

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRÍA EN SUELOS



**CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN LA BIOMASA
ESTACIONAL DEL CULTIVO DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*
HBK Mc Vaugh) EN SUELOS DE YARINACOCHA (PUCALLPA)**

Presentado por

JUAN HILBERT CASAS VERA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER SCIENTIAE EN SUELOS**

LIMA - PERÚ

2014

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por
Cuidarme, iluminarme y permitirme
El anhelo de superarme como profesional.

Con eterna gratitud a mis queridos
Padres: JOSÉ y CÁRMEN por
el constante apoyo incondicional.

Con cariño a mis hermanos:
Jhon, Mabel, Mildred y Celso

AGRADECIMIENTOS:

El autor brinda los más sinceros agradecimientos a las siguientes personas.

- Al comité asesor: Dr. Oscar Loli Figueroa, Ing. Mg Sc. Julio Nazario Ríos y al Dr Sady J. García Benezú.
- Al Dr. Oscar Loli Figueroa patrocinador de la tesis por su apoyo generoso y colaboración constante.
- Al Ing. Eliel Sánchez Marticorena, quien coordinó y apoyo la ejecución del proyecto a través de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Al Ing. Roger Vásquez Gómez, por brindarnos su plantación de camu camu para la ejecución del proyecto.
- A los Docentes de la especialidad de suelos de la escuela de Post Grado, por sus conocimientos vertidos en mi preparación profesional.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE ANEXOS	III
RESUMEN	IV
SUMARY	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO CAMU CAMU	3
2.2 FENOLOGÍA DEL CULTIVO	4
2.3 ABSORCIÓN DE NUTRIENTES	5
2.4 FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES	6
2.4.1 Factores internos	6
2.4.2 Factores externos	6
2.5 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMU CAMU	7
2.5.1 Clima	8
2.5.2 Suelo	8
2.6 FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMU CAMU	9
2.7 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES	11
2.8 LOS ELEMENTOS Y FERTILIZACIÓN	12
2.9 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO	17
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	17
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETAL	18
3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES	18
3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL	18
3.6 MATERIAL DE CAMPO	20
3.7 MATERIAL DE LABORATORIO Y EQUIPOS	20
3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.9 METODOLOGÍA	21
3.9.1 Etapas de la actividad de campo	21

3.9.2	Etapa del análisis del laboratorio.....	29
3.9.3	Etapa de gabinete (procesamiento de información)	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	32
4.2	DESCRIPCIÓN FENOLOGICA DEL CULTIVO	35
4.2.1	Fase de brotamiento I	35
4.2.2	Fase de brotamiento II.....	36
4.2.3	Fase de fructificación (aparición y formación de yemas florales, desarrollo de botones florales, floración y formación de frutos).....	37
4.2.4	Fase de llenado de fruto.....	39
4.2.5	Fase de fruto maduro (cosecha).....	40
4.3	DETERMINACIÓN DE LA MATERIA SECA	41
4.3.1	Porcentaje de la materia seca de hojas y frutos en las fases fenológicas.....	41
4.3.2	Formación y acumulación de materia seca total.....	45
4.3.3	Acumulación de la materia seca de los órganos estacionales hojas y frutos de la planta en cada fase fenológica	47
4.4	CONCENTRACION Y ABSORCIÓN DE NITROGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LAS HOJAS Y FRUTOS DEL CAMU CAMU.	50
4.4.1	Concentración y absorción de nitrógeno	50
4.4.2	Concentración y absorción de fósforo	56
4.4.3	Concentración y absorción de potasio	62
4.5	RENDIMIENTO.....	68
V.	CONCLUSIONES	70
VI.	RECOMENDACIONES	72
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
VIII.	ANEXOS	79

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Ley de los fertilizantes.....	18
Cuadro 2: Ubicación de las calicatas.....	22
Cuadro 3: Tratamientos y dosis de fertilización.....	22
Cuadro 4: Características fisicoquímicas de la capa arable de los suelos de cada unidad experimental (capa arable 0-30 cm).	24
Cuadro 5: Programa de fertilización.....	25
Cuadro 6: Cronograma de labores culturales, muestreo de suelo, muestreo de hojas, frutos y cosecha de frutos	26
Cuadro 7: Programa de evaluación.....	28
Cuadro 8: Características fisicoquímicas del perfil del suelo.....	34
Cuadro 9: Porcentaje de materia seca de hojas en cada fase fenológica.	42
Cuadro 10: Porcentaje de materia seca de frutos en cada fase fenológica.	44
Cuadro 11: Acumulación de la materia seca total por tratamientos en cada fase fenológica (kg/ha).....	46
Cuadro 12: Acumulación de materia seca en hojas y frutos de camu camu durante las fases fenológicas (kg/ha)	48
Cuadro 13: Absorción total de nitrógeno (kg/ha).....	53
Cuadro 14: Extracción de nitrógeno en hojas y frutos de camu camu (kg/ha).....	54
Cuadro 15: Absorción total de fósforo (kg/ha).....	59
Cuadro 16: Extracción de fósforo por las hojas y frutos de camu (kg/ha).	60
Cuadro 17: Absorción total de potasio (kg/ha).....	65
Cuadro 18: Extracción de potasio en hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicos (kg/ha).	66
Cuadro 19: Rendimiento neto, rendimiento perdido y rendimiento total (kg/ha).	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variación de la precipitación, temperatura y humedad relativa.....	17
Figura 2: Distribución de las unidades experimentales.	19
Figura 3: Brotes y hojas tiernas en la fase de brotamiento I.....	35
Figura 4: Brotes leñosos y hojas adultas en la fase de brotamiento II.....	36
Figura 5: Proceso de fructificación.....	38
Figura 6: Llenado de fruto	39
Figura 7: Fruto maduro (cosecha)	40
Figura 8: Curva del porcentaje de la materia seca de hojas en cada fase fenológica.	42
Figura 9: Curva del porcentaje de la materia seca de frutos en cada fase fenológica	44
Figura 10: Acumulación de materia seca total por tratamiento en cada fase fenológica (kg/ha).....	46
Figura 11: Acumulación de materia seca en hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)	49
Figura 12: Concentración de nitrógeno en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas.....	51
Figura 13: Absorción total de nitrógeno (kg/ha).	53
Figura 14: Extracción de nitrógeno por hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha).....	55
Figura 15: Concentración de fósforo en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológica.	57
Figura 16: Absorción total de fósforo (kg/ha).	59
Figura 17: Extracción de fósforo en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicos (kg/ha).....	61
Figura 18: Concentración de potasio en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológica.	63
Figura 19: Absorción total de potasio (kg/ha).	65
Figura 20: Extracción de potasio en las hojas y frutos del camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)	67
Figura 21: Rendimiento neto, rendimiento perdido y rendimiento total (kg/ha).	69

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos registrados en la estación de la Universidad Nacional de Ucayali entre los años 2002 al 2012 (promedio de 10 años).....	79
Anexo 2: Resultados de análisis de caracterización y análisis foliar (hojas y frutos).....	80
Anexo 3: Perfil modal	98
Anexo 4: Análisis de varianza	100
Anexo 5: Escalas interpretativas.....	109
Anexo 6: Panel fotográfico.....	115

RESUMEN

El camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) es un cultivo de importancia para los productores de la región Ucayali (selva baja del Perú). A pesar de ello, su fenología, así como la demanda nutricional del cultivo en cada etapa fenológica, han sido escasamente investigados. El presente trabajo de investigación fue realizado en una plantación franca de camu camu, instalada en un suelo aluvial ubicado en el distrito del Yarinacocha (provincia de Coronel Portillo, región Ucayali). El objetivo fue determinar la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio por la biomasa estacional producida por el camu camu en una campaña productiva. Esta absorción fue evaluada bajo dos dosis de fertilización: una dosis media (T2 = 90-60-90), una dosis alta (T3 = 120-90-120), más un testigo (T1) sin fertilización. La producción de materia seca por las hojas y los frutos del camu camu, la absorción total de nitrógeno, fósforo y potasio por la biomasa estacional (hojas y frutos), y el rendimiento del cultivo fueron evaluados en cinco ocasiones durante la campaña: (44, 88, 133, 181 y 210 días después de la defoliación). Un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones fue empleado en el experimento.

La mayor acumulación de materia seca en hojas ocurrió durante la fase de fructificación, para disminuir posteriormente. La acumulación en frutos se incrementó en las fases de llenado de fruto y fruto maduro en todos los tratamientos. La aplicación de la dosis alta y media de fertilización, incrementó la producción de materia seca en 60,3 y 29,05% con respecto al testigo. Las etapas de mayor absorción de N en hojas ocurren en la fase de fructificación y del P y K ocurren en la fase de brotamiento I, para descender posteriormente. La absorción de N, P y K por los frutos fue mayor en las dos últimas fases (llenado de fruto y fruto maduro) en todos los tratamientos. La fertilización con las dosis antes mencionadas incrementó la absorción total del nitrógeno en 65,75 y 28,25%; para el fósforo en 56,77 y 36,59 % y para el potasio en 56,39 y 31,18 % con respecto al testigo. En los tratamientos fertilizados con dosis alta y media, el rendimiento promedio de frutos fue superior al testigo, con valores de 13807,41 y 11888,04 y 8422,01 kg de fruta fresca/ha, respectivamente.

Palabras clave: *Myrciaria dubia*, camu camu, materia seca, absorción de nutrientes.

SUMMARY

Camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) is a native crop of increasing importance for farmers in the Ucayali region (Lower Amazonia of Peru). Despite this fact, camu camu phenology and nutritional requirements during each growth stage have been scarcely investigated. The present research work was conducted in a non-grafted camu camu plantation, located in an alluvial soil in the district of Yarinacocha (province of Coronel Portillo, Ucayali region). The objective was to determine the seasonal uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by the camu camu biomass during one crop season. Total nutrients uptake was evaluated under two fertilization doses: a medium dose (T2 = 90-60-90) and a high dose (T3 = 120-90-120). A control without fertilization (T1), was included for comparison. The dry matter production by camu camu leaves and fruits, total uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by the seasonal biomass (leaves and fruits), and crop yield, were evaluated at five times during the crop season: (44, 88, 133, 181 and 210 days after defoliation). A completely randomized blocks design with three treatments and four replicates was used in the experiment.

Dry matter accumulation in leaves was the highest during the fruiting stage and decreased slowly afterwards. Dry matter accumulation in fruits increased during the stages of fruit set and fruit maturity at all the treatments. The application of both the high and medium fertilization doses increased dry matter production compared with the control by 60,3 and 29,05%, respectively. Nitrogen uptake by leaves was maximum during the fruiting stage. Maximum uptake for phosphorus and potassium occurred during the stage named Sprouting I, and decreased afterwards. N, P and K uptake in fruits was higher during the last two growth stages (fruit set and fruit maturity) at all the treatments. The high and medium fertilization doses increased total nitrogen uptake (compared with the control) by 65,75 and 28,25%, respectively. Phosphorus uptake was increased in 56,77 and 36,59% by high and medium fertilization doses, respectively. For potassium, the increases were of 56,39 and 31,18 % (compared with the control), by high and medium fertilization doses, respectively. The treatments including high and medium fertilization doses obtained higher yields compared with the control, resulting in 13807,41, 11888,04 and 8422,01 kg/ha of fresh fruits.

Key words: *Myrciaria dubia*, camu camu, dry matter production, nutrient uptake.

I. INTRODUCCIÓN

El camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) es una planta que tiene sus orígenes en las orillas de los ríos (Amazonas, Ucayali y Marañón), cochas y cursos menores de aguas en la amazonía. Su hábitat son suelos aluviales recientes e inundables por los ríos y afluentes. Anualmente estos suelos reciben sedimentos y el volumen dependerá de la velocidad del movimiento del agua, nivel de inundación y el relieve o forma del suelo.

Actualmente, el cultivo de camu camu es de importancia para los productores de los distritos de Yarinacocha, Manantay, Calleria y Masisea de la Región Ucayali; debido a que se pueden aprovechar los suelos aluviales periódicamente inundables en la época de la creciente (avenida) del río Ucayali. Asimismo, el camu camu tiene una creciente demanda en el mercado local, nacional e internacional por su alto contenido de vitamina C (2700 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa) fuente importante de materia prima para la industria alimentaria y farmacológica, lo cual ha generado que el Estado y empresas nacionales promuevan la expansión de nuevas áreas. Es así que en la región Ucayali, existen más de 800 hectáreas de camu camu en producción y 2700 hectáreas en crecimiento de 2 a 4 años (DRSAU, 2011); de estas últimas, el Gobierno Regional de Ucayali ha instalado 1300 hectáreas, mediante la ejecución de diversos proyectos productivos en los distritos mencionados.

La fertilización en este cultivo no se efectúa en forma racional y equilibrada; razón por la cual, la fertilidad natural de los suelos disminuye campaña tras campaña. Por lo que a través del presente trabajo experimental, se pretende contribuir con las investigaciones en este promisor cultivo, mediante la determinación de la curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de camu camu en suelos aluviales de Yarinacocha.

Objetivo general.

Determinar la curva de absorción de N, P y K en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) bajo condiciones de Yarinacocha (Pucallpa).

Los objetivos específicos son:

Caracterización del suelo.

Determinar la fenología estacional del cultivo de camu camu

Determinar la curva de absorción de N, P y K, en el cultivo de camu camu, a través de sus diferentes etapas fenológicas.

Determinar la respuesta del cultivo de camu camu a diferentes dosis de fertilizantes.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO CAMU CAMU

Los estudios realizados por Humboldt, Bonpland y Kurt, citado por Riva y González (1997), determinan la clasificación de las especies de camu camu al estado natural en la amazonía peruana; así reportaron la existencia de dos especies. Una arbustiva que hoy se denomina *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh y otra arbórea *Myrciaria floribunda*. La taxonomía de la especie arbustiva es:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Myrtales
Familia	: Myrtaceae
Género	: <i>Myrciaria</i>
Especie	: <i>Myrciaria dubia</i> HBK

El camu camu es originario de la amazonía, la mayor concentración de diversidad genética se encuentra en la amazonía peruana y en muy baja concentración en la parte de Brasil. La dispersión de este frutal es principalmente en los afluentes de los ríos Ucayali, Marañón y Amazonas. Así encontramos el camu camu en los ríos Nanay, Itaya, Tahuayo y Napo, que son afluentes del río Amazonas; en los ríos Tigre, Pacaya y Samiria afluentes del río Marañón; en el lago Sahuá y Supay afluentes del río Ucayali (Villachica, 1996).

Su hábitat son suelos aluviales recientes inundables, siendo una especie tolerante a la inundación y pudiendo quedar totalmente sumergida en el agua durante cuatro a cinco meses. Se adapta a los suelos con buen drenaje y regímenes hídricos con sequías prolongadas hasta dos meses (Riva y González, 1997).

Las investigaciones realizadas en plantaciones establecidas en terrazas altas, han demostrado que el camu camu arbustivo se adapta con facilidad a ultisoles (suelos ácidos de

baja fertilidad natural) de textura franca arcilla limosa, franca arcillosa de topografía casi plana a ligeramente inclinada (Riva y González, 1997)

El camu camu arbustivo es una planta que alcanza hasta 5 m de altura, su raíz es de tipo cónico alcanzando promedios de 50 cm de longitud con ramificaciones secundarias que tienden a la horizontalidad en los primeros 30 cm aproximadamente, se distribuye en un radio proporcional al diámetro de la sombra de la copa del arbusto. Aparte de la función asimilatoria de nutrientes, la raíz del camu camu está adaptada para soportar una excesiva humedad y fijar con eficiencia a la planta evitando el acame provocado por efecto de la corriente de las aguas en épocas de creciente (avenida) y vaciantes. El tallo y las ramas son glabros; las son hojas simples y opuestas, aovadas, elípticas o lanceoladas, alcanzan hasta 8 cm de largo por 1,5 o 4 cm de ancho, de ápice acuminado, base redondeada, bordes enteros y ligeramente ondulados; los nervios centrales aplanados en el haz y ligeramente prominentes en el envés. Las inflorescencias son axilares con pétalos blancos de 3 a 4 mm de largo; los botones florales nacen en mayor porcentaje en ramas del año y estas se abren a los 15 días, se polinizan y dan origen a los frutos. Los frutos a los 5 ó 7 días después de la polinización alcanzan el tamaño de la cabeza de un clavito y completan su madurez a los 60 y 70 días con un peso que oscila entre 7 a 22 gramos, el color varía de verde claro al granate intenso; los frutos son blandos con una a tres semillas reniformes de 8 a 15 mm de largo, conspicuamente aplanadas y cubiertas por una malla de fibrillas (Riva y González, 1997).

En poblaciones naturales en los lagos Sahuá y Supay afluentes del río Ucayali, determinaron que el 73% de los frutos de una plantación caen antes de completar su desarrollo, llegando al estado verde sólo el 27% de los frutos cuajados. Es decir las flores que logran llegar a la última fase de fruto maduro constituyen el 27% del total de flores fecundadas (Peters y Vásquez, 1986).

2.2 FENOLOGÍA DEL CULTIVO

De acuerdo a las condiciones medio ambientales del: a) caserío Bellavista (margen izquierdo del lago Yarinacocha) en suelos de formación reciente de terrazas bajas; b) fundo Santa Rita km 10-3 Carretera Federico Basadre (CFB) en suelos de terrazas altas, c) caserío Pucallpillo (Alto Ucayali) en suelos de terrazas bajas; se determinaron 6 fases fenológicas descanso (junio, julio y agosto), brotamiento (setiembre, octubre y noviembre), floración

(noviembre, diciembre y enero), inicio de fructificación (diciembre, enero y febrero), llenado de fruto (enero, febrero y marzo) y cosecha (marzo, abril y mayo), las que durante el año ocurren en forma sucesiva sobreponiéndose y complementándose; pudiendo variar (adelantándose o atrasándose) de acuerdo al comportamiento climático, especialmente de la precipitación pluvial y nivel fisiográfico donde se encuentran la plantación (Sánchez et al., 2007).

Las etapas fenológicas del camu camu son uniformizadas mediante la defoliación manual o química; desde la emisión de brotes hasta la cosecha transcurre un tiempo de 205 días equivalente a 6 meses con 25 días (Abanto et al., 2011).

2.3 ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Las curvas de absorción de nutrientes son herramientas que brindan datos más cercanos a lo que consume un cultivo durante su ciclo de vida. Por lo tanto sirven para conocer la cantidad mínima requerida por un cultivo que persigue determinado rendimiento. Estas curvas sirven para ajustar los diferentes programas de fertilización, obtener mayores rendimientos y disminuir los costos en aplicación de fertilizantes y maximizar el uso adecuado de los mismos (Bertsch, 2003; Sancho, 1999).

La absorción de nutrimentos es un fenómeno que ocurre día a día, considerando que en cada proceso metabólico, la planta requiere nutrimentos en cantidades diferentes. La definición clara de la duración y los cambios morfológicos de cada una de las etapas fenológicas y su relación con los cambios en las concentraciones de nutrientes en los diferentes órganos de la planta, permitirá familiarizarse con los requisitos nutricionales del cultivo (Bertsch, 1993).

Las plantas absorben nutrientes con la finalidad de formar estructuras de los diferentes órganos y compuestos, como también participan en el proceso a través de la actividad enzimático como activadores. Para ser considerados nutrientes se toma en consideración los criterios planteados por Arnon y Stout (1939) citado por Mengel y Kirkby (2000), mediante el cual se considera 17 nutrientes esenciales, las cuales se tiene la presencia del N, P y K, como macronutrientes principales y son requeridos en altas

concentraciones que el suelo normalmente no puede satisfacer las necesidades de la planta, por lo que tienen que ser incorporados.

2.4 FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Un amplio número de factores influyen grandemente en la absorción de los elementos nutritivos por la planta y en su función interior. Los nutrientes están íntimamente relacionados entre sí, por lo cual es muy difícil concretar la verdadera influencia de cada uno por separado. (Navarro y Navarro, 2000).

Los factores que afectan la absorción de nutrientes son.

2.4.1 Factores internos

Uno de los factores que influyen en la disponibilidad de nutrientes es la reacción del suelo ya que afecta generalmente en el estado de asimilación de nutriente o en la cantidad del mismo disponible. Los casos más representativos de esta influencia son: el bloqueo o inhibición, precipitación recíproca o volatilización (Navarro, 2000). Otro de las propiedades químicas relacionadas con la disponibilidad de nutrientes es la capacidad de intercambio catiónico (CIC), las mismas que depende de la fracción coloidal del suelo, a mayor fracción coloidal el suelo tendrá mayor CIC y por ende mayor disponibilidad de nutrientes (Fassbender, 1978).

Los principales factores del suelo que afectan el abastecimiento de nutrientes para la planta son: la cantidad total de nutrientes difusibles, tasa de movilidad y distancia de recorrido hasta la superficie radicular (Baldwin, 1975).

2.4.2 Factores externos

El agua del suelo es otro de los factores que inciden en la absorción de nutrientes ya que actúa como solvente y vehículo de transporte de iones; asimismo proporciona la turgencia de las células, y es sustrato para la fotólisis (Kramer, 1974). Sin embargo, condiciones de exceso de agua en el suelo crean condiciones reductoras afectando el flujo de

aire, mientras condiciones contrarias también son dañinas para la fisiología de las plantas (Black, 1975)

La absorción de nutrientes es mayormente activa; depende de la energía producida por los procesos metabólicos de la planta (Fogg 1979; Ritcher, 1980). La absorción de iones aumenta generalmente con la temperatura, sin embargo a temperaturas superiores a 40 °C la absorción se reduce progresivamente, así también a temperatura mínimas muy próximas a 0 °C, y por lo tanto los procesos metabólicos de la planta se reducen (Crocomo, 1965; Devlin, 1976). La temperatura afecta la velocidad de síntesis y el uso de los asimilados, el proceso de traslocación y el fenómeno de solubilización; los que son óptimos a temperaturas de 20 a 30 °C; temperaturas cercanas a 0 °C todavía ocurre absorción pasiva (Sutcliffe y Baker, 1979).

Las plantas difieren unas de otras en su poder de absorción. Las distintas plantas cultivadas en un mismo suelo pueden tener una alimentación mineral diferente, tanto desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo e incluso variedades de una misma especie no actúan del mismo modo (Navarro y Navarro, 2000).

El aumento del crecimiento así como de los procesos de fotosíntesis y mayor actividad metabólica incrementan la tasa de absorción de nutrientes, tanto por el aumento del número de células como por el aumento de síntesis de carbohidratos o moléculas transportadoras, así como por la mayor superficie radicular de las plantas (Devlin, 1976).

2.5 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CAMU CAMU

Las condiciones ecológicas en la Amazonía peruana ofrecen un gran potencial para el desarrollo del camu camu, especialmente en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical. Así se tiene áreas con suelos inundables que presentan niveles adecuados de nutrientes para sustentar el sistema, aún en el largo plazo y probablemente sin reposición artificial de nutrientes; también los suelos inundables de aguas blancas y especialmente, en el piso de restinga baja que presentan características químicas y físicas aparentes para la explotación del cultivo de camu camu (IIAP, 2001)

2.5.1 Clima

La planta se encuentra en forma natural en zonas con temperaturas mínimas de 22°C máximas de 32°C, teniendo una media anual de 26 °C. La precipitación pluvial en las zonas donde se encuentra el camu camu nativo está entre los 2500 a 4000 mm/año. En condiciones cultivadas se ha observado buen desarrollo de las plantas con precipitaciones desde 1700 a 2500 mm/año. La evapotranspiración potencial está alrededor de los 1500 mm/año. La humedad del suelo y del medio ambiente son determinantes para el desarrollo del cultivo del camu camu; asimismo la radiación solar es también muy importante en las poblaciones naturales, el excesivo sombreado es perjudicial al producir plantas fototrópicas cuya emisión de brotes no son aptas para la fructificación (Villachica, 1996)

2.5.2 Suelo

El hábitat natural del camu camu son los suelos inundables formados por sedimentos aluviales recientes clasificados como Entisols (Soil Taxonomy, 2010); encontrándose en las riberas de los ríos amazónicos y conocidos generalmente como restingas bajas, medias y altas. El camu camu arbustivo es tolerante a las inundaciones prolongadas que se presentan todos los años originados por las fuertes precipitaciones y creciente de los ríos que inundan su hábitat (Riva y González, 1997). Las plantaciones en terrazas bajas (restingas altas y medias) ofrecen buenas expectativas, por ser estas las áreas más apropiadas para plantaciones extensivas; sin embargo por la baja calidad agrológica de estos suelos el cultivo requiere de un buen manejo agronómico. Prefiere suelos con topografía plana o ligeramente inclinada, de textura franca limosa y franca arcillosa. Las plantas tolera exceso de humedad pero sequías prolongadas en terrazas altas mayores de dos meses ocasionan defoliación (Riva y Gonzáles, 1997)

Las tierras aluviales son los sitios ideales para el cultivo del camu camu por ser una especie que tolera muy bien las inundaciones. Pero no debe generalizarse, pues no todas las tierras aluviales son apropiadas para una producción rentable y duradera, debiéndose excluir aquellas tierras muy superficiales menos de 50 cm de profundidad, tierras arenosas inundadas permanentemente o aquellas con alto riesgo de desbarrancamiento. Los lugares más apropiados están en las restingas medias y altas correspondiendo a las terrazas medias con suelos francos (contenidos de arena, limo y arcilla más o menos en la misma

proporción) y donde el nivel de agua de las inundaciones regulares no llega a amenazar la integridad de las cosechas (IIAP, 2007).

2.6 FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMU CAMU.

Se recomienda que a partir del quinto año se debe aplicar la fórmula 115-80-80 en suelos ultisoles, fraccionada en tres épocas cada cuatro meses y teniendo en cuenta la precipitación. Para condiciones de suelos inundables en Loreto, no se recomienda aplicar fertilizantes debido al depósito de sedimentos limosos con nutrientes que deja anualmente la creciente de los ríos (Imán, 2000).

Probando el efecto de tres dosis de N (80,160 y 240 kg N/ha/año) sobre la primera producción de camu camu en la zona de Jenaro Herrera, se determinó que no existen diferencias entre ellas ni con el testigo sin fertilización (Vásquez, 2000). En condiciones de un suelo ultisol de Pucallpa, con pH 4.7; P con 5,4 ppm; K con 0,09 meq/100 g suelo y materia orgánica con 1,5%, no se encontró diferencias en el rendimiento de fruta de camu camu en 18 combinaciones de NPK, posiblemente a los bajos contenidos de nutrientes en el suelo y a la alta variabilidad genética de plantas injertadas de tres años de edad (Rengifo, 2002).

Su hábitat lo constituyen las zonas aluviales de la cuenca del Amazonas y sus afluentes; en estos suelos se sedimentan anualmente partículas en suspensión, y por los análisis realizados en Ucayali se puede afirmar que no tienen los nutrientes suficientes, especialmente en términos de nitrógeno para garantizar la producción sostenible de este cultivo. Al respecto, después de los análisis de suelos de cinco años de una parcela de camu camu en la Unidad de Conservación del Anexo Pacacocha de la Estación Experimental Agraria- Pucallpa – INIA, recomiendan estudiar el requerimiento nutricional de este cultivo en suelos aluviales, especialmente el efecto de la época y dosificación de la fertilización nitrogenada en la producción del cultivo (Loli y López, 2001).

En suelos entisols se probaron cinco niveles de nitrógeno: 0, 30, 60, 90 y 120 kg N/ha; no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados sobre la producción de fruta de camu camu en los años 2001 y 2002. Sin embargo, en el 2003 los

incrementos de producción encontrados, así como los análisis económicos realizados justifican la aplicación del fertilizante a niveles de 90 kg N/ha y los resultados obtenidos determinan que este nivel es el más adecuado para el camu camu en entisoles (López et al., 2005).

Los contenidos bajos en niveles de nitrógeno disponible encontrados en los suelos de Pacacocha, han permitido que la planta de camu camu adquiriera una buena respuesta a la aplicación del fertilizante nitrogenado a nivel de 90 kg N/ha; asimismo muestra la eficiencia de la planta a la absorción del nitrógeno aportado al suelo en niveles adecuados satisfaciendo sus necesidades nutricionales, logrando un buen desarrollo y una buena producción de frutos (López et al., 2005).

Mediante un experimento en plantaciones de camu camu de cinco años en un inceptisols, se aplicó cinco (2,5; 2,8; 3,1; 3,4 y 3,7 ppm) niveles de boro en forma foliar y se encontró que hubo diferencias significativas entre el tratamiento T1 y T3 sobre el rendimiento de fruta fresca kg/ha y número de frutos maduros/planta; el tratamiento (T3) con 3,1 ppm B, respondió 5290,4 kg/ha de fruta fresca y un número de 323 frutos maduros/planta superando significativamente al testigo (T1) con 2,5 ppm B, que solo alcanzó 2315 kg/ha y 177 frutos maduros/planta (Gómez y Riva, 2007).

En trabajos efectuados sobre la fertilización foliar a base bioles (biol vacaza, biol ovinaza, biol cuyaza y un testigo) en la producción de frutos del camu camu, aplicando 1 Lt de biol por mochila de 12 Lt en horas de la mañana, concluyen que el biol ovinaza fue el que tuvo mejor efecto en la producción y peso del fruto logrando un rendimiento 15,4 tn/ha y 2096,3 frutos/planta; mientras que, con la aplicación del biol cuyaza solo se logró 10,73 tn/ha, y 1818 frutos/planta; la aplicación de estos productos mejoran el rendimiento de frutos/ha y numero de frutos/planta y esto es corroborado por el testigo que solo alcanzó la producción 8,53 tn/ha de fruto y 1178,6 frutos/planta. Los mismos autores indican que el análisis económico realizado justifica a la aplicación del biol vacaza originado por su mayor aporte nutricional en el rendimiento del camu camu (Pérez y Riva, 2007).

Se evaluaron el efecto del fertirriego en la producción del camu camu bajo el sistema de riego por goteo en suelos ultisols con bajos contenidos en materia orgánica (1,4%), fósforo (0,4 ppm), potasio (25 ppm), con pH muy fuertemente ácido (4,58); se aplicaron las

siguientes dosis de fertilización N-P-K más riego T0 (testigo sin riego y sin fertilización), T1 (riego por goteo sin fertilización), T2 (60-40-80), T3 (120-80-160) y T4 (240-160-320); donde se obtuvo que no existen diferencias significativas en las variables estudiadas; sin embargo el tratamiento T2 permitió obtener el mayor rendimiento de fruta con 4,5 tn/ha con respecto al testigo con 2,1 tn/ha (Abanto et al; 2011).

2.7 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

El diagnóstico moderno de los problemas nutricionales utiliza el análisis de suelo y el análisis foliar (INPOFOS, 1993). También es una herramienta más usada por los agricultores para mantener una adecuada nutrición en sus plantaciones y determinar que nutrientes aplicar (Worley, 1974). Siendo el análisis foliar actualmente el método más aceptado para diagnosticar el estado nutricional de la planta considerando como un fiel reflejo de la fertilidad del suelo y las interacciones. Sin embargo, las limitaciones de orden económico impiden su uso generalizado (Estrada y Zapata, 1976; López y López, 1978).

La teoría para el uso de análisis foliar se fundamenta en la relación definida entre la concentración de nutrientes del medio de absorción y el nivel del elemento en la planta; sin embargo existe variabilidad debido a la metodología de análisis, edad, órgano, época de muestreo, etc. Por lo que los resultados deben ser calibrados con experimentos de campo (Moraghan, 1985; López y López, 1978).

La extracción de nutrientes por la cosecha varía principalmente con el rendimiento obtenido, la fertilidad del suelo y la especie o variedad. La extracción total en la cosecha ya sea del producto comercial o los residuos de cosecha, son un índice valioso para reponer al suelo parte de sus nutrientes removidos; considerando otras vías de pérdidas como: la lixiviación, erosión, volatilización, entre otros para evitar el empobrecimiento del recurso suelo (Demolón, 1966).

Mediante un estudio en pecano, la extracción correspondiente al follaje es alta comparada con la extracción de los frutos, incluyendo al involucro, la cascara y la semilla; sin embargo al ser un caducifolio retorna al suelo cerca del 70% de los nutrientes extraídos a través de los involucros o vainas y hojas. Si se le compara con otros frutales, la extracción de nutrientes por las nueces del pecano (17,5 a 18,75 mg/g de peso seco de nueces) es baja.

A pesar de este alto porcentaje de retorno, frecuentemente ocurren deficiencia de nitrógeno, potasio, magnesio y zinc. Esto sugiere que la cantidad de nutrientes extraída por la cosecha de nueces no es un buen indicador de la cantidad de fertilizantes a aplicar; ni permite inferir el requerimiento de nutrientes por el pecano (Sparks, 1975)

2.8 LOS ELEMENTOS Y FERTILIZACIÓN

Las múltiples funciones que cumple el nitrógeno han sido discutidas por Mengel y Kirby, (2000); Marschner, (1997); entre otros. Salisbury y Ross (1994), indican que el nitrógeno está presente en muchos compuestos esenciales para el crecimiento, desarrollo y constitución de la planta; no es sorprendente que el crecimiento sea lento en plantas poco provistas en este elemento.

El papel del nitrógeno en la formación y en la calidad de la cosecha está dado por la formación y desarrollo de las yemas floríferas y fructíferas, por un mayor crecimiento vegetativo y por el aumento en el contenido de las proteínas de las partes cosechadas (Malavolta et al., 1989).

El nitrógeno se convierte en uno de los nutrientes que determina los rendimientos y es la base para el abonamiento de los cultivos (Gros y Domínguez, 1981). El nitrógeno es el macronutriente más frecuente en volverse deficiente debido a su facilidad para lixivarse bajo condiciones de irrigación (Herrera, 1998).

Existen muchas investigaciones que demuestran que los cultivos requieren de nitrógeno, el cual actúa en la síntesis de la clorofila y tiene un papel importante en el proceso de fotosíntesis, además el nitrógeno es un componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta y aumenta el contenido de proteína de la planta en forma directa, la dosis adecuada de N produce hojas de color verde oscuro que indica alta concentración de clorofila y su deficiencia causa una clorosis (amarillamiento) por disminución de la clorofila, iniciándose en las hojas viejas y terminando en las hojas jóvenes; otras características de deficiencia de N son: desarrollo distintivamente lento y escaso, secado o quemado de las hojas que comienzan en la base de la planta y prosiguiendo hacia arriba (National Plant Food Institute, 1995).

La clorosis es el síntoma más característico de la deficiencia del nitrógeno y debido a la gran movilidad de este elemento, esta aparece primero en las hojas viejas (Barcello et al., 1988). Las hojas jóvenes permanecen verdes por más tiempo, ya que reciben formas solubles de nitrógeno provenientes de las hojas más antiguas. En caso de deficiencia extrema todas las hojas aparecen amarillentas y luego se queman a medida que mueren (Salisbury y Ross, 1994).

La materia seca contiene alrededor de 0,4 a 4 %, señalando que la variación en la concentración está en función de varios factores como: especie, variedad y/o cultivar, órgano y edad de la planta (Chapman, 1979). El contenido de nitrógeno en la materia seca de plantas va de 2 a 4% (Mengel y Kirkby, 2000).

El nitrógeno del suelo está bastante ligado a la materia orgánica y al material mineral, el N orgánico representa entre el 85 y 95% del total del N del suelo, y que las formas inorgánicas están en cantidades mínimas casi no detectables entre ellas el óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), amoníaco (NH_3), amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^-). Por lo general estas formas inorgánicas solo constituyen hasta el 2% del N total en el suelo (Fassbender, 1978).

El N puede salir y entrar del sistema suelo planta por más rutas que cualquier otro nutriente. El N está sujeto a pérdidas vía NH_3 , volatilización, desnitrificación, lixiviación y puede ser aumentada por la lluvia y la fijación biológica. Estos intercambios son procesos importantes en el ciclo del N y operan tanto bajo condiciones naturales con el cultivo. En algunas situaciones, pequeñas cantidades de gases que contienen nitrógeno escapan hacia la atmósfera desde las hojas de las plantas. En contraste a la mayoría de otros nutrientes vegetales, no existe ningún mecanismo para el almacenamiento prolongado de nitrógeno disponible para las plantas en los suelos (Stevenson, 1982).

Después del nitrógeno, el fósforo es el elemento que con mayor frecuencia resulta limitante en los suelos y es esencial de muchos glucosfosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos, y también forma parte de los nucleótidos, ácidos nucleicos (como ADN y ARN) y fosfolípidos presentes en la membrana. Asimismo, es esencial en el metabolismo energético debido a su presencia en las moléculas del ATP, ADP, AMP y pirofosfatos (Salisbury y Ross, 1994).

El fósforo acelera la formación de raíces, incrementa en la fructificación, interviene en la maduración de frutos e incrementa contenido de carbohidratos, grasas y proteínas en los tejidos, teniendo una función muy similar a la del magnesio y el azufre (Malavolta et al., 1989). El fósforo es indispensable para la elaboración de hidratos de carbono (almidón), grasas (lecitinas) y de albúminas (nucleoproteínas) (Baeyens, 1970).

La forma monovalente del fósforo es la forma más rápidamente absorbida por las plantas que la divalente, además el fosforo inorgánico necesita ser reducida en el interior de la célula antes de ser incorporado en los compuestos orgánico (Díaz, 1985). Así las raíces absorben 10 veces más rápido el ión monovalente que el divalente (Khasawneh et al., 1986).

El fósforo total en los suelos va desde 0,03% a 0,3%, mientras que en la materia seca fluctúa entre 0,03 % a 0,3%, en semillas habitualmente al 1,5 % (Chapman y Pratt, 1973). Las aplicaciones fosfatadas han incrementado el fósforo foliar, pero este último se ha relacionado positivamente, negativamente e incluso no ha correlacionado con el rendimiento en distintas investigaciones (Worley, 1974).

La deficiencia de fósforo se aprecia como un retraso en la apertura de las yemas que producen el follaje en la primavera. Las hojas viejas al avanzar la estación cambian a un color verde apagado y luego a un verde amarillento, desapareciendo el color verde en algunas partes de las mismas. Aparecen pequeñas superficies muertas que se vuelven marrones, tomando a la hoja una apariencia bronceada (Childers, 1982).

Los primeros síntomas de deficiencia de P en las plantas se presentan como una coloración verde oscura o verde azulada de las hojas, colores antociánicos de las hojas que se aprecian primero en las hojas maduras por su gran movilidad en el interior de la planta; hay reducción de crecimiento y cuando hay una deficiencia grave las plantas se achaparran (Barcello et al., 1988).

La deficiencia de fósforo es más frecuente de encontrar en suelos arenosos y con bajo contenido de materia orgánica, dependiendo de las aplicaciones del elemento. En lugares donde se aplica una fertilización completa con NPK, el fósforo no resulta deficitario (Childers, 1982).

No solamente la concentración de fósforo en la solución es usualmente baja, sino que también se mueve muy lentamente, principalmente por difusión. El coeficiente de difusión para el P de la solución suelo encontrado por Olsen et al (1981) era menor a 10^{-2} que en el agua. Valores para la tasa de difusión de P^{32} en el suelo tan bajos como 4×10^{-11} cm/s (Baber et al., 1963); la velocidad promedio de los iones fosfato es 0,04 mm/día para un nivel de P aplicado de 100 ppm (Lewis y Quirk, 1967).

El potasio estimula el desarrollo vegetativo, promueve el almacenamiento de azúcares y almidón, aumenta la eficiencia en el uso del agua por la planta y aumenta la resistencia a sequías, plagas y enfermedades (Malavota et al., 1989).

Si bien el potasio no es constituyente de ninguna de las estructuras o compuestos orgánicos de la planta, es esencial en casi todos los procesos necesarios para mantener la vida de ésta. El potasio juega un papel vital en la fotosíntesis, transporte de los productos de la fotosíntesis, regulación de las estomas de la planta y activación de las enzimas de la planta (INPOFOS, 1994).

En las plantas el potasio se encuentra dentro de la gama de 0,20 a 3,5 % de la materia seca (Champan y Pratt, 1979). Epstein y Stout, (1975) citado por Díaz, (1985), el contenido de potasio de las plantas está alrededor del 1%. La mayor concentración de potasio en el suelo se presenta en los primeros 15 cm del mismo (Worley, 1994).

El mínimo absoluto del potasio intercambiable en la agricultura tropical es alrededor de 0,1 meq/100 g suelo, pero puede variar de 0,07 a 0,2 meq/100 g suelo dependiendo de la clase de suelos y plantas (INPOFOS, 1994). El contenido de potasio en los suelos varía de 0,05 a 2,5 % (Champan y Pratt, 1973).

El potasio en la planta es muy móvil, siendo su principal dirección de transporte hacia los tejidos meristemáticos. A menudo que el K^+ de los órganos más viejos de la planta es redistribuido hacia los tejidos más jóvenes. La razón por la cual es transportado preferencialmente hacia los tejidos meristemáticos aún se desconoce, pero se han postulado las relaciones hacia las síntesis de las proteínas, tasa de crecimiento y el suministro de citoquininas. Así la absorción y el transporte de K^+ hacia las hojas más jóvenes son

favorecidas en las plantas bien suministradas con N; la síntesis de proteínas y la tasa de crecimiento son estimuladas por las citoquininas que también mejoran la absorción de K^+ . El grueso del K^+ es absorbido durante la fase de crecimiento vegetativo.

La deficiencia de este nutriente produce moteados de manchas cloróticas seguidos de zonas necróticas en la punta y bordes de las hojas, mostrándose primero en las hojas maduras, acortamiento de los entrenudos y en condiciones extremas las yemas terminales y laterales mueren (Barcelló, 1980). También son menos tolerantes a condiciones ambientales como sequía extremas, exceso de agua, viento y altas o viejas temperaturas (INPOFOS, 1994). El rango normal para la concentración del potasio es 9 a 16 mg/g, aunque pueden presentarse valores de hasta 23 mg/g (Hagler et al., 1980).

2.9 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

En un trabajo de absorción en pecanos (*Carya illinoensis*) de 18 años de edad en el valle de Ica, con dosificación estándar 180-185-190-70 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-MgO respectivamente; señala que nitrógeno, fósforo, hierro, zinc y cobre disminuyeron su concentración foliar conforme avanza la campaña; mientras el potasio, calcio, manganeso y boro incrementaron; en tanto magnesio y azufre mantuvieron concentraciones aproximadamente similares durante todo el periodo vegetativo. También el mismo autor indica que la extracción de nutrientes por parte de la cosecha fue baja, teniendo un rendimiento de 1768 kg/ha para ello la planta ha extraído 20 – 2 – 8 kg de NPK respectivamente (García, 2001).

La absorción y distribución de los nutrientes durante el ciclo del cultivo de chile dulce es $K > N > P > Ca > S$ y Mg, con valores de 180, 139, 26, 38 y 13 kg/ha respectivamente. Las cantidades de nutrientes en las distintas partes de la planta variaron durante el ciclo de crecimiento. Al final del ciclo, la planta acumula el N, P, Mg, K, y S en mayor cantidad en los frutos y el Ca especialmente en la parte aérea. El principal evento fenológico que modula estas fluctuaciones es la fructificación. El autor indica que las mayores tasas de absorción de nutrientes ocurrieron durante las etapas de formación y llenado de los frutos (Azofeifa y Moreira, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el Fundo Paraíso, ubicado en el caserío Santa Rosa, del distrito de Yarinacocha, Provincia Coronel Portillo, región Ucayali. Geográficamente está localizado en las coordenadas de la zona 18L UTM 541 477 E y 9 083 073 N en el sistema WGS 84 y tiene una altitud de 148 msnm.

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge, el área experimental se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Tropical. Presenta un clima cálido y húmedo durante todo el año, propio de la selva baja del país, con temperatura media anual de 25,2 °C, humedad relativa 77% y con precipitación de 1758,3 mm/año en el sector de Pucallpa. En la figura 1 se presenta la distribución de la precipitación, humedad relativa y temperatura; en el anexo 1 se muestra los datos registrados durante 10 años. Asimismo, se puede diferenciar dos estaciones bien marcadas: estación lluviosa (octubre hasta marzo) y estación seca (junio hasta agosto), mientras en abril, mayo y setiembre presentan lluvias transicionales.

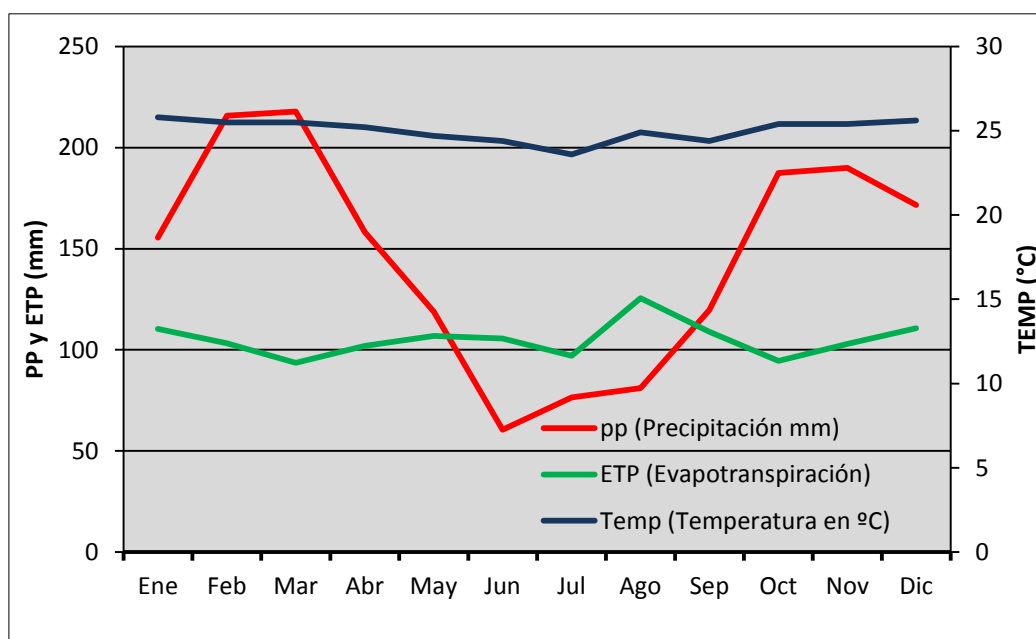


Figura 1: Variación de la precipitación, temperatura y humedad relativa

Fuente: Estación meteorológica de la UNU entre los años 2002 al 2012 (promedio de 10 años)

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETAL

Se utilizó plantas francas de camu camu de 7 años con características morfológicas (cónica o semi-cónica); con distanciamiento de 3x2 m, el cual responde a una densidad de 1650 plantas/ha. Al inicio del experimento la plantación se encontró en estado de descanso (defoliación natural) en proporción de 70%; la plantación no había recibido fertilizante previo al ensayo.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES

Los fertilizantes empleados para el estudio son urea (46 % N), fosfato diamónico (18 % N y 46 % P₂O₅), cloruro de potasio (60 % K₂O); cuyas características se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1: Ley de los fertilizantes

Fuente	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Índice
	%			salinidad
Urea CO (NH ₂) ₂	46	-	-	75,4
Fosfato diamónico (NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄	18	46	-	29,2
Cloruro de potasio (CIK)	-	-	60	116,3

Fuente: Elaboración propia.

3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

La parcela experimental presentó las siguientes características y en la figura 2 se muestra su distribución en campo.

- Área total del experimento: 48 m x 72 m = 3456 m²
- N° de plantas en el área del experimento: 24 p x 24 p= 576
- N° de plantas seleccionadas para el experimento: 15 p x 16 p=240 plantas netas
- N° de bloques: 4
- Área de cada bloque: 48 m x 18 m= 864 m²

- N° de plantas/bloque: 6 p x 24 p= 144 plantas
- N° de plantas seleccionadas/bloque: 4 p x 15 = 60 plantas netas
- Área de cada unidad experimental 12 m x 10 m = 120 m² netos
- N° de plantas seleccionadas por unidad experimental: 4 p x 5 p = 20 plantas netas
- Área total neta del experimento 120 m x 12 m= 1440 m²

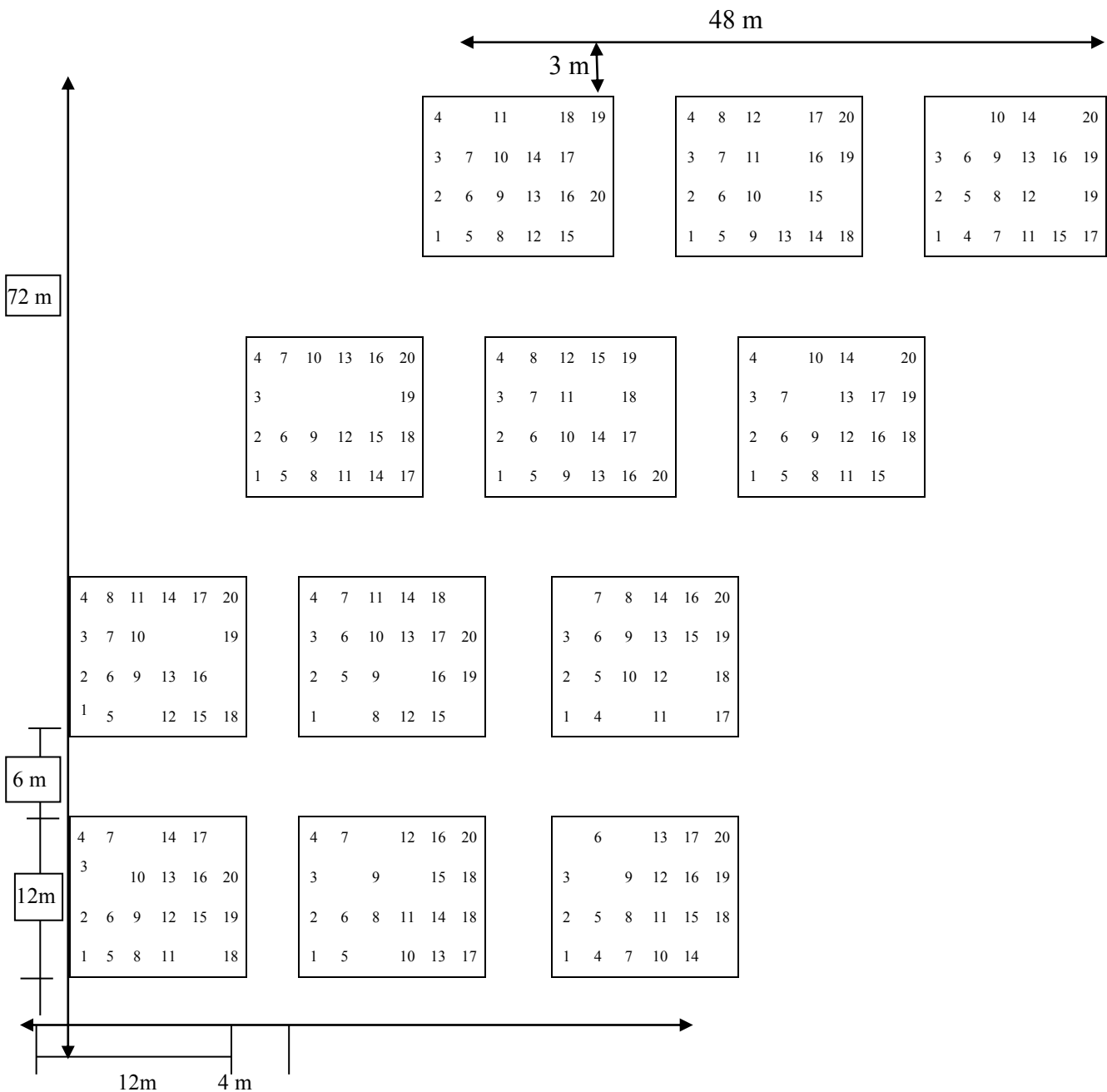


Figura 2: Distribución de las unidades experimentales.

3.6 MATERIAL DE CAMPO

Herramientas de labranza y para la fertilización (machetes, pico y pala), fertilizantes, cinta métrica, libreta de campo, tarjeta de identificación, estacas, panel de identificación del proyecto, listones, clavos, plumón indeleble, tablero, lápices, bolsas de papel, Balanza gramera, jvas de plástico, botas y poncho para lluvias.

3.7 MATERIAL DE LABORATORIO Y EQUIPOS

Cámaras fotográfica digital 12 mega píxel, GPS para la ubicación de la parcela y de más instrumentos, balanza precisión, equipos, materiales e insumos del laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali y de la Universidad Nacional Agraria La Molina necesarios para determinar N, P y K en el laboratorio.

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (BCA), teniendo tres tratamientos (2 dosis de fertilización y 1 testigo) y cuatro repeticiones que hicieron un total de doce unidades experimentales. Asimismo, para encontrar diferencias significativas entre tratamientos se compararon los promedios con la prueba de Duncan a un α 0,05.

Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = k-ésimo observación en estudio, j-ésimo bloque en estudio i-ésimo tratamiento en estudio.

U = media general.

T_i = i-ésimo tratamiento en estudio. 1, 2, 3 Tratamientos

B_j = efecto de la j-ésimo bloque en estudio; I, II, III y IV bloques.

e_{ij} = error residual

3.9 METODOLOGÍA

El estudio es presentado por etapas que corresponden a las actividades de trabajo de campo, etapa de laboratorio y finalmente etapa de gabinete (postcampo) que consiste en la interpretación de datos registrados en campo y resultados de análisis del laboratorio.

3.9.1 Etapas de la actividad de campo

Consistió en obtener información de las características físicas, químicas y fisiográficas de la zona en estudio con fines de caracterización del suelo y posteriormente la instalación del experimento.

a. Ubicación, apertura y descripción de perfiles de calicatas

En el área experimental se efectuó la apertura de 2 calicatas (1 m ancho x 1,5 m largo x 1,5 m profundidad) de la cuales se obtuvieron 7 muestras; asimismo se realizó la descripción morfológica del perfil de suelo mediante la caracterización de cada capa u horizonte genético. Se asignaron a cada cual una o dos letras mayúsculas y números arábigos, según las características particulares del horizonte; así como también, se procedió a nombrar cada uno de los estratos de acuerdo a lo recomendado por la USDA, 2010.

La división del perfil en capas se efectuó al detectarse cambios en la consistencia del suelo, raspando este con la picota. Otras propiedades que ayudaron a esta delimitación fueron el color, textura y la presencia de fragmentos muy gruesos.

Las características y propiedades físicas del perfil del suelo que se analizaron en campo fueron, profundidad (cm), color (en húmedo), moteaduras (manchas de color), estructura (tipo, tamaño y grado), consistencia (húmedo), presencia y cantidad de fragmentos muy gruesos (tamaño y forma), contenido de carbonatos, restos de la actividad humana, rasgos de origen biológico, contenido de raíces (cantidad y tamaño), naturaleza del límite con el horizonte o capa subyacente (forma y amplitud de limite), drenaje, permeabilidad y presencia de películas de arcilla.

Como características externas del suelo se evaluaron: pendiente, relieve, erosión, vegetación (uso actual), paisaje, material parental, litología, altitud (msnm), coordenadas (UTM), pedregosidad superficial, temperatura, precipitación, zona de vida y toma de fotografías del aspecto fisiográfico, así como de los perfiles del suelo. Recolección de muestras de los horizontes identificados fueron enviados al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria la Molina para el análisis de caracterización. La ubicación de los puntos de muestreo se puede apreciar en el cuadro 2.

Cuadro 2: Ubicación de las calicatas

Coordenadas sistema UTM 18 WGS 84				
Código	Este	Norte	Altitud (msnm)	Nº muestras
S-1	541451	9083096	148	3
S-2	541722	9083466	148	4

Fuente: Elaboración propia

b. Instalación del experimento

- **Tratamientos en estudio**

El estudio consiste de tres tratamientos proponiéndose dos dosis de fertilización más un testigo.

Cuadro 3: Tratamientos y dosis de fertilización.

Tratamiento	Dosis de fertilización
T1 = Testigo	0-0-0 N-P2O5-K2O
T2 = Dosis media	90-60-90 N-P2O5-K2O
T3 = Dosis alta	120-90-120 N-P2O5-K2O

Fuente: Elaboración propia.

- **Muestreo del suelo**

Con la finalidad de determinar la fertilidad natural del suelo, se procedió a efectuar muestreos de suelo de la capa arable. Ello se realizó a 60 cm del cuello del tallo y a una profundidad de 30 cm en los cuatro puntos cardinales de cada planta. Se consideró 8 muestras por unidad experimental y luego de homogenizadas entre sí, se obtuvo una muestra representativa de 1 kg de suelo. Finalmente, se obtuvieron 12 Kg de muestras de suelo representativo para todo el experimento (12 unidades experimentales). El análisis de caracterización se efectuó en el LASPAF de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En el cuadro 4 se muestra las características fisicoquímicas de la capa arable de los suelos (ver anexo 2, resultados del análisis de caracterización).

- **Selección y codificación de las plantas**

Se seleccionó 240 plantas para el experimento, las cuales fueron divididas en cuatro bloques con 60 plantas/bloque. Cada una debidamente codificada y enumerada de manera correlativa del 1 al 20 sobre etiquetas de material metálico por cada unidad experimental.

- **Defoliación de las plantas experimentales**

La defoliación se efectuó en 240 plantas experimentales en forma manual con la finalidad de uniformizar el brotamiento y sincronización en la producción.

Cuadro 4: Características fisicoquímicas de la capa arable de los suelos de cada unidad experimental (capa arable 0-30 cm).

Código campo	Textura	pH	C.E dS/cm	M.O. %	Dispo. ppm		C.I.C	Camb. meq/100 gr de suelo					Sat. Bases %
					P	K		Ca	Mg	K	Na	Al + H	
BIT1	Franco arcillo limoso	4,81	0,38	2,59	11,7	151	22,08	16,97	2,78	0,37	0,11	0,2	92
BIT2	Franco arcillo limoso	4,57	0,46	3,21	12,0	129	21,92	17,73	2,67	0,38	0,11	0,2	95
BIT3	Franco arcillo limoso	4,60	0,52	3,35	5,3	180	22,40	18,04	2,93	0,36	0,10	0,2	96
BIIT1	Franco limoso	4,76	0,33	2,80	7,8	36	21,44	16,87	2,40	0,26	0,10	0,2	91,1
BIIT2	Franco limoso	5,17	0,32	1,71	7,6	91	19,84	16,64	2,60	0,26	0,14	0,2	99
BIIT3	Franco limoso	4,71	0,38	2,59	8,3	94	19,20	15,38	2,38	0,19	0,12	0,3	94
BIIT1	Franco limoso	4,97	0,33	1,71	9,8	116	16,96	14,05	2,35	0,26	0,10	0,2	99
BIIT2	Franco limoso	5,01	0,29	1,78	6,9	82	16,80	13,86	2,4	0,22	0,12	0,2	99
BIIT3	Franco limoso	5,04	0,37	1,43	6,2	118	16,00	12,76	2,15	0,29	0,10	0,2	96
BIVT1	Franco arcillo limoso	4,63	0,52	2,94	13,0	156	20,32	15,38	2,72	0,33	0,13	0,2	91
BIVT2	Franco arcillo limoso	5,11	0,32	2,46	9,3	99	20,48	16,98	2,88	0,31	0,10	0,2	99
BIVT3	Franco arcillo limoso	5,09	0,36	2,12	11,2	141	19,68	15,73	3,30	0,33	0,11	0,2	99

Fuente: Elaboración propia.

- **Momento y forma de aplicación de los fertilizantes**

La aplicación de fertilizantes se efectuó al suelo forma en localizada (realizando un anillo de desnivel ligero a un radio de 60 cm del cuello de la planta) según los tratamientos establecidos, en tres fracciones para N y K₂O y dos fracciones para el P₂O₅ durante el periodo de ejecución del experimento.

La primera fertilización se realizó después de la defoliación, la segunda en la fase del brotamiento I y la tercera en la fase de llenado de fruto, como se muestra en el cuadro 5 con sus respectivos porcentajes.

Cuadro 5: Programa de fertilización.

Nº de evaluación.	Momento de aplicación (ddd)	Porcentaje de aplicación (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	40	50	40
1	43	40	50	40
2		0	0	0
3		0	0	0
4	185	20	0	20
5		0	0	0

Fuente: Elaboración propia. ddd= días después de la defoliación

- **Obtención de las muestras de hojas y frutos**

Las muestras de hojas se obtuvieron de la tercera y cuarta hoja de los brotes del año, ubicados en el tercio medio de la planta. Las muestras de frutos fueron obtenidas de las ramas fruteras del tercio medio de la planta. Ambos órganos fueron pesados en campo y posteriormente secados a estufa a 60 °C, hasta obtener un peso constante y luego ser enviados al LASPAF de la Universidad Nacional Agraria la Molina para el análisis nutricional. En las dos primeras evaluaciones se obtuvo 24 muestra de hojas y en las tres restantes 72 muestras entre hojas y frutos, haciendo un total de 96 muestras.

- **Labores culturales**

El control de malezas y la extracción de plantas parasitas se realizaron de acuerdo con el grado de incidencia de estas y a las necesidades del cultivo, las fertilizaciones de acuerdo al programa antes mencionado, las evaluaciones, muestreos y defoliación de plantas se realizaron cada 45 a 50 días aproximadamente; la cosecha de los frutos se efectuó en cuatro momentos para evitar pérdidas por sobre maduración, se inició a los 210, 218, 226 y 234 días después de la defoliación (ddd); en ésta última se realizó la cosecha total de frutos maduros y pintón maduro.

Cuadro 6: Cronograma de labores culturales, muestreo de suelo, muestreo de hojas, frutos y cosecha de frutos

Fechas	Días después de la defoliación	Actividades
15/01/2012		Apertura de calicatas, muestreo de suelo y descripción detallada de la zona en estudio
10/03/2012		Toma de muestras de agua y sedimento (análisis)
20/04/2012		Delimitación de bloques con sus respectivas unidades experimentales
22/04/2012		Selección, codificación y enumeración de plantas experimentales
21/04/2012	00	Defoliación de 240 plantas experimentales
22/04/2012	00	Primera fracción de fertilización
01/06/2012	44	Primer control de malezas
01/06/2012	44	Colocación del banner del proyecto
01/06/2012	44	Supervisión del proyecto por el patrocinador
02/06/2012	44	Primer muestreo foliar y defoliación de 48 plantas experimentales
02/06/2012	44	Registro de datos de materia fresca de hojas por trat.
02/06/2012	44	Segunda fracción de fertilización
02/06/2012	44	Primera evaluación de las características fenológicas del cultivo
17/07/2012	88	Segundo control de malezas

Fechas	Días después de la defoliación	Actividades
		Segundo muestreo de hojas y frutos, y defoliación de 48 plantas experimentales Segunda evaluación de las características fenológicas del cultivo Registro de datos de materia fresca de hojas por trat.
31/08/2012	133	Tercer muestreo de frutos y hojas, y defoliación de 48 plantas experimentales Cosecha de frutos pequeños de la fase fructificación Registro de datos de materia fresca de hojas por trat. Tercera evaluación de las características fenológicas del cultivo
18/10/2012	181	Tercer control de malezas Tercera fracción de fertilización Cuarto muestreo de frutos y hojas, y defoliación de 48 plantas experimentales Cosechas de frutos verdes en llenado de fruto Registro de datos de materia fresca de hojas por trat. Cuarta evaluación de las características fenológicas del cultivo
16/11/2012	210	Quinta evaluación de las características fenológicas del cultivo
16/11/2012	210	Quinto muestreo de frutos y foliar (hoja)
16, 24/11 y 2, 10/12/12	210, 218, 226 y 234	Cosecha de frutos maduros en cuatro momentos
10/12/2012	234	Defoliación de 48 plantas y registro de datos de materia fresca de hojas por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

c. **Parámetros a evaluar**

Sobre la fenología del cultivo de camu camu se identificaron 6 fases: descanso, brotamiento, floración, inicio de fructificación, llenado de fruto y fruto maduro- cosecha (Sánchez et al, 2008).

Para el presente trabajo, se adaptaron en 5 fases fenológicas que fueron evaluados equitativamente como se presenta en el cuadro 7.

- **Determinación del desarrollo fenológico**

Para la determinación del desarrollo fenológico se evaluó a los 44, 88, 133, 181 y 210-234 días después de la defoliación inicial (ddd); describiendo las características fenológicas adaptadas para el presente estudio, como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7: Programa de evaluación

Fenología	Momento de evaluación	Duración (días)
Brotamiento I	Se evaluó a los 44 días después de la defoliación	44
Brotamiento II	Se evaluó a los 88 días después de la defoliación	44
Fructificación	Se evaluó a los 133 días después de la defoliación	45
Llenado de fruto	Se evaluó a los 181 días después de la defoliación	48
Fruto maduro	Se evaluó desde los 210 hasta 234 ddd; a la cosecha de fruto.	53

Fuente: Adaptado de Sánchez et al, para el presente trabajo.

- **Determinación de la acumulación de materia seca (biomasa estacional) en cada fase fenológica (kg/ha)**

Para la evaluación se emplearon 4 plantas por unidad experimental en cada fase adaptada. En las dos primeras fases (44 y 88 ddd) se recolectaron muestras de hojas y en las tres últimas fases (133, 181 y 210-234 ddd) muestras hojas y frutos de 200 g peso fresco; para cada unidad experimental se efectuaron 3 repeticiones por órgano y se determinó la materia seca. Posteriormente dichas plantas evaluadas fueron defoliadas

con la finalidad de obtener la biomasa fresca total por planta; asimismo, las muestras recolectadas sirvieron para realizar el análisis nutricional de los tejidos.

- **Rendimiento**

Se obtuvo mediante la cosecha a los 210, 218, 226 y 234 ddd cuando los frutos alcanzaron un porcentaje de maduración entre 75 a 90%; la cosecha se realizó en 4 momentos debido que la planta presentó varias floraciones y como resultado se tuvo frutos en diferentes estados de desarrollo.

3.9.2 Etapa del análisis del laboratorio

a. Análisis de suelos.

Consistió en la preparación y análisis de diecinueve (19) muestras de suelos obtenidos de las dos calicatas (7 muestras) y de la capa arable del suelo (12 muestras); los análisis fueron realizados en el LASPAF de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados del laboratorio se muestran en el Anexo 2 .

Se realizaron los siguientes análisis:

- Textura; se determinó la distribución del tamaño de partículas, por método de hidrómetro de Bouyoucos.
- Carbón orgánico (materia orgánica); se determinó siguiendo el método de Walkley y Black, que consiste en oxidar previamente la materia orgánica con el empleo de bicromato de potasio y ácido sulfúrico comercial, para luego titular con una solución de sulfato ferroso amoniacal de 0,5 N. Se expresa en porcentaje.
- Reacción; el pH del suelo medido en una mezcla de suelo: agua en una relación 1:1 con un potenciómetro Zeromatic Beckman con electrodo de vidrio.
- Calcáreo total; el contenido de carbonato de calcio se determinó por el método Gaseo volumétrico, se expresa en porcentaje.
- Sales solubles; se determinó mediante el conductímetro, que mide la conductividad del extracto de las muestras de suelos; y los resultados se expresarán en dS/m a 25 °C.

- Fósforo disponible; por el método de Olsen modificado, el fósforo será analizado usando el procedimiento calorimétrico cloromolibdico y se expresará en parte por millón (ppm).
- Potasio disponible; extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)/N pH 7,0.
- Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC); se determina mediante el método de acetato de amonio (1 N NH_4OAc pH 7). Se expresa en meq/100 g de suelo. (USDA, 1996)
- Cationes cambiables; se determinaron en el extracto de acetato de amonio pH 7; y sus concentraciones se realizaron a través de la fotometría de absorción atómica de flama.

b. Análisis foliar.

Los análisis de los tejidos (hojas y frutos) se efectuaron según el protocolo seguido por el LASPAF de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se realizaron a partir de la materia seca de los órganos obtenidos en campo (hojas y frutos), estas muestras se prepararon mediante la digestión húmeda nitro-perclórica, para la determinación de los tres macronutrientes primarios: para el nitrógeno se realizó mediante el método de la micro-kjeldahl modificado, para el fosforo mediante colorimetría con el método amino-naftol sulfónico (color azul) y el potasio por espectrometría de absorción atómica. Los resultados del laboratorio se muestran en el anexo 2.

3.9.3 Etapa de gabinete (procesamiento de información)

a. Caracterización de suelos.

Con la información obtenida en campo y los resultados de análisis de caracterización de suelos (laboratorio) se procedió a la caracterización morfológica, física y química del suelo; asimismo se realizó la clasificación de suelos utilizando criterios y técnicas metodológicas ceñidos a las normas y lineamientos generales que establece el manual del Soil Survey (1993) y las Keys Soil Taxonomy (2010) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo, se

efectuó la clasificación práctica del potencial de tierras, para ello se utilizó el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú (D.S. N° 0017-2009-AG).

b. Interpretación de los parámetros a evaluar.

Con la información obtenida en campo después de las 5 evaluaciones se procedió con las interpretaciones de todos los parámetros evaluados (rendimiento, materia seca de hojas y frutos en cada fase fenológica).

c. Determinación de la curva de extracción de nutrientes

Consiste en la determinación de la cantidad de macronutrientes extraído por cada órgano de la planta (hoja y fruto) durante el desarrollo fenológico del cultivo (biomasa estacional), que inició con en el brotamiento y terminó con la cosecha de frutos.

d. Determinación de absorción de nutriente NPK

Consiste en la determinación de la cantidad de macronutrientes absorbidos durante el desarrollo fenológico del cultivo (biomasa estacional), que inició con en el brotamiento y terminó con la cosecha de frutos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de ejecutar el presente trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes resultados y discusiones

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

El suelo donde se ha desarrollado el experimento exhibe una secuencia de horizontes A-C1-C2-C3, mostrando un epipedón óchrico. Su origen está formado por depósitos de sedimentos aluviales transportados por el río Ucayali y sus afluentes durante su recorrido en la época de la creciente (avenida), y corresponde al Cuaternario Holoceno.

Fisiográficamente, se distribuye dentro del paisaje planicie aluvial formando un subpaisaje llanura inundable, con un elemento de paisaje terraza baja y con pendientes menores de 2 por ciento. Asimismo, se ha reportado características similares de los suelos establecidos al margen derecho del lago Yarinacocha en un estudio de suelos potenciales para el cultivo de camu camu (Verde, 2013).

El suelo se caracteriza por ser profundo, de color pardo en todo el perfil, la textura varía de media (franca limosa) a fina (franca arcillo limosa) en superficie y en las capas subsiguientes es fina; se aprecia estructura granular fina débil en el horizonte A y sin estructura (masiva) en la capa C, de consistencia friable en superficie y firme en profundidad, la permeabilidad es moderada y el drenaje natural es moderado.

Sus características químicas están dadas por una reacción extremadamente ácida en superficie (pH 4,44) y moderadamente alcalina en profundidad (pH 7,91), sin problemas de sales (CE 0,64 – 0,21 dS/m), el contenido de carbonato de calcio es libre en superficie y bajo en profundidad (1,7 %). Los niveles de materia orgánica varían de medios a bajos (2,18 – 0,27 por ciento), y los de fósforo (6,9 – 3,7 ppm) y de potasio disponible (99 – 72 ppm) son bajos en el perfil. La CIC varía de alta a baja (18,72 – 7,52 meq/100g suelo). La fertilidad química de la capa arable de este suelo es baja.

En el cuadro 8 se indican las principales características fisicoquímicas del suelo. Del mismo modo, en el anexo 3 se presenta el perfil modal S-2 con las características ecofisiográficas, morfológicas y fisicoquímicas de este suelo.

De acuerdo con la clasificación del Soil Taxonomy 2010, por sus características morfológicas, ecofisiográficas y fisicoquímicas se determinó que este suelo pertenece al subgrupo *Typic Udifluvents*. Según la clasificación por capacidad de uso mayor de tierras (D.S. N° 0017-2009-AG), estas son aptas para cultivos permanentes de calidad agrologica baja (C3si), con limitaciones de suelo e inundaciones que se producen en épocas de la creciente del río Ucayali.

Cuadro 8: Características fisicoquímicas del perfil del suelo.

Horiz.	Codigo campo	Prof. cm.	Textura	pH	C.E dS/cm	CaCO ₃	M.O. %	Dispo. ppm		C.I.C	Cambiables meq/100 gr de suelo					Sat. Bases %
								P	K		Ca	Mg	K	Na	Al + H	
A	S-2-1	0 - 10	Franco limoso	4,54	0,64	0,00	2,18	6,9	99	18,72	14,10	2,53	0,19	0,13	0,20	90,5
C1	S-2-2	10 - 30	Franco arcillo limoso	6,55	0,16	0,00	0,41	3,9	76	13,44	10,39	2,80	0,14	0,11	0,00	100,0
C2	S-2-3	30 - 70	Franco arcillo limoso	7,91	0,21	1,70	0,27	3,7	72	7,52	4,75	2,55	0,13	0,09	0,00	100,0
C3	S-2-4	70 - 130	Franco arcillo limoso	7,78	0,21	0,00	0,41	4,7	87	12,48	8,63	3,60	0,15	0,10	0,00	100,0

Fuente: Elaboración propia.

4.2 DESCRIPCIÓN FENOLOGICA DEL CULTIVO

4.2.1 Fase de brotamiento I

Se inicia después de la defoliación (0 hasta los 44 días), observándose durante este periodo la aparición de las yemas foliares, formándose hojas tiernas succulentas de color verde-violáceo claro, brillantes en el haz hasta llegar a hojas jóvenes desarrolladas de color verde claro, no coriáceas y brillante en el haz. Asimismo, los brotes tiernos (ramillas fructíferas) son de color verde cremoso, violáceo y succulento en la parte superior e inferior. Conforme se desarrolla el brote, en la base de la parte superior se aprecia el proceso de lignificación mostrando un color marrón y al terminal del brote se distingue un color violáceo intenso, mientras que, en la parte inferior aún son de color verde cremoso. Los brotes alcanzan una longitud variable de 5 a 15 cm con 3 a 6 pares de hojas opuestas, características que se muestra en la figura 3. En suelos no inundables (terrazas altas), se ha reportado resultados similares donde el crecimiento de las ramas fructíferas (brotes) alcanza hasta los 52 días después de la defoliación (Abanto et al., 2011).

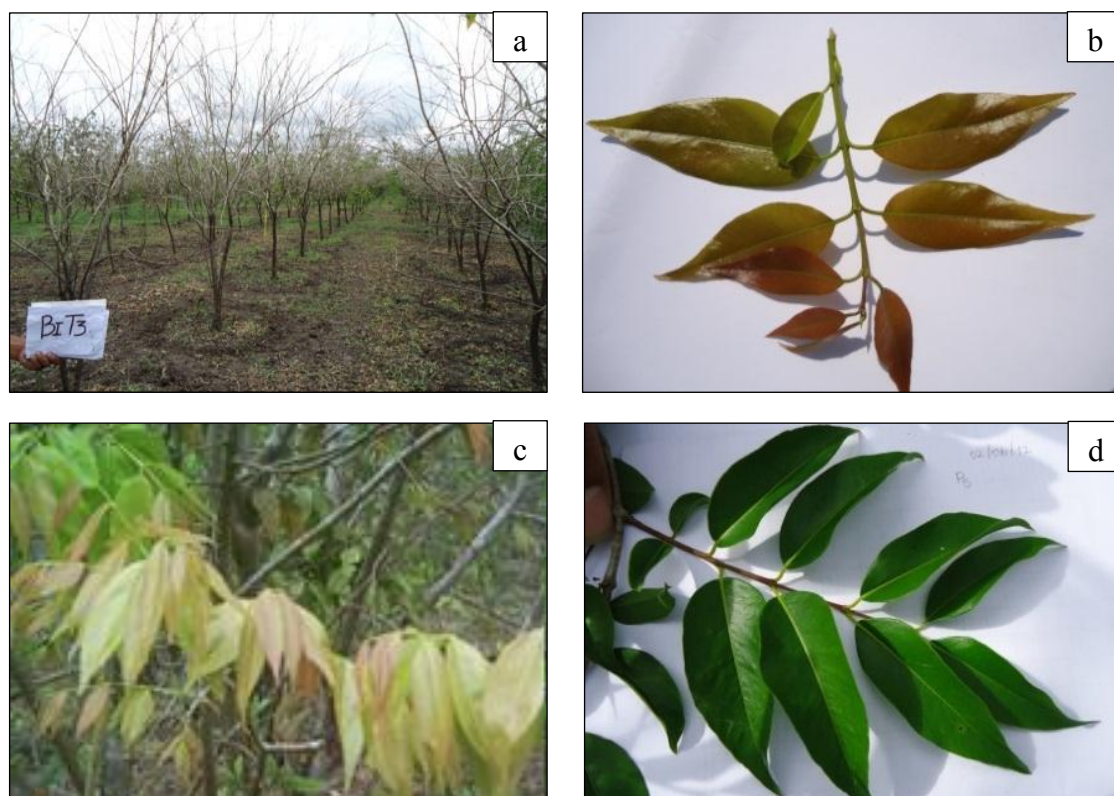


Figura 3: Brotes y hojas tiernas en la fase de brotamiento I

- a) Etapa de defoliación 0 ddd; b) Hojas y brotes tiernos 15 ddd; c) Hojas tiernas a 25 ddd; d) Hojas jóvenes desarrolladas a 44 ddd.

4.2.2 Fase de brotamiento II

Se inicia a partir de los 45 hasta los 88 días después de la defoliación (ddd), observándose durante este periodo que las hojas jóvenes de colores verde claro, no coriáceas y brillantes pasan a ser hojas adultas ligeramente coriáceas, de colores verde oscuro brillantes en el haz y verde oscuro opaco en el envés. Asimismo, los brotes en esta etapa completan el engrosamiento y el proceso de lignificación (ramas fructíferas leñosas), tornándose un color gris claro cuya superficie es muy ligeramente rugosa como se muestra en la figura 4. En suelos no inundables (terrazza alta) se ha reportado trabajos similares sobre el periodo de desarrollo de las hojas, engrosamiento y lignificación de los brotes (maduración de ramas fructíferas), procesos que tomaron 90 días después de la defoliación (Abanto et al., 2011).

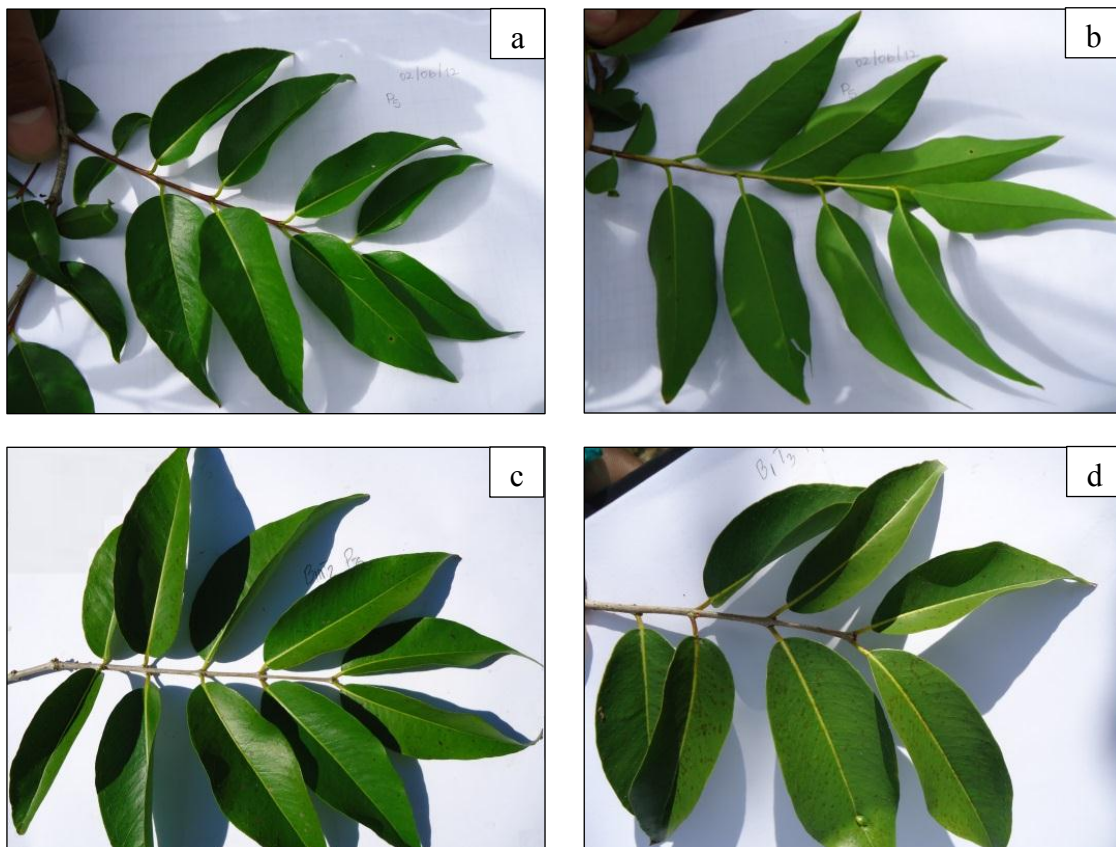


Figura 4: Brotes leñosos y hojas adultas en la fase de brotamiento II

a) El haz de hojas y brotes jóvenes desarrollados a 44 ddd b) El envés de hojas y brotes jóvenes desarrollados a 44 ddd; c y d) Hojas adultas y brotes leñosos a 88 ddd.

4.2.3 Fase de fructificación (aparición y formación de yemas florales, desarrollo de botones florales, floración y formación de frutos)

Esta fase inicia a partir de los 89 hasta los 133 días después de la defoliación (ddd), observándose durante este periodo que las hojas llegan ser coriáceas, verde oscuro brillante en el haz y verde oscuro opaco en el envés. Asimismo, los brotes lignificados (ramas fructíferas leñosas) mantienen el color gris claro cuya superficie es rugosa, y sobre estas se producen varios procesos fenológicos: aparición y formación de yemas florales (100 ddd), desarrollo de botones florales (110 ddd), floración (115-125 ddd) y formación de frutos (133 ddd) como se muestra en la figura 5. El último proceso se forma a través de una rápida división celular, tomando la forma de cabeza de un clavito de color verde pardusco después del desprendimiento de los estambres y sépalos. Resultados similares se reportaron en suelos no inundables (terrazza alta), el periodo de emisión de los botones florales demoró un total 19 días, seguido de la emisión de la flor, floración y formación de fruto que tomaron 21 días; transcurriendo un total de 130 días acumulados después de la defoliación (Abanto et al., 2011).

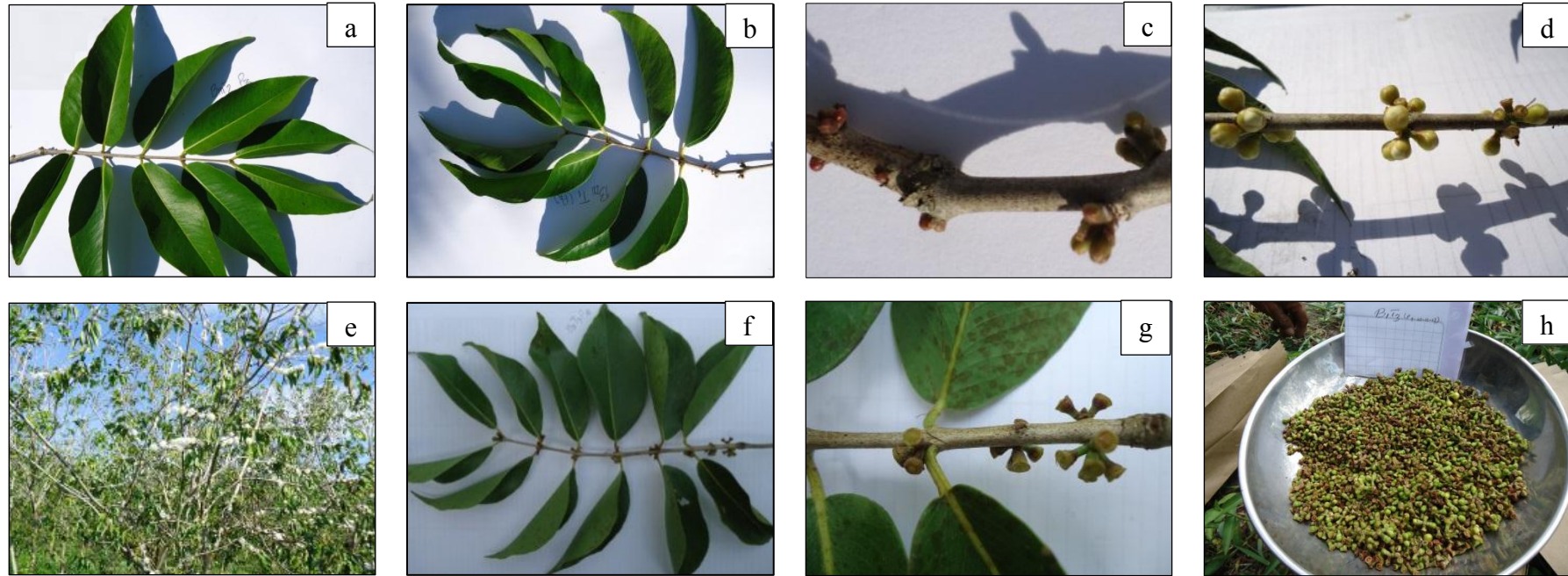


Figura 5: Proceso de fructificación

a) Hojas adultas y brotes leñosos a 88 ddd; b y c) Aparición y formación de yemas florales a 100 ddd; d) Desarrollo de botones florales a 110 ddd; e) Floración a 115 – 125 ddd; f y g) Formación de frutos 133 ddd; h) Frutos cosechados a tamaño de cabeza de clavito.

4.2.4 Fase de llenado de fruto

Se inicia a partir de los 134 hasta los 181 días después de la defoliación (ddd), observándose durante este periodo que las hojas se tornan más coriáceas, verde oscuro brillante en el haz y verde opaco ligeramente amarillento en el envés. Asimismo, los brotes lignificados (ramas fructíferas leñosas) pasan de gris claro a pardo grisáceo de superficie rugosa. Los frutos ubicados en los brotes de color verde pardusco alcanzan un color verde claro, y continúan su desarrollo y crecimiento hasta 1,5 a 2 cm de diámetro. En este periodo se inicia la formación y el crecimiento de la semilla, así como el proceso de llenado de fruto que consiste en la expansión y elongación celular mediante el almacenamiento de agua y la acumulación de los fotosintatos (almidones, aminoácidos, vitaminas y agua) producidos en las hojas, manteniendo la textura ligeramente blanda (figura 6).



Figura 6: Llenado de fruto

a) Formación de frutos a 133 ddd; b) Llenado de fruto a 181 ddd (fruto verde); c y d) Cosecha de fruto verde.

4.2.5 Fase de fruto maduro (cosecha)

Esta fase inicia a partir de los 182 hasta los 210 días después de la defoliación (ddd), observándose durante este periodo que las hojas comienzan a envejecer tornándose más coriáceas, verde claro amarillento, brillante en el haz y verde opaco amarillento en el envés. Después de la cosecha de los frutos en estado maduro entran en un proceso de descanso y posteriormente la defoliación natural para el siguiente brotamiento. Los brotes lignificados (ramas fructíferas leñosas) mantienen el color pardo grisáceo con ligero desprendimiento de ritidomas. Los frutos sufren varios procesos fisiológicos conforme van creciendo y desarrollándose. El fruto verde pasa a fruto verde pintón mostrando un color verde con ligeras manchas rojizas, posteriormente alcanzan a fruto pintón maduro de color verde amarillento con manchas rojizas en 50-70 por ciento del fruto y por último llegan a fruto maduro de color rojo o completamente rojo granate en 70-100 por ciento del fruto (figura 7).

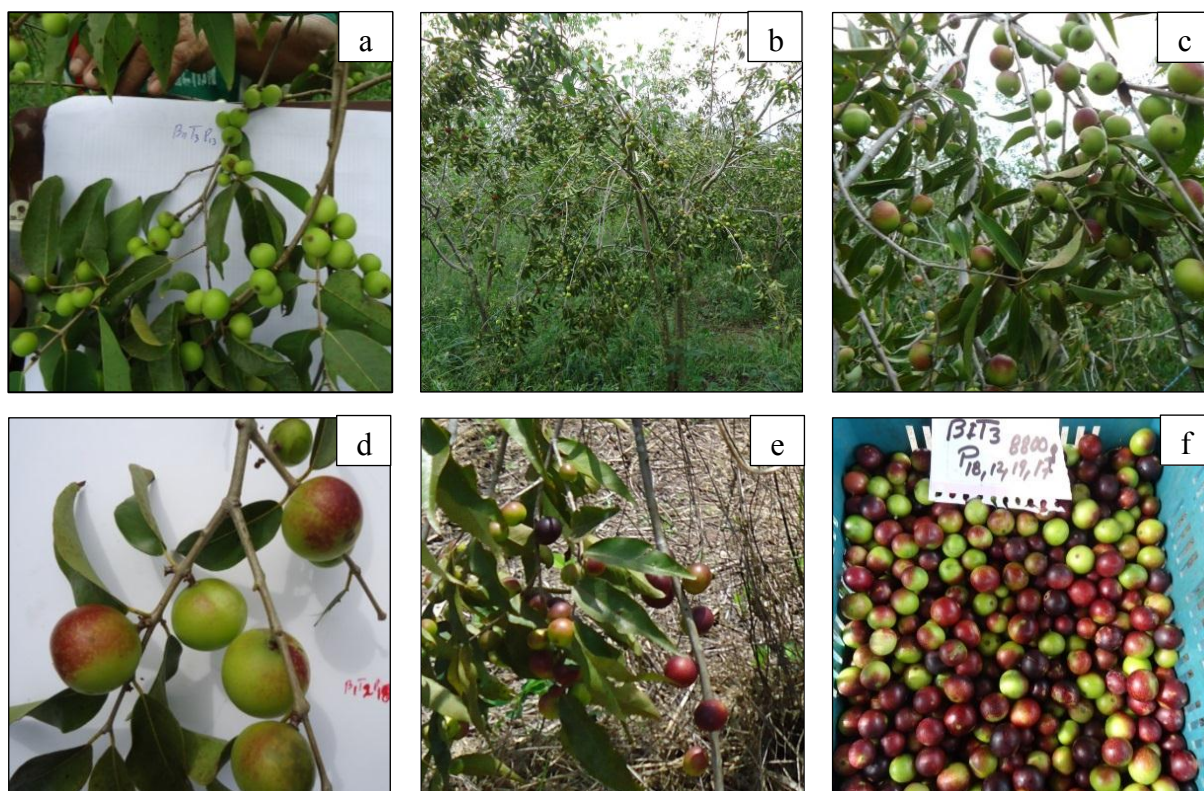


Figura 7: Fruto maduro (cosecha)

a) Llenado de fruto a 181 ddd; b y c) Fruto verde pintón a 193 ddd; d) Fruto pintón maduro a 202 ddd; e) Fruto maduro a 210 ddd; f) Cosecha de fruto maduro a 210, 218, 226 y 234 ddd.

Cuando los frutos alcanzaron la última etapa se procedió a cosechar, actividad que se realizó en cuatro momentos iniciándose a los 210, 218, 226 y 234 días después de la defoliación debido a que las plantas emitieron yemas florales durante un periodo de aproximadamente 30 días, por esta razón la cosecha duró 24 días. Por lo tanto, la fenología del cultivo desde la defoliación hasta la madurez del fruto transcurrieron 210 días. Se ha reportado trabajos similares sobre el tiempo de maduración de los frutos de camu camu, periodo que transcurrió desde la defoliación hasta la cosecha 205 días (Abanto et al., 2011).

4.3 DETERMINACIÓN DE LA MATERIA SECA

4.3.1 Porcentaje de la materia seca de hojas y frutos en las fases fenológicas

En el cuadro 9 se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de materia seca en hojas, y en la figura 8 se observa la curva del porcentaje de materia seca obtenida en cada fase fenológica por tratamiento. Los tratamientos fertilizados obtuvieron mayor porcentaje de materia seca de hojas en todas las fases fenológicas, pudiendo atribuirse este efecto de incremento a la respuesta de la fertilización. El porcentaje de materia seca de hojas se inicia de manera creciente desde la fase de brotamiento I hasta la fase de fructificación, a partir del cual, el porcentaje de materia seca tiene un descenso ligero en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) debido a la traslocación de fotosintatos y minerales hacia los órganos de fructificación y sostén de la planta.

Al efectuar el análisis de varianza sobre el porcentaje de materia seca de hojas, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cada fase fenológica (anexos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5). Al realizar la prueba de Duncan se observa que los promedios de los tratamientos de dosis alta T3, dosis media T2 y testigo T1 en las fases de brotamiento I, brotamiento II, llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) son estadísticamente diferentes; mientras que en la fase de fructificación los tratamientos de dosis alta T3 y media T2 son estadísticamente iguales entre sí y ambas son diferentes al testigo T1 (cuadro 9).

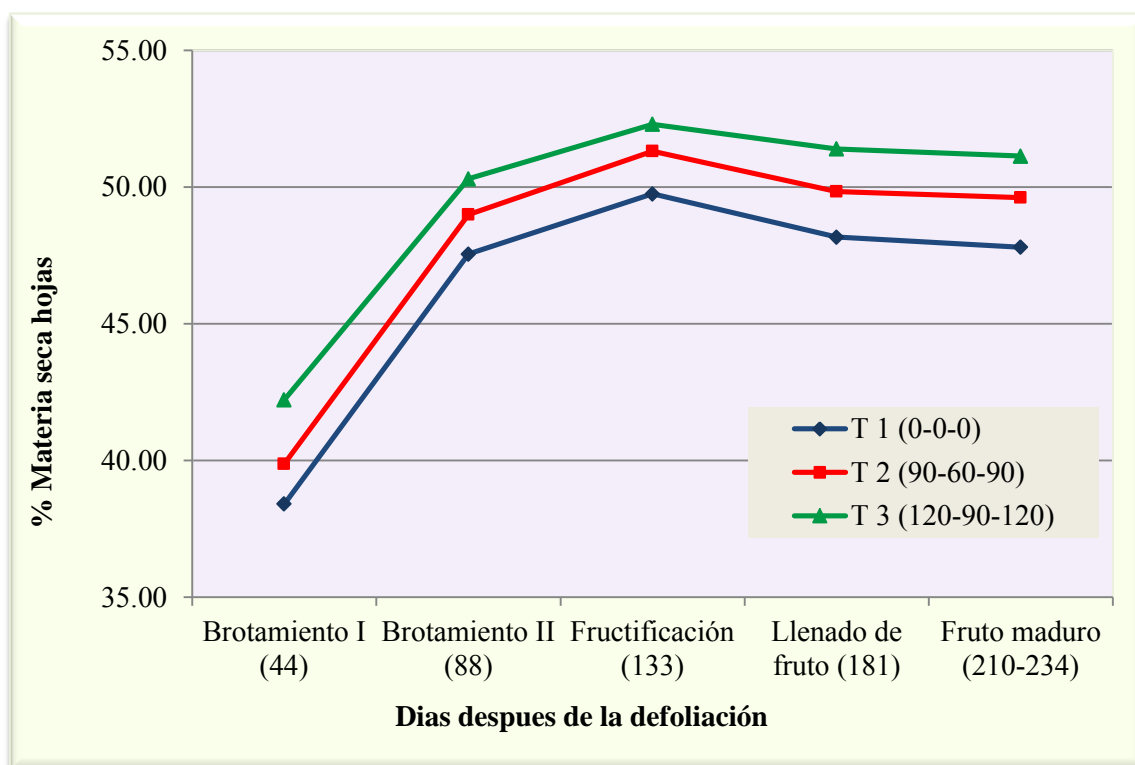


Figura 8: Curva del porcentaje de la materia seca de hojas en cada fase fenológica.

Cuadro 9: Porcentaje de materia seca de hojas en cada fase fenológica.

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	42,22a	50,30a	52,30a	51,39a	51,13a
T 2 (90-60-90)	39,88b	48,99b	51,31a	49,84b	49,62b
T 1 (0-0-0)	38,41c	47,55c	49,75b	48,17c	47,80c

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10 se muestran los resultados del porcentaje de materia seca en frutas durante el desarrollo fenológico. Asimismo, en la figura 9 se observa la curva del porcentaje de materia seca de frutas y el máximo porcentaje se presenta en la fase de fructificación alcanzando 36,81, 35, 15 y 32,06 por ciento en los tratamientos de dosis alta T3, media T2 y testigo T1 respectivamente. En esta fase se inicia la formación de botones florales y frutos pequeños de 2 a 3 mm de diámetro cuyos tejidos meristemáticos se encuentran en constante división y están recibiendo constantemente fotosintatos almacenados de los órganos de sostén y procedentes de las hojas, los cuales proporcionan una consistencia dura en fresco y asimismo tienen menor contenido de humedad.

En la fase llenado de fruto ocurre una disminución drástica en el porcentaje de materia seca, obteniéndose 12,46, 11,32 y 10,56 por ciento en los tratamientos de dosis alta T3, media T2 y testigo T1 respectivamente; la cual podría atribuirse a un menor almacenamiento de fotosintatos y mayor de agua en las células de los frutos, originando el aumento del tamaño del fruto, adquiriendo estos una consistencia ligeramente blanda al ser presionados con los dedos. Las semillas de los frutos en esta fase son tiernas, suaves porque faltaron desarrollarse. Sin embargo, en la fase fruto maduro (cosecha) el porcentaje de materia seca tiene un ligero incremento (18,77, 17,19 y 15,97 por ciento en los tratamientos antes mencionados), el cual está influenciado por el continuo almacenamiento de fotosintatos en los tejidos del fruto y el aumento del tamaño de la semilla. Así, en este periodo los frutos tienen una consistencia blanda al ser presionados con los dedos y las semillas son más grandes, duras y habiendo completado su desarrollo fisiológico.

Al efectuar el análisis de varianza sobre el porcentaje de materia seca de frutos, se encontraron diferencias significativas en los tratamientos en cada fase fenológica (anexo 4.6, 4.7 y 4.8); al realizar la prueba de Duncan se observa que los promedios de los tratamientos de dosis alta T3 y dosis media T2 en la fase de fructificación son estadísticamente iguales entre sí, pero ambas son diferentes al testigo T1; mientras que en las fases de llenado de fruto y fruto maduro los tratamientos de dosis alta T3, dosis media T2 y testigo T1 son estadísticamente diferentes (cuadro 10)

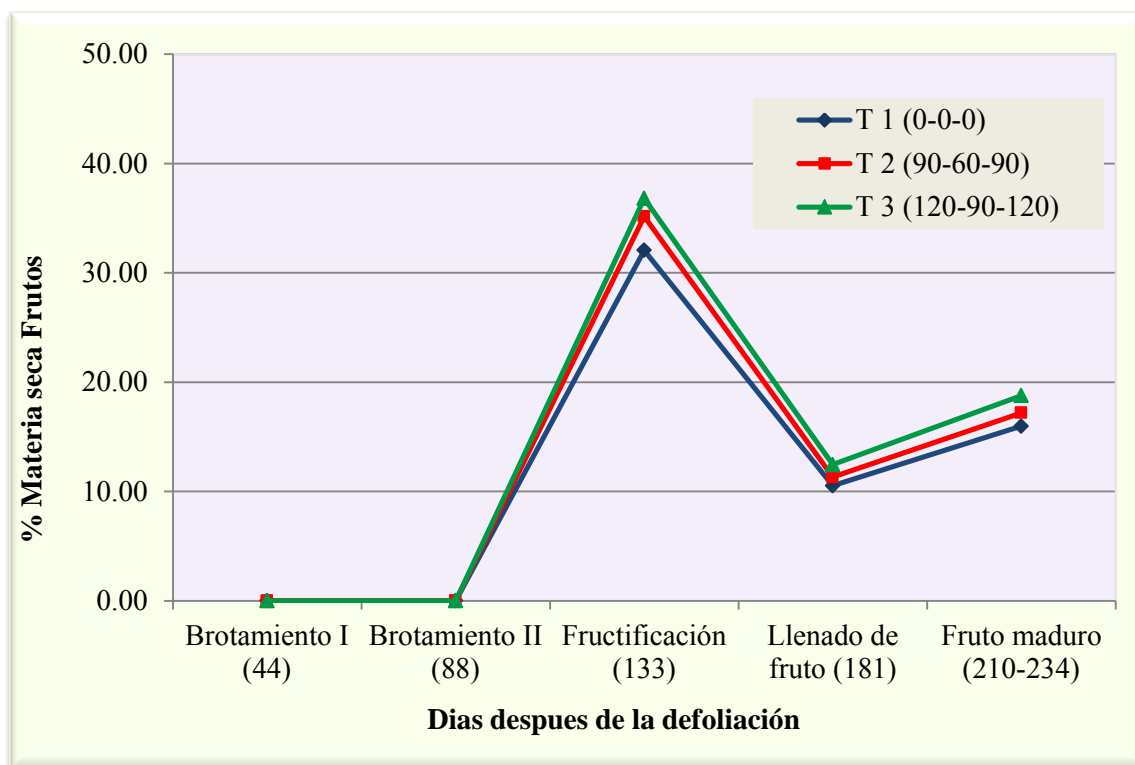


Figura 9: Curva del porcentaje de la materia seca de frutos en cada fase fenológica

Cuadro 10: Porcentaje de materia seca de frutos en cada fase fenológica.

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	0,00	0,00	36,81a	12,46a	18,77a
T 2 (90-60-90)	0,00	0,00	35,15a	11,32b	17,19b
T 1 (0-0-0)	0,00	0,00	32,06b	10,53c	15,97c

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Formación y acumulación de materia seca total

En la figura 10 se observan las curvas de acumulación de materia seca total para cada tratamiento durante el desarrollo de la biomasa estacional (hojas y frutos) del cultivo del camu camu.

La acumulación de materia seca total en las fases de brotamiento I, brotamiento II, fructificación, llenado de fruto y fruto maduro fueron ascendentes para todos los tratamientos. La acumulación es ligeramente lenta hasta los 133 ddd correspondiente a la fase fructificación, y es acelerada en las dos últimas fases para todos los tratamientos. Asimismo, los tratamientos fertilizados con dosis alta T3 y dosis media T2 superaron al testigo T1 no fertilizado en todas las fases. Se podría precisar que la mayor acumulación de materia seca total estaría siendo influenciada por la aplicación de fertilizantes (cuadro 11).

Al efectuar el análisis de varianza sobre la acumulación de materia seca total, se encontraron que no existen diferencias significativas entre tratamientos en las fases brotamiento I, brotamiento II y fructificación. Sin embargo, en las fases que corresponde al llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) se encontraron diferencias significativas (anexos 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 y 4.12). Al realizar la prueba de Duncan a un nivel de 0,05 se observa que los promedios de los tratamientos en las fases brotamiento I, Brotamiento II y fructificación son estadísticamente iguales entre sí. Además, en la fase de llenado de fruto los tratamientos de dosis alta T3 y media T2 son estadísticamente iguales, y los tratamientos de dosis media T2 y el testigo T1 son iguales, mientras que el tratamiento de dosis alta T3 es diferente al testigo T1. Por otro lado, en la fase de fruto maduro (cosecha) los promedios de los tres tratamientos son estadísticamente diferentes.

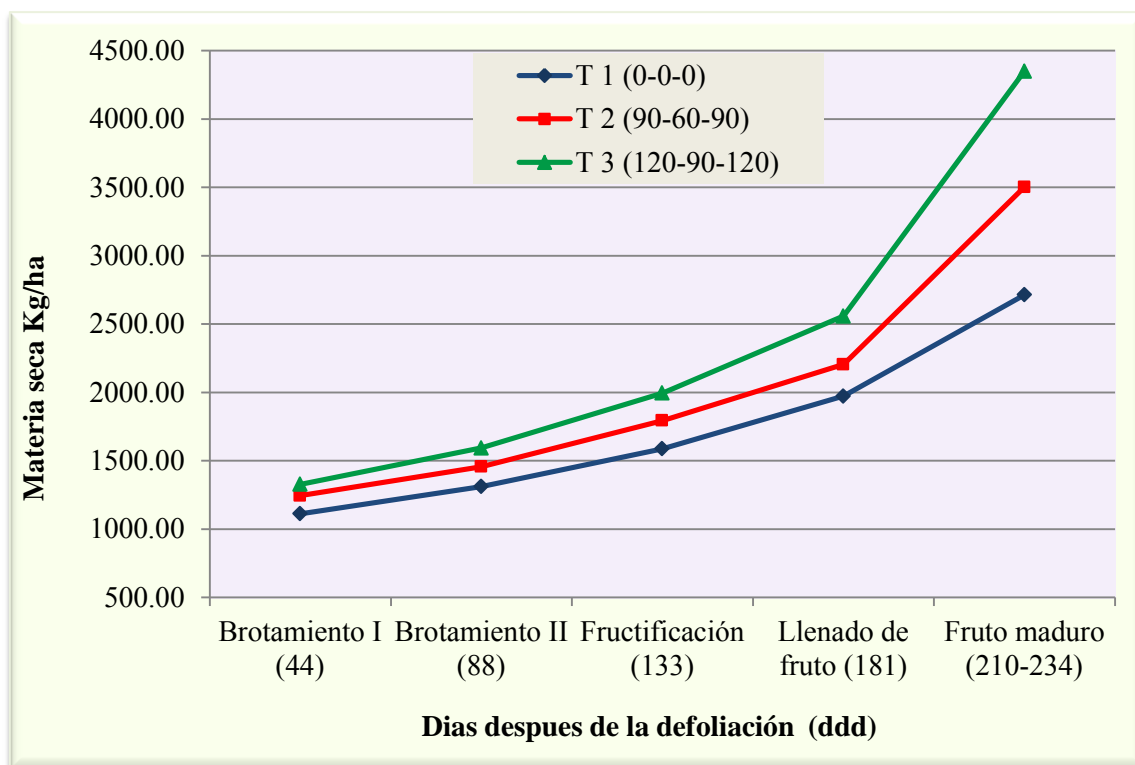


Figura 10: Acumulación de materia seca total por tratamiento en cada fase fenológica (kg/ha)

Cuadro 11: Acumulación de la materia seca total por tratamientos en cada fase fenológica (kg/ha)

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	1327,84 a	1593,54 a	1994,75 a	2558,45 a	4350,53 a
T 2 (90-60-90)	1243,96 a	1456,60 a	1793,24 a	2204,41 ab	3502,46 b
T 1 (0-0-0)	1111,45 a	1311,19 a	1587,10 a	1973,02 b	2713,93 c

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Acumulación de la materia seca de los órganos estacionales hojas y frutos de la planta en cada fase fenológica

En la figura 11 y en el cuadro 12, se muestran la acumulación periódica de la materia seca de la biomasa estacional del cultivo (hojas y frutos); asimismo se observa que existen tendencias similares en los distintos tratamientos aunque en magnitudes diferentes. Se puede apreciar la acumulación creciente de materia seca de hojas en el tratamiento testigo T1, iniciándose desde brotamiento I hasta la fase de llenado de fruto, posteriormente en la última fase desciende. Por otro lado, en los tratamientos de dosis alta T3 y media T2 se aprecia la acumulación creciente hasta la fase fructificación, descienden en las dos últimas fases. Esto podría atribuirse a la traslocación de los fotosintatos a los órganos de sostén y fructificación de la planta (frutos).

En frutos la acumulación de materia seca se inicia a los 133 ddd correspondiente a la fase fructificación y alcanza la máxima acumulación en la fase fruto maduro (cosecha), cuyos valores fueron 2590,99, 2043,67 y 1345,00 kg/ha de materia seca en los tratamientos de dosis alta T3, dosis media T2 y testigo T1 respectivamente.

Se observa que la acumulación de materia seca de frutos en la última fase supera la acumulación de materia seca de hojas en los tratamientos fertilizados, mientras que el testigo no logró superar.

Cuadro 12: Acumulación de materia seca en hojas y frutos de camu camu durante las fases fenológicas (kg/ha)

Trata.	Órganos	Brotamiento	Brotamiento	Fructific.	Llenado de	Fruto maduro
		I (44)	II (88)	(133)	fruto (181)	(210-134)
T1	Hojas	1111,45	1311,19	1485,28	1493,73	1368,93
	Frutos	0,00	0,00	101,82	479,29	1345,00
	Total	1111,45	1311,19	1587,10	1973,02	2713,93
T2	Hojas	1243,96	1456,60	1656,21	1531,50	1458,79
	Frutos	0,00	0,00	137,03	672,90	2043,67
	Total	1243,96	1456,60	1793,24	2204,41	3502,46
T3	Hojas	1327,84	1593,54	1822,87	1673,18	1759,53
	Frutos	0,00	0,00	171,88	885,27	2590,99
	Total	1327,84	1593,54	1994,75	2558,45	4350,53

Fuente: Elaboración propia

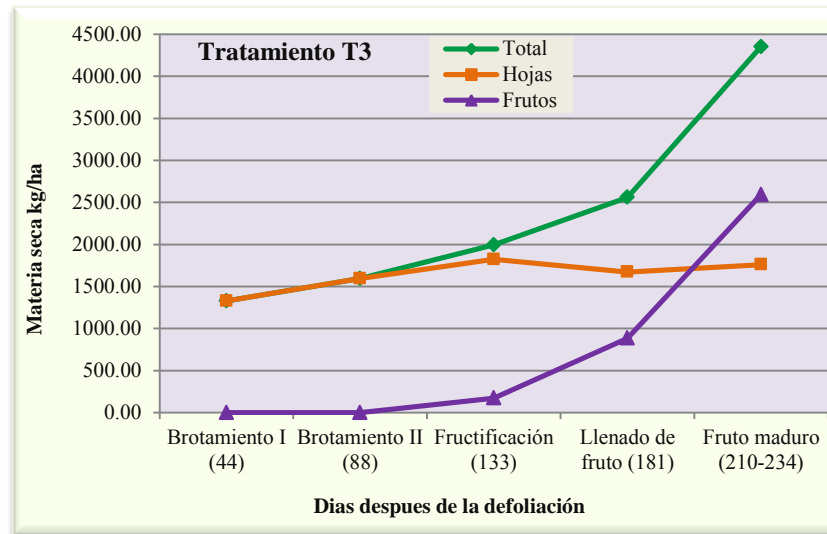
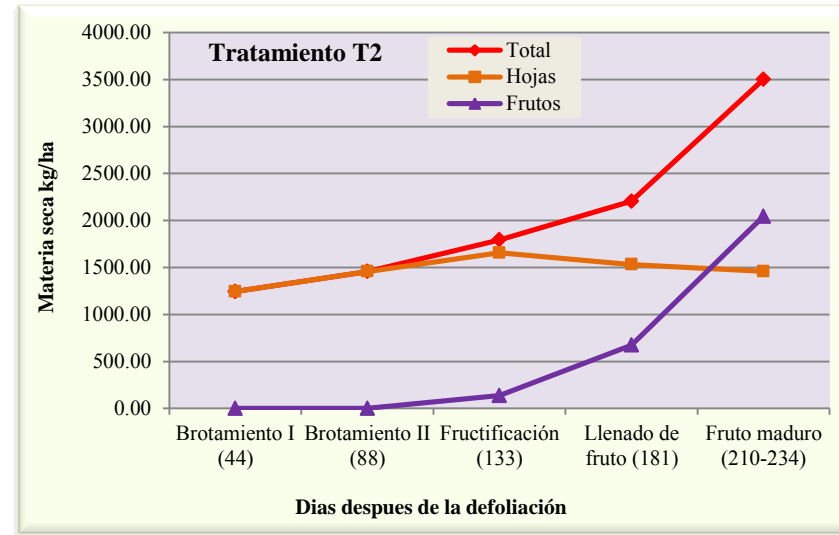
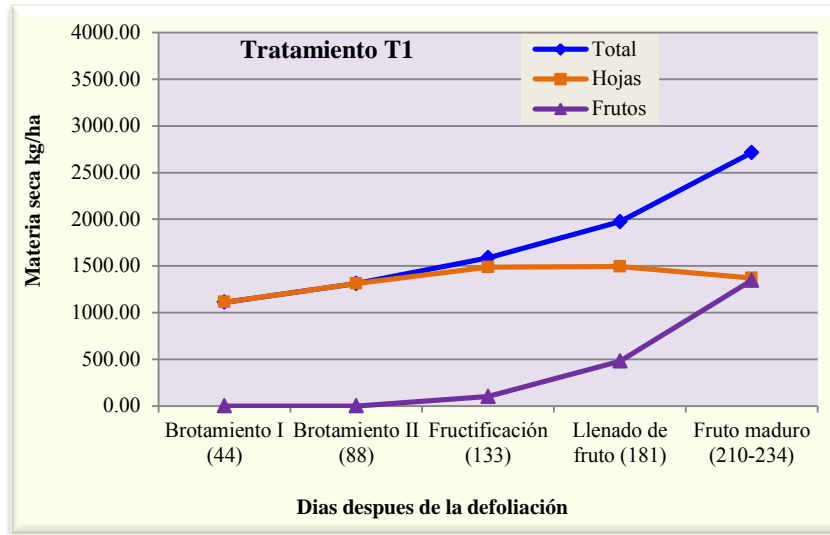


Figura 11: Acumulación de materia seca en hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)

4.4 CONCENTRACION Y ABSORCIÓN DE NITROGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LAS HOJAS Y FRUTOS DEL CAMU CAMU.

4.4.1 Concentración y absorción de nitrógeno

En la figura 12 se muestra la concentración de nitrógeno en las hojas con tendencia creciente hasta la fase brotamiento II, en la cual este elemento alcanza los máximos valores en todos los tratamientos. A partir de esta fase, el testigo (T1) muestra un descenso continuo conforme avanza el desarrollo fenológico en las tres últimas fases, mientras que para los tratamientos fertilizados las tendencias son similares, mostrando un descenso en la fase de fructificación y posteriormente un ligero incremento en la fase de llenado de fruto. Finalmente, se observa una disminución en la fase de fruto maduro (cosecha), la cual podría atribuirse al efecto de dilución por la mayor formación de materia seca de hojas o a la redistribución de este elemento a los diferentes órganos de la planta: raíz, tallo, ramas, hojas y frutos (Marschner, 1998 ; Salisbury y Ross, 1994).

En la misma figura, la concentración de nitrógeno en frutos muestran una tendencia decreciente similar en todos los tratamientos, alcanzando la máxima concentración en la fase de fructificación, debido que en este periodo se inicia la floración y formación de frutos de 2-3 mm de diámetro, obteniéndose menor cantidad de materia seca con mayor concentración de nitrógeno. Por otro lado, en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) la concentración disminuye a medida que avanza el desarrollo de estos órganos, atribuyéndose ésta disminución a la dilución del nitrógeno por la mayor formación y acumulación de la materia seca de frutos.

Se aprecia que la mayor concentración de nitrógeno en frutos se manifestó en los tratamientos que recibieron fertilización.

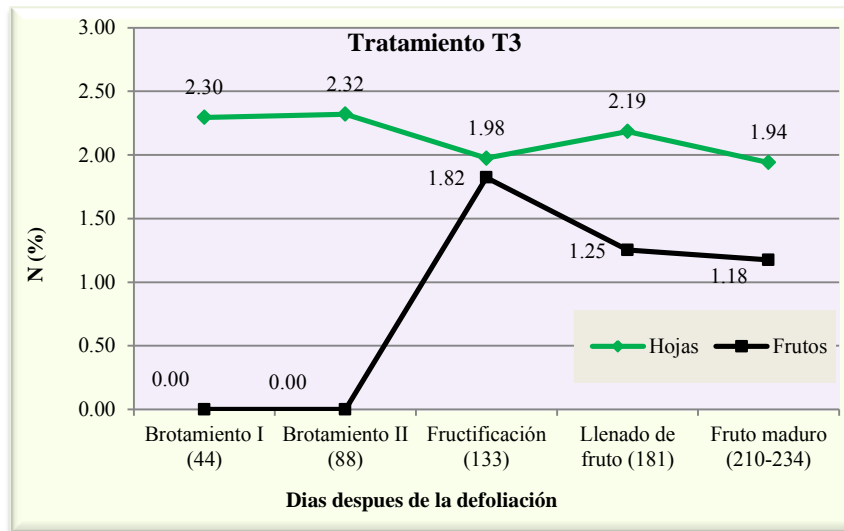
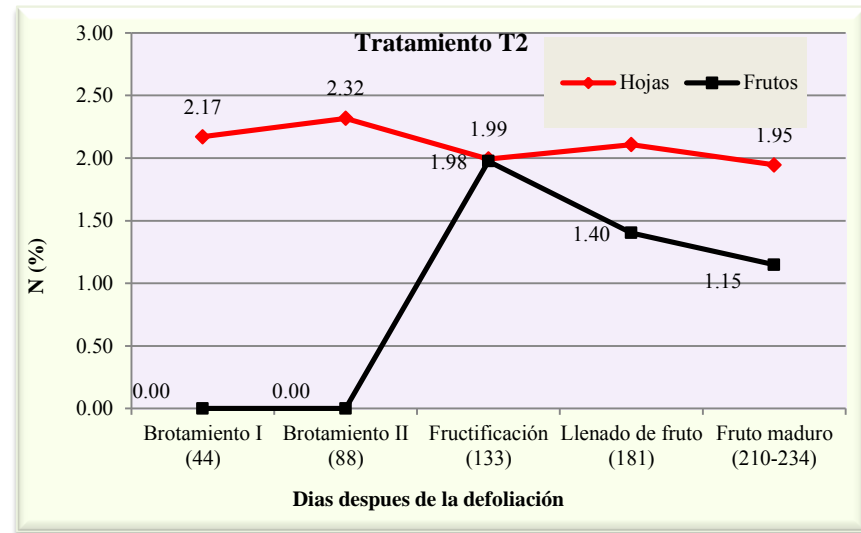
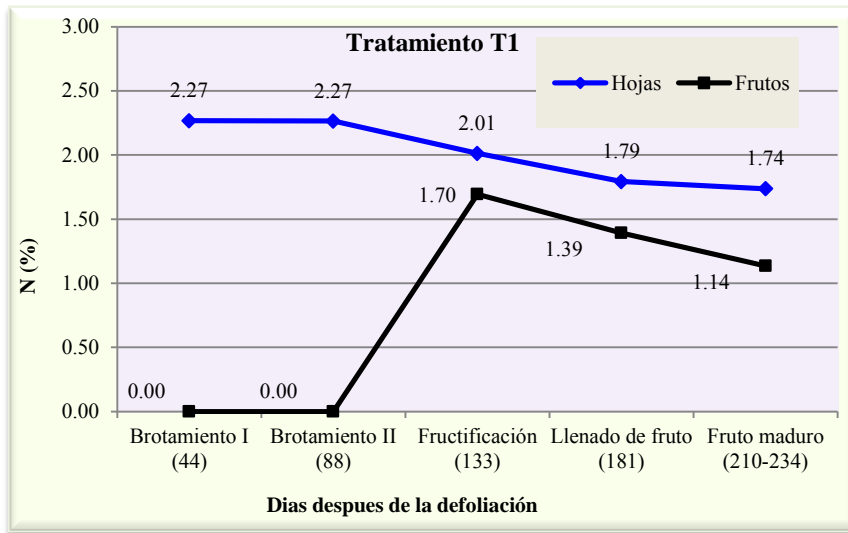


Figura 12: Concentración de nitrógeno en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas.

La absorción total del nitrógeno por el cultivo del camu camu estuvo regida por la formación de materia seca y la concentración de nitrógeno en la hojas y frutos durante el desarrollo fenológico, mostrando tendencias similares en todos los tratamientos.

En la figura 13, se observan la absorción total de nitrógeno en las fases de brotamiento I, brotamiento II, fructificación, llenado fruto y fruto maduro (cosecha) que fueron ascendentes para todos los tratamientos. La absorción es ligeramente lenta hasta los 133 ddd correspondiente a la fase de fructificación, y es acelerada en las dos últimas fases para todos los tratamientos. Asimismo, los tratamientos fertilizados superaron al testigo T1 en la absorción de este elemento en todas las fases fenológicas, debido que tuvieron mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo que favorecieron su absorción por las plantas.

Al efectuar el análisis de varianza sobre absorción total de nitrógeno, se encontraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las fases brotamiento I, brotamiento II y fructificación. Sin embargo en las fases que corresponde al llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) se encontraron diferencias significativas (anexos 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18). Al realizar la prueba de Duncan se observa que todos los tratamientos en las fases brotamiento I, brotamiento II y fructificación son estadísticamente iguales entre sí. Además, en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) los tratamientos fertilizados con dosis alta T3 y media T2 son estadísticamente iguales, y los tratamientos de dosis media T2 y el testigo T1 son iguales, mientras que el tratamiento de dosis alta T3 es diferente al testigo T1 (cuadro 13).

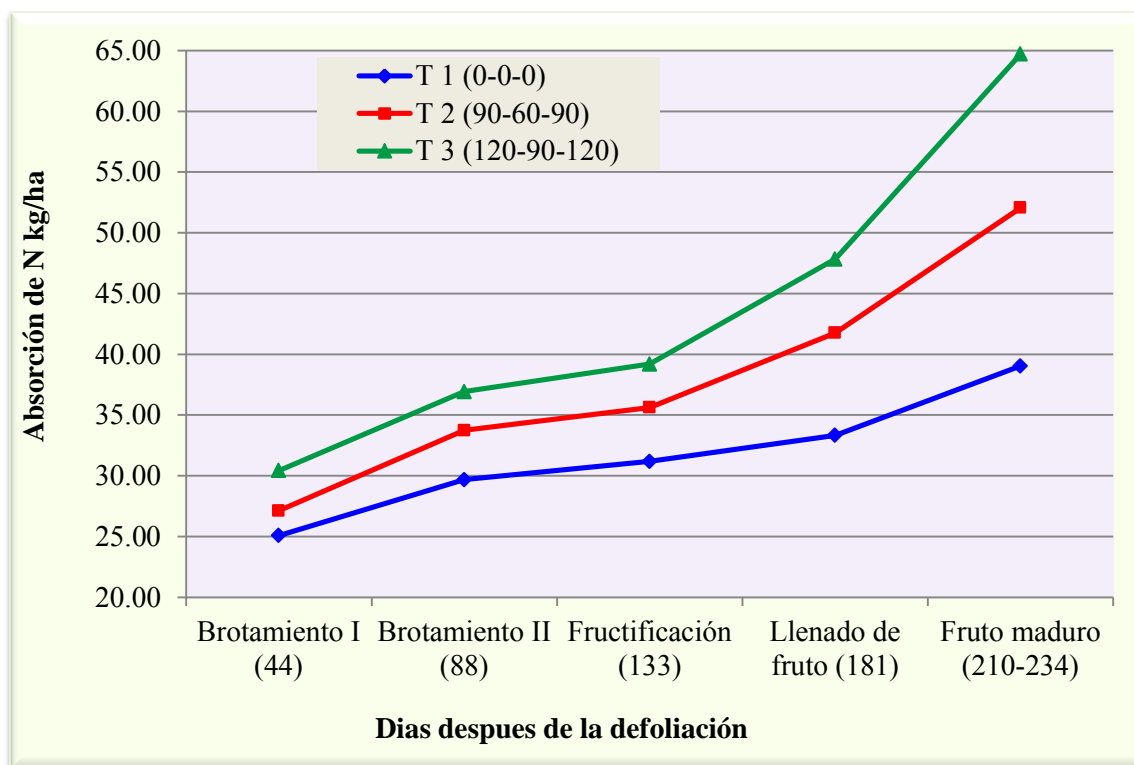


Figura 13: Absorción total de nitrógeno (kg/ha).

Cuadro 13: Absorción total de nitrógeno (kg/ha).

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	30,43 a	36,92 a	39,20 a	47,83 a	64,71 a
T 2 (90-60-90)	27,12 a	33,73 a	35,63 a	41,76 ab	52,07 ab
T 1 (0-0-0)	25,09 a	29,68 a	31,19 a	33,33 b	39,04 b

Fuente: Elaboración propia.

En el figura 14 y en el cuadro 14, se muestran los resultados de la extracción periódica de nitrógeno por las hojas; asimismo se observan las curvas de extracción de este elemento con tendencia creciente hasta la fase brotamiento II, alcanzando los máximos valores en todos los tratamientos. Sin embargo, a medida que avanza el desarrollo fenológico de las hojas, se observa un descenso continuo en las fases de fructificación, llenado de fruto y fruto maduro (cosecha), atribuyéndose este descenso a la translocación del nitrógeno hacia los órganos de fructificación de la planta. Se aprecia que la extracción de nitrógeno en la última fase, con dosis alta (T3) superó a los tratamientos de dosis media (T2) y al testigo (T1), cuyos valores fueron 34,07, 28,43 y 23,72 kg N/ha respectivamente.

En frutos la extracción de nitrógeno se inicia a los 133 ddd correspondiente a la fase de fructificación en todos los tratamientos, incrementándose de manera acelerada en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha); en esta última el tratamiento fertilizado con dosis alta (T3) superó a la dosis media T2 y al testigo T1, cuyos valores fueron 30,64, 23,63 y 15,32 kg N/ha respectivamente.

Cuadro 14: Extracción de nitrógeno en hojas y frutos de camu camu (kg/ha).

Trata.	Órganos	Brotamiento	Brotamiento	Fructific	Llenado de	Fruto maduro
		I (44)	II (88)	(133)	fruto (181)	(210-134)
T1	Hojas	25,09	29,68	29,49	26,74	23,72
	Frutos	0,00	0,00	1,70	6,59	15,32
	Total	25,09	29,68	31,19	33,33	39,04
T2	Hojas	27,12	33,73	32,92	32,37	28,43
	Frutos	0,00	0,00	2,70	9,39	23,64
	Total	27,12	33,73	35,63	41,76	52,07
T3	Hojas	30,43	36,92	36,08	36,61	34,07
	Frutos	0,00	0,00	3,12	11,23	30,64
	Total	30,43	36,92	39,20	47,83	64,71

Fuente: Elaboración propia.

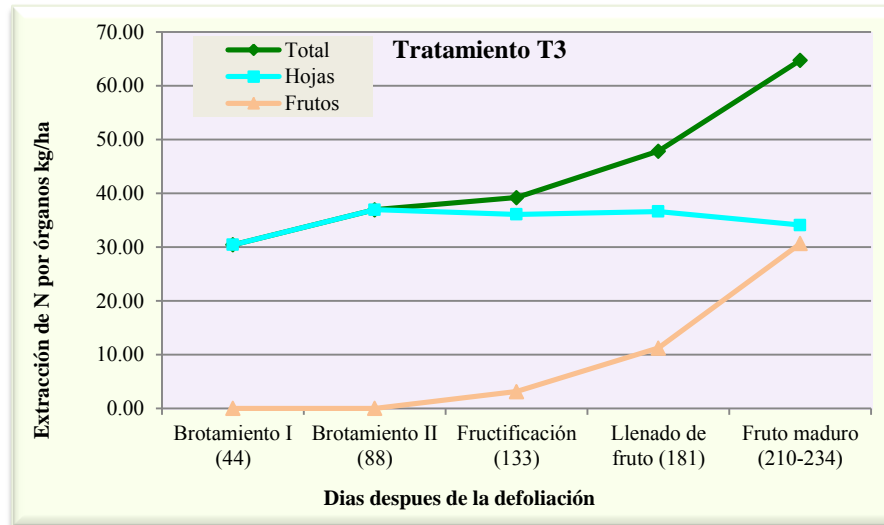
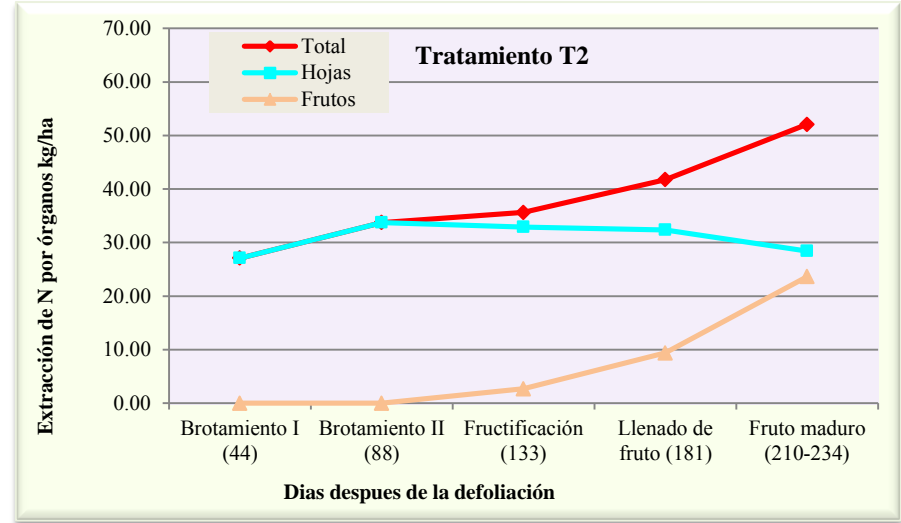
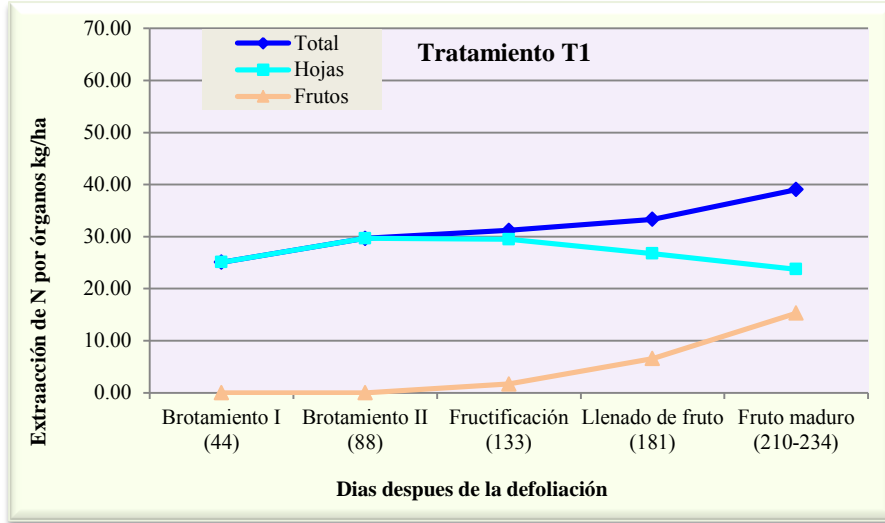


Figura 14: Extracción de nitrógeno por hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)

4.4.2 Concentración y absorción de fósforo

En la figura 15 se muestra la concentración de fósforo en las hojas con tendencia decreciente, observándose la máxima concentración a los 44 ddd correspondiente a la fase de brotamiento I, en todos los tratamientos. Posteriormente a medida que avanza el desarrollo fenológico (brotamiento II, fructificación, llenado de fruto y fruto maduro), las concentraciones disminuyen, la cual podría atribuirse al efecto de dilución por la mayor formación de materia seca de hojas o a la redistribución de este elemento a los órganos de sostén y fructificación de la planta.

En la misma figura, la concentración de fósforo en frutos muestran tendencias descendentes de manera similar en todos los tratamientos, alcanzando la máxima concentración en la fase de fructificación, debido que en este periodo se inicia la floración y formación de frutos de 2-3 mm de diámetro, obteniéndose menor cantidad de materia seca con mayor concentración de fósforo. Por otro lado, en las fases llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) la concentración disminuye conforme avanza el desarrollo de estos órganos, atribuyéndose esta disminución a la dilución de este elemento por la mayor formación y acumulación de la materia seca de frutos. Asimismo, la concentración de fósforo en hojas y frutos en los tratamientos fertilizados y el testigo son similares.

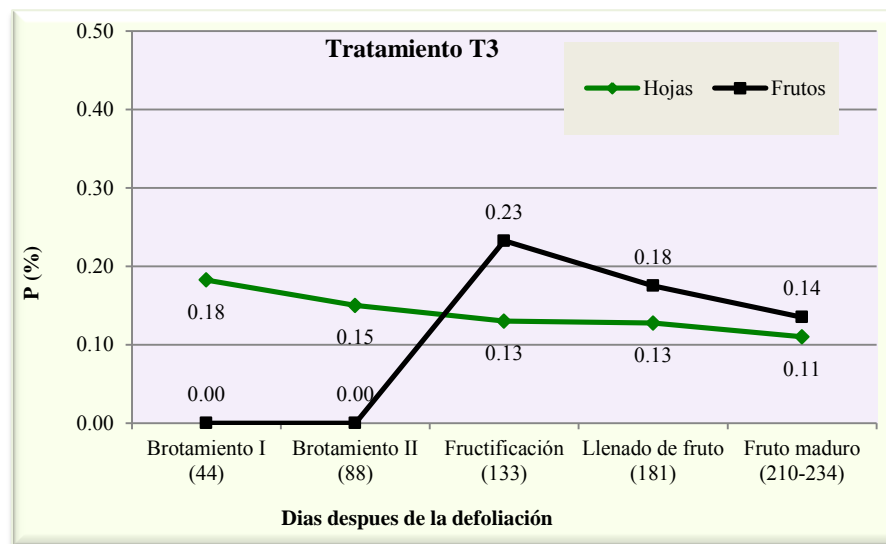
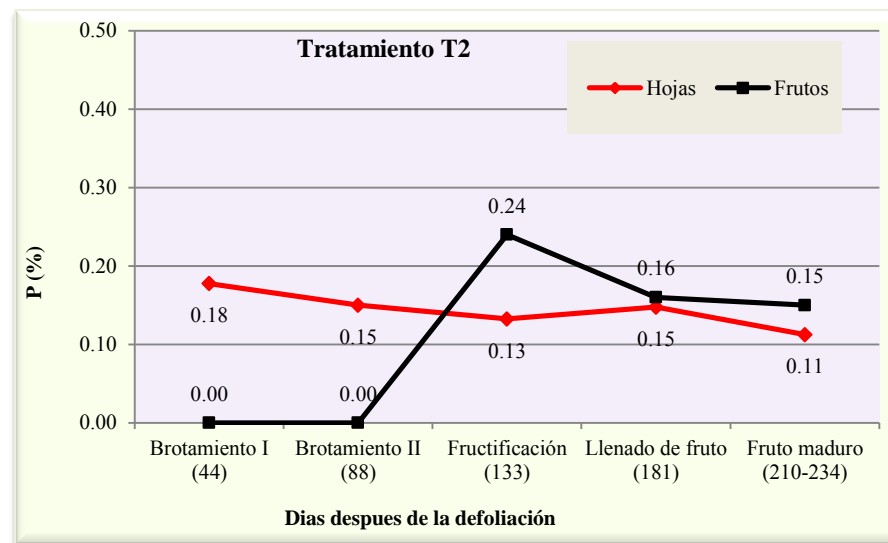
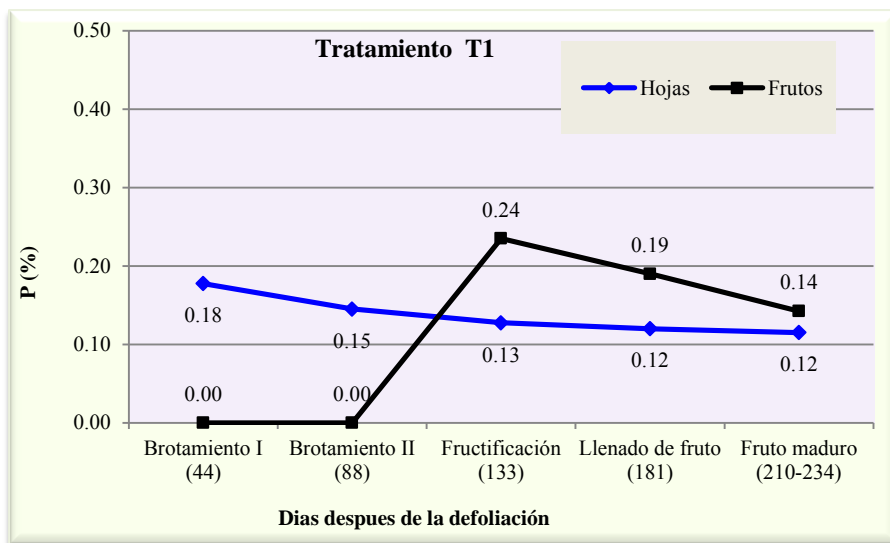


Figura 15: Concentración de fósforo en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológica.

La absorción total del fósforo por el cultivo de camu camu está relacionado por la formación de materia seca y la concentración de fósforo en las hojas y frutos (biomasa estacional) durante el desarrollo fenológico, mostrando tendencias similares en todos los tratamientos aunque en diferente grado.

En la figura 16, se observa un descenso en la absorción total de fósforo en la fase brotamiento II en todos los tratamientos; sin embargo en esta fase acumularon mayor cantidad de materia seca total con respecto al brotamiento I, el cual no influyó en el incremento de la absorción del fósforo. Atribuyéndose este descenso a la redistribución del fósforo únicamente a los órganos de sostén de la planta. Por otro lado, en la fase de fructificación a los 133 ddd se aprecia un ligero incremento en la absorción total de fósforo, y en las fases de llenado fruto y fruto maduro (cosecha) la absorción es acelerada en todos los tratamientos. Asimismo, se observa que los tratamientos fertilizados superaron al testigo (T1) en la absorción de este elemento en todas las fases fenológicas, posiblemente tuvieron mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo que favorecieron su absorción por las plantas.

Al efectuar el análisis de varianza sobre la absorción total de fósforo, se encontraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las fases brotamiento I y llenado de fruto. Sin embargo, en las fases que corresponden al brotamiento II, fructificación y fruto maduro (cosecha) se encontraron diferencias significativas (anexos 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 y 4.23). Al realizar la prueba de Duncan se observa que todos los tratamientos en las fases de brotamiento I y llenado de fruto son estadísticamente iguales entre sí. Además, en las fases de brotamiento II y fructificación los tratamientos fertilizados de dosis alta T3 y media T2 son estadísticamente iguales, y los tratamientos de dosis media T2 y el testigo T1 son iguales, mientras que el tratamiento de dosis alta T3 es diferente al testigo T1. Finalmente en la fase fruto maduro (cosecha) los tratamientos fertilizados T3 y T2 son iguales, pero ambas son diferente al testigo T1 (cuadro 15).

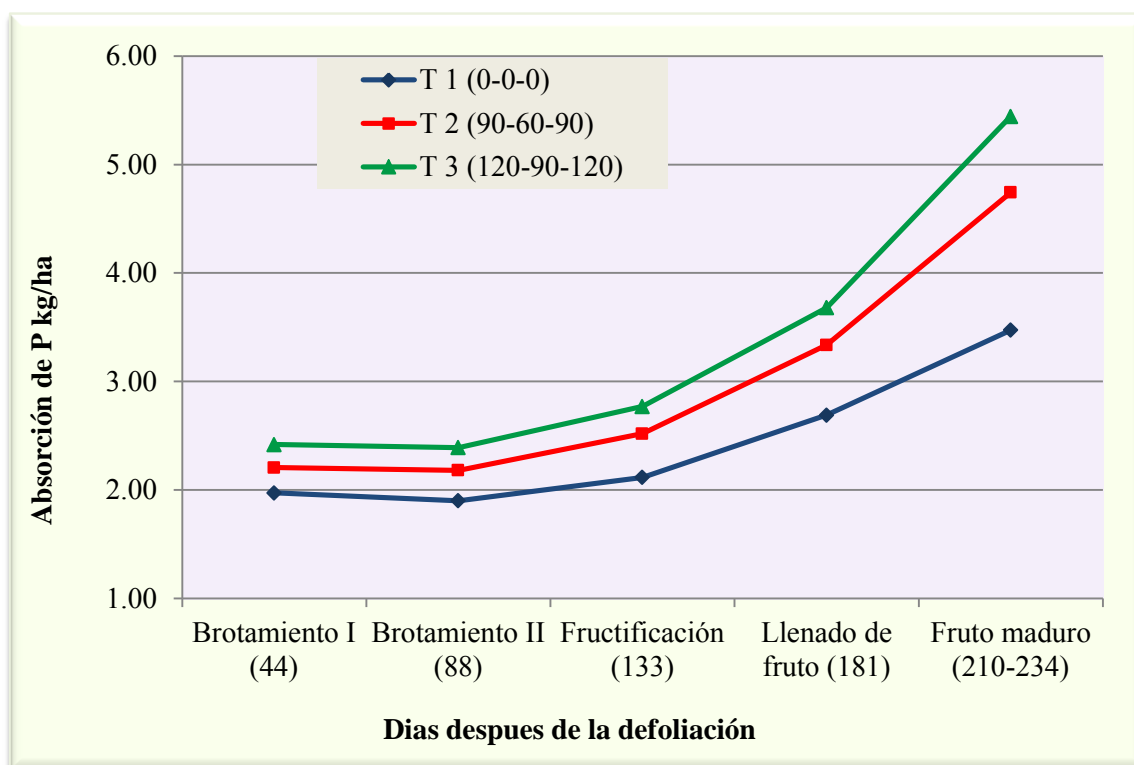


Figura 16: Absorción total de fósforo (kg/ha).

Cuadro 15: Absorción total de fósforo (kg/ha).

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	2,42 a	2,39 a	2,77 a	3,68 a	5,44 a
T 2 (90-60-90)	2,20 a	2,18 ab	2,52 ab	3,34 a	4,74 a
T 1 (0-0-0)	1,97 a	1,90 b	2,12 b	2,69 a	3,47 b

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17 y en el cuadro 16, se muestran los resultados de la extracción periódica del fósforo por las hojas en todos los tratamientos; asimismo se observan las curvas de extracción de fósforo con tendencia descendente en todas las fases fenológicas. Atribuyéndose el descenso de este elemento a la redistribución a los órganos de sostén en las fases de brotamiento II y fructificación, mientras que en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) el fósforo estaría trasladándose de las hojas, tallos y ramas a los órganos de fructificación. Se puede apreciar que la extracción de fósforo en la última fase, con dosis alta (T3) superó a los tratamientos de dosis media (T2) y al testigo (T1), cuyos valores fueron 1,94, 1,63 y 1,57 kg P/ha, respectivamente.

En frutos la extracción de fósforo se inicia a los 133 ddd correspondiente a la fase de fructificación en todos los tratamientos, la extracción es acelerada en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha); en esta última el tratamiento fertilizado con dosis alta (T3) superó a los tratamientos de dosis media T2 y al testigo T1, cuyos valores fueron 3,30, 3,11 y 1,91 kg P/ha respectivamente.

Cuadro 16: Extracción de fósforo por las hojas y frutos de camu (kg/ha).

Trata.	Órganos	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
	Hojas	1,97	1,90	1,88	1,79	1,57
T1	Frutos	0,00	0,00	0,24	0,90	1,91
	Total	1,97	1,90	2,12	2,69	3,47
	Hojas	2,20	2,18	2,19	2,28	1,64
T2	Frutos	0,00	0,00	0,33	1,06	3,11
	Total	2,20	2,18	2,52	3,34	4,74
	Hojas	2,42	2,39	2,37	2,13	1,94
T3	Frutos	0,00	0,00	0,40	1,55	3,30
	Total	2,42	2,39	2,77	3,68	5,44

Fuente: Elaboración propia.

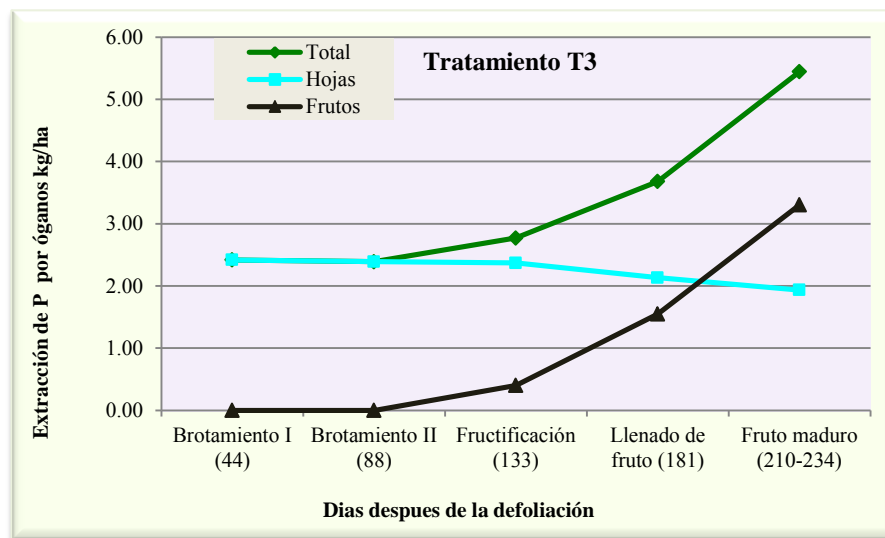
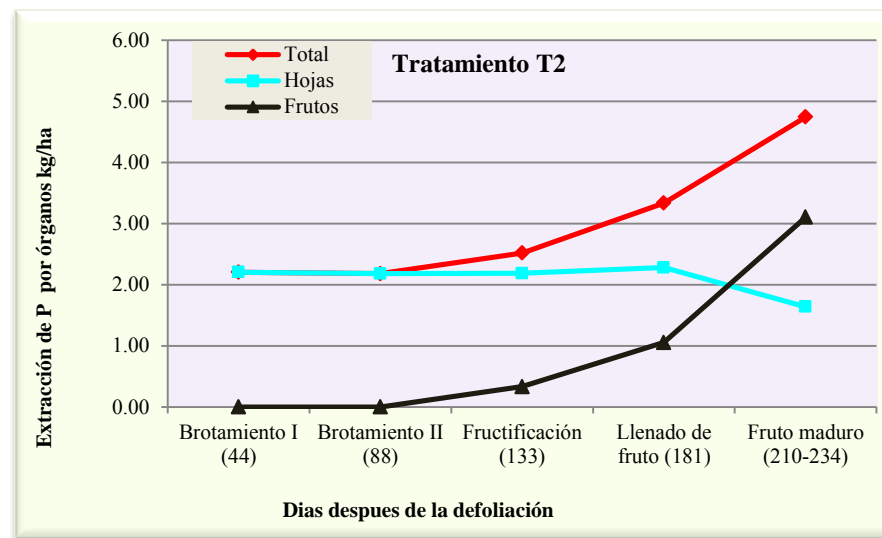
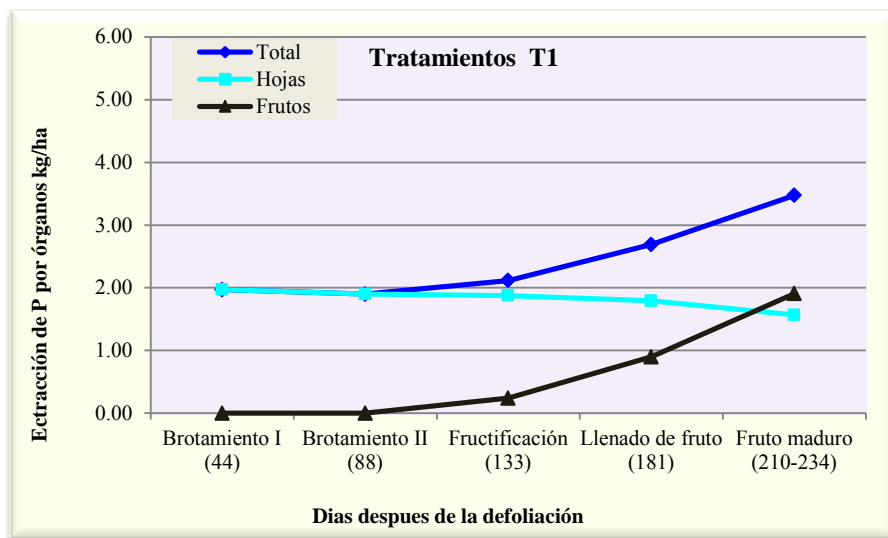


Figura 17: Extracción de fósforo en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)

4.4.3 Concentración y absorción de potasio

En la figura 18, se muestra la concentración de potasio en las hojas con tendencia decreciente, observándose la máxima concentración a los 44 ddd correspondiente a la fase de brotamiento I, en todos los tratamientos. Posteriormente conforme avanza el desarrollo fenológico (brotamiento II, fructificación, llenado de fruto y fruto maduro), las concentraciones disminuyen, el cual podría atribuirse al efecto de dilución por la mayor formación de materia seca de hojas o a la redistribución de este elemento a los órganos de sostén y fructificación de la planta.

En la misma figura, la concentración de potasio en frutos muestran tendencias descendentes de manera similar en todos los tratamientos, alcanzando la máxima concentración en la fase de fructificación, debido que en este periodo se inicia la floración y formación de frutos de 2-3 mm de diámetro, obteniéndose menor cantidad de materia seca con mayor concentración de potasio. Por otro lado, en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) la concentración disminuye a medida que avanza el desarrollo de este órgano, atribuyéndose esta disminución a la dilución de este elemento por la mayor formación y acumulación de la materia seca de frutos. Asimismo se observa que no existen diferencias en la concentración de potasio entre tratamientos fertilizados y no fertilizados.

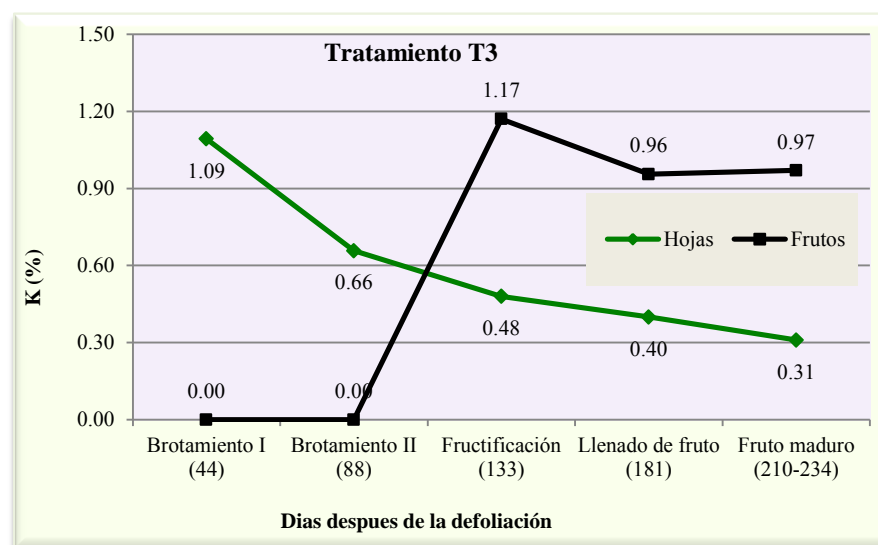
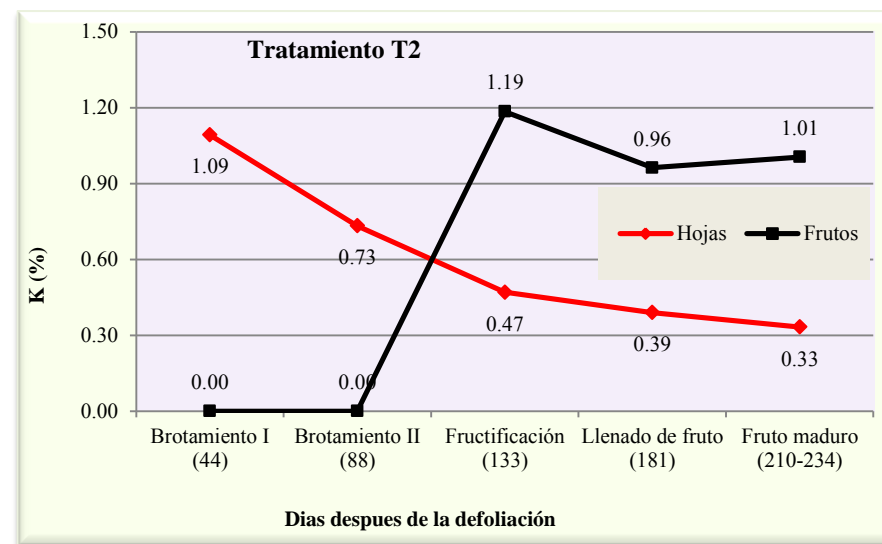
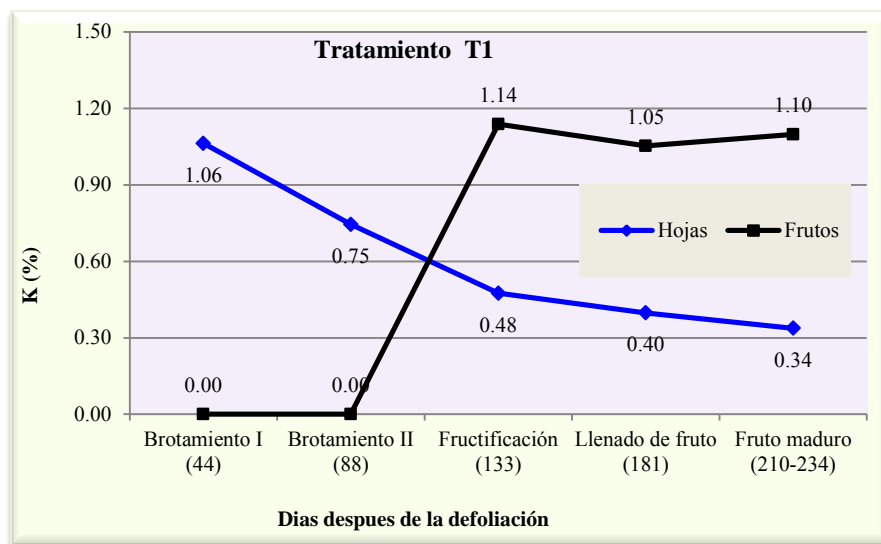


Figura 18: Concentración de potasio en las hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológica.

En este estudio, el potasio es el segundo elemento que más absorbió el camu camu; lo cual está relacionado por la formación de materia seca y la concentración de potasio en las hojas y frutos (biomasa estacional) durante el desarrollo fenológico.

En la figura 19, se observa un descenso en la absorción total de potasio en las fases de brotamiento II y fructificación en todos los tratamientos, sin embargo en ambas fases acumularon mayor cantidad de materia seca total con respecto al brotamiento I, el cual no influenciaron en el aumento de la absorción de potasio. Atribuyéndose este descenso a la redistribución del potasio a los órganos de sostén de la planta. Finalmente a los 181 y 210 ddd correspondiente a las fases de llenado fruto y fruto maduro, la absorción de potasio es acelerada en todos los tratamientos. Asimismo, se observa que los tratamientos fertilizados superaron al testigo (T1) en la absorción de este elemento en todas las fases fenológicas, posiblemente tuvieron mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo que favorecieron su absorción por las plantas.

Al efectuar el análisis de varianza sobre la absorción total de potasio, se encontraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las fases brotamiento I, brotamiento II. Sin embargo, en las fases que corresponden a la fructificación, llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) se encontraron diferencias significativas (anexos 4.24, 4.25, 4.26, 4.27 y 4.28). Al realizar la prueba de Duncan se observa que todos los tratamientos en las fases de brotamiento I y brotamiento II son estadísticamente iguales entre sí. Además, en las fases de fructificación y llenado de fruto los tratamientos fertilizados con dosis alta T3 y dosis media T2 son estadísticamente iguales, y los tratamientos de dosis media T2 y el testigo T1 son iguales, mientras que el tratamiento de dosis alta T3 es diferente al testigo T1. Finalmente en la fase fruto maduro (cosecha) los tratamientos fertilizados con dosis alta T3 y media T2 son iguales entre sí, pero ambas son diferentes al testigo T1 (cuadro 17).

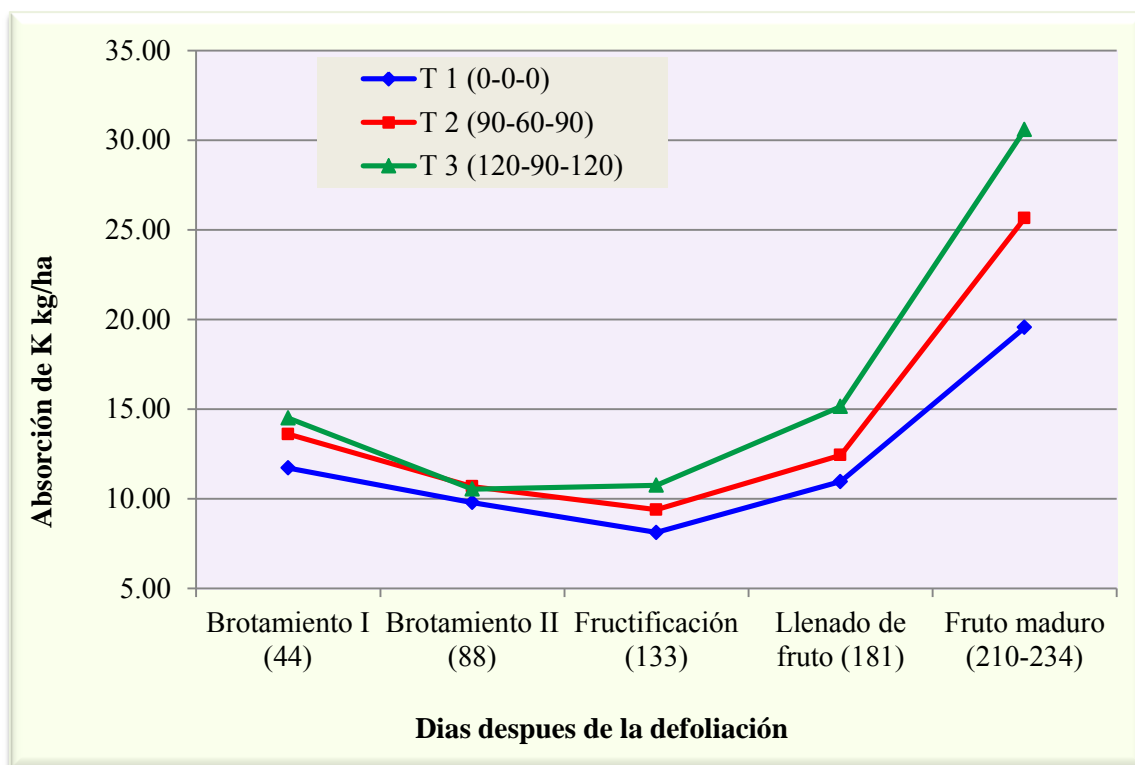


Figura 19: Absorción total de potasio (kg/ha).

Cuadro 17: Absorción total de potasio (kg/ha).

Tratamiento	Brotamiento I (44)	Brotamiento II (88)	Fructific. (133)	Llenado de fruto (181)	Fruto maduro (210-134)
T 3 (120-90-120)	14,50 a	10,54 a	10,75 a	15,15 a	30,59 a
T 2 (90-60-90)	13,60 a	10,68 a	9,39 ab	12,43 ab	25,66 a
T 1 (0-0-0)	11,72 a	9,79 a	8,12 b	10,96 a	19,56 b

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20 y en cuadro 18, se muestran los resultados de la extracción periódica del potasio por las hojas en todos los tratamientos; asimismo se observan las curvas de extracción del potasio con tendencia descendente en todas las fases fenológicas. Atribuyéndose el descenso de este elemento a la redistribución hacia los órganos de sostén en las fases de brotamiento II y fructificación, mientras que en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha) el potasio se estaría trasladando desde las hojas, tallos y ramas a los órganos de fructificación. Se puede apreciar que la extracción de potasio en la última fase, con dosis alta (T3) superó a los tratamientos de dosis media (T2) y al testigo (T1), cuyos valores fueron 5,46, 4,62 y 4,84 kg K/ha respectivamente.

En frutos la extracción de potasio se inicia a los 133 ddd correspondiente a la fase de fructificación en todos los tratamientos, la extracción es acelerada en las fases de llenado de fruto y fruto maduro (cosecha); en esta última, el tratamiento fertilizado con dosis alta (T3) superó a los tratamientos de dosis media T2 y al testigo T1, cuyos valores fueron 14,94, 20,81 y 25, 13 kg K/ha respectivamente.

Cuadro 18: Extracción de potasio en hojas y frutos de camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha).

Trata.	Órganos	Brotamiento	Brotamiento	Fructific.	Llenado de	Fruto maduro
		I (44)	II (88)	(133)	fruto (181)	(210-134)
T1	Hojas	11,72	9,79	6,95	5,93	4,62
	Frutos	0,00	0,00	1,16	5,02	14,94
	Total	11,72	9,79	8,12	10,96	19,56
T2	Hojas	13,60	10,68	7,77	5,97	4,84
	Frutos	0,00	0,00	1,62	6,45	20,81
	Total	13,60	10,68	9,39	12,43	25,66
T3	Hojas	14,50	10,54	8,74	6,71	5,46
	Frutos	0,00	0,00	2,01	8,44	25,13
	Total	14,50	10,54	10,75	15,15	30,59

Fuente: Elaboración propia.

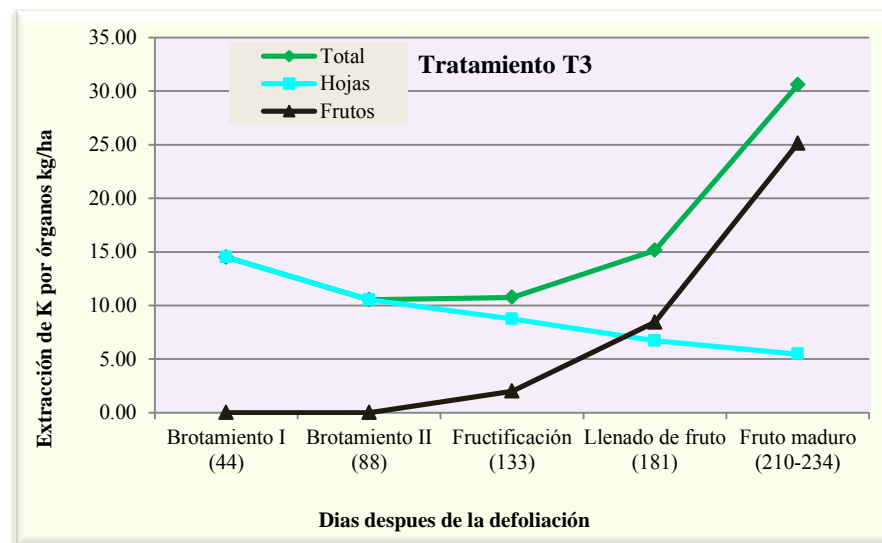
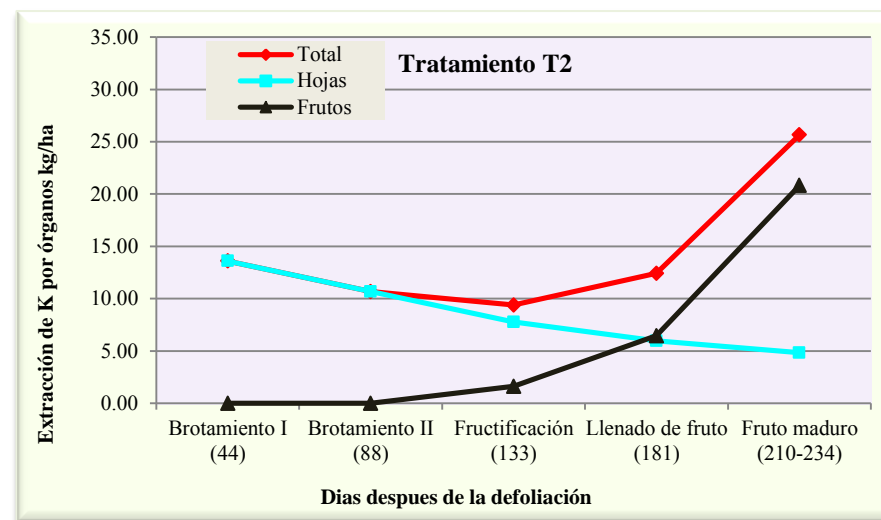
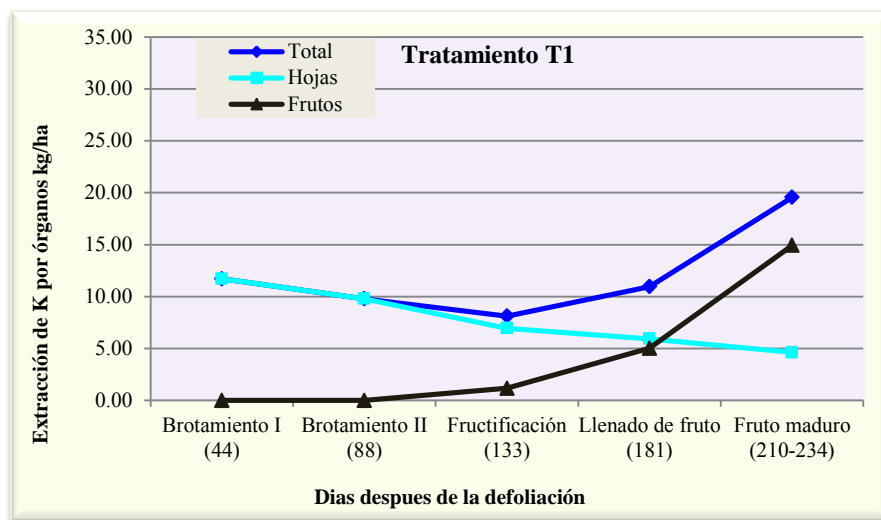


Figura 20: Extracción de potasio en las hojas y frutos del camu camu durante el desarrollo de las fases fenológicas (kg/ha)

4.5 RENDIMIENTO

El rendimiento total se obtuvieron a los 234 días después de la defoliación (ddd) correspondiente a la fase fruto maduro (cosecha).

En el figura 21 y en el cuadro 20, se muestran los resultados que obtuvieron los tratamientos fertilizados con dosis alta (T3) 120-90-120 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, el cual superó a los tratamientos de dosis media (T2) 90-60-90 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O y al testigo (T1) que no recibió fertilización, obteniendo rendimientos de 13807,41, 11888,04 y 8422,01 kg/ha de fruta fresca respectivamente. La misma tendencia se observa en el rendimiento neto, donde el tratamiento con dosis alta (T3) superó al resto de los tratamientos (T2 y T1), cuyos valores fueron 12262,59; 10366,13 y 7374,26 kg/ha de frutas respectivamente. Por otro lado, el rendimiento perdido de frutas (frutas no comerciales) en los tratamientos fertilizados con dosis alta (T3) y dosis media (T2) fueron mayores con respecto al testigo (T1), cuyos valores que se obtuvieron fueron 1544,81; 1521,92 y 1047,75 kg/ha de frutas respectivamente. Finalmente la fertilización de dosis alta y media contribuyeron en el incremento del rendimiento total de frutos en un 63,9 y 41,15% con respecto al testigo, esto nos indica que el cultivo responde positivamente a la fertilización.

Al efectuar el análisis de varianza sobre el rendimiento total de frutas y rendimiento neto, se encontraron que existen diferencias significativas entre tratamientos, mientras que en el rendimiento perdido (frutas no comerciales) no existen diferencias significativas (anexos 4.29, 4.30 y 4.31). Al realizar la prueba de Duncan se observa que el rendimiento total de frutas y rendimiento neto de frutas en los tratamientos con dosis alta (T3) y dosis media (T2) son estadísticamente iguales entre sí, pero ambas son diferentes al testigo (T1). Por otro la, en los rendimientos perdidos (frutas no comerciales) son estadísticamente iguales entre sí en todos los tratamientos (cuadro 19).

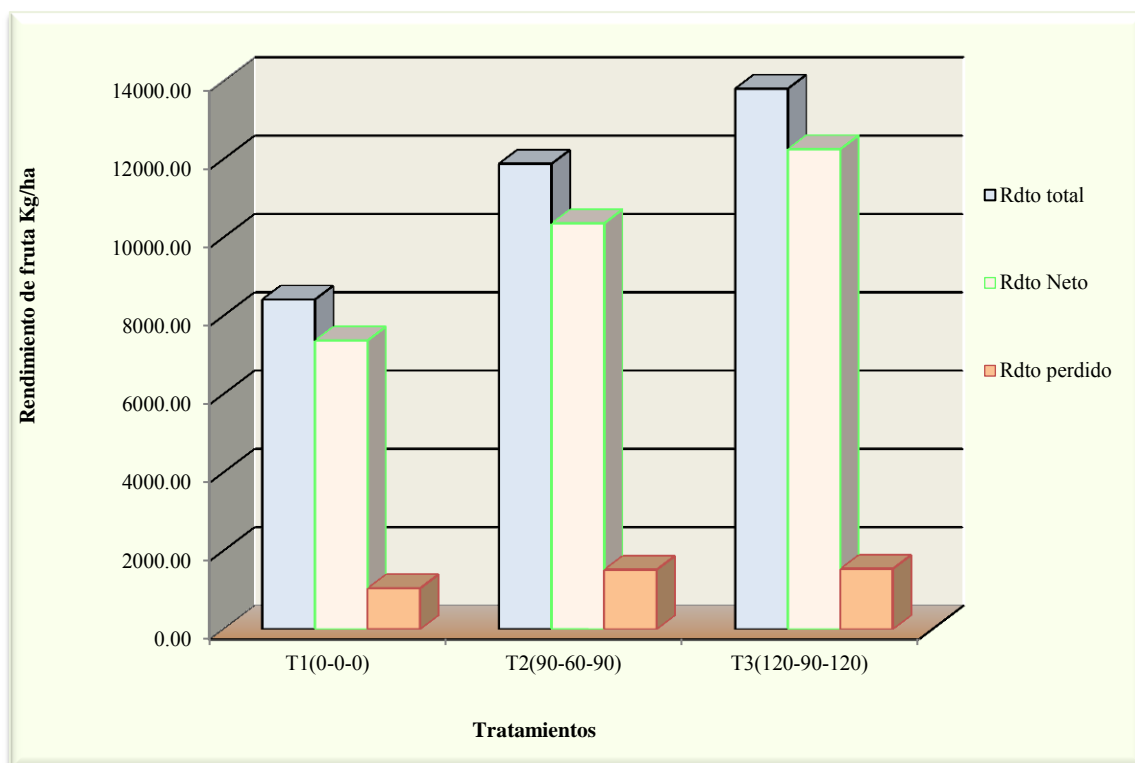


Figura 21: Rendimiento neto, rendimiento perdido y rendimiento total (kg/ha).

Cuadro 19: Rendimiento neto, rendimiento perdido y rendimiento total (kg/ha).

Tratamientos	Rdto Neto	Rdto perdido	Rdto total
T3(120-90-120)	12262,59 a	1544,81 a	13807,41 a
T2(90-60-90)	10336,13 a	1521,92 a	11888,04 a
T1(0-0-0)	7374,26 b	1047,75 a	8422,01 b

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

Después de analizar e interpretar los resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Caracterización del suelo

1. Los suelos pertenecen al subgrupo *Typic Udifluvents* y son aptas para cultivos permanentes, se caracterizan por ser profundos, de color pardo, textura media a fina, estructura granular fina débil en superficie y masiva en las subsiguientes; una reacción muy fuertemente ácida en superficie a moderadamente alcalina en profundidad; la CIC varía de alta en superficie a baja en las capas subsiguientes. Los niveles de materia orgánica varían de medios a bajos, mientras el fósforo y potasio disponible son bajos.

Fenología del cultivo

2. Fenológicamente se pueden diferenciar en 5 fases brotamiento I (desde la defoliación inicia 0 días hasta los 44 después de la defoliación), brotamiento II (desde 45 hasta los 88 ddd), fructificación (desde 89 hasta los 133 ddd), llenado de fruto (desde 234 hasta los 181 ddd) y fruto maduro (desde los 182 hasta los 210-134 ddd)

Materia seca

3. El tratamiento (T3) con dosis alta de fertilización obtuvo acumulación significativa de materia seca de hojas y frutos en las fases fenológicas de llenado de fruto con respecto al testigo y mientras en la fase de fruto maduro con respecto a la dosis media y al testigo.

4. La fertilización con dosis alta (T3) y dosis media (T2) incrementaron la producción de materia seca total al término de la campaña en un 60,3 y 29,05% con respecto al testigo

Nitrógeno, fósforo y potasio

5. La concentración y la absorción total de nitrógeno fueron mayores en los tratamientos con fertilización, reflejándose en cada fase fenológica; esto confirma de que la adición de fertilizantes favorece la absorción de este elemento.
6. La fertilización con dosis alta (T3) y dosis media (T2) incrementaron la absorción total de nitrógeno al término de la campaña en un 65,75 y 28,25 % con respecto al testigo.
7. La absorción total de fósforo y potasio fue mayor en los tratamientos con fertilización, reflejándose en cada fase fenológica; esto confirma que la adición de fertilizantes favorece la absorción de este elemento.
8. La fertilización con dosis alta (T3) y dosis media (T2) incrementaron la absorción total de fósforo al término de la campaña en un 56, 77 y 36,59 % con respecto al testigo, mientras en el potasio incrementó en un 56, 39 y 31,18 % con respecto al testigo.
9. La secuencia de absorción de nutrientes observadas en este estudio para el cultivo de camu camu fue la siguiente $N > K > P$

Rendimiento

10. Los tratamientos que se fertilizaron con dosis alta (T3) y dosis media (T2) incrementan el rendimiento promedio total, en un 63,9 y 41,15% con respecto al testigo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación, usando plantaciones injertadas a fin de evitar la alta variabilidad genética.
2. Se recomienda efectuar análisis de tejidos de los órganos de sostén (raíz, tallo y ramas) para determinar concentración y absorción total del cultivo en una campaña.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, R.; Oliva, C.; Domínguez, T.; Meza, A. y Chagas, E., 2011. Efecto del fertirriego sobre la producción de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la Región Ucayali. IIAP – Pucallpa, Perú. Tesis para optar el título de Ing. forestal. UNALM

Azofeifa, A. y Moreira, M., 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*capsicum annum* cv. ucr 589) en alajuela, costa rica.

Baber, S.; Walker, J. y Vasey, E., 1963. Mechanism for the movement of plant nutrients forms the soil and fertilizer to the plant root. J. Agro. Food Chem. 204- 207 p.

Baldwin, J. P., 1975. A cuantitative analysis of the factors affecting plant nutrient uptake from some soils. Journal of soils Sci. 26 (3) 196 – 206 p.

Barcello, C. J.; Nicolas, G.; Sabater B. y Sánchez, R., 1988. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide S. A. Madrid, España.

Baeyens, J., 1970. Nutrición de las plantas cultivadas. Version J. Mateo Vox. Edit. Lemo. Madrid.

Bertsch, F., 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica, 307 p.

Bertsch, F., 1993. Curvas de absorción de nutrimentos en aráceas. *In*: Taller sobre aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejibaye. CIA. UCR. San José, Costa Rica.

Black, C. A., 1975. Relaciones suelo – planta. Tomo II. Editorial hemisferio sur. México. Tomo I y II 1ª Edic. Buenos Aires. Argentina. 866 p.

Crocomo, O., 1965. Absorción de iones por las plantas. Universidad de Zulia. Fac. de Agronomía Maracaibo. 188 p.

Champan, H. D. y Pratt, P. F., 1973. Métodos de análisis para suelos plantas y aguas. Centro Regional de Ayuda Técnica A. I. D. Edit. Trillas México. 193 p.

Champan, H. D. y Pratt, P. F., 1979. Método de análisis para suelos plantas y aguas. Edit. Trillas México. 195 p.

Chávez, W.; Clay, C. W. y Clement, C.R., 1993. Camu camu. Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forest FO: Misc.93/6. Working Paper. Rome: FAO. pp. 39 -146.

Childers, N. F., 1982. Fruticultura moderna. Tomo II. Edit. UTEHA. EE.UU.

Demolon, A., 1966. Crecimiento de los vegetales cultivados. Principios de agronomía. Tomo II. Ediciones Omega S. A. Barcelona España. 650 p.

Devlin, R. M., 1976. Fisiología vegetal. Edic. Omega S.A Barcelona. 517 p.

Díaz, Z., 1985. Función específica de los nutrientes. Curso de Fertilidad de Suelo Avanzado. Escuela de postgrado. UNALM. Lima, Perú.

Epstein, M. y Stout, P. R., 1975. The micronutrient cations; iron manganese, zinc and cooper, their uptake by plants from the absorbed state. Soil Sciencie 72: 47 - 51 p.

Estrada, J. y Zapata, F., 1976. Manual de análisis de suelos y plantas. Dpto. Suelos y Geología. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima Perú. 84 p.

Fassbender, H. W., 1978. Química de suelos con énfasis en suelos de Latinoamérica. Edit. IICA. San José Costa Rica 398 p.

Ferreya, R., 1959. Camu camu nueva fuente nutricional de vitamina C. En: Bol. Exp. Agropecuaria.

Fogg, G. E., 1979. El crecimiento de las plantas. Editorial Eudeba S. A. 3^{ra} Edición Buenos Aires. 327 p.

García, S. J., 2001. Determinación de la curva de absorción de nutrientes en ramas fruteras y no fruteras del pecano (*Carya illinoensis wangenh*) en condiciones del valle de Ica. Tesis para optar el grado de Magister Scientieae. UNALM.

Gómez, F.M. y Riva, R., 2007. Respuesta a la aplicación foliar del boro en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) de 5 años establecidas en un Inceptisols de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa - Perú.

Gros, A. y Domínguez, A., 1981. Guía práctica de la fertilización. Edit. Mundi Prensa. España 559 p.

Hagler, T. B.; Amling, H. J.; Everest, J. W. y Mcvay, J. R., 1980. Pecan production. Alabama Cooperative Extension Service. Circular ANR-54. Auburn University.

Herrera, E., 1998. Interpreting leaf analysis and deficiency symptoms of pecans. College of agriculture and home economics. New México State University. Guide H-617.

IIAP, 2001. Sistema de producción de camu camu en restinga. Pp -143

IIAP, 2007. Cultivo del camu camu en suelos aluviales. Pp - 31

Imán, S., 2000. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh, en la región Loreto. INIA-SINITTA, Lima-Perú, 32 p.

Instituto de la Potasa y el Fosforo, 1993. Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. INPOFOS. Quito Ecuador. 55 p.

Instituto de la Potasa y el Fosforo, 1994. Potasa su necesidad y uso en la agricultura moderna. INPOFOS. Quito - Ecuador.

Jones, L., 1972. Mineral content of forage plants in relation to nutritional quality-silicom. Ann. Rep. of Grassland Res. Inst. 25-26 p.

Khasawneh, F.; Sample E. y kamprath., 1986. The role of phosphorus in agricultura. American Society of Agronomy. Crop Sciencie Society of America. Madison Wisconsin, USA. 910 p.

Kramer, P. J., 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Traduc. L Tejada 1^a Edic. Edutex. México. 537 p.

Lewis, D. y Quirk, J., 1967. Phosphate diffusion in soil and uptake by plants. III. P³¹ Movement uktake by plants as indicated by P³² autoradiography. Plant and soil 26. 445-453 p.

Loli, O. y López, A., 2001. Propuesta de investigación sobre el requerimiento nutricional del camu camu en suelos aluviales. IIAP Ucayali. 5 p.

López, A.; Romero, W.; Vargas, V. y 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. IIAP - Folia Amazónica 14 (2). 36 p.

López, R. J. y López, M. J., 1978. El diagnóstico de suelos y plantas 3^{ra} edic. Ediciones mundi prensa. Madrid España. 337 p.

Malavolta, E.; Vitti, G. C. y De Oliveira S. A., 1989. Evaluación del estado nutricional de las plantas. Asociación brasileña para la investigación del potasio y el fosfato. Pericicaba, Brasil. 201 p.

Marschner, H., 1997. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Inc Londres, Gran Bretania. 674 p.

Mengel, K. y Kirkby, E., 2000. Principles of plant. International Potash Institute. Berna Suiza. 692 p.

Nathional Plant Food Institute, 1995. Manual de fertilizantes. México, Edt. Limusa, 285 p.

Navarro, G. y Navarro, S., 2000. Química agrícola. El suelo y los elementos esenciales para la vida vegetal. Edic. mundi prensa. Madrid España 488p.

Olsen, R.; Bennet, J.; Blume, D. y Brown, J., 1981. Chemical aspects of the P stress response mechanism in tomatoes. J. Plant nutr., 905 – 921 p.

Pérez, E. A. y Riva, R., 2007. 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. II Congreso Nacional de Camu Camu. Pucallpa – Perú. 11 p.

Peters, Ch y Vásquez, A., 1986. Estudios ecológicos de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Producción de frutos en poblaciones naturales. En: Acta Amazónica 16 -17 (Número único). Brasil. pp. 161-174.

Rengifo, M., 2002. Niveles de fertilización inorgánica en el cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc. Vaugh) en ultisoles de Pucallpa. Tesis de la Universidad Nacional de Ucayali. 82 p.

Ritcher, G., 1980. Fisiología del metabolismo de las plantas. 3ra Edic. Cia. Editorial continental S. A. México. 417 p.

Riva, R. y González, I., (1997). Tecnología del cultivo de camu camu en la Amazonía Peruana. INIA - EE – Pucallpa - Perú.

Salisbury, F. B. y Ross, C. W., 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México D. F., México. 759 p.

Sánchez, E.; Ramírez, N.; Verde, W. y Casas, J., 2007. Evaluación de enfermedades del cultivo de Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc. Vaugh), determinando factores climáticos y de fertilidad incidentes, y etapas fenológicas susceptibles en Pucallpa. Pucallpa - Perú. 38 pp.

Sancho, H., 1999. Curvas de absorción de nutrientes, importancia y uso en los programas de fertilización. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones. Agronómicas 36:11–13.

Sparks, D., 1975. Concentration and contenido of 14 elements in fruit of pecan. Hort Sciencie, Vol. 10 (5): 517-519 Octubre.

Stivenson, F., 1982. Nitrogen in agricultural soils. American Society of Agronomy. Crop sciencie society of America. Wisconsin, USA 940 p.

Sutcliffe, J. F. y Baker, D. A., 1979. Las plantas y las sales minerales. Edic. Omega. S. A. Barcelona España. 67 p.

Vásquez, A., 2000; El camu camu: cultivo, manejo e investigación. Edit. Universal S.R.L. Iquitos-Perú. 218 p.

Verde, W., 2013. Estudio de suelos potenciales para el cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Tesis para optar el grado de Magister Scientieae. UNALM

Villachica, H., 1996. El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la amazonía peruana tratado de cooperación amazónica. Lima – Perú.

Worley, R. E., 1974. Effect of N, P, K and lime on yield, nut quality, tree growth and leaf analysis of pecan (*Carya illinoensis* W.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(1): 49-57.

Worley, R. E., 1994. Long – tern Performance of pecan trees when potassium application is based on prescribed threshold concentrations in leaf tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 119 (3) 434-438.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos registrados en la estación de la Universidad Nacional de Ucayali entre los años 2002 al 2012 (promedio de 10 años)

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Evapotranspiración (mm)
Enero	25,8	79,0	155,5	110,4
Febrero	25,5	82,0	215,7	103,2
Marzo	25,5	78,0	217,9	93,6
Abril	25,2	78,0	158,2	102,0
Mayo	24,7	76,0	118,9	106,9
Junio	24,4	74,0	60,5	105,6
Julio	23,6	75,0	76,5	97,0
Agosto	24,9	74,0	81,0	125,6
Septiembre	24,4	77,0	119,7	108,9
Octubre	25,4	79,0	187,4	94,6
Noviembre	25,4	77,0	189,9	102,9
Diciembre	25,6	76,0	171,6	110,7
Promedio	25,0	77,0	1 752,8	1 261,4

Fuente: Estación meteorológico Universidad Nacional de Ucayali (Promedio de 10 años de registro).

Anexo 2: Resultados de análisis de caracterización y análisis foliar (hojas y frutos)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

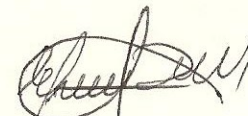
Departamento : UCAYALI
 Distrito : YARINACOCHA
 Referencia : H.R. 34979-023C-12

Provincia : CORONEL PORTILLO
 Fundo :
 Fecha : 16/04/12

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
3882	S-1-1	4.44	1.26	0.00	5.05	13.2	256	14	58	28	Fr.Ar.L.	21.12	17.11	2.65	0.48	0.05	0.20	20.49	20.29	96
3883	S-1-2	6.71	0.15	0.00	0.61	3.4	72	8	60	32	Fr.Ar.L.	14.40	11.98	2.18	0.14	0.10	0.00	14.40	14.40	100
3884	S-1-3	7.63	0.23	0.00	0.55	3.7	112	10	56	34	Fr.L.	12.80	9.64	2.90	0.17	0.10	0.00	12.80	12.80	100
3885	S-2-1	4.54	0.64	0.00	2.18	6.9	99	18	56	26	Fr.L.	18.72	14.10	2.53	0.19	0.13	0.20	17.15	16.95	91
3886	S-2-2	6.55	0.16	0.00	0.41	3.9	76	14	64	22	Fr.Ar.L.	13.44	10.39	2.80	0.14	0.11	0.00	13.44	13.44	100
3887	S-2-3	7.91	0.21	1.70	0.27	3.7	72	6	62	32	Fr.Ar.L.	7.52	4.75	2.55	0.13	0.09	0.00	7.52	7.52	100
3888	S-2-4	7.78	0.21	0.00	0.41	4.7	87	6	58	36	Fr.Ar.L.	12.48	8.63	3.60	0.16	0.10	0.00	12.48	12.48	100
3889	BIVT1	4.63	0.52	0.00	2.94	13.0	156	12	56	32	Fr.Ar.L.	20.32	15.38	2.72	0.33	0.13	0.20	18.76	18.56	91
3890	BIT3	4.60	0.52	0.00	3.35	5.3	180	16	56	28	Fr.Ar.L.	22.40	18.04	2.93	0.36	0.10	0.20	21.63	21.43	96
3891	BIVT2	5.11	0.32	0.00	2.46	9.3	99	16	54	30	Fr.Ar.L.	20.48	16.98	2.88	0.31	0.10	0.20	20.48	20.28	99
3892	BIIT2	5.01	0.29	0.00	1.78	6.9	82	18	58	24	Fr.L.	16.80	13.86	2.40	0.22	0.12	0.20	16.80	16.60	99
3893	BIIT3	5.04	0.37	0.00	1.43	6.2	118	21	57	22	Fr.L.	16.00	12.76	2.15	0.29	0.10	0.20	15.50	15.30	96

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso




 Ing. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Departamento : UCAYALI
 Distrito : YARINACOCHA
 Referencia : H.R. 34979-023C-12

Provincia : CORONEL PORTILLO
 Fundo :
 Fecha : 16/04/12

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
3894	BIIT1	4.97	0.33	0.00	1.71	9.8	116	15	61	24	Fr.L.	16.96	14.05	2.35	0.26	0.10	0.20	16.96	16.76	99
3895	BIVT3	5.09	0.36	0.00	2.12	11.2	141	13	55	32	Fr.Ar.L.	19.68	15.73	3.30	0.33	0.11	0.20	19.68	19.48	99
3896	BIT2	4.57	0.46	0.00	3.21	12.0	129	13	55	32	Fr.Ar.L.	21.92	17.73	2.67	0.38	0.11	0.20	21.09	20.89	95
3897	BIT3	4.81	0.38	0.00	2.59	11.7	151	11	53	36	Fr.Ar.L.	22.08	16.97	2.78	0.37	0.11	0.20	20.44	20.24	92
3898	BIIT2	5.17	0.32	0.00	1.71	7.6	91	15	59	26	Fr.L.	19.84	16.64	2.60	0.26	0.14	0.20	19.84	19.64	99
3899	BIIT3	4.71	0.38	0.00	2.59	8.3	94	19	57	24	Fr.L.	19.20	15.38	2.38	0.19	0.12	0.30	18.37	18.07	94
3900	BIIT1	4.76	0.33	0.00	2.80	7.8	36	21	57	22	Fr.L.	21.44	16.87	2.40	0.26	0.10	0.20	19.83	19.63	92

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Ing. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (1) *erva*
REFERENCIA : H.R. 35879
FECHA : 20/06/2012

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
2075	BI T1 (P1-8-11-7)	2.32	0.16	0.99	0.61	0.23	0.18	0.03	31	10	375	72	40
2076	BI T2 (P5-1-3-6)	2.35	0.18	1.09	0.59	0.20	0.17	0.03	32	12	435	45	36
2077	BI T3 (P5-6-7-2)	2.21	0.17	1.06	0.62	0.20	0.17	0.03	29	10	360	49	46
2078	BI T1 (P1-6-3-8)	2.10	0.17	0.89	0.58	0.16	0.17	0.03	25	10	360	62	41
2079	BI T2 (P1-5-6-18)	2.24	0.17	1.12	0.66	0.20	0.18	0.03	32	11	523	53	38
2080	BI T3 (P1-6-12-14)	2.27	0.18	1.07	0.63	0.19	0.18	0.03	29	11	535	63	30

Lab. Analisis de Suelos y Aguas
UNALM
Jefe del Laboratorio
José Ricardo Torre Martínez



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (1) *Esra*
REFERENCIA : H.R. 35879
FECHA : 20/06/2012

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
2081	BIII T1 (P1-6-10-7)	2.38	0.19	1.12	0.57	0.19	0.16	0.03	30	12	405	66	41
2082	BIII T2 (P1-5-10-4)	2.07	0.17	1.09	0.59	0.23	0.17	0.03	35	11	440	62	35
2083	BIII T3 (P1-8-6-14)	2.35	0.18	1.10	0.65	0.21	0.17	0.03	28	10	410	62	41
2084	BIV T1 (P1-3-5-9)	2.27	0.19	1.25	0.69	0.22	0.19	0.03	32	13	375	114	43
2085	BIV T2 (P2-4-7-5)	2.02	0.19	1.07	0.62	0.23	0.18	0.03	27	11	430	66	42
2086	BIV T3 (P2-7-5-4)	2.35	0.20	1.14	0.66	0.19	0.17	0.03	31	10	368	76	42



Ing. Benigno La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (2)
REFERENCIA : H.R. 39383
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1407	HB1T1P2,3,5,6	2.32	0.14	0.86	1.02	0.19	0.15	0.03	29	10	586	50	24
1408	HB1T2P2,4,7,9	2.24	0.14	0.82	0.80	0.21	0.15	0.21	27	11	937	48	35
1409	HB1T3P3,4,6,8	2.27	0.15	0.73	0.71	0.18	0.15	0.02	21	9	651	52	43
1410	HB1T1P2,4,7,9	2.38	0.14	0.76	0.65	0.17	0.14	0.02	29	10	802	66	46
1411	HB1T2P2,3,4,7	2.44	0.16	0.77	0.85	0.16	0.08	0.02	38	14	1120	46	72
1412	HB1T3P2,3,5,7	2.27	0.15	0.72	0.58	0.15	0.08	0.02	29	9	803	47	42
1413	HB1T1P2,4,5,8	2.32	0.15	0.71	0.48	0.12	0.03	0.02	29	12	748	61	62
1414	HB1T2P2,3,6,7	2.24	0.15	0.64	0.57	0.14	0.15	0.02	33	11	703	54	54



Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/CORONEL PORTILLO/YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU
REFERENCIA : H.R. 39383
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1415	HBIII3P2.3,5,7	2.30	0.15	0.55	0.40	0.15	0.06	0.02	24	10	710	66	38
1416	HBIVT1P2.4,6,7	2.04	0.15	0.65	0.45	0.14	0.15	0.02	29	11	738	53	37
1417	HBIVT2P1.3,6,8	2.35	0.15	0.70	0.50	0.12	0.10	0.02	30	13	622	53	44
1418	HBIVT3P1.3,6,8	2.44	0.15	0.63	0.55	0.15	0.14	0.02	26	9	728	58	47

Lab. Analisis de Suelos
UNALM
IASPAF
Ing. Radilo La Torre Martinez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (3)
REFERENCIA : H.R. 39384
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1419	HBIT1P4,9,10,12	1.93	0.12	0.46	0.68	0.15	0.07	0.02	28	8	702	69	50
1420	HBIT2P8,10,11,12	1.90	0.12	0.45	0.58	0.13	0.04	0.02	24	8	802	68	20
1421	HBIT3P9,10,11,13	1.90	0.12	0.44	0.44	0.12	0.05	0.01	18	6	673	68	30
1422	HBIT1P5,10,11,12	1.90	0.12	0.41	0.70	0.14	0.09	0.02	34	8	832	62	37
1423	HBIT2P8,9,10,11	2.04	0.13	0.48	0.64	0.12	0.04	0.03	30	10	1210	67	36
1424	HBIT3P4,8,9,10	1.82	0.13	0.47	0.75	0.16	0.02	0.02	28	8	1181	69	32
1425	HBIT1P3,9,11,12	1.90	0.13	0.51	0.72	0.13	0.02	0.02	28	7	960	65	31
1426	HBIT2P8,9,11,12	1.96	0.13	0.46	0.61	0.15	0.03	0.02	32	9	871	73	29

Lab. Analista de Suelos, Aguas y Fertilizantes
UNALM
LASPAP
Jesús La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU
REFERENCIA : H.R. 39384 *(Keva)*
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1427	HBIII3P4,9,10,11	2.30	0.13	0.47	0.52	0.13	0.07	0.02	22	8	854	81	43
1428	HBIVT1P8,10,11,12	2.32	0.14	0.52	0.62	0.10	0.04	0.02	23	8	759	86	40
1429	HBIVT2P9,10,11,12	2.07	0.15	0.49	0.70	0.16	0.10	0.02	25	10	890	78	23
1430	HBIVT3P9,10,11,12	1.88	0.14	0.54	0.48	0.11	0.05	0.02	22	7	740	81	29

Lab. Analisis de Suelos
UNALM
L.A.S.P.A.F.
Ing. Braulio La Torre Martinez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACOCCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (H)
REFERENCIA : H.R. 39385
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1431	HBIT1P13.14.15.17	1.65	0.11	0.33	1.02	0.19	0.15	0.02	34	7	983	58	24
1432	HBIT2P13.14.15.16	2.07	0.22	0.35	1.04	0.18	0.16	0.02	31	7	1202	75	12
1433	HBIT3P14.15.16.20	2.27	0.13	0.36	1.14	0.18	0.13	0.02	29	8	1132	70	19
1434	HBIT1P13.14.15.16	1.40	0.12	0.39	1.12	0.18	0.17	0.02	49	9	1019	76	16
1435	HBIT2P12.13.15.16	1.96	0.12	0.39	1.07	0.16	0.07	0.02	33	9	1385	67	25
1436	HBIT3P11.13.15.16	2.24	0.12	0.40	0.90	0.16	0.17	0.02	31	8	1474	65	17
1437	HBIT1P13.14.15.16	2.13	0.12	0.40	1.00	0.16	0.13	0.01	31	9	1513	81	18
1438	HBIT2P13.14.15.16	2.10	0.12	0.40	1.10	0.15	0.15	0.01	37	8	1516	69	31



Brillio La Torre Martinez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (H)
REFERENCIA : H.R. 39385
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1439	HBIIIIT3P12.13.15.16	2.27	0.14	0.46	1.04	0.17	0.10	0.02	31	8	1374	71	28
1440	HBIVT1P13.14.15.16	1.99	0.13	0.47	0.96	0.20	0.15	0.02	33	8	1060	70	26
1441	HBIVT2P13.14.15.16	2.30	0.13	0.42	0.88	0.18	0.09	0.02	34	8	1194	69	22
1442	HBIVT3P13.14.15.16	1.96	0.12	0.38	0.79	0.20	0.09	0.02	32	8	1128	71	17

Lab. Analisis de Suelos/ Agua
UNALM
LASPAF
Hoy Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU CAMU (S)
REFERENCIA : H.R. 39386
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1443	HBITP16,18,19,20	1.54	0.11	0.32	1.33	0.25	0.10	0.02	40	9	1132	65	36
1444	HBITP17,18,19,20	2.18	0.11	0.30	1.48	0.23	0.12	0.02	31	8	1687	79	22
1445	HBITP12,17,18,19	2.10	0.11	0.30	1.37	0.25	0.13	0.02	25	7	1554	63	14
1446	HBITP17,18,19,20	1.60	0.10	0.31	1.52	0.24	0.10	0.02	49	9	1395	67	38
1447	HBITP14,17,19,20	1.74	0.11	0.34	1.87	0.21	0.11	0.02	37	9	1526	75	22
1448	HBITP17,18,19,20	1.85	0.11	0.31	1.83	0.20	0.14	0.02	40	10	1955	66	24
1449	HBITP17,18,19,20	1.85	0.12	0.32	1.74	0.22	0.15	0.02	47	9	1422	58	31
1450	HBITP17,18,19,20	1.93	0.11	0.34	1.64	0.23	0.11	0.03	36	12	1504	64	22



Iny. Emilio La Torre Martinez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : HOJAS DE CAMU (S)
REFERENCIA : H.R. 39386
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1451	HBIII3P17,18,19,20	1.93	0.11	0.32	1.74	0.21	0.14	0.02	31	8	1417	74	34
1452	HBIVT1P17,18,19,20	1.96	0.13	0.40	2.00	0.18	0.15	0.02	30	10	776	59	24
1453	HBIVT2P17,18,19,20	1.93	0.12	0.35	1.67	0.23	0.14	0.02	33	10	1133	111	17
1454	HBIVT3P17,18,19,20	1.88	0.11	0.31	1.72	0.27	0.12	0.02	34	9	1531	138	17

Lab. Analisis de Suelos, Agua
LASPAF
Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACOCCHA
MUESTRA DE : FRUTOS DE CAMU CAMU (3)
REFERENCIA : H.R. 39387
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1455	FBIIT1P4,9,10,12	1.82	0.22	1.11	0.86	0.18	0.06	0.02	32	22	289	70	19
1456	FBIIT2P8,10,11,12	1.90	0.23	1.24	0.73	0.17	0.09	0.02	29	18	414	56	18
1457	FBIIT3P9,10,11,13	1.88	0.23	1.21	0.72	0.17	0.06	0.02	31	19	399	67	23
1458	FBIIT1P5,10,11,12	1.46	0.24	1.19	0.87	0.19	0.08	0.02	31	24	391	55	54
1459	FBIIT2P8,9,10,11	2.02	0.22	1.16	0.73	0.14	0.11	0.02	31	20	554	62	23
1460	FBIIT3P4,8,9,10	1.74	0.24	1.23	0.77	0.19	0.10	0.02	36	21	611	64	24
1461	FBIIT1P3,9,11,12	1.60	0.24	1.14	0.64	0.13	0.07	0.03	31	19	326	64	21
1462	FBIIT2P8,9,11,12	2.02	0.26	1.12	0.67	0.19	0.12	0.02	34	21	413	67	21



[Signature]
Ing. Breujio La Torre Martinez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : FRUTOS DE CAMU CAMU (3)
REFERENCIA : H.R. 39387
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1463	FBIIT3P4.9.10.11	1.74	0.24	1.14	0.57	0.14	0.05	0.02	30	19	372	68	40
1464	FBIVT1P8.10.11.12	1.90	0.24	1.11	0.61	0.14	0.07	0.02	31	18	309	83	45
1465	FBIVT2P9.10.11.12	1.96	0.25	1.22	0.59	0.14	0.09	0.02	32	21	306	80	27
1466	FBIVT3P9.10.11.12	1.93	0.22	1.10	0.57	0.13	0.06	0.02	32	18	366	95	18



Ingr. Ezequiel La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



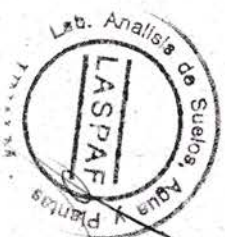
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : FRUTOS DE CAMU CAMU (4)
REFERENCIA : H.R. 39388
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1475	FBIII13P12,13,15,16	1.12	0.16	0.94	0.23	0.07	0.11	0.02	20	13	108	39	31
1476	FBIV11P13,14,16	1.46	0.21	1.07	0.23	0.08	0.05	0.02	20	15	93	38	42
1477	FBIV12P13,14,16	1.43	0.18	0.97	0.20	0.07	0.07	0.01	21	14	80	42	33
1478	FBIV13P13,14,15,16	1.34	0.18	0.94	0.22	0.07	0.09	0.02	21	15	93	48	30



Ing. Paulo La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS FOLIAR

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROCEDENCIA : UCAYALI/ CORONEL PORTILLO/ YARINACCOCHA
MUESTRA DE : **FRUTOS DE CAMU CAMU (H)**
REFERENCIA : H.R 39388
FACTURA : 23363
FECHA : 02/04/2013

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
1467	FBIT1P13,14,15,17	1.09	0.16	0.99	0.32	0.08	0.03	0.02	18	12	95	32	6
1468	FBIT2P13,14,15,16	1.29	0.11	0.91	0.22	0.07	0.01	0.02	20	12	72	37	2
1469	FBIT3P14,15,16	1.15	0.19	1.02	0.25	0.07	0.03	0.02	19	14	83	56	11
1470	FBIT1P13,14,15,16	1.62	0.20	1.03	0.26	0.08	0.04	0.02	21	16	83	37	13
1471	FBIT2P12,13,15,16	1.46	0.19	1.01	0.21	0.07	0.10	0.02	22	15	73	46	24
1472	FBIT3P11,13,15,16	1.40	0.17	0.92	0.19	0.07	0.09	0.02	21	13	82	59	36
1473	FBIT1P13,14,15,16	1.40	0.19	1.12	0.26	0.08	0.06	0.02	21	15	115	75	24
1474	FBIT2P13,14,15,16	1.43	0.16	0.96	0.23	0.07	0.12	0.02	23	14	103	36	37

Lab. Analisis de Suelos,
Agua y Plantas
LASPAE
Ing. **Basilio La Torre Martinez**
Jefe de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA: UCAYALI/CORONEL PORTILLO/YARINACocha

MUESTRA DE : FRUTOS DE CAMU CAMU (5)

Codigo de campo	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Zn	Cu	Mn	Fe	B
	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
FBIT1P16,18,19,20	1,15	0,14	1,38	1,04	0,06	0,09	0,02	33	29	27	94	41
FBIT2P17,18,19, 20	1,23	0,15	1,07	0,85	0,06	0,06	0,02	20	11	53	69	52
FBIT3P12,17,18,19	1,2	0,13	0,97	1,04	0,06	0,1	0,03	40	12	338	125	6
FBIIT1P17,18,19,20	1,15	0,14	1,03	0,93	0,06	0,08	0,02	25	13	28	90	52
FBIIT2P14,17,19,20	1,12	0,17	1,08	1,16	0,07	0,12	0,03	23	14	45	104	55
FBIIT3P17,18,19,20	1,2	0,14	0,96	1,16	0,07	0,07	0,05	44	11	55	67	26
FBIIT1P17,18,19,20	1,12	0,14	0,96	1,16	0,06	0,11	0,03	24	13	52	97	55
FBIIT2P17,18,19,20	1,12	0,13	0,86	0,84	0,06	0,1	0,02	21	10	39	74	50
FBIIT3P17,18,19,20	1,18	0,14	0,99	1,01	0,06	0,12	0,02	20	11	49	74	55
FBIVT1P17,18,19,20	1,12	0,15	1,02	0,88	0,06	0,1	0,02	20	11	27	62	36
FBIVT2P17,18,19,20	1,12	0,15	1,01	0,93	0,07	0,12	0,02	20	11	44	54	25
FBIVT3P17,18,19,20	1,12	0,13	0,96	1,06	0,06	0,11	0,02	26	10	33	47	15

Anexo 1: Perfil modal



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Escuela de Post-Grado
Especialidad en Suelos

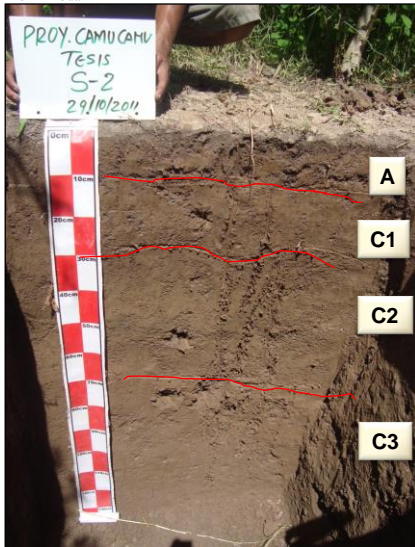
TESIS: CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN LA BIOMASA ESTACIONAL DEL CULTIVO DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) EN SUELOS DE YARINACOCHA (PUCALLPA)

Prof/cm	Descripción	Pefil modal		S - 2			
0-10	A Franco limoso, color pardo (10YR 4/3) en húmedo; estructura granular media y fina débil, consistencia friable; raíces medias y finas a nivel de pocas; presencia de larvas de coleopteros; reacción muy fuertemente ácida; permeabilidad moderada, drenaje natural moderada. Límite de horizonte suave difuso al.	Departamento : Ucayali	Provincia : Coronel Portillo	Distrito : Yarinacocha	Localidad : Caserío Santa Rosa		
10-30	C1 Franco arcillo limoso, color pardo (10YR 4/3) en húmedo; sin estructura (masiva), consistencia firme; presencia de raíces finas a nivel de escasas; reacción ligeramente ácida; permeabilidad moderada, drenaje natural moderada. Límite de horizonte suave difuso al.	Suelo: Santa Rosa	Clasificación SOIL TAXONOMY: <i>Typic Udifluvents</i>	Fisiografía: Planicie aluvial	Subpaisaje: Terraza baja	CUM*: C3si	
30-70	C2 Franco arcillo limoso, color pardo (10YR 5/3) en húmedo; sin estructura (masiva), consistencia firme; reacción moderadamente alcalina; permeabilidad moderada, drenaje natural moderada. Límite de horizonte suave difuso al.	Relieve: Plano	Pendiente: < 2%	Uso Actual: Cultivo de camu camu	Clima: Cálido trópico húmedo	Precipitación mm. 1700	T°C = 25,5
70-130	C3 Franco arcillo limoso, color pardo (10YR 5/3) en húmedo; sin estructura (masiva), consistencia firme; reacción ligeramente alcalina; permeabilidad moderada, drenaje natural moderada.	Materia Madre: Transportado (aluvial reciente)	Altitud msnm: 148	Régimen de Humedad: Údico	Régimen de Temperatura: Isohipertérmico	Epipedón: Ocrico	Endopedón: -
		Proceso Morfogenético: Erosión hidrica laminar ligera	Prof. Napa Freática: No se observa	Coordenadas UTM ** 18 L	Observaciones		
		Fecha y hora: 29/10/11 y 15:00 pm	Prof. Efectiva: > 100 cm	541722 - 9083466	Presencia de larvas en los primeros 30 cm de profundidad		
		Zona de vida: Bosque húmedo tropical					

ANÁLISIS QUÍMICO FÍSICO Y MECÁNICO

Horizonte	Prof. cm.	pH	C.E dS/cm	CaCO ₃ %	C %	N %	M.O. %	Disponible ppm		Cambiables meq/100 gr de suelo						Sat. Bases %	Acidez camb. %	PSI	RAS	Análisis Mecánico %			Clase Textural
								P	K	C.I.C	Ca	Mg	K	Na	Al + H					Areña	Limo	Arcilla	
A	0-10	4,54	0,64	0,00	1,26	0,11	2,18	6,9	99	18,72	14,10	2,53	0,19	0,13	0,20	90,5	9,5	0,8	0,05	18	56	26	Franco limoso
C1	11-30	6,55	0,16	0,00	0,24	0,021	0,41	3,9	76	13,44	10,39	2,80	0,14	0,11	0,00	100,0	0,0	0,8	0,04	14	64	22	Franco arcillo limoso
C2	31-70	7,91	0,21	0,00	0,16	0,014	0,27	3,7	72	7,52	4,75	2,55	0,13	0,09	0,00	100,0	0,0	1,2	0,05	6	62	32	Franco arcillo limoso
C3	71-130	7,78	0,21	0,00	0,24	0,021	0,41	4,70	87,00	12,48	8,63	3,60	0,16	0,09	0,00	100,0	0,0	0,7	0,04	6	58	36	Franco arcillo limoso

Perfil Modal



Paisaje representativo de la Calicata



* CUM: Capacidad de Uso Mayor

** Sistema WGS - 84

Anexo 2: Análisis de varianza

Anexo 4.1: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de hojas en la fase brotamiento I

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,169	0,056	0,71	5,14 NS
Tratamientos	2	29,502	14,751	185,32	4,76 *
Error	6	0,477	0,079		
TOTAL	11	30,148			

Cv 0,702

Anexo 4.2: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de hojas en la fase brotamiento II

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	3,176	1,058	3,08	5,14 NS
Tratamientos	2	15,137	7,568	22,04	4,76 *
Error	6	2,060	0,343		
TOTAL	11	20,373			

Cv 1,197

Anexo 4.3: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de hojas en la fase de fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	1,359	0,453	0,86	5,14 NS
Tratamientos	2	13,174	6,587	12,56	4,76 *
Error	6	3,148	0,525		
TOTAL	11	17,681			

Cv 1,4169

Anexo 4.4: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de hojas en la fase de llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	4,873	1,624	7,29	5,14 *
Tratamientos	2	20,777	10,388	46,64	4,76 *
Error	6	1,336	0,223		
TOTAL	11	26,986			

Cv 0,947

Anexo 4.5: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de hojas en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	1,304	0,435	1,14	5,14 NS
Tratamientos	2	22,238	11,119	29,10	4,76 *
Error	6	2,292	0,382		
TOTAL	11	25,834			

Cv 1,248

Anexo 4.6: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de frutos en la fase fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	6,006	2,002	1,32	5,14 NS
Tratamientos	2	46,560	23,279	15,40	4,76 *
Error	6	9,069	1,512		
TOTAL	11	61,635			

CV 3,546

Anexo 4.7: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca frutos fase llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,226	0,075	0,99	5,14 NS
Tratamientos	2	7,529	3,765	49,34	4,76 *
Error	6	0,458	0,076		
TOTAL	11	8,213			

Cv 2,414

Anexo 4.8: Análisis de variancia del porcentaje de materia seca de frutos en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,793	0,264	1,15	5,14 NS
Tratamientos	2	15,735	7,867	34,09	4,76 *
Error	6	1,385	0,231		
TOTAL	11	17,913			

Cv 2,776

Anexo 4.9: Análisis de variancia de la materia seca total de hojas en fase brotamiento I

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	33757,187	49476,20051	0,44	5,14 NS
Tratamientos	2	98952,401	11252,39559	1,92	4,76 NS
Error	6	154951,046	25825,1744		
TOTAL	11	287660,634			

Cv 13,103

Anexo 4.10: Análisis de variancia de la materia seca total de hojas en la fase brotamiento II

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	44931,746	14977,249	0.54	5,14 NS
Tratamientos	2	159490,872	79745,436	2.86	4,76 NS
Error	6	167353,717	27892,286		
TOTAL	11	371776,336			

Cv 11,488

Anexo 4.11: Análisis de variancia de la materia seca total (hojas y frutos) en la fase fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	133488,139	44496.046	0.83	5,14 NS
Tratamientos	2	332383,519	166191.759	3.10	4,76 NS
Error	6	322013,231	53668.872		
TOTAL	11	787884,889			

Cv 12,929

Anexo 4.12: Análisis de variancia de la materia seca total (hojas y frutos) en la fase llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	118491,569	39497,1898	0,65	5,14 NS
Tratamientos	2	695457,207	347728,6034	5,75	4,76 *
Error	6	362615,217	60435,870		
TOTAL	11	1176563,993			

Cv 10,949

Anexo 4.13: Análisis de variancia de la materia seca total (hojas y frutos) en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	4789109,88	1596369,96	11,19	5,14 NS
Tratamientos	2	5360074,31	2680037,16	18,79	4,76 *
Error	6	855789,76	142631,63		
TOTAL	11	11004973,95			

Cv 10,722

Anexo D14: Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno en la fase brotamiento I

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	25,503	8,501	0,72	5,14 NS
Tratamientos	2	68,728	34,364	2,93	4,76 NS
Error	6	70,386	11,731		
TOTAL	11	164,617			

Cv 12,51

Anexo 4.15: Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno en la fase brotamiento II

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	36,145	12,048	0,98	5,14 NS
Tratamientos	2	105,554	52,777	4,30	4,76 NS
Error	6	73,664	12,277		
TOTAL	11	215,363			

Cv 10,476

Anexo 4.16: Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno en la fase fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	35,526	11,842	0,53	5,14 NS
Tratamientos	2	128,825	64,4122	2,89	4,76 NS
Error	6	133,598	22,266		
TOTAL	11	297,949			

Cv 13,352

Anexo 4.17: Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno en la fase llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	9,564	3,188	0,07	5,14 NS
Tratamientos	2	424,519	212,259	4,82	4,76 *
Error	6	264,378	44,063		
TOTAL	11	698,461			

Cv 16,2

Anexo 4.18: Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	687,708	229,236	3,89	5,14 NS
Tratamientos	2	1318,516	659,257	11,18	4,76 *
Error	6	353,909	58,983		
TOTAL	11	2360,133			

Cv 14,768

Anexo 4.19: Análisis de variancia de la absorción de fosforo en la fase brotamiento I

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,05	0,017	0,18	5,14 NS
Tratamientos	2	0,40	0,198	2,12	4,76 NS
Error	6	0,56	0,093		
TOTAL	11	1,01			

Cv 13,897

Anexo 4.20: Análisis de variancia de la absorción de fosforo en la fase brotamiento II

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,129	0,04	0,87	5,14 NS
Tratamientos	2	0,483	0,24	4,87	4,76 *
Error	6	0,298	0,05		
TOTAL	11	0,910			

Cv 10,329

Anexo 4.21: Análisis de variancia de la absorción de fosforo en la fase fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,107	0,036	0,41	5,14 NS
Tratamientos	2	0,872	0,437	4,97	4,76 *
Error	6	0,527	0,088		
TOTAL	11	1,506			

Cv 12,001

Anexo 4.22: Análisis de variancia de la absorción de fosforo en fase llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	0,641	0,214	0,72	5,14 NS
Tratamientos	2	2,022	1,011	3,43	4,76 NS
Error	6	1,771	0,295		
TOTAL	11	4,434			

Cv 16,789

Anexo 4.23: Análisis de variancia de la absorción de fosforo en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	9.22	3.07	7.55	5,14 *
Tratamientos	2	8.00	4.00	9.83	4,76 *
Error	6	2.44	0.41		
TOTAL	11	19.66			

Cv 14,005

Anexo 4.24: Análisis de variancia de la absorción de potasio en la fase brotamiento I

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	1,807	0,602	0,18	5,14 NS
Tratamientos	2	16,128	8,064	2,46	4,76 NS
Error	6	19,682	3,280		
TOTAL	11	37,617			

Cv 13,646

Anexo 4.25: Análisis de variancia de la absorción de potasio en la fase brotamiento II

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	19,02	6,34	0,43	5,14 NS
Tratamientos	2	1,84	0,92	2,98	4,76 NS
Error	6	12,77	2,13		
TOTAL	11	33,63			

Cv 14,116

Anexo 4.26: Análisis de variancia de la absorción de potasio en la fase fructificación

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	1.33	0.44	0.42	5,14 NS
Tratamientos	2	13.87	6.93	6.50	4,76 *
Error	6	6.40	3.04		
TOTAL	11	21.60			

Cv 10.967

Anexo 4.27: Análisis de variancia de la absorción de potasio en la fase llenado de fruto

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	5,55	1,85	0,64	5,14 NS
Tratamientos	2	36,15	18,07	6,28	4,76 *
Error	6	17,27	2,88		
TOTAL	11	58,97			

Cv 13.209

Anexo 4.28: Análisis de variancia de la absorción de potasio en la fase fruto maduro (cosecha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	492,652	164,217	17,53	5,14 *
Tratamientos	2	244,562	122,281	13,06	4,76 *
Error	6	56,199	9,366		
TOTAL	11	793,41			

Cv 12.112

Anexo 4.29: Análisis de variancia del rendimiento neto de frutos de camu camu

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	91473110.14	30491036.71	12.64	5,14 *
Tratamientos	2	48591519.72	24295759.86	10.07	4,76 *
Error	6	14476058.0	2412676.3		
TOTAL	11	154540687.8			

Cv 15,531

Anexo 4.30: Análisis de variancia del rendimiento perdidos (frutos caídos de camu camu)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Bloques	3	3299466.511	1099822.170	3.33	5,14 NS
Tratamientos	2	629913.312	314956.656	0.95	4,76 NS
Error	6	1981888.754	330314.792		
TOTAL	11	5911268.578			

Cv 41,905

Anexo 4.31: Análisis de variancia del rendimiento total (rdto perdido y rdto neto) de frutas de camu camu

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Bloques	3	127708844.4	42569614.8	17.60	5,14 *
Tratamientos	2	59599750.7	29799875.3	12.32	4,76 *
Error	6	14511516.6	2418586.1		
TOTAL	11	201820111.7			

Cv 13,675

Anexo 3: Escalas interpretativas

Cuadro N° 1: Clasificación de las clases texturales del suelo por su granulometría

Clase	Clase textural
Gruesa	Arena, Arena Franca
Moderadamente gruesa	Franco Arenosa
Media	Franco, Franco Limosa, Limo
Fina	Franco Arcilloso, Franco Arcillo Arenoso, Franco Arcillo Limoso, Arcillo Limoso, Arcillo Arenoso, Arcillo Limoso, Arcilla
Muy Fina	Mayor de 60% de arcilla

Cuadro N° 2: Clases de profundidad efectiva

Profundidad Efectiva	
Termino Descriptivo	Rango (cm)
Muy superficial	5 - 25
Superficial	25 – 50
Moderadamente profundo	50 –100
Profundo	100 – 150
Muy profundo	> de 150

Cuadro N° 3: Tipos de estructura

Clases	Forma o Tipo			
	Laminar (mm)	Bloques (mm)	Prismática (mm)	Granular (mm)
Muy Fina	<1	<5	<10	<1
Fina	1 – 2	5 – 10	10 – 20	1 - 2
Media	2 – 5	10 - 20	20 – 50	2 - 5
Gruesa	5 – 10	20 - 50	50 – 100	5 - 10
Muy Gruesa	>10	> 50	> 100	> 10

Cuadro N° 4: Consistencia del suelo

Mojado	Adhesividad
	Plasticidad
Húmedo	Suelto
	Muy friable
	Friable
	Firme
	Muy firme
	Extremadamente firme
Seco	Suelto
	Ligeramente duro
	Duro
	Extremadamente duro

Cuadro N° 5: Clasificación de los valores de pH en relación con el crecimiento de las Plantas

Niveles de ponderación	Rango
Extremadamente ácida	< 4,5
Muy fuertemente ácida	4,5 – 5,0
Fuertemente ácida	5,1 – 5,5
Modernamente ácida	5,6 – 6,0
Ligeramente ácida	6,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0
Muy Fuertemente alcalino	> 9,1

Cuadro N° 6: Clasificación de los niveles de conductividad eléctrica

Niveles de ponderación	Rango
No hay problema de sales	< 2 dS/m
Ligera salinidad	2 – 4 dS/m
Moderada salinidad	4 – 8 dS/m
Fuerte salinidad	8 – 16 dS/m
Muy fuerte salinidad	> 16 dS/m

Cuadro N° 7: Clasificación del contenido de carbonatos en suelos

Niveles de ponderación	Rango
Bajo	< 1%
Medio	1 – 5%
Alto	5 - 15%
Muy Alto	> 15%

Cuadro N° 8: Clasificación del contenido de materia orgánica y macronutrientes en el suelo

Niveles de ponderación	MO (%)	% N	ppm P	ppm K
Bajo	< 2%	< 0,1	< 7	< 100
Medio	2 – 4%	0,1 – 0,2	7 - 14	100 - 240
Alto	>4%	> 0,2	> 14	> 240

Cuadro N° 9: Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo

Niveles de ponderación	Rango
Muy bajo	< 5 meq/100g
Bajo	5 – 10 meq/100g
Medio	10 – 15 meq/100g
Alto	15 – 20 meq/100g
Muy alto	> 20 meq/100g

Cuadro N° 10: Porcentaje de saturación de bases

Nivel	%
Bajo	< de 35
Medio	35 – 80
Alto	> de 80

Anexo 4: Panel fotográfico

Fotografía 1: Colocación del panel del proyecto de tesis



Fotografía 2: Perfil de la calicata del área de estudio



Fotografía 3: Lectura de calicata



Fotografía 4: Plantas de camu camu defoliadas



Fotografía 5: Primera aplicación de fertilizantes después de la defoliación



Fotografía 6: Segunda aplicación de fertilizantes a los 44 días después de la defoliación



Fotografía 7: Frutos cosechados por tratamiento



Fotografía 8: Supervisión de la ejecución de la tesis

