de Pucallpa. Los bioles elaborados fueron: 1) Vacaza (estiércol de vaca), 2) Gallinaza (estiércol de gallina y postura) y 3) Guano de Isla (abonos provenientes de aves marinas).

Los 3 tipos de bioles fueron producidos en cilindros de 200 L; inicialmente fue adicionado 50 litros de agua y 50 kg de estiércol, posteriormente fue agitado hasta conseguir una mezcla homogénea y finalmente fue agregado 1 kg de chancaca (producto orgánico obtenido de la evaporación del jugo de la caña de azúcar) con la finalidad de inyectar energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico para que el proceso de fermentación se potencialice y ocurra de manera más rápida.

La mezcla permaneció en cada uno de los cilindros durante un periodo de 90 días (junio – agosto, 2015), siendo que estos fueron agitados todos los días con una tablilla de madera para incrementar la proliferación de microorganismos y para evitar la sedimentación de los diferentes insumos en los tambores. Finalmente, después de los 90 días, de cada uno de los bioles fue colectada una muestra igual a 500 ml y en seguida fue llevada al laboratorio de análisis de suelos del INIA-Pucallpa para su analizar sus atributos químicos, con énfasis en la concentración de macronutrientes.



Figura 3. Elaboración de biofertilizantes vacaza, gallinaza y guano de isla; a. Acondicionamiento y construcción del lugar para los biodigestores; b. Construcción biodigestores; c. Instalación de biodigestores; d. Preparación de bioles.

Segunda fase:

a) Reconocimiento del área experimental

Para la ubicación del área experimental, se consiguió el mapa fisiográfico de la Región Ucayali, donde se observaron la unidad fisiográfica de terraza baja inundable perteneciente al distrito de Manantay, seguidamente en la quincena de junio se visitó la parcela con cultivo de camu-camu en la chacra del Sr. Adolfo Bardales Vela con DNI N° 05324993, propietario y agricultor en el caserío de Pucallpillo y tiene una altitud de 154 msnm.

b) Georreferenciación del área experimental

Para la georreferenciación del área experimental, fines de junio se sacaron puntos en cada parcela, con un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) Garmin GPSMAP 60CSx GPS, para después trasladar los datos en UTM al programa Arcgis 10, elaborando finalmente un mapa donde se evidencia las unidades fisiográficas terraza baja inundable (ver figura N° 14 del anexo).

c) Caracterización de la plantación de camu-camu

El estudio fue instalado en una plantación de 6 años de edad establecidas a una densidad de 3 metros entre plantas y 4 metros entre líneas, las plantas presentaron 3,48 m de altura y 2 metros de diámetro de copa en promedio. Las plantas utilizadas para el ensayo proceden de un estudio de progenies de medios hermanos de plantas madres, realizado a través del programa de selección genética computarizada con el programa SELEGEN-EMBRAPA – BRASIL. El material genético utilizado es de la Unidad de conservación de camu-camu arbustivo del anexo Pacacocha – INIA – Pucallpa (mediante el convenio Interinstitucional INIA –IIAP) que fue instalado por el IIAP en el año 2008, la plantación históricamente fue manejada con deshierbes oportunos y podas de formación y sanitaria.

d) Labores culturales

• **Limpieza del área**

Se procedió a desmalezar con ayuda de una desbrozadora marca Sthill modelo 450 (gasolinero), esta actividad se repitió una vez por mes cuando las malezas alcanzaron una altura de 20cm entre los meses de agosto del 2015 y enero del 2016.

• **Poda de fructificación y defoliación de las plantas en estudio de camu-camu.**

Antes de iniciar el experimento, con la finalidad de uniformizar las etapas fenológicas, las plantas de camu-camu fueron asistidas con poda de fructificación y defoliación manual según la metodología de Abanto *et al.* (2014).

Con la ayuda de un serrucho de podar tipo cola de zorro y tijera manual, se procedió a cortar las ramas muertas e improductivas, así como los chupones basales. Cada labor realizada a la planta, se limpiaba y desinfectaba de las herramientas con alcohol de 96°.

En la primera semana del mes de setiembre 2015 se realizó la defoliación a las 45 plantas de forma manual con la finalidad de uniformizar el brotamiento y la sincronización de la producción.

- **Aplicación del biol**

Los bioles fueron aplicados 30 días antes de la poda y defoliación, con la finalidad de aportar nutrientes a las plantas para que posean mayor respuesta en su crecimiento. Posteriormente, fueron aplicados con una frecuencia cada 15 días después de la defoliación, para contribuir con el crecimiento vegetativo (brotes foliares) y productivo (flores, frutos y rendimiento). Siendo que en la etapa de crecimiento de brotes foliares hasta la floración se aplicó los bioles 5 veces según la frecuencia establecida. En el estado de floración de la planta los bioles no fueron aplicados (periodo de 21 días), con la finalidad de no repeler a los insectos polinizadores. Luego en el estado de fructificación se aplicó por 6 veces y hasta 15 días antes de la cosecha.



Figura 4. Reconocimiento del lugar, labores culturales y aplicación de biofertilizantes

3.3. Evaluación de las variables

a) Aspectos vegetativos

- **Número de brotes foliares:** Se inició el conteo de brotes que aparecieron a partir de los 7 días después de la defoliación, cuando se observó que las hojas de los brotes tuvieron un color verde característico, esta actividad se realizó cada 7 días y con la ayuda de un contómetro manual, finalizando, hasta que los brotes dejaron de crecer.

b) Aspectos productivos

- **Número de botones florales:** A la aparición de las yemas florales, se realizó el conteo del número de yemas florales por planta, con la ayuda de un contómetro, en un solo momento. Primero se contaron dos ramas por cada punto cardinal en el cual se contó el número de botones florales y se aproximó al número total por planta.
- **Número de flores:** Se contaron el número de flores abiertas por planta, actividad que se efectuó cuando las flores estuvieron abiertas al 100%, evidenciando estambres de color blanco marfil.
- **Número de frutos de cosecha**
Se consideró como fruto de cosecha a partir del inicio de la coloración (frutos fisiológicamente maduros) fruto pintón, maduro y sobremaduro; cabe señalar que el conteo se realizó en un solo momento con la totalidad de los frutos de la planta.
- **Peso de fruto/tratamiento.**
Para evaluar esta variable se eligió al azar 20 frutos/tratamiento, estos fueron pesados en una balanza analítica con la finalidad de obtener un peso promedio de frutos.
- **Rendimiento de fruto en toneladas/hectárea.**
Para evaluar el rendimiento se llevó una proyección en regla de tres simple de la hectárea con un distanciamiento de 4m x 3m; haciendo una densidad de 833plantas/hectárea.
- **Contenido de vitamina C (mg/100 g de pulpa)**
Se realizó el análisis de ácido ascórbico por tratamientos, con la finalidad de evaluar el efecto que causan los tratamientos sobre el contenido de vitamina C, para el análisis se consideraron frutos en estado pintón y maduro. Posteriormente se realizó la selección, lavado, desinfección, pulpeado, pesado (100 gramos de pulpa/muestra), sellado, codificación de muestras, congelado a -20 °C y finalmente fue enviado al laboratorio NATURA de la ciudad de Pucallpa para su respectivo análisis del contenido de vitamina C realizada a través del método de Titrimetric Method Abbe (ver cuadro N°11 del anexo)



Figura 5. **a.** Evaluación de brotes foliares; **b.** Evaluación de botones florales; **c.** Evaluación de flores; **d.** Evaluación de frutos; **e.** Cosecha de frutos; **f.** Medición de frutos; **g.** Selección de muestras para análisis de vitamina C.

c) Macronutrientes de los bioles

- **Contenido de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg)**

Se realizó el análisis de macronutrientes de los bioles, con la finalidad de evaluar el contenido de macroelementos y se consideraron muestras de los bioles Guano de Isla, gallinaza y vacaza. Posteriormente, se realizó la selección, envasado, sellado, codificación de muestras y finalmente fue enviado al laboratorio de análisis de suelos, plantas y abonos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA de la ciudad de Pucallpa que utilizó la metodología de absorción atómica, colorimetría y el método micro Kjeldahl (ver cuadro N°10 del anexo)

3.4. Diseño experimental

La investigación fue conducida mediante un diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 3Ax5B (Factor A: Tipo de biol: a1) Biol vacaza; a2) Biol gallinaza; a3) Biol guano de isla) y (Factor B: proporciones de biol: b1) 0%; b2) 2%; b3) 4%; b4) 6%; b5) 8%), con 3 bloques, haciendo 15 tratamientos con 45 unidades experimentales.

- Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + bc_{jk} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = es la ijk-esima observación en el i-esimo bloque, j-esimo nivel del factor A y k-esimo nivel del factor B.

μ = es la media general

a_i = es el efecto del i – ésimo bloque.

b_j = es el efecto del j – ésimo nivel del factor A.

c_k = es el efecto del k – ésimo nivel del factor B.

bc_{jk} = es la interaccion del j – esimo nivel del factor B con el k – esimo nivel del factor B

e_{ijk} = es el error aleatorio.

En el Cuadro 1, se presenta los factores de variabilidad del estudio según su grado de libertad; en el Cuadro 2, se muestra el diseño factorial en bloques al azar de nuestro estudio en tabla ANOVA; el Cuadro 3, se muestra las variables en estudio; Cuadro 4, muestra los factores y niveles en estudio; y también en el Cuadro 5, muestra los tratamientos y la interacción que tendrán en el estudio.

Cuadro 1. Factores de variabilidad del estudio.

F.V.	G.L
BLOQUES	2
A	2
B	4
AB	8
ERROR	28
TOTAL	44

G.L: Grado de libertad

Cuadro 2. Diseño factorial en bloques al azar tabla de ANOVA

F.V	G.L	S.C	C.M	F
Bloques	$p-1$	SS_{Bloque}		
A	$a-1$	SS_A	$SS_A/(a-1)$	CM_A/CME
B	$b-1$	SS_B		CM_B/CME
AB	$(a-1)(b-1)$	SS_{AB}		CM_{AB}/CME
Error	$ab(p-1)-p+1$	SS_E	SS_E/gle	
Total	$abp-1$	SS_{Tot}		

3.4.1 Variables

Cuadro 3. Variables del estudio

V. INDEPENDIENTE
Biol Vacaza Biol Gallinaza Biol Guano de Isla
V. DEPENDIENTE
- Número de brotes foliares - Número de botones florales - Número de frutos de cosecha - Rendimiento de fruto en toneladas/hectárea. - Contenido de vitamina C (mg/100 g de pulpa) - Macronutrientes de los biofertilizantes

Cuadro 4. Factores y niveles en estudio

FACTOR	NIVEL
A = TIPO DE BIOL	a1: Vacaza a2: Gallinaza a3: Guano de isla
B = CONCENTRACIÓN DE BIOL	b1: 0% b2: 2% b3: 4% b4: 6% b5: 8%

Cuadro 5. Interacción y tratamiento

Tratamiento	Clave	Descripción
T1	a1;b1	Biol vacaza al 0%
T2	a1;b2	Biol vacaza al 2%
T3	a1;b3	Biol vacaza al 4%
T4	a1;b4	Biol vacaza al 6%
T5	a1;b5	Biol Vacaza al 8%
T6	a2;b1	Biol gallinaza al 0%
T7	a2;b2	Biol gallinaza al 2%
T8	a2;b3	Biol gallinaza al 4%
T9	a2;b4	Biol gallinaza al 6%
T10	a2;b5	Biol gallinaza al 8%
T11	a3;b1	Biol Guano de Isla al 0%
T12	a3;b2	Biol Guano de Isla al 2%
T13	a3;b3	Biol Guano de Isla al 4%
T14	a3;b4	Biol Guano de Isla al 6%
T15	a3;b5	Biol Guano de Isla al 8%

3.4.2 Población y muestra

- **Población:** 833 plantas de camu-camu.
- **Unidad experimental de análisis:** Una planta de camu-camu de 6 años de edad
- **Número de repeticiones:** 3
- **Tamaño de la muestra:** 3 plantas/tratamiento
- **Método de muestreo:** Se utilizó el muestreo aleatorio simple.
- **Selección de la muestra:** fueron seleccionadas al azar.

3.4.3 Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnica**

Se utilizó la observación científica donde nos permitió cuantificar cada una de las variables en estudio de la investigación.

- **Instrumentos**

En la investigación se emplearon como instrumentos, las fichas de evaluación, libros o libretas de campo, y análisis de macro y micro nutrientes de los bioles, así como también del contenido de ácido ascórbico de la fruta de camu-camu.

3.4.4 Análisis y procesamiento de datos

En el experimento se usó la estadística descriptiva a fin de conocer las dimensiones de tendencia central de las variables (promedio, máximo, mínimo, varianza, desviación estándar). Previo al análisis, los datos de número de brotes, número de botón floral y números de frutos fueron transformados mediante la fórmula log 10 para asegurarse que estos tengan una distribución normal.

Para los resultados de macronutrientes se sometió a la prueba de Chi-cuadrado para el análisis de nutrientes de los biofertilizantes; para identificar si hay independencia con respecto al tipo de biol y concentración de nutrientes.

En nuestro estudio, los tratamientos son cuantitativos y cualitativos; y este hecho hace que sean aplicados métodos estadísticos distintos; por ello los promedios de los datos cualitativos (tipos de biol) fueron comparados por la prueba de medias; y los promedios de los datos cuantitativos (concentración de biol) se sometió a al método estadístico de análisis de regresión polinomial a 5% de probabilidad. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el Programa para Sistemas de Análisis de Variancia – SISVAR (Ferreira, 2014).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de los bioles Vacaza, Gallinaza, Guano de Isla en el vigor de las plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisol de Pucallillo.

a) Número de brotes foliares

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza - ANVA para la variable número de brotes foliares por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol. Así se observa que hubo efectos significativos mediante la prueba de F al 1% de probabilidad para el tipo de biol y para la interacción de ambos factores y no significativo para las diferentes concentraciones.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable número de brote foliar en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes dosis y tipo de biol

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Sig.
Bloque	2	446685.26	6.28	0,0056**
Tipo de biol (B)	2	3219352.26	45.32	0,0000**
Concentración de biol (C)	4	149644.08	2.10	0,1066 ^{ns}
B * C	8	229909.07	3.23	0,0098**
Error	28	71033.74		
Total	44			
Coeficiente de variación (%)		32.58		

**, *, significativo a 1% y 5% de probabilidad por la prueba de F y ns (no significativo).

En la Figura 6 se observa que las diferentes concentraciones (%) y tipo de biol provocaron un comportamiento lineal significativo y no significativo ($p \leq 0.05$) sobre el número de brotes foliares. En ese sentido, los bioles guano de isla y vacaza obtuvieron los mejores resultados. Siendo que el biol guano de isla obtuvo un valor promedio de 1291,13 brotes foliares en todas las concentraciones.

De manera general, se verificó que las concentraciones (%) y tipo de biol provocaron tendencia lineal significativa y no significativa ($p \leq 0.05$) para las variables evaluadas. De este modo, el biol guano de isla (GI) estimuló mayor emisión de brotes que los otros tipos de biol a medida que se incrementó las dosis. En ese sentido el máximo valor de 1537,66 brotes fue obtenido en respuesta a la concentración de 4 %. Del mismo modo, pero en menor cantidad los bioles vacaza (V) obtuvo 947 brotes en la concentración de 2 % y adicionalmente se

observa que el biol gallinaza (G) obtuvo los menores resultados con un valor promedio de 207 brotes en todas las concentraciones.

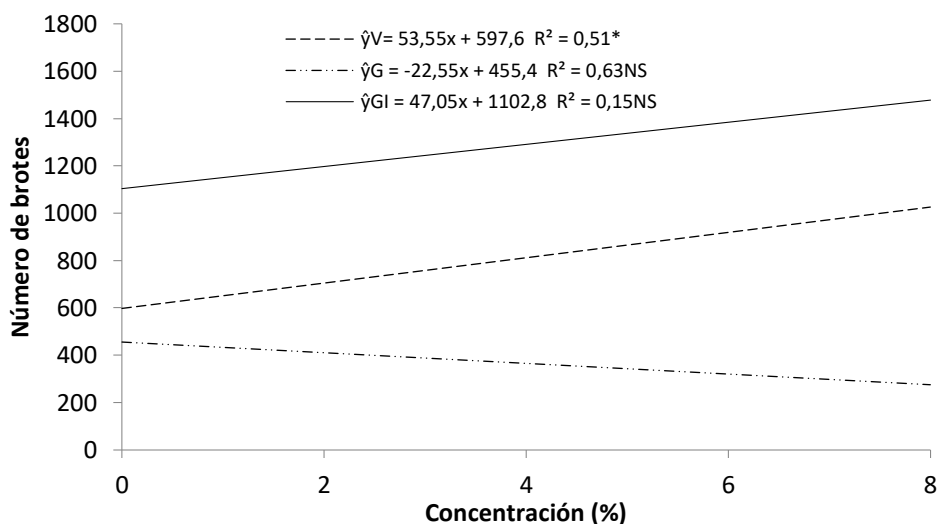


Figura 6. Número de brotes foliares en plantas de camu-camu por efecto del tipo y diferentes concentraciones de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI)

Según los resultados mostrados en la figura 6, la mayor emisión de brotes en las plantas de camu-camu tratadas con el biol guano de isla probablemente fue debido a la mayor concentración de N en la solución, porque según el análisis químico realizado este presentó 6,84 % de N, valor superior a las concentraciones de los otros bioles que presentaron alrededor de 1%. Resultados similares fueron obtenidos por Pérez (2009) trabajando con aplicación de bioles en plantas de camu-camu, el autor constató que el biol ovinaza presentó mayor concentración de N (0,42%) por lo que promovió mayor emisión de brotes.

De la misma forma Terra (2003) trabajando en el cultivo de plantas de uva (*Vitis vinifera* L), verificó que el exceso de N tornó más vigorosas las plantas, prolongó el periodo de crecimiento vegetativo y retardó la maduración de los frutos. Además, redujo el tamaño de los racimos y provocó el aborto de flores. Este efecto ocurre principalmente porque el nitrógeno aumenta el crecimiento celular, este elemento es el principal componente de proteínas y controlador de la absorción de potasio, fósforo y otros nutrientes para la planta (Aragão *et al.* 2011).

Además, la alta eficiencia del nitrógeno en la fertilización foliar está correlacionada directamente con la velocidad de absorción del nutriente, dado que en cultivos perennes como cítricos, café y cacao varían de 1 a 6 horas para ser absorbido el 50% del producto aplicado (Malavolta, 2006).

Por otro lado, Ciriello (2014) citado por França *et al.* (2017), afirma que las plantas, de modo general, responden bien a la fertilización nitrogenada, siendo que el efecto externo del nitrógeno más visible es la vegetación verde y abundante, sin embargo, el exceso de N es perjudicial, por lo que, las dosis aplicadas a los cultivos deben ser equilibrada.

Sin embargo, realizando el cruce del porcentaje de nitrógeno del biol vacaza y con respecto a la fertilidad del suelo (1,71%; 0.11% respectivamente), con lo referido por la guía general para el criterio de rangos: niveles críticos (deficiencia), de suficiencia, y tóxicos de los nutrientes vegetales, adaptado de Bennett (1993), citado por Correndo y García (2012), se encontraban en concentraciones críticas, a pesar de ello el biol vacaza tuvieron un comportamiento más equilibrado en la emisión de los brotes.

4.2. Efecto de los bioles vacaza, gallinaza, Guano de isla en la productividad de las plantas de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpillo.

a) Número de botones florales

En el Cuadro 7 se presenta el análisis de varianza - ANVA para la variable número de botones florales por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol. De este modo se observa que la interacción de ambos factores y los efectos simples de cada uno provocaron efectos significativos mediante la prueba de F al 1% de probabilidad.

Cuadro 07. Análisis de varianza de la variable número de botón floral en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol.

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Sig.
Bloque	2	1161.08	0.21	0.8093 ^{ns}
Tipo de biol (B)	2	12916400.42	2371.95	0,0000**
Concentración de biol (C)	4	7354124.85	1350.50	0,0000**
B * C	8	2418861.08	444.197	0,0000**
Error	28	5445.46		
Total	44			
Coeficiente de variación (%)		2.92		

^{**}, ^{*}, NS-significativo a 1% y 5% de probabilidad por la prueba de F.

En la figura 7 se observa que los tipos y las diferentes concentraciones de biol presentaron ajuste lineal y cuadrático significativo ($p \leq 0,01$) para el número de botones florales. Así, se observa que el biol vacaza (V) tuvo los mejores resultados. Además, que presentó

tendencia creciente hasta la concentración de 4 % obteniendo como respuesta un total de 4759 botones florales, luego a partir de esta concentración los valores disminuyen con el aumento de las concentraciones del biol. Así mismo, comportamiento similar, pero en menores resultados fue obtenido por el biol gallinaza (G) alcanzando un valor máximo de 3381,66 botones florales en respuesta a la concentración de 6 %. Por otro lado, el biol guano de isla presentó ajuste lineal creciente significativo. De este modo, las concentraciones de 0 y 8 % dieron como respuesta 709,33 y 3480 botones florales respectivamente.

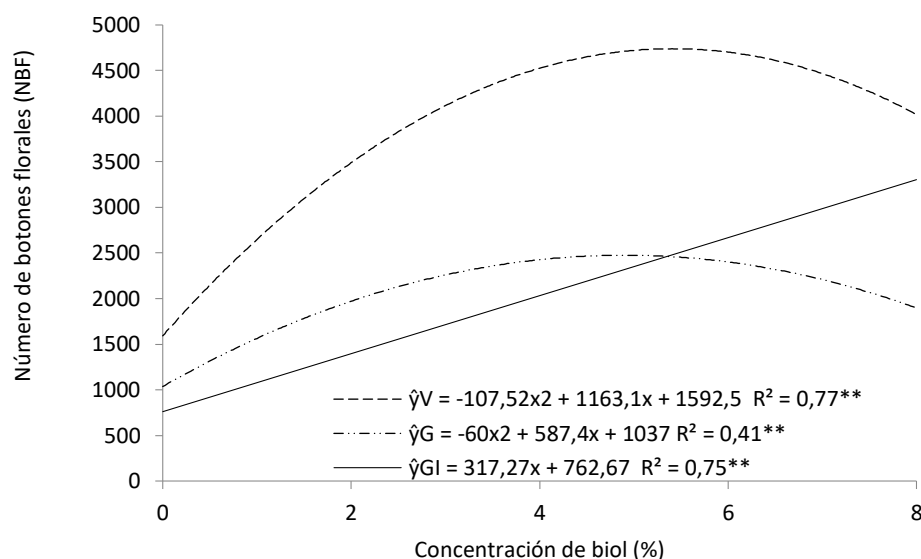


Figura 07. Interacción del tipo de biol por concentración de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI), para la variable botón floral.

Según los resultados los bioles vacaza y gallinaza promovieron mayor tasa de incremento de botones florales hasta la concentración de 4 %, posteriormente con las concentraciones mayores no hubo respuesta significativa dado que el incremento de botones florales fue menor. De otro lado, con el biol guano de isla se observa que la tasa de incremento de botones florales aumenta con las dosis crecientes de Biol. De esta manera, se puede afirmar que este biol al poseer mayor concentración de N, probablemente disminuyó la emisión de botones florales. Al respecto Infojardin (sf) citado por Abanto et al., (2011) mencionan que el exceso de nitrógeno provoca la caída de flores y frutos, concordando con los resultados encontrados en este trabajo.

Al respecto Aguirre *et al.* (2011), estudiando el comportamiento agronómico de cuatro clones de camu-camu de 12 años de edad en suelos de restinga obtuvo valores inferiores de 3445.83 botones florales, en relación a los verificados con el biol vacaza. Del mismo modo, Navarro y Riva (2011) registraron 3010 botones florales en un estudio sobre fertilidad floral de camu-camu en suelos de restinga. Cabe señalar que, en estos estudios los investigadores

no reportaron ningún tipo aplicación de fertilización y control de plagas, motivo por el cual se puede inferir que los resultados fueron afectados, dado que las condiciones de fertilidad del suelo en los tres casos fueron similares.

Al respecto es necesario mencionar que el biol guano de isla, a pesar de poseer la mayor concentración de macronutrientes no destacó en esta variable en el periodo de evaluación porque el tiempo de floración fue retardada en vista de la mayor concentración de N. Al respecto Terra (2003) señala que en esas condiciones provoca el aborto de flores y los brotes y/o ramas tardan en llegar a la madurez fisiológica para la emisión de botones florales. Resultados similares fueron determinados por Abanto *et al.* (2011) al trabajar con dosis altas de N en plantas adultas de camu-camu.

Por otro lado, el biol vacaza al poseer menor concentración de N que el biol guano de isla, pero mayor que los bioles, no tuvo efecto retardante en la etapa fenológica de la emisión de flores, por la cual superó a todos los tratamientos.

b) Número de frutos de cosecha de camu-camu

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de varianza - ANVA para la variable número de frutos de cosecha por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol. Así se observa que los factores y la interacción de ambos provocaron efectos significativos mediante la prueba de F al 1% de probabilidad.

Cuadro 08. Análisis de varianza para la variable número de frutos de cosecha en plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol.

Factor de variación	Grado de libertad	Cuadrado medio	F	Sig.
Bloque	2	9191.76	1.46	0.2493 ^{ns}
Tipo de biol (A)	2	6317803.23	1003.72	0,0000**
Concentración de biol (B)	4	3797374.94	603.30	0,0000**
A * B	8	1118188.66	177.65	0,0000**
Error	28	6294.33		
Total	44			
Coeficiente de variación (%)		5.52		

**, *, NS-significativo a 1% y 5% de probabilidad por la prueba de F.

En la figura 8 se observa que los tipos y las diferentes concentraciones de biol presentaron ajuste lineal y polinomial cuadrático significativo ($p \leq 0,01$) para el número de frutos

de cosecha. Así, se observa que el biol vacaza (V) tuvo los mejores resultados. Siendo que presentó tendencia creciente hasta la concentración de 6 % obteniendo como respuesta un total de 3135,33 frutos de cosecha, luego a partir de esta concentración los valores decaen con el aumento de las concentraciones de biol. Así mismo, comportamiento similar fue conseguido por el biol guano de isla (GI) alcanzando un valor máximo de 2451,33 frutos de cosecha en respuesta a la concentración de 8 %. Entanto, el biol guano de isla (GI) presentó ajuste lineal creciente significativo. Siendo que el biol gallinaza, a la concentración de 6% que estimuló un total de 1248 Frutos. Resultados inferiores fueron reportados por Abanto *et al.* (2015) al trabajar con fertilización foliar a base de bioles en plantas de camu-camu de 9 años de edad, los autores verificaron que los bioles elaborados a partir de estiércol de ganado ovino y vacuno presentan mayor carga bacteriana por su tipo de sistema digestivo siendo esto uno de los factores por que tuvieron mayor efecto positivo sobre los componentes productivos, con un promedio de 2016 y 1807 frutos por planta respectivamente.

De otro lado la composición nutritiva de los bioles también ayudó en los resultados obtenidos en el presente trabajo, dado que el biol vacaza presentó concentraciones intermedias de 1,72 % de N y 0,10 % de K, en ese sentido el nitrógeno probablemente en concentraciones adecuadas contribuyó enormemente en los resultados en este trabajo porque según Malavolta (1980); Dechen; Nachtigall (2006); Cantarella (2007) es uno de los elementos minerales más requeridos en mayor cantidad por las plantas y el que más limita el crecimiento. También es parte de muchos constituyentes celulares, proteínas, ácidos nucleicos, de diversas hormonas vegetales, participa en la fotosíntesis, respiración, multiplicación e diferenciación celular. Además de eso, el nivel de N en la planta influencia para la absorción y la distribución de todos los nutrientes.

De igual manera el K fue otro de los elementos que favoreció en los resultados porque de acuerdo con Fakin (2005) el K es indispensable para las plantas porque actúa en la activación enzimática de más de 50 enzimas y también reacciona en la regulación del potencial osmótico de las células participando en la expansión celular, abertura y cierre de los estomas en las plantas. Además de eso, el autor menciona que K es el segundo nutriente más exigido perdiendo apenas para el N, siendo las plantas productoras de almidón, azúcar y fibras las más exigentes.

La aplicación de bioles con alto contenido de potasio vía foliar fue más eficiente y probablemente complementó la baja disponibilidad de K verificados en los suelos de restinga (Abanto *et al.*, 2015), causado muchas veces por la alta lixiviación de este elemento en los suelos de la amazonia. Vale resaltar que el biol a base de guano a pesar de haber presentado la mayor concentración de 2,76% de potasio no tuvo los resultados esperados, acreditase que

fue debido al atraso en la formación de los botones florales que influencio en la calidad y rendimiento de fruto.

Además, otro de los factores para los resultados en este trabajo fue que la aplicación de los biofertilizantes fue mediante la aplicación foliar, en ese sentido Salcedo (2008), menciona que esta técnica es eficiente porque los cultivos responden de manera rápida después de su aplicación, puesto que las hojas absorben los nutrientes más rápido que las raíces del suelo. Por otra parte, en muchos casos cuando el suelo presenta ciertas deficiencias nutricionales de macro y micronutrientes, la fertilización foliar se presenta como una alternativa para disponibilizar los nutrientes en las etapas clave del desarrollo de los cultivos.

Y finalmente, otro factor muy importante que influyó en los resultados fue el efecto repelente del biol, porque según Vairo Dos Santos, (1992) el uso constante del biofertilizante reduce el ataque de insectos-plaga, promoviendo un efecto natural de repelencia, principalmente por presentar olores e aromas no atractivos a los insectos, además de esta ventaja, el autor sostiene que promueve un perfecto equilibrio nutricional con lo cual aumenta la resistencia de la planta mediante la metabolización de sustancias químicas secundarias necesarias para garantizar la resistencia al ataque de gran parte de los insectos plagas.

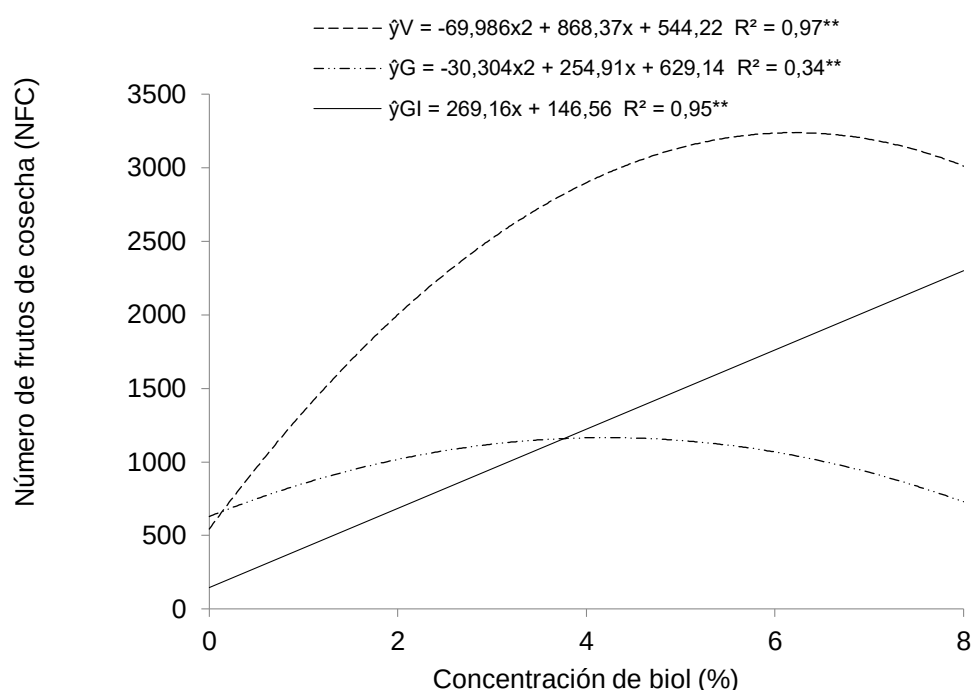


Figura 08. Interacción tipo de biol por concentración de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI), para la variable número de frutos de cosecha.

c) Rendimiento de plantas de camu-camu en t ha⁻¹

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza – ANVA, para la variable número de frutos de cosecha por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol. De este modo, se observa que los factores y la interacción de ambos presentaron efectos significativos mediante la prueba de F al 1% de probabilidad.

Cuadro 09. Análisis de varianza para la variable rendimiento de plantas de camu-camu por efecto de las diferentes concentraciones y tipo de biol

Factor de variación	Grado de libertad	Cuadrado medio	F	Sig.
Bloque	2	0.71	1.41	0.2598 ^{ns}
Tipo de biol (A)	2	350.01	692.89	0,0000**
Concentración de biol (B)	4	325.82	645.01	0,0000**
A * B	8	85.17	168.60	0,0000**
Error	28	0.50		
Total	44			
Coeficiente de variación (%)		5.77		

**, *, NS-significativo a 1% y 5% de probabilidad por la prueba de F.

En la figura 9 se observa que los tipos y las diferentes concentraciones de biol presentaron ajuste lineal y polinómica cuadrática significativa ($p \leq 0,01$) para el rendimiento de frutos en plantas de camu-camu por hectárea. Así, se observa que el biol vacaza (V) tuvo los mejores resultados presentando tendencia creciente en respuesta al aumento de las concentraciones. En ese sentido la concentración de 8% obtuvo un valor máximo de 27,67 t ha⁻¹, ocasionando un aumento de 22,47 t ha⁻¹ en relación al tratamiento testigo (0%).

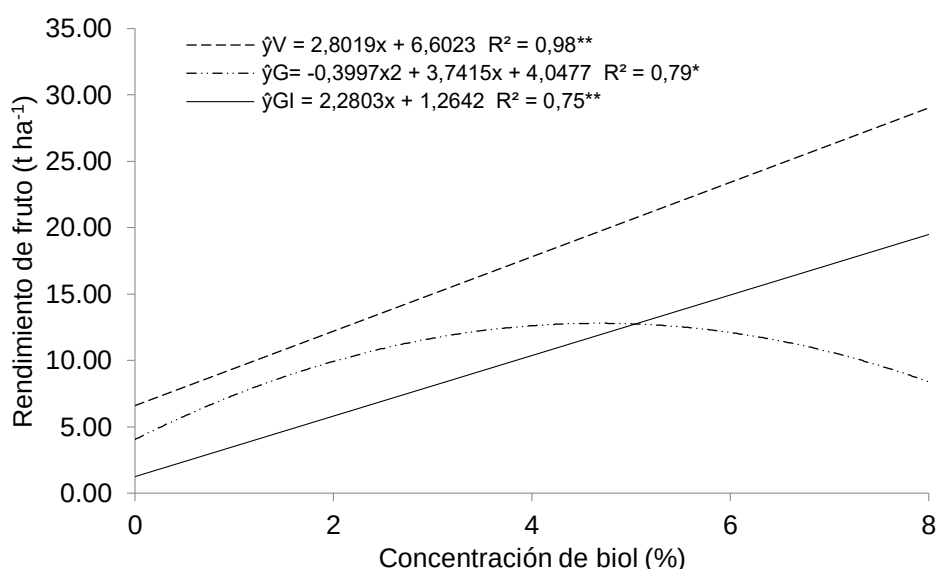


Figura 09. Interacción del tipo de biol por concentración de biol vacaza (V), gallinaza (G) y guano de isla (GI), para la variable rendimiento (t.ha⁻¹)

Del mismo modo, comportamiento similar pero con menores resultados fue obtenido por el biol guano de isla (GI) alcanzando un valor máximo de 21,70 t ha⁻¹ en respuesta a la concentración de 8%, consiguiendo un aumento de 19,56 t ha⁻¹ con respecto al testigo (0%). Entre tanto, el biol gallinaza presentó ajuste cuadrático significativo, obteniendo como valor máximo 13,85 t ha⁻¹ en respuesta a la concentración de 6 %. Generando una ganancia de 10,20 t ha⁻¹ en relación al testigo (0%).

Resultados similares fueron reportados (19,7 t ha⁻¹) por Abanto *et al.* (2014) trabajando con manejo agronómico de podas de fructificación y defoliación en plantas de camu-camu de 10 años de edad en suelos de restinga. Según los autores los resultados encontrados se debieron a varios factores, entre ellos fue la disminución del ataque de plagas y enfermedades porque la poda permitió el ingreso de luz solar por más horas a todas las estructuras de la planta y al suelo.

En otro estudio de fertilización orgánica realizado por Abanto *et al.* (2015) en plantas de camu-camu de 9 años de edad constataron que los bioles elaborados a base de estiércol de ganado ovino y vacuno provocaron aumentos significativos en la producción de 17,53 y 14,18 t ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados están por debajo de los encontrados en el presente estudio, esto se debió probablemente a que los autores no realizaron un manejo agronómico integrado durante el periodo de que duró el experimento.

De igual modo, Pérez y Riva (2011) trabajando con fertilización foliar orgánica a base de bioles en plantas de camu-camu de 9 años de edad determinaron un rendimiento de 15,4 t ha⁻¹ de fruto con biol ovinaza en terraza baja inundable. Por el contrario, resultados inferiores a los verificados en este trabajo fueron determinados por Panduro (2015) al estudiar la dinámica de la absorción de nutrientes en plantas de camu-camu en suelos de restinga. Al igual que en el caso anterior los autores no realizaron ningún tipo de manejo agronómico, razón por la cual probablemente obtuvieron estos resultados.

Ahora bien, los resultados determinados en el presente estudio se debieron al efecto de los bioles tanto en la parte nutritiva y como agente repelente, puesto que la aplicación de fertilizantes orgánicos en forma líquida proporciona mayor desplazamiento de los nutrientes necesarios para las plantas (Souza; Resende 2003).

De otro lado, se puede afirmar que el efecto negativo del biol guano de isla en el rendimiento de fruta fue por las altas concentraciones de N, puesto que Sierra (2003) menciona,

que a mayor disponibilidad continua de nitrógeno en frutales, estos producen se tornan plantas sobrevigorizadas (mayor desarrollo vegetativo) y disminuye la calidad de frutos a la cosecha. Del mismo modo Mattos et al. (2005) citado por Abanto et al. (2011) menciona que, en un estudio de cítricos en Brasil, determinaron que a mayor dosis de N se incrementaron el número de frutos por árbol, pero estos frutos fueron de menor tamaño por unidad de volumen.

Otro de los factores importantes que influyeron de manera positiva en los resultados de este trabajo, fue el manejo agronómico continuo realizado por el dueño de la parcela. Las actividades que el productor realiza son principalmente de limpieza dentro y fuera de la plantación, aplicación de podas de fructificación, deschuponeo, entre otras.

4.3. Contenido de nutrientes de los bioles Vacaza, Gallinaza y Guano de Isla.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba de Chi-cuadrado para el análisis de nutrientes de los biofertilizantes; el cual muestra que hay independencia con respecto al tipo de biol y concentración de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg), siendo mejor numéricamente el contenido nutricional del biol guano de isla.

Cuadro 10. Prueba de chi-cuadrado para el análisis de nutrientes de los biofertilizantes

		Macronutrientes					Total
		N (%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	
Biol	Guano de Isla	6,84	3,18	2,76	9,65	1,43	23,86
	Gallinaza	1,02	1,46	0,06	2,79	0,16	5,49
	Vacaza	1,72	0,10	0,10	0,27	0,07	2,26
Total		9,58	4,74	2,92	12,71	1,66	31,61

Biol*Macronutrientes tabulación cruzada
P_valor: 0,647

En el cuadro 10 se observa que existe una diferencia numérica importante en el contenido de nitrógeno, entre los biofertilizantes Guano de isla, gallinaza y vacaza, siendo muy superior numéricamente el contenido de nitrógeno en el caso de biol Guano de Isla con 6,84%. Al comparar el biol vacaza y con el biol gallinaza, encontrando diferencia numérica importante en el contenido de nitrógeno total.

Por su lado el nitrógeno presenta un elemento necesario para la multiplicación celular y el desarrollo de los órganos vegetales. Aumenta la superficie foliar y la masa protoplásmica

activa, por lo que al tener más masa foliar nos permite tener un mayor proceso fotosintético por la parte aérea (Demolon, 1972).

En el caso del fósforo, los biofertilizantes utilizados como bioles Guano de isla y gallinaza presentan un contenido muy superior con 3,18% y 1,46% respectivamente, a comparación de biol vacaza con 0,10%.

Con respecto al contenido de potasio, se observa que entre los bioles Guano de Isla, gallinaza y vacaza, se encontró que el contenido de potasio en el caso de biol Guano de isla con 2,76% fue superior a los demás bioles.

Para Calcio podemos evidenciar que Guano de isla y gallinaza (9,65% y 2,79% respectivamente) presentan un contenido muy superior al biofertilizante vacaza (0,27%).

El Magnesio es importante, pues forma el núcleo de la clorofila, forma parte integral de los ribosomas y además este ión activa una serie de enzimas. Es requerido por las plantas en grandes cantidades (Bidwell, 1990).

De su parte Pérez (2009) reporta en su investigación que el biofertilizante vacaza aplicados a plantas de camu-camu, se obtuvo resultados de 0,35% de Nitrógeno, 0,03% de Fósforo y 0,62% de Potasio. Resultados que están por debajo a los encontrado en este estudio.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y considerando las condiciones en que se llevó a cabo este trabajo, se tiene las siguientes conclusiones:

- Existe interacción entre los factores en estudio, siendo mejor para esta variable de número de brotes foliares el biol guano de isla en 8% de concentración, debido a que obtuvo mejor resultado a comparación de los demás, el cual se refleja por el alto contenido de Nitrógeno que contiene.
- Con respecto a la aplicación de los bioles vacaza, gallinaza y guano de isla a las variables número de botones florales, número de frutos y rendimiento respectivamente, existe interacción entre los factores y se determinó que el biol vacaza obtuvo mejores resultados en comparación a los tratamientos en estudio.
- Para el contenido de nutrientes de los biofertilizantes en la investigación, se muestra que hay independencia con respecto al tipo de biol por la concentración de macronutrientes, por el cual no presenta diferencias importantes.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones se recomienda:

- Se recomienda utilizar el biol guano de isla 8% de concentración para la emisión de brotes foliares, por su alto contenido de nitrógeno y mejor crecimiento en el vigor de la planta, para las variables botón floral aplicar vacaza al 4%, para frutos 6% y para rendimiento 8% concentración de biol respectivamente.
- Llevar el experimento a un siguiente año de aplicación, para determinar si los biofertilizantes tienen los mismos efectos, sobre las variables evaluadas en el primer año de aplicación.
- Estudiar el efecto de la aplicación de bioles en el manejo integrado de plagas y enfermedades que atacan a las plantas de camu-camu.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, C; Del Castillo, D; Alves, E; Tadashi, R. 2015. Efecto de la fertilización orgánica en la producción y calidad de frutos de plantas de camu-camu en Ucayali-Perú. IX CONGRESO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA; Belen.
- Abanto, C; Pinedo, M; Bardales, R; Alves, E. 2014. Efecto de la poda de fructificación y defoliación en el proceso productivo de camu-camu en la Región de Ucayali-Perú. IIAP.
- Abanto, C. 2011. Estudio de podas de fructificación y su efecto sobre la productividad del cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en Ucayali. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu-camu 19-21/09/2011.
- Abanto, C. 2010. Efecto del fertirriego sobre la productividad del camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la Región de Ucayali. Tesis para optar el Título de INGENIERO FORESTAL, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 95p.
- Abanto, C., Pinedo, M., Alves, E., Cardoso, P., Tadashi, R., Santos de Menezes, P., Farias, W., & Murga, H. (2016). Relation between the mineral nutrients and the Vitamin C content in camu-camu plants (*Myrciaria dubia*) cultivated on high soils and flood soils of Ucayali, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 297-304. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.18>
- Aguirre, O; Abanto, C; Oliva, C; Zumaeta, D; Chia, J. 2011. Evaluación agronómica de cuatros clones de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un suelo aluvial inundable de la región de Ucayali. IIAP. 70 – 77 p.
- Alvarez, F. 2010. Preparación y uso del biol. Canchis – Cusco. Intermediate Technology Development Group, ITDG. 30p.
- Andino, W. 2011. Evaluación de tres tipos de bioles en la producción de frejol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 101 p.

- Aragão VF, Fernandes PD, Gomes Filho RR, Santos Neto AM, Carvalho CM & Feitosa HO (2011) Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 490 5 (4): 361-375.
- Ayala, D. 2010. Efecto de dos biofertilizantes en el estado sanitario y establecimiento de plantones en *Acacia longifolia*. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 111 p.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica, 307 p.
- Bidwell, R.G.S.1990. Fisiología Vegetal, AGT Editorial S.A. de C.V. México D.F. Pg.: 274, 275, 278,424
- Campos V, DR y Meneses S, JM. 2008. Evaluación de fertilizantes biológicos (Bioles) líquidos reforzados aplicados al suelo en el cultivo de banano. Tesis Lic., Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica.
- Canarte, S. 2008. Efectos de la Aplicación de bioles en la producción de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 52 p.
- Cantarella, H. Nitrogênio. In: Novais, F.; Alvares, H.; Barros, N; Fontes, F.; Cantarutti, B.; Neves, L. (Eds.). *Fertilidade do Solo*. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 7. 2007. p.375-470
- Casas, J. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de Camu-Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Tesis de maestria. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 80p.
- Casas, J., Loli, O. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de Camu-Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 23p.
- Ciriello V, Guerrini IA & Backes C (2014) Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *CERNE*, 20 (4): 653-660.

- Colque, T.; Rodriguez, D.; Mujica, A.; Canahua, A.; Apaza, V.; Jacobson, S. 2005. Producción de biol, abono líquido natural y ecológico. ILLPA – PUNO. Instituto Nacional de Innovación Agraria, estación experimental. 16p.
- Cordero, I. 2010. Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos de cuy y gallinaza en cultivo de *Raphanus sativo* L. para determinar su incidencia en la calidad del suelo para la agricultura. Tesis para optar el título de ingeniero ambiental. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. 107 p.
- Correndo, A. y García, A. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. En: Archivo Agronómico #14- Marzo 2012. IPNI. Buenos Aires. Argentina. 8 pp.
- Dechen, A.; Nachtigall, R. Micronutrientes. In: Fernandes, S. (Ed.) Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 13.p.327-354. 2006.
- DIRECCIÓN REGIONAL SECTORIAL DE AGRICULTURA DE UCAYALI – DRSAU. 2016. Informe situacional de la Dirección Regional Sectorial De Agricultura. Pucallpa, Perú.
- Demolon, A.V. y Pérez, M.J.1972.Crecimiento de vegetales cultivado. Ediciones omega, S.A. Barcelona, España. p.199-201
- Domínguez, V. 1990.El abono de los cultivos .Ediciones mundi prensa. Págs. 26-29,233-240.
- Escudero, O. 2004. Efecto de dos fuentes de abono orgánico y sus interacciones en la producción de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Vaugh) en un inceptisol de Pucallpa. (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. 74p.
- Faquin, V. Nutrição Mineral de Plantas / Valdemar Faquin. -- Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.
- Farro, S; Pinedo, M. 2010. Posibles factores que producen la caída de fruto de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, "Camu-camu" durante la fenología reproductiva en la colección "cinco cuencas" en el centro experimental San Miguel - IIAP, Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria 1: 117 -123.

- Filgueira, F. A. R. 2000. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV. 412 p.
- Galbiatti, J. A.; Benecasa, M.; Lucas Júnior, J.; José-Luis, J. 1991. Efeitos da incorporação de efluentes de biodigestor sobre alguns parâmetros do sistema solo-planta, em milho. Revista Científica, Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 105-118
- Galindo B, AG y Jerónimo G, CS. 2005. Estudio sobre los abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción agrícola. Tesis Lic., Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica.
- Gárate, M; Paifa, M. 2013. Evaluación de la caída prematura de frutos en plantas adultas de camu-camu. Programa de manejo de bosques y servicios ambientales. Sub proyecto: sistemas de plantación de camu-camu arbustivo en Ucayali. 17p.
- Grigrio, M.L. Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh). 2013. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.
- Guanopatin, M. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 93 p.
- Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. RAAA. Lima, Perú. 90 p.
- Gutiérrez, MV. 2002. Aspectos Básicos de la nutrición mineral de las plantas, absorción foliar de sustancias útiles en la aplicación de agroquímicos al follaje. San José, CR. 1-6 p.
- IIAP. 2001. Sistema de Producción de Camu-camu en Restinga. Programa de cosistemas terrestres. Proyecto Bioexport. Camu-camu. 60p.
- IIAP. 2012. Evaluaciones sobre defoliación del camu-camu (*Myrciaria dubia*, *myrtaceae*) en región Loreto, Posted by Region. Diario judicial de Loreto.
- Infojardin, sf. Carencias de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-nitrogeno-fosforo-potasio.htm>.

- Inga, H.; Pinedo, M., Delgado C., Linares C., Mejía K. 2001. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* Mc Vaugh (H.B.K.) camu-camu. *Folia Amazónica* 12 (1-2). Iquitos. p 99 - 106.
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA). 2005, Producción de Biofertilizante líquido natural y ecológico. (En línea). Consultado 10-enero-2015. Disponible en <http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach>
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). 2012. El uso excesivo de plaguicidas, maquinaria y monocultivos destruye los suelos en Bolivia. (En línea). Consultado 06 de Marzo 2015. Disponible en: www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/zh/?dyna
- Iman, S., Melchor, M. 2011. Efecto de un defoliante sobre la fenología del camu-camu. *BuenasTareas.com*. Recuperado 02, 2011, de (<http://www.buenastareas.com/ensayos/Efecto-De-Un-Defoliante-Sobre-La/1604758.html>) Acceso 30.12.2016.
- Iman, S. 2008. Caracterización y evaluación morfoagronómica de germoplasma de camu-camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh. Iquitos. 8 pág.
- Inga, H., Pinedo, M. 2012. Evaluaciones sobre defoliación del Camu-Camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) en región Loreto. PROBOSQUES IIAP. Loreto, Perú.
- Jones, B., B. Wolf, and H. Mills. 1991. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing. Athens, GA, USA.
- López, A.; Romero, W.; Vargas, V.; Díaz, E. 2005. Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el rendimiento de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, Camu-Camu arbustivo, en un entisol de Pucallpa. *Folia Amazónica* 14(2): 35-41.
- López, A. y Linares, C. 2007. Cultivo de camu-camu en suelos aluviales de Ucayali. Pucallpa - Perú. 31 pág.

- Malavolta, E. 1994. Fertilización Foliar. In: Seminario "Fertilidad del Suelos: Diagnostico y control. Santa Fé de Bogotá Colombia. 305-341 p.
- Malavolta, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- Malavolta, E. 2006. Fertilización Foliar Diagnostico y control. Santa Fé de Bogotá Colombia.
- Mamani, P.; Chávez, E.; Ortuño, N. 2010. Biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivos. Chochabamba – Bolivia; Fundacion PROINPA. 7p.
- Mattos, D.; Quaggio, J.; Cantarella, H. 2005. Efecto de la fertilización con nitrógeno y potasio en el rendimiento de los cítricos. Informaciones Agronómicas 61: 11-13.
- Medeiros, B y Lopes, J. 2006. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola, Bahia Agríc., v.7, n.3, nov. 2006.
- Merrill, R.. Hoberecht, K. Mckeen, J. 1998. Organic Teas for Compost and Manure. In: Organic Farming Research Foundation.
- Molina, E. 2002a. Fertilización foliar de cultivos frutícolas San José, CR. 82-100 p.
- Molina, E. 2002b. Fuentes de fertilizantes foliares. San José, CR. 26-35 p.
- Navarro, G. y Navarro, S. 2000. Química agrícola. El suelo y los alimentos esenciales para la vida vegetal. Editorial Mundi prensa. Madrid, España 488 p.
- Navarro, L., Riva, R. 2011. Fertilidad floral en tres edades de desarrollo productivo del cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en un ultisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu-camu 19-21/09/2011.
- Navarro, L. 2004. Fertilidad floral en tres edades de desarrollo productivo del cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un ultisol de Pucallpa. Resúmenes científicos. (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. 74 p.

- Oliva, C., Pie, J. 2011. Palmagro, cultiva el camu-camu con más alto contenido de Vitamina C del Mundo. (Plantación Comercial de Camu-camu - Fundo Refugio). Nota técnica. Pucallpa, Perú. 2pp.
- Oliva, C. y Vargas, V. 2003. Manual de selección de plantas madres promisorias de camu-camu arbustivo en Ucayali. 12p.
- Oliva, C.; Vargas, V.; Linares C. 2005. Selección de plantas madres promisorias de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu-camu arbustivo, en Ucayali-Perú. Iquitos, Perú. Folia Amazónica; 14 (2): 85-89.
- Panduro, N. 2015. Dinámica de la absorción de nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu-camu en un entisol de Yarinacocha, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Escuela de Post grado. Tesis para optar el título de maestro en ciencias agrarias con mención en agricultura sostenible. Tingo María, Perú 86 p.
- Perez, A., Riva, R. 2011. Efecto de la fertilización foliar orgánica a base de bioles en la producción de camu-camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- Pérez, M. 2009 efecto de la fertilización foliar orgánica a base de bioles en la producción de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en suelos entisol de Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 81 p.
- Picon, C., Acosta, A. 2000. Cultivo del camu-camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh en la selva baja del Perú. Manual técnico, MINAG-PNCC, Iquitos.
- Pilco, M. 2003. Efecto de dos fuentes de abono orgánico y sus interacciones en la producción de camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK, Vaugh) en un inceptisols de Pucallpa. (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. 79 p.
- Pinedo, M.; Riva, R.; Rengifo, E.; Delgado, C.; Villacrés, J.; Gonzales, A.; Inga, H.; López, A.; Farronay, R.; Vega, R.; Linares, C. 2001. Sistema de Producción de camu-camu en restinga. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. Perú. 143 p.
- Pinedo, M. *et al.* (2010). Camu-camu (*Myrciaria dubia*, myrtaceae), Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonia Peruana. 135 p.

- Pinedo, M.; Lizama, R.; Paredes, D. 2011. Ensayo de abonamiento y defoliación en plantas de nueve años de camu-camu (*Myrciaria dubia*-Myrtaceae). 20p.
- Pino, C. 2005. Determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) como alternativa a la fertilización foliar química. Tesis para optar el título de ingeniero agropecuario. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Centro de investigación científica y tecnológica. 92 p
- Peters, C.M.; Vásquez, M.A. 1987. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. Producción de frutos en poblaciones naturales. Acta Amazónica 16/17:161-173.
- Prompex. 1998. El cultivo del camu-camu en la Amazonía peruana. Promoción de Exportaciones de Productos Agrícolas de la Selva. Citado por el proyecto Asesoría en Planeación Agraria. (PROAPAGTZ). Estudio de Mercado para *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh (camu-camu), 2006. 46 p.
- Rengifo, L. 2004. Niveles de fertilización inorgánica en el cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un suelo ultisol de Pucallpa. (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. 68 p.
- Restrepo, V. 2007. Técnicas orgánicas en la agricultura moderna. Aplicación de abonos orgánicos. Experiencia Dinamarca. En campo y tecnología. Ed. INTA. Buenos Aires, Republica de Argentina. 29 p.
- Riva, R. y Gonzalez, I. 1997. Tecnología del cultivo de camu-camu en la Amazonía Peruana INIA – EE - Pucallpa – Perú.
- Riva, R; Gonzales, I. 1999. Determinación Del Régimen de los Cultivos. 70 p.
- Romero, W. 2003. Aplicación de niveles de Nitrógeno en el rendimiento del camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) en un entisol de Pucallpa. (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali. 66 p.
- Romheld, V; El-Fouly, M. 2002. Aplicación foliar de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola. Informaciones Agronómicas 10-14 p.

- Saborío, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. In: Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones (2002, San José, CR). Memorias. San José, CR. 107-124 p.
- Salas, R. 2002a. Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. San José, CR. 7-18 p.
- Salas, R. 2002b. Fertilización foliar de plantas ornamentales. San José, CR. 67-76 p.
- Salcedo, N. L. 2008. Elaboración y evaluación de un biol frente a los abonos químicos en un cultivo de pepino, en la parroquia Guayllabamba del cantón quito provincia de Pichincha. Tesis de grado previa obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. LOJA – ECUADOR. 97p.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1992. Fisiología de las plantas 1 células: agua, soluciones y superficies. Editorial Paraninfo, México, D.F. Págs. 175,176, 177,178.
- Sánchez, E., Villegas, P., Ramírez, N., Casas, R. 2011. Estudio fenológico del cultivo de Camu-camu (*Myrciaria Dubia* H.B.K. Mc. Vauhg) en Pucallpa, Perú. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu-camu 19-21/09/2011.
- Santos, V. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niterói: Emater-Rio, 1992. p.20-45.
- Segura, A. 1993. Aspectos básicos de la fertilización foliar. Conferencia presentada en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. 70p.
- Segura, A. 2002. Fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. In: Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones (2002, San José, CR). Memorias. San José, CR.19-25 p.
- Sierra, C, 2003. "Fertilización de cultivos y frutales en la zona norte". Instituto de Investigación Agropecuarias - Chile, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Boletín INIA N° 97, 72 p.
- Soubes, M. 1994. Microbiología de la fermentación Anaerobia. Tratamiento Anaerobio III taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales". Montevideo Uruguay 1994 pag. 15 – 28.

- Souza, J. L.; Resende, P. 2003. Manual de horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda fácil, 564 p.
- Souza, B. de; Alcântara, A. de. Adubação orgânica. In: Henz, P.; Alcântara, A. de; Resende, V. (Ed). Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007. p. 113-127.
- Suquilanda V., M., 2000. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. FUNDASRO, Quito, Ecuador.
- SUNAT. 2016. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. Exportaciones del producto camu-camu según sus principales presentaciones en us\$ 2012 – 2017. Disponible en [http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=1920], consultado en: 20/10/2017.
- Terra; M (2003) Nutrição, calagem e adubação. In: POMMER, C.V. Uva: Tecnologia de 561 produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, cap.7, p.405-476.
- Triveño, G. 2006. Eslabones finales de la cadena productiva del camu-camu. Preexpansión 10 p.
- Toalombo, M. 2013. Aplicación de abonos organicos liquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus*). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Tecnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 92 p
- Uribe, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. In Meléndez, G; Soto, G; eds. Taller de Abonos Orgánicos. San Jose, Costa Rica, CATIE/UCR.
- Vásquez, M.R. 1997. Florula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Allpahuayo Mishana. Missouri Botanical Garden. 1046 p.
- Vásquez, A. 2000. El camu-camu: cultivo, manejo e investigación. Edit. Universal S.R.L. Iquitos-Perú. 218 p.
- Velazco, E. 2015. Fenología reproductiva y extracción de nutrientes por el fruto de *Myrciaria dubia* HBK MC Vaugh "camu-camu" en terraza alta y terraza baja inundable de la región

Ucayali. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias agrícolas, mención agricultura sostenible. Tingo María. 84 p.

Velazco, E. Choy, J.G. Panduro, N.M. 2013. SEPARATA ¿Cómo escribir el proyecto de Investigacion? Docentes adscritos al Departamento Agroforestal Acuicola – DAFA. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. 24 p.

Villachica, H. 1996. El cultivo de camu-camu en la Amazonía Peruana. Ed. TCA. Lima, Peru. Pp. 12 – 15.

Weingärtner, A.M; Aldrighi, F.C.; Perera, A.F. 2006. Práticas Agroecológicas- Caldas e Biofertilizantes. 1º edição- Pelotas, RS. 24p.

Yuyama, K. 2011. A cultura de camu-camu no Brasil. Revista Brasileira de fruticultura, 33 (2), 335 – 690. Retrieved June 06, 2014, from. <http://www.scielo.br/scielo.php>

VIII. ANEXOS

Cuadro 11. Análisis de Vitamina C



Natura Analítica SAC

RUC: 20500103661

SECCION II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS

SOLICITANTE: **IIAP**
 RUC: 20171781648
 DIRECCION: Av. Abelardo Quiñones km 2.5 - Iquitos
 RESPONSABLE: Gerson Soregar
 MUESTRA: **PULPA DE CAMU CAMU**
 CANTIDAD POR MUESTRA: 15 mL aprox. Por 25 muestras
 REFERENCIA: **PERSONAL**
 ANALISTA RESPONSABLE: Blgo. Fredi Carrasco S.
 Blgo. Erick Castillo Q.
 ANALISIS SOLICITADOS: **ACIDO ASCORBICO**

*MUESTRA RECOLECTADA BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE

PARAMETRO		RESULTADOS	
ITEM	CODIGO	ACIDO ASCORBICO METODO	RESULTADO
1	G-8	TITRIMETRICO	180000
2	G-6	TITRIMETRICO	100000
3	G-4	TITRIMETRICO	140000
4	G-2	TITRIMETRICO	140000
5	G-0	TITRIMETRICO	120000
6	S-8	TITRIMETRICO	100000
7	S-6	TITRIMETRICO	120000
8	S-4	TITRIMETRICO	100000
9	S-2	TITRIMETRICO	120000
10	S-0	TITRIMETRICO	140000
11	P-8	TITRIMETRICO	140000
12	P-6	TITRIMETRICO	120000
13	P-4	TITRIMETRICO	140000
14	P-2	TITRIMETRICO	140000
15	P-0	TITRIMETRICO	100000
16	G1-8	TITRIMETRICO	120000
17	G1-6	TITRIMETRICO	120000
18	G1-4	TITRIMETRICO	120000
19	G1-2	TITRIMETRICO	80000
20	G1-0	TITRIMETRICO	120000
21	V-8	TITRIMETRICO	100000
22	V-6	TITRIMETRICO	120000
23	V-4	TITRIMETRICO	80000
24	V-2	TITRIMETRICO	120000
25	V-0	TITRIMETRICO	120000

Unidades: mg/100g de pulpa de camu camu

Página 1

Av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA UCAYALI Telef. 575050 e-mail: laboratorio@natura.es

Natura Analítica S.A.C.

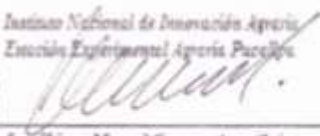
Ego Analítico

Elaborado por: [Firma]

Cuadro 12. Prueba de chi-cuadrado

	Valor	Gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6,000 ^a	8	,647
Razón de verosimilitud	6,913	8	,546
Asociación lineal por lineal	1,436	1	,231
N de casos válidos	31		

Cuadro 13. Análisis físico-químico de cada biol preparado.

	PERÚ	Ministerio de Agricultura	Instituto Nacional de Innovación Agraria	Estación Experimental Agraria Pucallpa		
Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos						
Solicitante: IIAP – IQUITOS Dirección Legal: Iquitos Teléfono : -- Tipo de Insumo : Abonos Orgánicos N° de Muestra : 10 Ensayo Solicitado : Macroelementos Fecha de Recepción : 24/08/2015 Fecha de Emisión de Resultados : 15/10/2015			RUC : -- Procedencia : Iquitos Código de Laboratorio : OS0003-EEAP-15 Fecha de Muestreo : 24/08/2015 Colectores : El Solicitante			
N°	Código	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	P (%)	N (%)
1	Bovinaza	0.55	0.09	0.12	0.35	3.93
2	Puc "2" Gallinaza	1.33	0.21	0.23	0.15	1.78
3	Sedimentos de Rio	2.07	0.24	0.04	0.13	1.00
4	Puc Pollinaza	2.91	0.16	0.06	1.41	1.03
5	Puc Gallinaza	2.79	0.15	0.06	1.46	1.02
6	Puc Vacaza	0.27	0.07	0.10	0.10	1.71
7	Puc "2" Bovinaza	0.91	0.22	0.11	0.20	3.57
8	Gallinaza	1.34	0.16	0.82	0.76	1.88
9	Pollinaza	3.17	0.40	1.89	2.37	1.23
10	Guano de Isla	9.65	1.43	2.76	3.18	6.84
METODOLOGIA:						
Ca, Mg, K, P		: Digest. Via Seca				
Ca, Mg, K		: Absorción Atómica				
P		: Colorimetría				
N		: Método Micro Kjeldahl				
Nota: Los resultados del análisis de abonos están en base tal como se recolectó.						
		Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Agraria Pucallpa  Ing. Héctor Manuel Campos Amashán Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos (s)				
Carretera Federico Basadre Km 4.00, Casilla N° 203, Pucallpa- Perú Teléfono: (011) 061 57-1913 / Telefax: 061 57-5008, http://www.inia.gob.pe , e-mail: pucallpa@inia.gob.pe						

Cuadro 14. Análisis de suelos

 PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego		Instituto Nacional de Innovación Agraria		Estación Experimental Agraria Pucallpa	
ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS					
Solicitante:	IAP - UCAYALI (Carlos Abanto Rodriguez)		Fecha muestreo:	4.5.6.7/08/2015	
Procedencia:	Manantay, Pucallpa		Fecha Recepción:	18/08/2015	
Dirección Legal:	C.F.B. Km 12.400		Fecha Resultados:	31/08/2015	
Solicitud de Ingreso:	SU 00047 EEAP-15		Tipo Muestra:	Suelo	
Ensayo Solicitado:	Caracterización		Cultivo Anterior:	Camu Camu	
Código:	L22245		Cultivo a Instalar:	Camu Camu	
Muestreado por:	Solicitante		Edad de Cultivo:	N/D	

Profundidad Suelo (m.)	ANÁLISIS TEXTURAL					Densidad Apparente (g/cm ³)
	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	
0.20	0-20	10.24%	46.46%	43.26%	Arcilla Limosa	1.25

	ANÁLISIS DE FERTILIDAD								
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol ⁺ /LL)	Potasio (Cmol ⁺ /LL)	Calcio (Cmol ⁺ /LL)	Magnesio (Cmol ⁺ /LL)	Bases Totales (Cmol ⁺ /LL)
VALORES	6.71	2.51	0.11	6.12	0.20	0.37	21.04	2.17	23.58
Interpretación	Neutro	Bajo	Medio	Bajo	Muy bajo	Medio	Muy alto	Medio	Alto

Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C		PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES				
Valor Cámbico	2.21	0.84%	0.02	0.88	0.09	99.16%
Interpretación	Poco salino. Los rendimientos de los cultivos más sensible se afectan	Normal. Sin problemas	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Muy alto



OTRAS DETERMINACIONES	
CIC efectiva (mg/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
23.76	0.84%
Alto	Normal. Sin problemas

	RELACIONES ENTRE CATIONES					Volumen de Suelo (t/ha)
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K	(Ca + Mg + K) / Al	
VALORES	9.69	5.82	56.34	62.16	117.92	
Interpretación	Deficiencia de Mg	Aceptable	Deficiencia de K	Deficiencia de K	No hay problemas con aluminio	2.450

	OTRAS DETERMINACIONES FISICAS				
	Punto marchitez (gr agua/cm ³ suelo)	Capacidad de campo (gr agua/cm ³ suelo)	Saturación (gr agua/cm ³ suelo)	Conductividad hidráulica (cm/hr)	Agua disponible (lt Agua/dm ³ suelo)
VALORES	0.27	0.43	0.54	0.26	0.16

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal suelos en el trópico húmedo: Añinos, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Ralael Román Lora - Perú 1992

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



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Ing. Héctor Manuel Campos Amarijén
Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos (e)

Carretera Pucallpa-Iquitos km. 8
 Pucallpa Ucayali Perú
 T: 0821573-013
 E: pucallpa@innagro.gob.pe

Cuadro 15. Base de datos de las variables tomadas en campo

Obs	Bloque	Biol	Dosis	NB	NBF	NFC	PF (g)	t ha ⁻¹
1	1	VACAZA	0	467	1200	604	12.23	5.46
2	2	VACAZA	0	345	1225	564	9.18	5.1
3	3	VACAZA	0	362	1242	558	11.02	5.05
4	1	VACAZA	2	787	3753	1892	8.5	13.39
5	2	VACAZA	2	992	3826	1825	8.42	12.91
6	3	VACAZA	2	782	3828	1861	8.58	13.17
7	1	VACAZA	4	869	4798	2262	10.24	19.3
8	2	VACAZA	4	888	4821	2061	10.17	17.59
9	3	VACAZA	4	879	4658	2271	10.31	19.38
10	1	VACAZA	6	1412	3722	3191	9.29	24.7
11	2	VACAZA	6	677	3625	3152	9.18	24.39
12	3	VACAZA	6	752	3830	3063	9.4	23.7
13	1	VACAZA	8	1382	4247	3020	10.85	27.31
14	2	VACAZA	8	795	4600	3115	10.76	28.17
15	3	VACAZA	8	572	4546	3045	10.95	27.53
16	1	GALINAZA	0	615	1195	516	8.8	3.78
17	2	GALINAZA	0	307	1085	479	8.64	3.51
18	3	GALINAZA	0	351	1015	500	8.96	3.67
19	1	GALINAZA	2	615	2119	1358	9.73	11.01
20	2	GALINAZA	2	334	2085	1469	9.98	11.91
21	3	GALINAZA	2	263	2201	1453	9.48	11.78
22	1	GALINAZA	4	403	1600	629	11.13	5.83
23	2	GALINAZA	4	413	1604	794	11.32	7.36
24	3	GALINAZA	4	395	1503	743	10.93	6.89

25	1	GALINAZA	6	361	3401	1441	13.32	16
26	2	GALINAZA	6	439	3342	1126	13.06	12.5
27	3	GALINAZA	6	362	3402	1177	13.59	13.07
28	1	GALINAZA	8	244	1506	710	13.39	7.92
29	2	GALINAZA	8	188	1549	713	13.24	7.95
30	3	GALINAZA	8	189	1592	715	13.54	7.98
31	1	GUANO	0	1427	709	327	7.86	2.14
32	2	GUANO	0	1394	717	386	7.75	2.53
33	3	GUANO	0	1416	702	269	7.97	1.76
34	1	GUANO	2	745	1110	511	8.31	3.55
35	2	GUANO	2	563	1184	547	8.2	3.79
36	3	GUANO	2	580	1147	264	8.59	1.83
37	1	GUANO	4	2272	2897	1352	14.07	15.84
38	2	GUANO	4	1075	2871	1321	14.16	15.48
39	3	GUANO	4	1266	2846	1289	13.98	15.11
40	1	GUANO	6	1256	1953	1626	7.27	9.85
41	2	GUANO	6	1580	1942	1505	7.05	9.12
42	3	GUANO	6	1239	1958	1597	7.49	9.68
43	1	GUANO	8	2349	3503	2513	10.63	22.25
44	2	GUANO	8	1301	3462	2427	10.5	21.49
45	3	GUANO	8	904	3475	2414	10.76	21.37

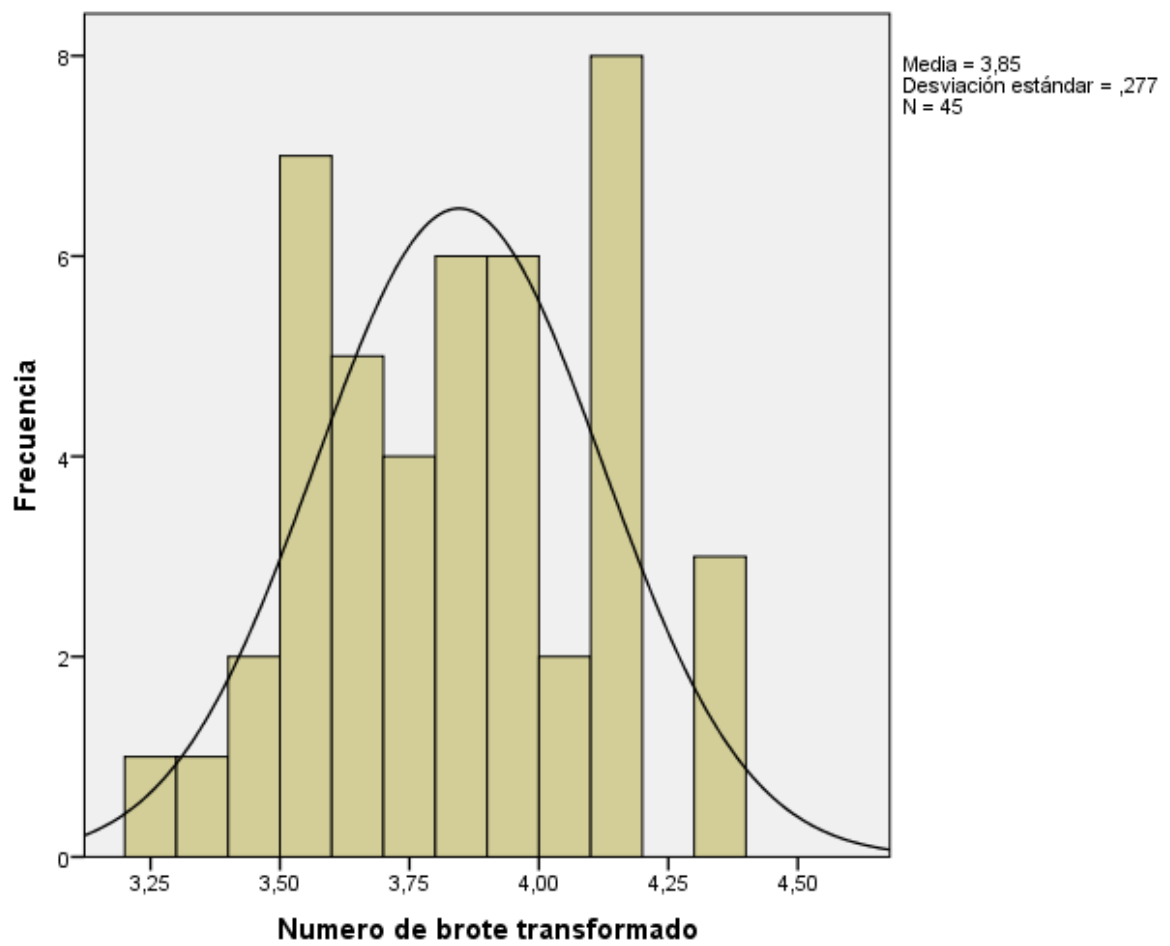


Figura 10. Test de normalidad para números de brotes

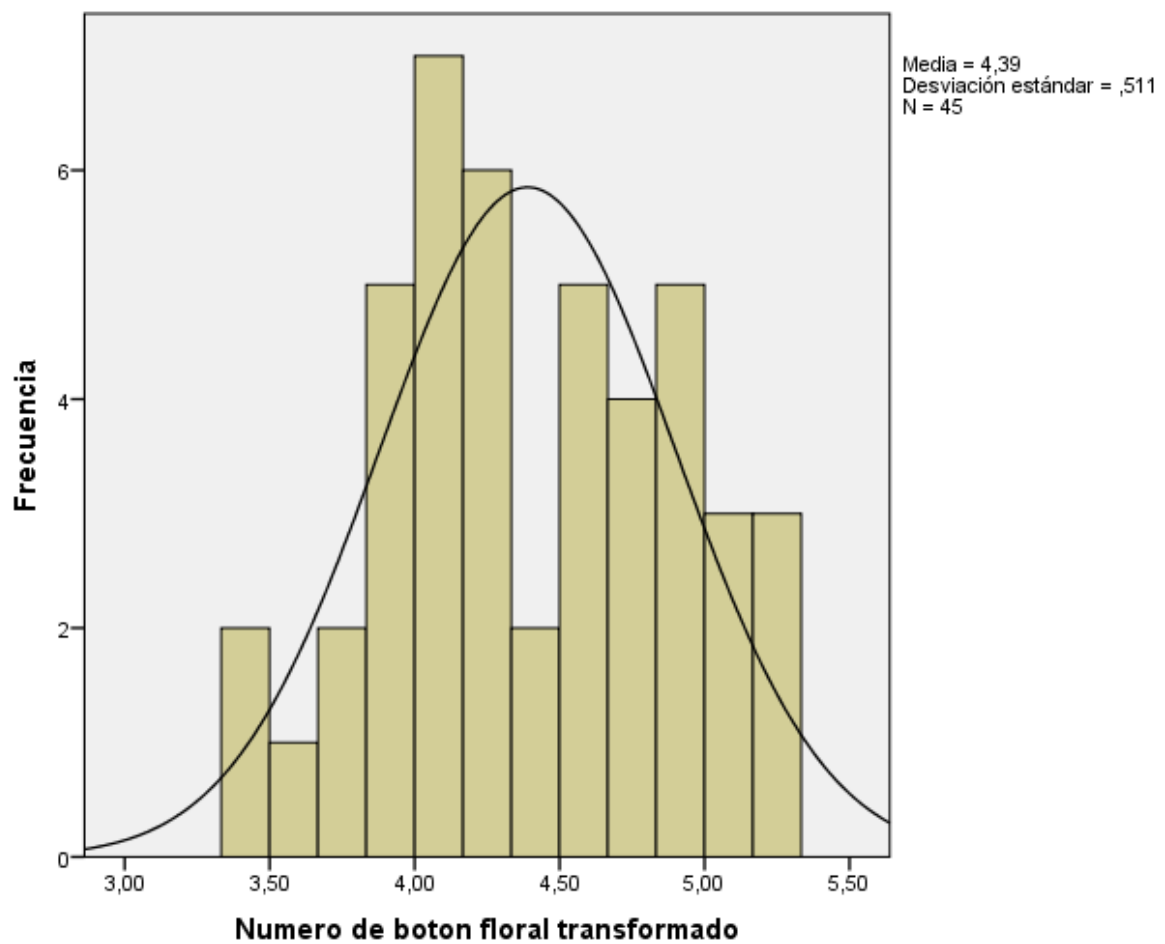


Figura 11. Test de normalidad para números de botón floral

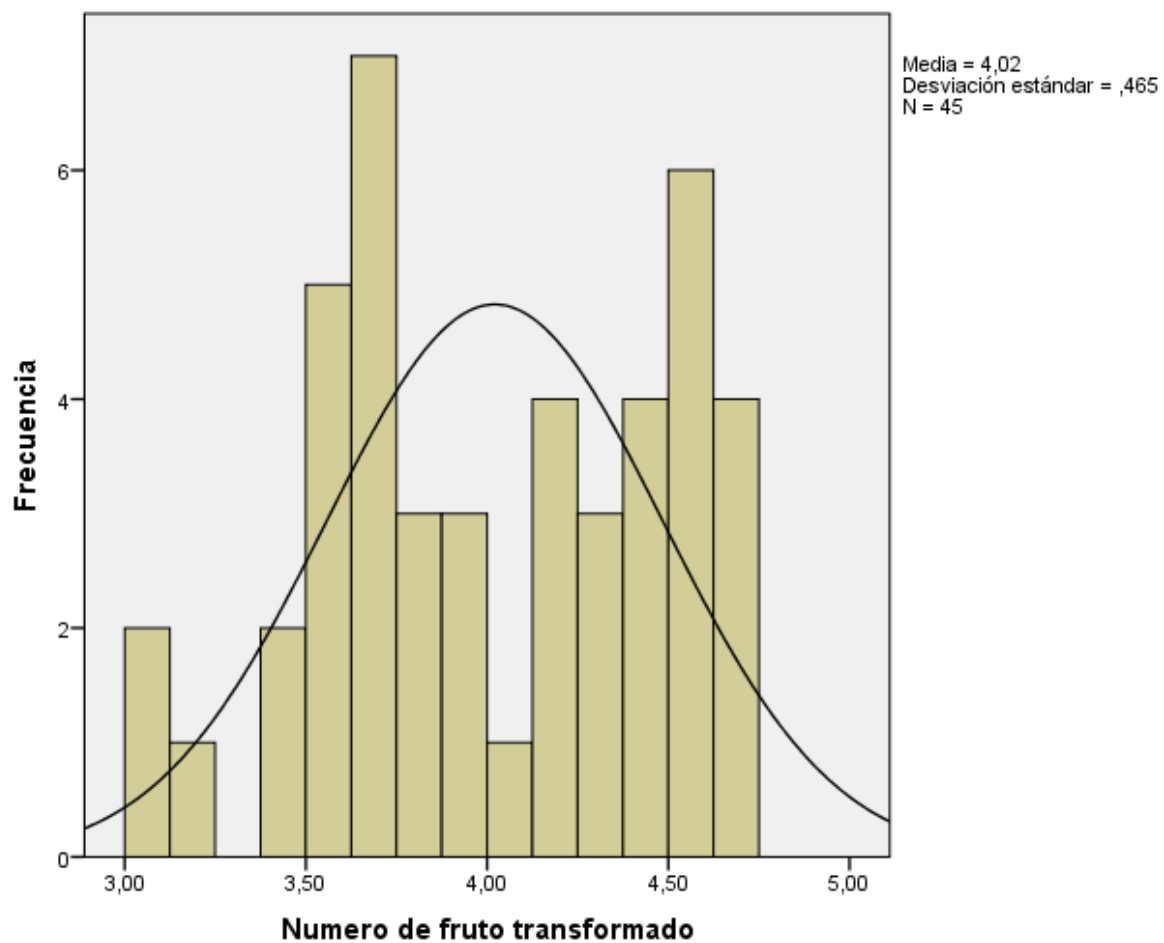


Figura 12. Test de normalidad para números de frutos por planta

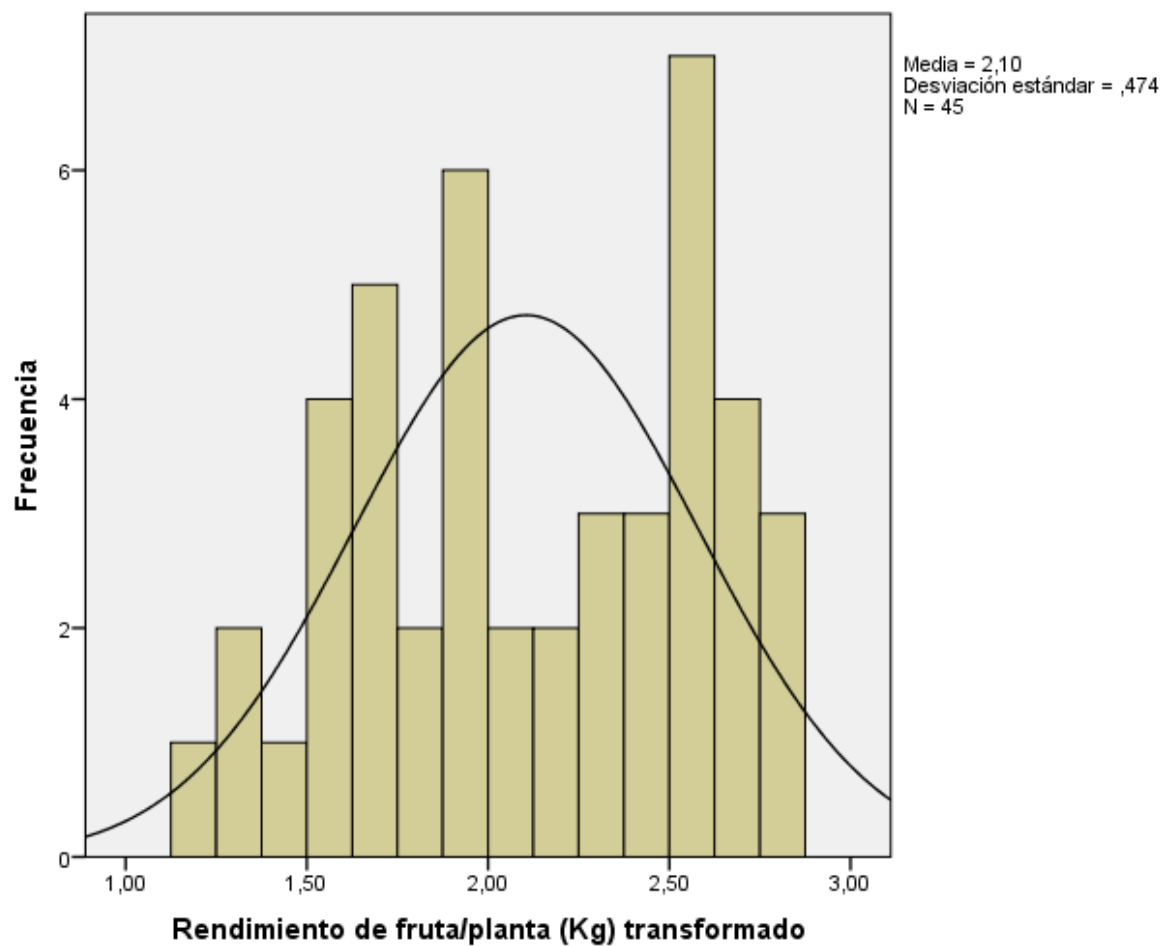


Figura 13. Test de normalidad para rendimiento

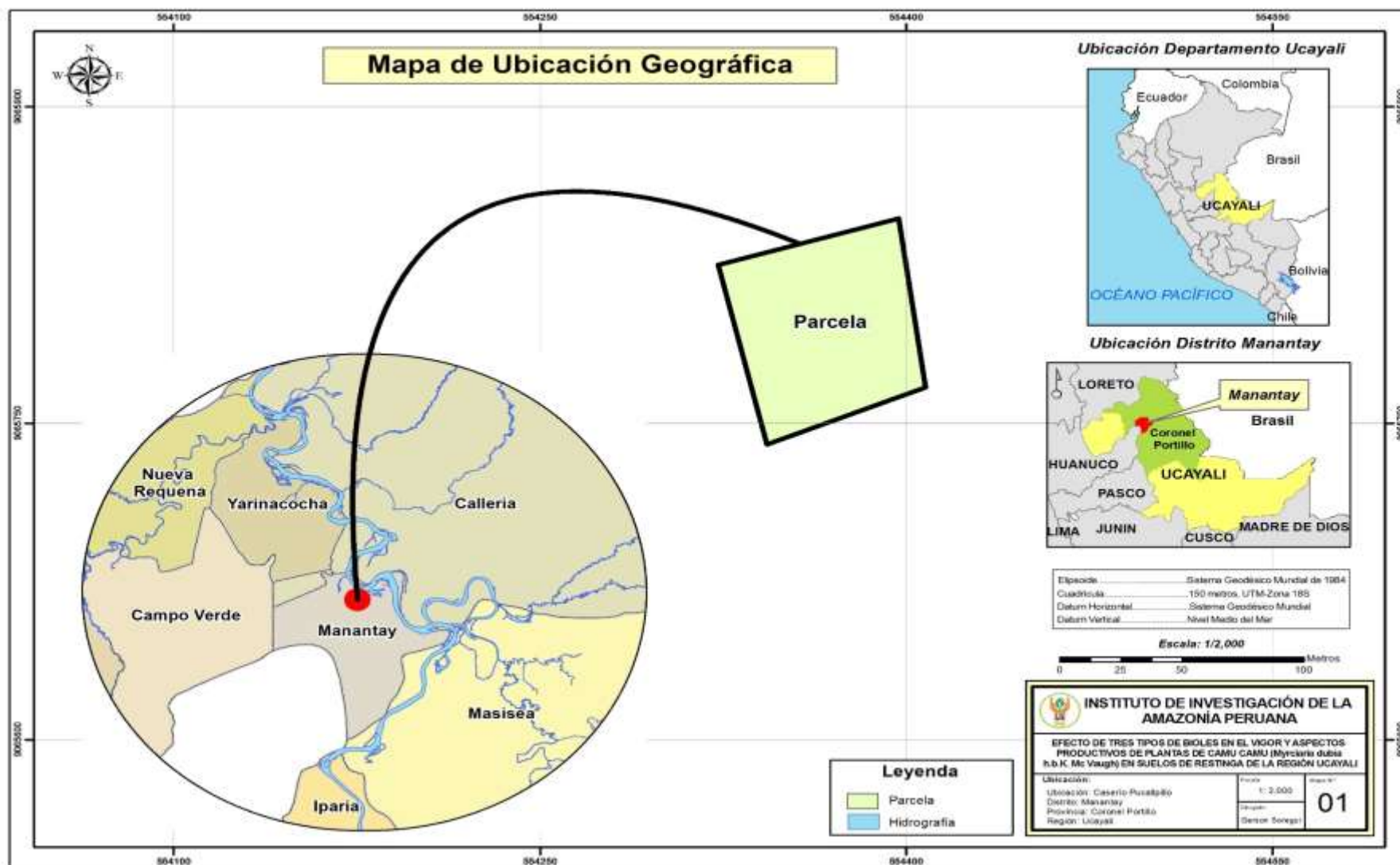


Figura 14. Mapa de ubicación geográfica donde se desarrolló el estudio

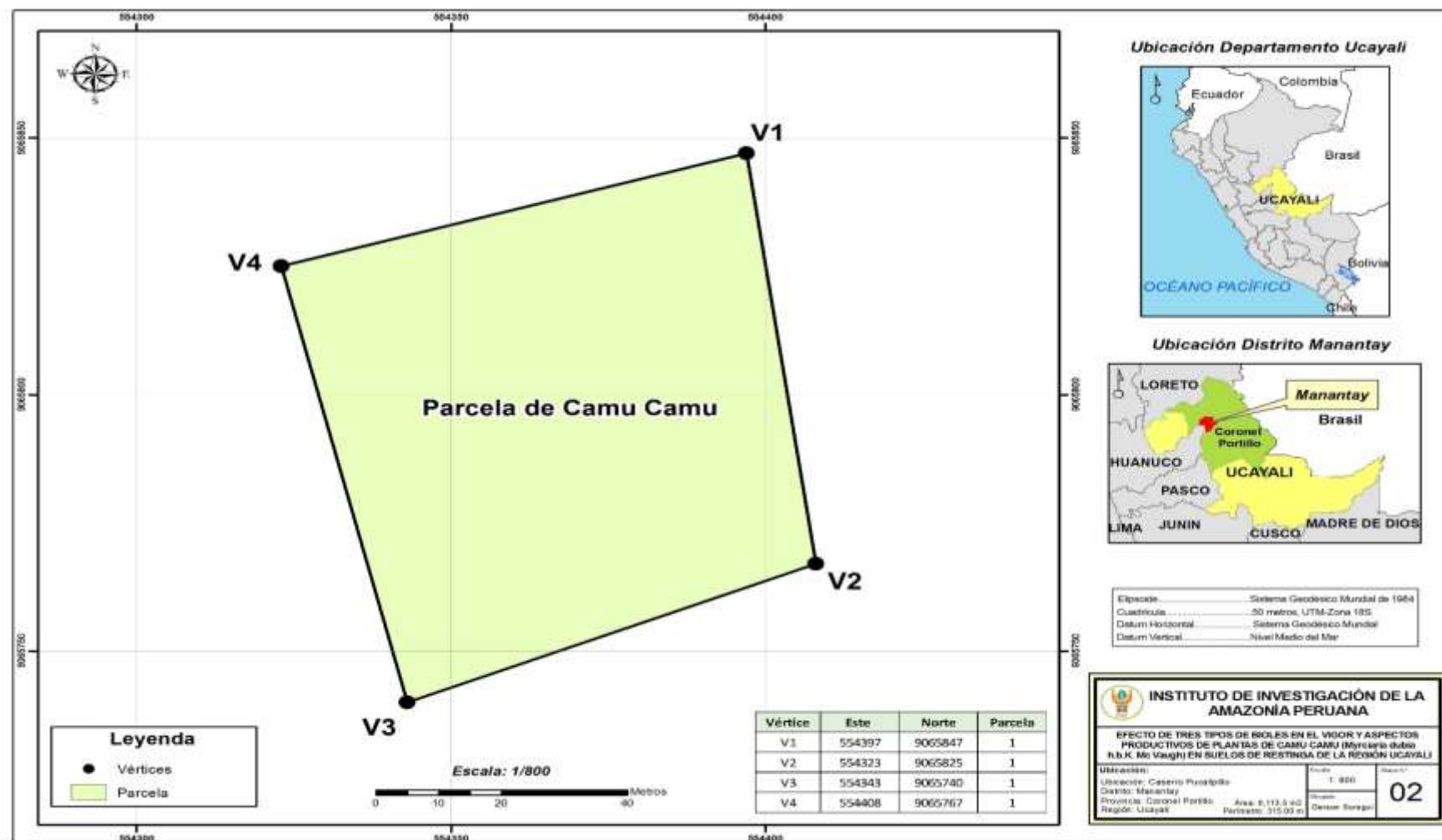


Figura 15. Distribución de la parcela.

Cuadro 16. Etapas de aplicación del biol

Aplicación de biol	Defoliación	Aplicación de biol					Estado de floración	Aplicación de biol						Cosecha
														
30 días antes de defoliar	Días despues de la defoliación					No se aplico	Días despues de la defoliación						No se aplico	
	0	1	15	30	45	60	21 días	81	96	111	126	141	156	175

Cuadro 17. Guía general para el criterio de rangos: niveles críticos (deficiencia), de suficiencia, y tóxicos de los nutrientes vegetales.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	-----%						-----mg kg ⁻¹ -----					
Nivel crítico	< 2.0	< 0.2	< 1.0	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 10	< 3-5	< 50	< 10-20	< 0.1	< 15-20
Suficiencia	2.0-5.0	0.2-0.5	1.0-5.0	0.1-0.3	0.1-1.0	0.1-0.4	10-100	5-20	50-250	20-300	0.1-0.5	20-100
Toxicidad	No tox.	No tox.	No tox.	No tox.	No tox.	No tox.	> 100	> 20	No tox.	> 300	> 0.5	> 400

Adaptado de Bennett (1993), citado por Correndo y García (2012).

Cuadro 18. Prueba de normalidad para las variables evaluadas

Pruebas de normalidad							
Biol		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
logBrotos	Vacaza	.162	15	.200*	.952	15	.556
	Gallinaza	.140	15	.200*	.954	15	.585
	Guano de Isla	.210	15	.073	.930	15	.274
logBoton	Vacaza	.149	15	.200*	.885	15	.056
	Gallinaza	.168	15	.200*	.910	15	.134
	Guano de Isla	.224	15	.042	.932	15	.296
logFruto	Vacaza	.184	15	.185	.848	15	.016
	Gallinaza	.146	15	.200*	.925	15	.233
	Guano de Isla	.227	15	.036	.933	15	.299
logRdto	Vacaza	.174	15	.200*	.879	15	.046
	Gallinaza	.167	15	.200*	.922	15	.205
	Guano de Isla	.209	15	.076	.902	15	.103

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro 19. Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
logBrotos	Se basa en la media.	.490	2	42	.616
	Se basa en la mediana	.443	2	42	.645
	Se basa en la mediana y con gl ajustado.	.443	2	39.944	.645
	Se basa en la media recortada.	.479	2	42	.623
logBoton	Se basa en la media.	.095	2	42	.909
	Se basa en la mediana.	.113	2	42	.894
	Se basa en la mediana y con gl ajustado.	.113	2	41.453	.894
	Se basa en la media recortada.	.105	2	42	.901
logFruto	Se basa en la media.	.493	2	42	.614
	Se basa en la mediana.	.205	2	42	.816
	Se basa en la mediana y con gl ajustado.	.205	2	36.480	.816
	Se basa en la media recortada.	.474	2	42	.626
logRdto	Se basa en la media.	.411	2	42	.666
	Se basa en la mediana.	.224	2	42	.801
	Se basa en la mediana y con gl ajustado.	.224	2	39.533	.801
	Se basa en la media recortada.	.406	2	42	.669

Cuadro 20. Medias marginales para número de brotes

1. Biol

Variable dependiente: logBrotes

Intervalo de confianza al 95%				
Biol	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	6.628	.060	6.504	6.752
Gallinaza	5.887	.060	5.763	6.011
Guano de Isla	7.147	.060	7.023	7.271

2. Dosis

Variable dependiente: logBrotes

Intervalo de confianza al 95%				
Dosis	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
0%	6.493	.078	6.333	6.653
2%	6.398	.078	6.238	6.558
4%	6.715	.078	6.555	6.874
6%	6.655	.078	6.495	6.815
8%	6.511	.078	6.351	6.671

3. Biol * Dosis

Variable dependiente: logBrotes

Intervalo de confianza al 95%					
Biol		Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	0%	6.064	.135	5.787	6.341
	2%	6.744	.135	6.468	7.021
	4%	6.780	.135	6.503	7.056
	6%	6.799	.135	6.522	7.076
	8%	6.754	.135	6.477	7.031
Gallinaza	0%	6.006	.135	5.729	6.282
	2%	5.938	.135	5.661	6.215
	4%	6.003	.135	5.726	6.280
	6%	5.958	.135	5.681	6.234
	8%	5.533	.135	5.256	5.809
Guano de Isla	0%	7.361	.135	7.132	7.685
	2%	6.511	.135	6.234	6.788
	4%	7.409	.135	7.084	7.638
	6%	7.208	.135	6.932	7.485
	8%	7.247	.135	6.970	7.524

Cuadro N° 21. Medias marginales para número de botón floral**1. Biol**

Variable dependiente: logBoton

Intervalo de confianza al 95%				
Biol	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	8.291	.233	7.813	8.769
Gallinaza	7.694	.233	7.216	8.172
Guano de Isla	7.431	.233	6.953	7.909

2. Dosis

Variable dependiente: logBoton

Intervalo de confianza al 95%				
Dosis	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
0%	6.674	.301	6.057	7.291
2%	7.777	.301	7.160	8.394
4%	7.558	.301	6.941	8.174
6%	8.301	.301	7.684	8.917
8%	8.718	.301	8.101	9.335

3. Biol * Dosis

Variable dependiente: logBoton

Intervalo de confianza al 95%					
Biol		Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	0%	6.503	.522	5.435	7.572
	2%	8.119	.522	7.050	9.188
	4%	8.330	.522	7.261	9.398
	6%	8.928	.522	7.859	9.997
	8%	9.576	.522	8.507	10.645
Gallinaza	0%	6.953	.522	5.885	8.022
	2%	7.971	.522	6.903	9.040
	4%	7.334	.522	6.265	8.402
	6%	8.412	.522	7.343	9.480
	8%	7.801	.522	6.732	8.870
Guano de Isla	0%	6.565	.522	5.496	7.633
	2%	7.241	.522	6.172	8.309
	4%	7.009	.522	5.941	8.078
	6%	7.562	.522	6.493	8.630
	8%	8.778	.522	7.709	9.846

Cuadro 22. Medias marginales para número de frutos por planta**1. Biol**

Variable dependiente: logFruto

Intervalo de confianza al 95%				
Biol	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	7.418	.212	6.984	7.852
Gallinaza	6.790	.212	6.356	7.224
Guano de Isla	6.665	.212	6.231	7.099

2. Dosis

Variable dependiente: logFruto

Intervalo de confianza al 95%				
Dosis	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
0%	5.896	.273	5.336	6.456
2%	7.003	.273	6.443	7.564
4%	6.785	.273	6.224	7.345
6%	7.438	.273	6.878	7.998
8%	7.667	.273	7.106	8.227

3. Biol * Dosis

Variable dependiente: logFruto

Intervalo de confianza al 95%					
Biol		Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	0%	5.733	.474	4.763	6.703
	2%	7.344	.474	6.373	8.314
	4%	7.554	.474	6.584	8.524
	6%	8.151	.474	7.181	9.121
	8%	8.310	.474	7.340	9.280
Gallinaza	0%	6.163	.474	5.193	7.134
	2%	7.196	.474	6.226	8.166
	4%	6.562	.474	5.592	7.532
	6%	7.341	.474	6.371	8.312
	8%	6.688	.474	5.718	7.658
Guano de Isla	0%	5.792	.474	4.822	6.762
	2%	6.471	.474	5.501	7.441
	4%	6.238	.474	5.268	7.208
	6%	6.822	.474	5.852	7.792
	8%	8.002	.474	7.032	8.972

Cuadro 23. Medias marginales para rendimiento de fruto en t ha⁻¹**1. Biol**

Variable dependiente: logRdto

Intervalo de confianza al 95%				
Biol	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	3.072	.194	2.675	3.469
Gallinaza	2.556	.194	2.159	2.953
Guano de Isla	2.354	.194	1.958	2.751

2. Dosis

Variable dependiente: logRdto

Intervalo de confianza al 95%				
Dosis	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
0%	1.669	.250	1.156	2.181
2%	2.580	.250	2.068	3.093
4%	2.599	.250	2.087	3.111
6%	3.069	.250	2.556	3.581
8%	3.387	.250	2.874	3.899

3. Biol * Dosis

Variable dependiente: logRdto

Intervalo de confianza al 95%					
Biol		Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Vacaza	0%	1.683	.433	.796	2.571
	2%	2.858	.433	1.970	3.745
	4%	3.200	.433	2.312	4.087
	6%	3.696	.433	2.808	4.583
	8%	3.922	.433	3.034	4.809
Gallinaza	0%	1.818	.433	.931	2.706
	2%	2.816	.433	1.929	3.704
	4%	2.347	.433	1.460	3.235
	6%	3.218	.433	2.330	4.105
	8%	2.581	.433	1.694	3.469
Guano de Isla	0%	1.505	.433	.617	2.392
	2%	2.067	.433	1.180	2.955
	4%	2.250	.433	1.362	3.137
	6%	2.294	.433	1.406	3.181
	8%	3.657	.433	2.770	4.545