



BICENTENARIO  
PERÚ 2021



*La investigación, su esencia y arte*

FONDO EDITORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA  
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO

# FENOLOGÍA

**REPRODUCTIVA Y EXTRACCIÓN  
DE NUTRIENTES DEL FRUTO DE  
MYRCIARIA DU-BIA HBK MC VAUGH  
"CAMU CAMU" EN UCAYALI**

**ENA VILMA VELAZCO CASTRO  
JOSÉ GERARDO SÁNCHEZ CHOY-SÁNCHEZ  
CINDY PAOLA CASTRO MUÑOZ**

**PUCALLPA, PERÚ**

<https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat>

# Fenología reproductiva y extracción de nutrientes del fruto de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh "camu camu" en Ucayali

© Ena Vilma Velazco Castro

Dirección: Jr. Señor de los Milagros Mz I, Yarinacocha, Ucayali - Perú  
evelazcoc@unia.edu.pe  
Telf: +51 961 554 273

José Gerardo Sánchez Choy-Sánchez

Dirección: Av. Jhon F Kennedy 130, Callería, Ucayali - Perú  
mariselroxanavr@gmail.com  
Telf: +51 945 295 007

Cindy Paola Castro Muñoz

Dirección: Psje. 1 de Abril Mz: B, Callería, Ucayali - Perú  
cpcastrom36@gmail.com  
Telf: +51 995 993 953

Editada por:

© Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial.

Dirección: Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica - Perú  
info@unat.edu.pe  
Telf: (+51) 67 - 990847026  
Web: <https://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: Junio 2022

Libro electrónico disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-04453

ISBN: 978-612-48962-3-1

Corrección de estilo: Rolando Vaccari Ortiz

rolandvaccari@yahoo.es / Telf: +51 966 381 086

Diseño y Diagramación: Gráfica "imagen"

Ing. Efraín Campos Lorenzo

graficaimagen181@hotmail.com / Telf: +51 999 636 165

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento información, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

# Sumario

	Página
Dedicatoria .....	7
Agradecimientos .....	9
Introducción.....	11
1. Estudios fenológico previos .....	17
2. El camu camu ( <i>Myrciaria dubia</i> ).....	23
2.1 Generalidades sobre la fisiografía con cultivo de camu camu en Ucayali.....	24
2.2 Zonas potenciales con cultivo de camu camu .....	25
2.3 Ciclo fenológico de camu camu.....	26
2.4 Características de las fases en la fenología reproductiva del camu camu .....	29
2.5 Variación del contenido de ácido ascórbico por estado de maduración de los frutos de camu camu .....	31
2.6 Caída fisiológica de los frutos .....	32

2.7	Materia seca como factor determinante en la producción de los cultivos .....	33
2.8	Nutrientes esenciales en las plantas .....	33
2.9	Análisis foliar en plantas.....	37
2.10	Concentración de nutrientes por las plantas.....	37
2.11	Absorción de nutrientes por las plantas .....	38
2.12	Extracción de nutrientes por las plantas .....	38
2.13	Nutrientes necesarios en relación al ciclo fenológico de las plantas .....	39
2.14	Extracción de macronutrientes realizados por camu camu y otros frutales que contienen ácido ascórbico ....	41
3.	Materiales y métodos .....	45
3.1	Lugar de ejecución del estudio .....	45
3.2	Material genético en estudio .....	45
3.3	Diseño de la investigación.....	47
3.4	Procedimiento para la ejecución del estudio .....	47
4.	Resultados y discusión .....	69
4.1	Determinación de la fenología reproductiva de camu camu en terraza alta y terraza baja inundable .....	69
4.1.1	Fase de floración.....	69
4.1.2	Fase de fructificación .....	73
4.2	Determinación de la extracción de nutrientes que realiza el fruto de camu camu en terraza alta y terraza baja inundable .....	76

4.2.1 Acumulación de materia seca en hoja y fruto en la fenología reproductiva de camu camu en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi).....	76
4.2.2 Cantidad y porcentaje de absorción total de nutrientes realizado por la hoja y fruto de camu camu en la fase de fructificación en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi).....	78
4.2.3 Extracción de nutrientes por tonelada de fruto cosechado de camu camu en Terraza Alta (Ta) y Terraza Baja Inundable (Tbi).....	80
a. Macronutrientes.....	81
b. Micronutrientes .....	84
<b>Conclusiones</b> .....	91
<b>Recomendaciones</b> .....	93
<b>Glosario</b> .....	97
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	101
<b>Anexos</b> .....	111
<b>Iconografía</b> .....	125



## **Dedicatoria**

*In memoriam a mi madre*

*Lucia Natalia Castro de Velazco*



## Agradecimientos

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP por la oportunidad brindada en la realización del presente trabajo de investigación en la unidad fisiográfica terraza alta. Al Sr. Feliz Gonzales Soplin y familia, propietario de la parcela de camu camu en la unidad fisiográfica terraza baja inundable.

A la Dra. Teresinha Costa Silveira de Albuquerque, investigadora en fruticultura de EMBRAPA – Brasil, a los ingenieros Guillermo Saldaña Rojas, Carlos Oliva Cruz, Carlos Abanto Rodríguez y Jessy Isabel Vargas Flores, por sus generosos aportes a la investigación.



## Introducción

El camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh - Myrtaceae), es un frutal nativo de origen amazónico, su importancia radica en su alto contenido de ácido ascórbico natural que oscila entre 800 a 6100 mg/100g de pulpa (Yuyama, 2011). Frutal que viene tomando importancia en la Región Ucayali, en la medida en que el fruto va adquiriendo relevancia en los mercados nacionales e internacionales.

El Perú cuenta con aproximadamente 4069 hectáreas de superficie cosechada, por lo que se ha convertido en el primer centro productor de camu camu con una producción de 14043,38 toneladas métricas (TM) de fruto/año (MINAGRI, 2020). En Ucayali, se encuentran plantadas 2313,30 hectáreas de camu camu entre los distritos de Manantay, Callería, Masisea y Yarinacocha. De estas, 1068 hectáreas son de superficie cosechada, con una producción de 1923 toneladas métricas (TM) de fruto/año, rendimiento promedio de 1,8 tn/ha y precio en chacra de S/. 2.27/kg (MINAGRI, 2020).

Por la cantidad de ácido ascórbico natural, el camu camu se hace atractivo para el mercado internacional de productos orgánicos, es así que la tendencia del mercado en el año 2017 es por el polvo de camu camu (33.06%), seguido por pulpa (42.03%), el resto está entre bebidas, extracto y otros. En el 2020 las exportaciones crecieron de manera significativa con ventas que sumaron 4,7 millones, 71 %

más respecto al 2019 (2,7 millones) y se destinaron principalmente a los mercados de Estados Unidos (47%), la Unión Europea (17%), Japón (8%), Canadá (7%) y Australia (7%). (MINCETUR, 2021).

La particularidad de esta especie es su desarrollo natural en las orillas de los ríos amazónicos, conocido como unidad fisiográfica terraza baja inundable. Sin embargo, en Ucayali se han instalado plantaciones en la unidad fisiográfica terraza alta (no inundable), donde el camu camu se ha adaptado muy bien, pero con altas exigencias en cuanto al manejo agronómico (Gonzales y Riva, 1997).

Hasta la fecha poco se ha investigado sobre la real necesidad de nutrimentos que requiere la planta de camu camu en cada fase fenológico reproductivo, desde la etapa de vivero hasta la producción, incidiendo en la cantidad de macro y micronutrientes que extrae el fruto de camu camu por campaña en las dos unidades fisiográficas (terrazza alta y terraza baja inundable), donde se instalaron cultivos de camu camu en Ucayali, para así recomendar niveles de fertilización mínimas, de esta manera, reponer los nutrientes que salen del sistema en el fruto u órgano de cosecha.

Estudios sobre extracción de nutrientes por tonelada de fruto fueron reportados por Casas (2014) y Panduro (2015), ambos autores presentan al Nitrógeno como el mayor elemento extraído por el fruto, seguido por el Potasio y Fósforo, cuando se refiere a los macronutrientes primarios.

En este sentido, se ha realizado un estudio que recoge la necesidad real de nutrientes que requiere el cultivo de camu camu durante una campaña productiva, tal y como está manejado por el agricultor.

**El objetivo** fue determinar la fenología reproductiva y extracción de nutrientes por el fruto de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh “camu camu” en terraza alta y terraza baja inundable de la Región Ucayali. Se trabajó bajo un diseño no experimental, descriptivo, relacional y transeccional, eligiendo nueve plantas en terraza

alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi), realizándose la defoliación manual y poda de fructificación, como inicio del estudio, además, se realizó el análisis de suelo (calicata y capa arable).

En cada fase fenológica reproductiva (floración y fructificación) las variables a medir fueron: número de yema floral, número de flores, número de frutos, peso de fruto (kg), análisis de tejido para calcular la absorción y extracción de nutrientes. Las mediciones se efectuaron a los 132 y 213 en Ta y en Tbi 119 y 206 días después de la defoliación (ddd) considerando los cambios de las fases fenológicas del cultivo. El rendimiento promedio de fruto fue de 3.94 y 3.98 t ha<sup>-1</sup> en Ta y Tbi, respectivamente.

Se encontró que existe correlación positiva y significativa entre número de yema floral y número de flores, número de fruto y peso de fruto. En Ta, la mayor extracción en macronutrientes fue Nitrógeno con 3.7 kg N t<sup>-1</sup> fruto y micronutrientes es Manganeso con 46.1 g Mn t<sup>-1</sup> fruto, el orden de extracción fue N>Ca>Mg>P>K y Mn>Fe>Zn>Cu. En Tbi, Potasio es el macronutriente más extraído con 14.2 kg K t<sup>-1</sup> fruto y micronutrientes Hierro con 142.5 g Fe t<sup>-1</sup> fruto, el orden de extracción fue K>N>Ca>Mg=P y Fe>Mn>Zn>Cu.

Estos hallazgos, estamos seguros, van a aportar significativamente al desarrollo de la producción del fruto camu camu en el departamento de Ucayali y en las zonas identificadas de cultivos, por lo que creemos necesario difundirlo a través de esta publicación, que está ya al alcance de los investigadores, ingenieros y agricultores.







# 1

**ESTADO DE ARTE:**

**ESTUDIOS FENOLÓGI-  
COS DEL CAMU CAMU**



Fruto verde de Camu camu (*Myrciaria dubia*)

# 1. Estudios fenológico previos

Estudios realizados por Sánchez *et al.*, (2011) para Ucayali reportó seis períodos fenológicos secuenciales dentro del año para la mayoría de la población de camu camu en dos unidades fisiográficas (Terraza alta y terraza baja inundable): a) **descanso** (mayo-agosto), b) **emisión de brotes** (agosto-noviembre), c) **floración** (octubre-enero) d) **fructificación** (noviembre-febrero), e) **llenado de frutos** (diciembre-marzo) y f) **cosecha** (febrero-mayo), determinando además, que existe un mes de fluctuación entre las dos unidades fisiográficas y que el 20% de plantas evaluadas no siguen el patrón descrito por los autores.

De la misma forma, en Loreto investigaciones desarrolladas por Pinedo *et al.*, (2001, 2010) e Inga *et al.*, (2001) referidas a la fenología reproductiva de camu camu, encontrando que en Iquitos transcurren en 77 días para completar el ciclo fenológico reproductivo, divididos en dos estados: (1) floración y (2) fructificación; el estado de floración presenta cuatro fases: a) **Inicio de yema floral**, b) **yema floral desarrollada**, c) **salida del estilo** y d) **emergencia del estambre**, mientras que el estado de fructificación presenta ocho fases: a) **Inicio del fruto**, b) **fruto inmaduro I**, c) **fruto inmaduro II**, d) **fruto inmaduro III**, e) **fruto verde**, f) **fruto verde pintón**, g) **fruto pintón maduro** y h) **fruto maduro**.

Los estudios en camu camu, ha llevado a realizar ensayos de defoliación encontrando uniformidad en el brotamiento y sincronización en la producción. **En terraza alta** para Ucayali, Sánchez (2011) encontró que los períodos entre defoliación y cosecha fluctuaron entre 215, 203, 190 y 206 días en cuatro cosechas; Abanto (2010), menciona que desde la defoliación hasta obtener frutos a la cosecha transcurre un tiempo de 205 días. Mientras que para Iquitos, Inga y Pinedo (2012) señalan 162 días desde la defoliación hasta la cosecha; así como que Iman y Melchor (2011), reportan 210 días entre defoliación y cosecha. **En terraza baja inundable**, Abanto *et al.* (2011) obtuvieron, desde la emisión de brotes hasta la cosecha, un tiempo de 206 días (6 meses y 25 días); Casas (2014), indica que la cosecha de los frutos se efectuó en cuatro momentos, iniciando a los 210, 218, 226 y 234 días después de la defoliación (ddd), mientras que Panduro (2015) registró 234 días entre defoliación y cosecha.

18

Investigaciones sobre extracción de nutrientes por el fruto de camu camu, son muy pocos, es así que Casas (2014) estudió la Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de Camu Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa), resaltando que el fruto de camu camu extrae entre 15.32 a 30.64 kg de nitrógeno/ha; 1.91 a 3.30 kg de fósforo/ha y 14.94 a 25.15 kg de potasio/ha, en la etapa fruto maduro (210 a 234 días después de la defoliación) para el tratamiento testigo; y con dosis alta de fertilización (120-90-120), respectivamente, con un rendimiento de 13807.41 kg/ha de fruto. La secuencia de extracción de nutrientes en el fruto es: N>K>P

De igual manera, Panduro (2015,) realizando una investigación sobre *dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu Myrciaria dubia* HBK en un entisol de Yarinacocha, halló que la planta en la etapa de fruto maduro (cosecha), extrae macronutrientes (kg/t de fruta): 18.88 N; 1.45 P; 7.14 K; 9.36 Ca; 1.58 Mg; 1.17 S, en micronutrientes (g/t de fruta):

28 Zn; 11.16 Cu; Mn 714.91; Fe 71.70 y B 36.93 siguiendo un patrón de extracción de nutrientes N>Ca>K>Mg>P>Mn>Fe>B>Zn>Cu. En esta misma investigación, alega que en kg/ha de fruto maduro, niveles de extracción 15.27 N; 1.92 P; 14.76 K; 13.52 Ca; 0.81 Mg; 0.034 Zn; 0.022 Cu; 0.045 Mn; 0.115 Fe, siguiendo un patrón de extracción de nutrientes en el fruto de camu camu N>K>Ca>P>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu.







# 2

## EL CAMU CAMU

*(Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh)*



Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## 2. El camu camu (*Myrciaria dubia*)

El camu camu es una planta que pertenece a la familia de las Myrtaceae (Picón y Acosta, 2000), originaria de la Amazonía, es apreciado por su alto contenido de ácido ascórbico natural 1900 a 5900 mg/100 g de pulpa (Oliva y Pie, 2011), equivalente a 1.5 veces más que la acerola y 60 veces más que el jugo de naranja, característica que le hace apreciable para la agroindustria y la exportación por ser un producto nutraceutico.

Es un arbusto o árbol pequeño de 4 a 8 m de altura; fuste delgado, bastante ramificado desde la base, tronco delgado (15 cm DAP), corteza de color marrón claro y glabro. Hojas simples, opuestas; lamina lanceolada u ovoide de 3 a 12 cm de largo y 1.5 a 4.5 cm de ancho, margen entero ligeramente ondulado, haz verde oscuro ligeramente lustroso, envés verde claro y opaco. Inflorescencia axilar; flores agrupadas en número de 1 a 12, subsésiles, bisexuales, cáliz con 4 lóbulos ovoides, corola con 4 pétalos blancos; ovario ínfero y numerosos estambres. Fruto en baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro y peso variable de 2 a 20 g; cáscara delgada, lisa, brillante con puntos glandulares y de color rosado a púrpura; pulpa carnosa, ácida y de sabor y aroma agradables; semilla en número de 1 a 4, elípticas o reniformes, conspicuamente aplanadas, cubierta por una malla de fibrillas blancas, sus medidas son de 8 – 15 mm de largo y 5,5 – 11 mm de ancho (Villachica, 1996; Pinedo et al., 2001; Brack, 2003).

## 2.1 Generalidades sobre la fisiografía con cultivo de camu camu en Ucayali

De acuerdo a la fisiografía de Ucayali, se determinó que existe un gran paisaje denominado planice, donde se encuentran los paisajes: aluvial, colinoso y montañoso, dentro del paisaje aluvial se encuentran dos sub paisajes: llanura de inundación o desborde y llanura de sedimentación, dentro de esta última se encuentran las unidades fisiográficas: terraza alta, media y baja (Díaz, 2011; GOREU-MINAM, 2007).

Villachica (1996); Hernández y Barrera (2010); López, Bicerra y Díaz (2006), mencionan que el camu camu se desarrolla mejor en suelos aluviales o áreas inundables de alta fertilidad o terrazas bajas, lo que equivale a la unidad fisiográfica de terraza baja inundable.

No obstante, el INIA (2007) y Oliva (2010), citado por Cruces (2012), puntualizan que el camu camu ha permitido el desarrollo de modelos tecnológicos en dos unidades fisiográficas: terraza alta y terraza baja inundable.

### 2.1.1 Terraza alta (Ta)

Definido por presentar un suelo del orden ultisol principalmente, cuyas características físico-químicas son: pH ácido por debajo de 4.6%, bajo contenido de materia orgánica menor de 2.29%, de permeabilidad buena a moderada, bajo contenido de fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de aluminio mayor de 60%. Son los más comunes en la Amazonía Peruana, se conocen como suelos de altura y ocupan el 65% de este piso natural, con pendientes que varían de 10 a 70%. Son rojos y amarillos, de baja fertilidad natural, con un

marcado contenido de arcillas, generalmente profundos y bien drenados, susceptibles a la erosión por estar usualmente en colinas y laderas (GOREU-MINAM, 2007).

### **2.1.2 Terraza baja inundable (Tbi)**

Conocidos como los suelos más jóvenes del mundo del orden entisol, ocupan el 17% de este piso natural (selva baja), presenta un perfil poco diferenciado. Se estima que en toda la cuenca del Ucayali se tiene aproximadamente 360,564 ha de llanuras inundables, 90% de las cuales están formando las restingas que son suelos aluviales distribuidas a orillas del río, originadas por acumulación temporal de sedimentos (GOREU-MINAM 2007).

Entre sus características físico-químico, se especifican: el tener texturas entre franco-arcillo-limoso, franco y franco-limoso; presenta contenidos de fósforo, magnesio, calcio, potasio y capacidad de intercambio catiónico de medio a alto, baja saturación de aluminio, nivel bajo a medio de materia orgánica y nitrógeno y pH entre 5,5 a 7,0.

## **2.2 Zonas potenciales con cultivo de camu camu**

Verde (2013), aplicó siete criterios para determinar las zonas potenciales con cultivo de camu camu: geología, clasificación de suelo, clasificación de uso mayor de los suelos, textura, distancia al río, nivel de inundación y fisiografía, encontrando que el sector de Yarinacocha posee tierras en condiciones aptas, regulares y no aptas para el sembrío de camu camu en porcentajes de 22,1%, 43,4% y 27,9%, respectivamente.

Villachica (1996), refiere que el camu camu en su hábitat natural (rodal natural), crece en suelos que tienen pH entre 4.6 y 5.6 y con cero hasta 38% de saturación con aluminio, materia orgánica de 3.2 a 3.3%, nitrógeno 0.15 a 0.16%. El contenido de fósforo disponible en estos suelos es bajo a medio, mientras que el potasio disponible es medio a alto, la textura varía entre franco arenoso a franco arcilloso, los cationes cambiabiles (meq/100 g) de Ca: 6.52 – 6.80; Mg: 0,12-0,67; K: 0.10-0.82; Na: 0,10-0.18; Al: 4.40.

## 2.3 Ciclo fenológico de camu camu

La fenología ha sido definida como la relación entre el clima y fenómenos biológicos periódicos. Los árboles muestran fases de desarrollo (fenofases) a medida que pasa una estación (Wolstenhome y Whilley, 1990 citado por Tapia, 1993). Palma (1991), citado por Tapia (1993), quién describe que la aproximación fenológica de los eventos, evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo. La interpretación de la influencia en los eventos del comportamiento productivo del árbol es fundamental para lograr óptimos niveles de manejo.

### 2.3.1 Descanso

La duración de la fase de descanso se encuentra influenciado por la precipitación, cuando se presenta una prolongada sequía en la época seca la fase de descanso es mucho mayor que cuando hay precipitación y esto va a ser que las demás fases se tarden en presentar. En el cultivo de camu camu, la fase de descanso se registra en los meses de mayo, junio y julio (Sánchez *et al.*, 2011).

### 2.3.2 Brotamiento

La fase de mayor diferenciación de yemas y brotes corresponde a los meses de octubre y noviembre (Sánchez *et al.*, 2011).

### 2.3.3 Floración

Pinedo *et al.*, (2001) e Inga *et al.*, (2001) detallan que el desarrollo de la flor se integra en el estado I con cuatro fases:

#### Estado I: Desarrollo de la Flor

El desarrollo de la flor involucra cuatro fases:

**Fase 1:** Desde la aparición de la yema floral se desarrolla hasta la forma de una cabeza de alfiler y esta fase comprende siete días.

---

**Fase 2:** La yema floral experimenta un crecimiento en su longitud y diámetro hasta presentar una forma parecida a la de un globo. Comprende siete días.

---

**Fase 3:** El botón floral se abre y emerge primero el estilo. Luego, por la mañana, **emergen** los estambres. En ese momento, la flor queda polinizada y se observa la presencia de abejas.

---

**Fase 4:** Una vez que el estilo emerge y es polinizado, empiezan a desprenderse los estambres de la flor.

Las fases 3 y 4 comprenden entre cuatro y cinco horas. Desde la aparición de la yema floral hasta el inicio de la floración del fruto transcurren durante 15 días. La fase de floración corresponde a los meses de noviembre, diciembre y enero.

### 2.3.4 Fructificación

Pinedo *et al.*, (2001) e Inga *et al.*, (2001), especificaron que el desarrollo del fruto se integra en el estado II con ocho fases:

#### Estado II: Desarrollo del Fruto

El desarrollo del fruto involucra ocho fases:

**Fase 1:** Una vez fecundada la flor, los estambres y los sépalos se desprenden. El estilo adopta la forma de un clavito de color verde claro que mide 0,15 cm. de altura. Esta fase comprende siete días.

---

**Fase 2:** El fruto que tenía la forma de un clavito continúa su desarrollo y adopta una coloración verde oscura. Llega a medir entre 0.16 y 0.35 cm. de largo. Esta fase comprende también siete días.

---

**Fase 3:** Se observa que el fruto aumenta su tamaño. Su coloración permanece verde y llega a medir entre 0.36 y 0.60 cm. Esta fase comprende 12 días.

---

**Fase 4:** El fruto mantiene su color verde. Mide entre 0.61 y 1.0 cm. de diámetro. A partir de esta fase, que dura 10 días, los frutos son considerados fisiológicamente desarrollados.

---

**Fase 5:** En esta fase, cuya duración es de siete días, el fruto llega a medir 2.4 cm. de diámetro y a tener un peso promedio de 7.5 gr.

---

**Fase 6:** El fruto presenta pequeñas manchas rojizas. Por ello, se le denomina “verde pintón”. Así mismo, mide 2.5 cm. de diámetro y su peso es de 9.3 g en promedio. Esta fase comprende un periodo de siete días.

---

**Fase 7:** El fruto presenta un color verde rojizo: rojo claro con manchas verdes. Se le denomina “pintón maduro”. Mide 2.6 cm. de diámetro y pesa 10.3 gramos en promedio. Esta fase comprende seis días.

---

**Fase 8:** El fruto, en su totalidad, es de color rojo vino. Se le considera un fruto maduro. Mide 2.5 cm. de diámetro y pesa 10 gr. en promedio. Esta fase comprende seis días.

### 2.3.5 Cosecha

La fase de cosecha corresponde a la obtención de los frutos en estado de maduración pintón a maduro, según lo requiera el mercado.

## 2.4 Características de las fases en la fenología reproductiva del camu camu

### 2.4.1 Floración

Picón y Acosta (2000), sugieren que el camu camu inicia su floración a los 2,5 a 3 años de plantado en campo definitivo, cuando alcanza 2 cm de diámetro basal; las yemas florales aparecen desde las ramas superiores hacia las ramas basales, por lo tanto, una misma planta puede presentar flores y frutos a la vez. Pueden generarse hasta 12 flores por cada nudo, observándose también la formación de flores directamente en el tronco y ramas gruesas de plantas adultas.

### 2.4.2 Fructificación

Villachica (1996), indica que los botones florales de camu camu, a los 15 días de su emisión, se abren observándose la flor y después de ser polinizada esta se marchita y pierde la corola, apareciendo el botón que dará origen al fruto. Luego de 5 a 7 días de la polinización el fruto alcanza el tamaño de la cabeza de un alfiler, quedando listo para la cosecha entre los 60 y 70 días después de la

antesis. En el cuadro 1, se muestra las fases de la fenología reproductiva del camu camu.

**Cuadro 1.** Fenología reproductiva del camu camu para ecosistemas aluviales en Iquitos

FASE	FLORACIÓN*				FRUCTIFICACIÓN**							
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
Estado	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
Duración (días)	7	7	4 - 5 horas		7	7	12	10	7	7	6	6
Duración acumulado (días)	7	14	15		22	29	41	51	58	65	71	77

Fuente: Pinedo et al. (2001)

Leyenda:

\* ESTADO DE FLORACIÓN

1. Inicio de yema floral
2. Yema floral desarrollada
3. Salida del estilo
4. Emergencia del estambre

\*\*ESTADO DE FRUCTIFICACIÓN

1. Inicio del fruto.
2. Fruto inmaduro I
3. Fruto inmaduro II
4. Fruto inmaduro III
5. Fruto verde
6. Fruto verde pintón
7. Fruto pintón maduro
8. Fruto maduro.

### 2.4.3 Maduración

Pinedo *et al.*, (2001), revelan que el estado de madurez de la cosecha tiene una relación directa con el contenido de vitamina C y otros factores nutritivos tales como los aminoácidos. Este autor caracteriza objetivamente los grados de maduración y propone cuatro estados:

<b>Estado 5:</b>	Verde	(V)
<b>Estado 6:</b>	Verde Pintón	(VP)
<b>Estado 7:</b>	Pintón maduro	(PM)
<b>Estado 8:</b>	Maduro	(M)

El estado recomendable para grandes volúmenes de cosecha es el estado 7.

## 2.5 Variación del contenido de ácido ascórbico por estado de maduración de los frutos de camu camu

Villachica (1996), detalla el contenido de ácido ascórbico por 100 g de pulpa fresca, incidiendo en los estados de maduración:

Fruto 100% verde:	1700 mg/100g de pulpa
Fruto 25% maduro:	1827 mg/100g de pulpa
Fruto 50% maduro:	1849 mg/100g de pulpa
Fruto 75% maduro:	2052 mg/100g de pulpa
Fruto 100% maduro:	1870 mg/100g de pulpa
Fruto sobremaduro:	16509 mg/100g de pulpa

El fruto con 75% de maduración corresponde al fruto pintón maduro, estado de maduración recomendable para cosechar los frutos de camu camu, si el objetivo son altas concentraciones de ácido ascórbico natural. Por otro lado, Icumina *et al.*, (2011) corroboran que frutos en el estado de maduración pintón

maduro (75% de maduración), alcanzan altos valores de contenido de ácido ascórbico que oscila entre 2220 a 2526 mg de ácido ascórbico en 100g de pulpa fresca. Así mismo, Sandoval (2012), citado por Pinedo *et al.*, (2010) encontró niveles de  $3356 \pm 17$ ,  $3319 \pm 54$  y  $3017 \pm 172$  mg/100 g de pulpa de camu camu en los estado verde, pintón y maduro respectivamente. Por su parte, Iman *et al.*, (2011), reportan altas cantidades de ácido ascórbico en cáscara de camu camu en estado maduro y sobremaduro.

El contenido de vitamina C, según estados de maduración se ajustan a una curva de regresión cúbica, tanto para pulpa, cáscara y pulpa más cáscara con 87%, 90% y 98 % de efectividad, respectivamente.

## 2.6 Caída fisiológica de los frutos

Es un desorden, probablemente relacionado con la competencia entre los frutos por los carbohidratos, el agua, hormonas y otros metabolitos. El problema, sin embargo, se acentúa mucho por el estrés, especialmente el causado por altas temperaturas y falta de agua.

Por consiguiente, la caída fisiológica suele ser más severa donde las temperaturas de las hojas pueden alcanzar los 35-40°C, y donde la escasez de agua crea problemas. Una hipótesis es que las altas temperaturas y la acusada falta de agua ocasionan el cierre de las estomas con la consiguiente disminución en la asimilación neta de CO<sub>2</sub>. Entonces, hay abscisión en los frutos porque estos mantienen un equilibrio de carbono negativo (Salisbury y Ross, 2000).

En el estudio efectuado por Delgado (2010), sobre control integrado de caída de fruta del camu camu, se llegó a concluir que la caída ocurre por causa genética, fisiológica nutricional, plagas, viento, y también, por causas mecánicas.

## 2.7 Materia seca como factor determinante en la producción de los cultivos

El rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular materia seca en los órganos que se destinan a la cosecha, y un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento, siendo los frutos los principales órganos sumideros y compitiendo entre ellos y con los órganos vegetativos por los asimilados disponibles (Peil y Gálvez, 2005).

## 2.8 Nutrientes esenciales en las plantas

En las plantas existen dieciséis elementos esenciales para su crecimiento adecuado, tres de estos elementos son utilizados en grandes proporciones: carbono, hidrógeno y oxígeno; seis elementos, son utilizados en proporciones relativamente grandes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, conocidos también como macronutrientes; siete elementos, son utilizados en pequeñas cantidades: boro, cobre, cloro, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, denominado micronutrientes (Barcelo *et al.*, 2001; Burton y Cooper, 2009).

El carbono, hidrógeno y oxígeno son elementos que forman las principales moléculas que se encuentran en los seres vivos: glúcidos, lípidos y proteínas. De la misma forma, C, H y O responden al 95% de todas las necesidades de la planta (Jean-Prost, 1970; Plaster, 2005).

Las plantas obtienen el carbono a partir del dióxido de carbono que ingresan por las estomas, mientras que el hidrógeno se obtiene de las moléculas de agua; y el oxígeno, la planta lo obtiene como resultado del fotólisis, del aire del

suelo y de las que penetran por las estomas, principalmente (Chapman y Carter 1976; Rios y Martos, 1985).

### 2.8.1 Macronutrientes

El uso de macronutrientes por las plantas, de manera general, presenta el siguiente orden decreciente  $N \geq K > Ca > Mg \geq P > S$ ; sin embargo, la especificidad recae sobre la planta cultivada (Plaster, 2005).

El **nitrógeno** es un elemento muy móvil, es absorbido por la planta desde el suelo en forma de ion nitrato ( $NO_3^-$ ) y amonio ( $NH_4^+$ ), está presente como componente de proteínas, coenzimas, nucleótidos y clorofila, así mismo, está implicado en todos los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal, favorece un crecimiento rápido y aumenta la producción. Las plantas deficientes de nitrógeno son generalmente débiles, cloróticas, que se evidencia en las hojas más bajas (Chapman y Carter, 1976; Rodríguez, 1999; Barcelo *et al.*, 2001; Burton y Cooper, 2009; Graetz, 2010)

El **fósforo** es absorbido por la raíz como ion fosfato ( $HPO_4^-$  y  $H_2PO_4^-$ ), siendo interiormente un elemento móvil, interviene en la formación de nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos, también de las coenzimas NAD y NADP y parte integrante del ATP, es importante en el crecimiento de plántulas y plantas jóvenes; además, ayuda a un buen desarrollo radicular y a la formación de la semilla. Así mismo, forma parte del material genético (cromosoma y genes) por lo que está implicado en la reproducción de la planta y la división celular (Plaster, 2005). Las plantas deficientes de fósforo demoran en madurar, los frutos se caen antes de madurar, disminuye la floración, las hojas presentan un color rojo púrpura oscuro principalmente (Chapman y Carter, 1976; Salisbury y Ross, 2000; Devlin 2000; Barcelo *et al.*, 2001).

El **potasio** es un catión monovalente ( $K^+$ ), muy móvil, su papel principal es el de actuar como activador de numerosas enzimas, transportador de azúcares por el floema, mecanismos de abertura y cierre de estomas, regular el potencial osmótico celular, mejora la calidad de los frutos. La deficiencia de potasio en la planta se observa en la quemadura marginal, en hojas maduras, se detiene el crecimiento y se presentan internudos acortados (Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000; Burton y Cooper, 2009).

El **calcio** en el interior de la planta es un elemento inmóvil, absorbido en su forma catiónica ( $Ca^{++}$ ), actúa en la planta como componente estructural de paredes y membranas celulares y como cofactor de varias enzimas. Las zonas meristemáticas de las raíces, tallos y las hojas, donde existe divisiones celulares, son las zonas con mayor susceptibilidad a la falta de calcio, debido a que es necesario para que se forme una nueva laminilla media en la placa celular que aparece entre la célula hija. Por lo tanto, los síntomas de deficiencia en calcio se observa tejidos retorcidos y muerte temprana (Rodríguez, 1999; Salisbury Y Ross, 2000; Graetz, 2010).

El **magnesio** se absorbe en forma de ion  $Mg_2^+$ , elemento móvil, la molécula de clorofila contiene un átomo de magnesio, es esencial para la formación de algunos aminoácidos, vitaminas y azúcares actúa también como cofactor de enzimas, asimismo, este elemento es antagónico con el calcio y el potasio. Su deficiencia se observa en la clorosis intervenal de las hojas más antiguas (Jean-Prost, 1970; Barcelo *et al.*, 2001; Graetz, 2010).

## 2.8.2 Micronutrientes

Denominados elementos traza, oligoelementos o micronutrientes, estos nutrientes se requieren sólo en cantidades pequeñas y muy limitadas, la deficien-

cia de uno o más de estos nutrientes puede tener mucha influencia sobre el rendimiento y desarrollo de los cultivos, se necesita en concentraciones  $\leq$  a 100 mg/kg de materia seca (Salisbury y Ross, 2000; Graetz, 2010).

El **manganeso** es un elemento poco móvil en las plantas, se absorbe en su forma catiónica  $Mn^{++}$ , es imprescindible en la formación de clorofila, metabolismo del nitrógeno. Activador enzimático en la respiración síntesis proteica, aumenta la velocidad de germinación de la semilla y la madurez de la cosecha y formación de ácido ascórbico. Los suelos ácidos y pobremente aireados favorecen la disponibilidad de manganeso. Las deficiencias se observan clorosis intervenal en las hojas jóvenes (López y López, 1990; Gil, 1995; Rodríguez, 1999; Devlin, 2000; Uson *et al.*, 2010).

El **hierro**, elemento poco móvil, es absorbido por las plantas en forma ferrosa  $Fe^{++}$ , después de ser reducido el  $Fe^{+++}$  por una reductasa férrica en el exterior de la raíz, en suelos de pH ácido, cantidades apreciables de hierro pasan a forma disuelta en la solución suelo y son absorbidos por la planta, lo contrario en suelos alcalinos el hierro es mucho más insoluble. El hierro es un elemento clave de diversas reacciones de óxido-reducción como la respiración, fotosíntesis y la reducción de nitratos y sulfatos. Su carencia se observa clorosis intervenal en hojas muy jóvenes y la deformación de la misma (López y López, 1990; Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000).

El **zinc** es absorbido por la planta en su forma catiónica  $Zn^{++}$ , elemento poco móvil, los suelos alcalinos reducen su cantidad asimilable, es también un elemento que limita los rendimientos de los cultivos, actúa como activador de varias enzimas como la anhidrasa carbónica (convierte el ácido ascórbico en  $CO_2$  y  $H_2O$  y la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfato, es necesario también para la producción de clorofila y carbohidratos, interviene en la síntesis de la hormona de crecimiento (Ácido Indol Acético). Los

inconvenientes producidos por la deficiencia de zinc son: hojas pequeñas y con apariencia de arrosado (Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000; Barcelo *et al.*, 2001).

El **cobre**, elemento poco móvil, se absorbe en forma de ion cúprico divalente  $\text{Cu}^{2+}$  en suelos aireados y como ion cuproso monovalente  $\text{Cu}^{+}$  en suelos húmedos y con poco oxígeno forma parte de un grupo de enzimas como: tirosinasa, lacasa, fenolasas y ácido ascórbico oxidasa, todos ellos caracterizados por la utilización del oxígeno en la oxidación del sustrato, también interviene en la fotosíntesis y formación de vitamina A. En ausencia de cobre, las hojas jóvenes se tornan de color verde oscuro, deforme y a veces con manchas necróticas (Barcelo *et al.*, 2001; Salisbury y Ross, 2000; Uson *et al.*, 2010).

## 2.9 Análisis foliar en plantas

Generalmente, el tejido foliar es el que refleja mejor el estado nutricional de la planta (Corredo y García, 2012). El crecimiento y desarrollo anual de un frutal en etapa productiva manifiesta variaciones que responden al manejo de la especie y a la interacción con los factores edáficos y climáticos.

Los análisis foliares o de tejidos vegetales son el complemento indispensable a los análisis de suelo. Ambos son necesarios para lograr un buen diagnóstico (Bertsch, 2002; 2005; 2007).

## 2.10 Concentración de nutrientes por las plantas

Munson y Nelson, 1986; Campbell, 2000, citados por Corredo y García (2012), resaltan que el análisis de plantas, que a veces erróneamente es referido como análisis foliar, es una técnica que determina el contenido de los nutrientes

en tejidos vegetales de plantas de un cultivo muestreado en un momento o etapa de desarrollo determinados. Esta herramienta se basa en los mismos principios que el análisis del suelo, asumiendo que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para proporcionarlos y a su vez, con la productividad de las plantas.

## 2.11 Absorción de nutrientes por las plantas

Absorción, acumulación o consumo de nutrientes por las plantas se refiere a cantidad total de nutrientes absorbidos por el cultivo durante su ciclo de desarrollo desde la siembra hasta la cosecha, permite conocer la cantidad de nutrientes en  $\text{kg. ha}^{-1}$  que es absorbida por un cultivo, para producir un rendimiento dado en un tiempo definido. (Bertsch, 2002; 2005; Ciampitti y García, 2007; Correndo y García, 2012).

## 2.12 Extracción de nutrientes por las plantas

Extracción de nutrientes por las plantas está orientado a la cantidad total de nutrientes hecha particularmente por la parte comercial o los órganos cosechados como: grano, forraje, fruto, nuez, mazorca, flor, hojas, brotes, bulbo, raíz, tubérculo, fibra, caña, hoja seca entre otros, por tonelada de cosecha (Ciampitti y García, 2007; González y Pomares, 2008; Correndo y García, 2012).

La extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos (Potencial genético de las plantas y edad de la planta o estado de desarrollo de la misma), como externos (aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.). (Sancho, 1999).

## 2.13 Nutrientes necesarios en relación al ciclo fenológico de las plantas

De la misma manera, Uson *et al.*, (2010), detallan que los nutrientes necesarios para las plantas en cada etapa fenológica y los cambios que ocurre en cada una de ellas se señalan en 11 puntos:

1. **Latencia:** el frutal se encuentra en receso metabólico el cual termina después de una cantidad de horas de frío, no existe consumo ni transporte interno de agua ni nutrientes. Los nutrientes y carbohidratos están formando parte de compuestos químicos de reserva. En el caso de camu camu, el estado de latencia puede corresponder al periodo de inundación en terraza baja inundable y al período muy seco en terraza alta. En ambas terrazas, se observan a las hojas amarillentas y es esta fase que Sánchez (2011) lo denomina descanso.

---

2. **Activación:** termina la latencia. Se genera una transformación interna de los almidones a azúcares. Se inicia la movilización de nutrientes desde las raíces y madera a los puntos de brotación. La planta se abastece de sus propias reservas. Se inicia la etapa de yema hinchada.

---

3. **Brotación:** aparecen las primeras hojas. La planta empieza a acelerar lentamente su velocidad de absorción de agua y nutrientes del medio externo.

---

4. **Desarrollo:** se produce una gran actividad celular orientada a la formación de órganos especializados en distintas funciones de la planta (hojas, tallos, raíces, flores y frutos). Todavía el consumo de agua y nutrientes es bajo. Comienza la aparición de raicillas y corresponde a unos 25 a 35 días post-brotación.

- 
5. **Crecimiento:** viene un gran aumento en el tamaño de los órganos y se produce un aumento importante en la demanda diaria de agua y nutrientes, especialmente **N**. existe una alta dependencia del suministro externo de nutrientes.

---

  6. **Floración:** los nutrientes, azúcares y agua se movilizan de preferencia rumbo a los órganos reproductivos. La absorción por parte de las raíces llega a ser máxima. En esta etapa el papel del **K** es fundamental, debido a su papel en el transporte de carbohidratos, que conforman el 90% del peso seco del fruto.

---

  7. **Cuaja:** corresponde a la caída de pétalos, es una etapa breve. Marca el inicio de la etapa de mayor importancia como es el llenado de frutos.

---

  8. **Llenado de fruto:** es el proceso de mayor actividad en la traslocación interna de nutrientes y azúcares y absorción externa de agua y nutrientes. En esta etapa se llega a la demanda máxima de nutrientes, especialmente **K**.

---

  9. **Pinta:** en esta etapa la fruta ha llegado a su calibre máximo y comienza a cambiar de color. Es necesario disminuir el aporte de **N** para evitar inducción de nuevos brotes y desordenes fisiológicos en el flujo de carbohidratos que van a la fruta. La tasa de absorción es alta, pero menor que en llenado de fruta. En esta etapa el fruto constituye el principal órgano de demanda y los fotosintatos se movilizan hacia este órgano.

---

  10. **Cosecha:** en esta etapa comienza la senescencia de los tejidos y normalmente no se aplican fertilizantes.

---

  11. **Poscosecha:** la planta presenta una nueva actividad radical y se genera un reflujo de nutrientes desde las hojas hacia la madera y raíces. Este momento es clave como oportunidad para aplicar nutrientes y aumentar las reservas para el inicio del crecimiento de la próxima temporada.

## 2.14 Extracción de macronutrientes realizados por camu camu y otros frutales que contienen ácido ascórbico

Investigaciones realizadas por Casas (2014) y Panduro (2015), en extracción de nutrientes por tonelada de fruto producido en camu camu, se muestra en el cuadro 2. Asimismo, la extracción de nutrientes en frutos del género citrus, que también presentan cantidades considerables de ácido ascórbico, es reportado por Ciampitti y García (2007), datos que se presentan en el mismo cuadro 2.

**Cuadro 2.** Cantidad de macronutrientes extraído por el fruto de *Myrciaria* y *Citrus* en  $\text{kg t}^{-1}$

Cultivo	Nombre científico	Órgano cosechable	Extracción $\text{kg t}^{-1}$					
			N	P	K	Ca	Mg	
Camu camu	<i>M. dubia</i>	Fruto	29.03	2.6	14.5	-	-	*
Camu camu	<i>M. dubia</i>	Fruto	18.88	1.45	7.14	9.36	1.58	**
Limón	<i>C. limon</i>	Fruto	1.6	0.2	1.7	0.7	0.2	***
Mandarina	<i>C. reticulata</i>	Fruto	1.5	0.2	2.0	0.7	0.2	
Naranja	<i>C. sinensis</i>	Fruto	2.0	0.3	2.6	1.0	0.4	
Pomelo	<i>C. grandis</i>	Fruto	1.1	0.1	2.0	0.4	0.1	

Fuente: \* Casas, 2014; \*\* Panduro, 2015; \*\*\* Ciampitti y Garcia, 2007





# 3

## **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**



Fruto pintón de Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## 3. Materiales y métodos

### 3.1 Lugar de ejecución del estudio

La ejecución tomó dos escenarios: una unidad fisiográfica **terrazza alta (Ta)**, ubicada en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana-IIAP, CFB km 12.400 a 166 m s. n. m.; y otra unidad fisiográfica **terrazza baja inundable (Tbi)** a 146 m s. n. m., ubicada en el Caserío San José de Tushmo, en la parcela del Señor Félix Gonzales Soplin. Ambos en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, Perú (ver figura 1).

### 3.2 Material genético en estudio

Las dos plantaciones de camu camu en estudio, tuvieron similar tiempo de instalación, la cual se aproxima a nueve años, tanto en Ta y Tbi, la densidad de siembra es de 3 x 3 m (1111 plantas ha<sup>-1</sup>). El material genético, responde a la mezcla de semillas provenientes de rodales naturales de la Región Loreto, la cual proporcionó como escenario, la existencia de variabilidad dentro de cada plantación.

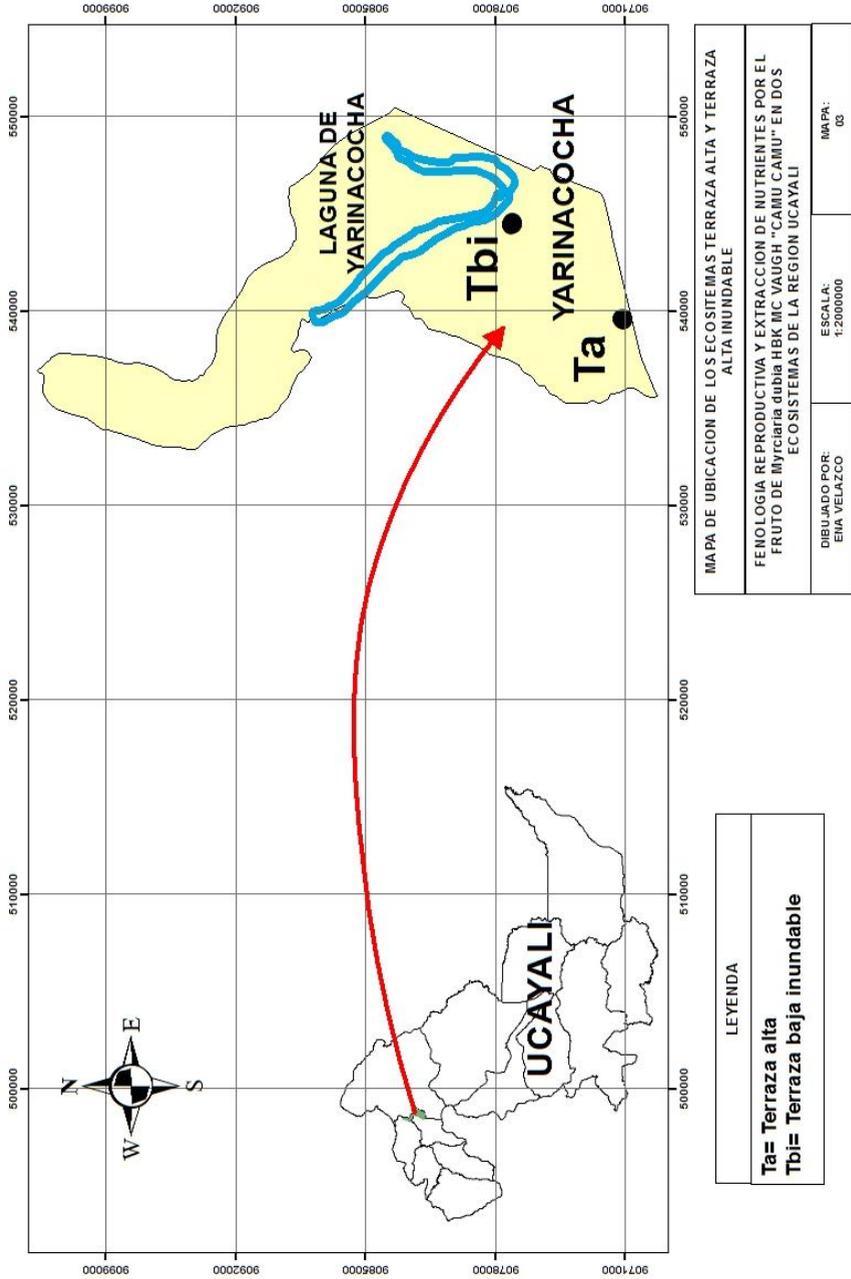


Figura 1. Mapa de ubicación de las unidades fisiográficas de terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi) donde se desarrolló el estudio.

### 3.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación corresponde a un diseño descriptivo, relacional y transeccional, debido a que no se manipulan variables sino se estudian tal como se presenta en la naturaleza y en un solo momento.

### 3.4 Procedimiento para la ejecución del estudio

El estudio se ejecutó en dos etapas: etapa de campo y etapa de gabinete (poscampo).

#### 3.4.1 Etapa de campo

##### a) Ubicación de las parcelas en Ta y Tbi

Antes de ubicar a las parcelas de camu camu, se consiguió el mapa fisiográfico de la Región Ucayali, donde se observó la unidad fisiográfica de terraza alta y terraza baja inundable perteneciente al distrito de Yarinacocha, seguidamente se sacaron puntos, en el centro de cada parcela, con un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) Garmin GPSMAP 60CS x GPS, para después trasladar los datos en UTM al programa Arcgis 10, elaborando finalmente un mapa donde se evidencia las unidades fisiográficas terraza alta y terraza baja inundable (ver figura 1).

## **b) Georreferenciación de las parcelas en Ta y Tbi**

Una vez ubicado las parcelas en las unidades fisiográficas correspondientes, se comenzó a tomar puntos con un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) Garmin GPSMAP 60CSx GPS, anotando los datos en UTM en cada quiebre del vértice. Seguidamente, se trasladó los datos al programa Arcgis 10 para después dibujar un mapa de ubicación de las parcelas en cada unidad fisiográfica (Ver figuras 2 y 3).

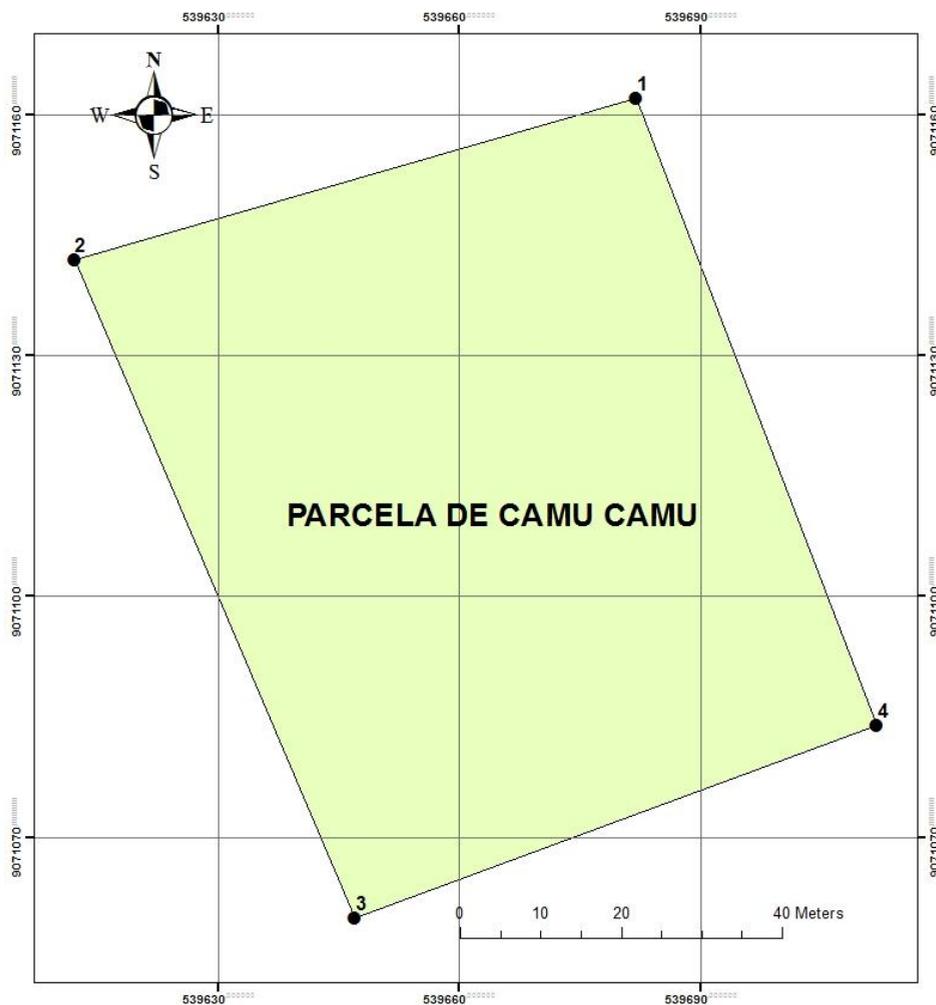
## **c) Control de malezas en las parcelas de Ta y Tbi**

Se efectuó el control de malezas de manera mecánica con ayuda de un equipo cortador de malezas denominado desbrozadora de marca Sthill FS420 gasolinero, esta actividad se realizó mensualmente, cuando las malezas tenían una altura de 20 cm en promedio.

## **d) Selección de plantas para el estudio**

La plantación estuvo en la fase de descanso, caracterizado por el color verde amarillento de las hojas, momento oportuno para iniciar con la investigación.

La selección de plantas se realizó al azar haciendo uso del software estadístico bio estat, se eligió nueve plantas para cada unidad fisiográfica (Ta y Tbi, respectivamente), trabajando en total con 18 plantas en todo el periodo que duró el estudio. El número de plantas elegidas se debe a experiencias de trabajos similares realizado por Abanto (2010, 2011) e Inga (2012). La distribución de las plantas seleccionadas se muestra en las figuras 4 y 5.

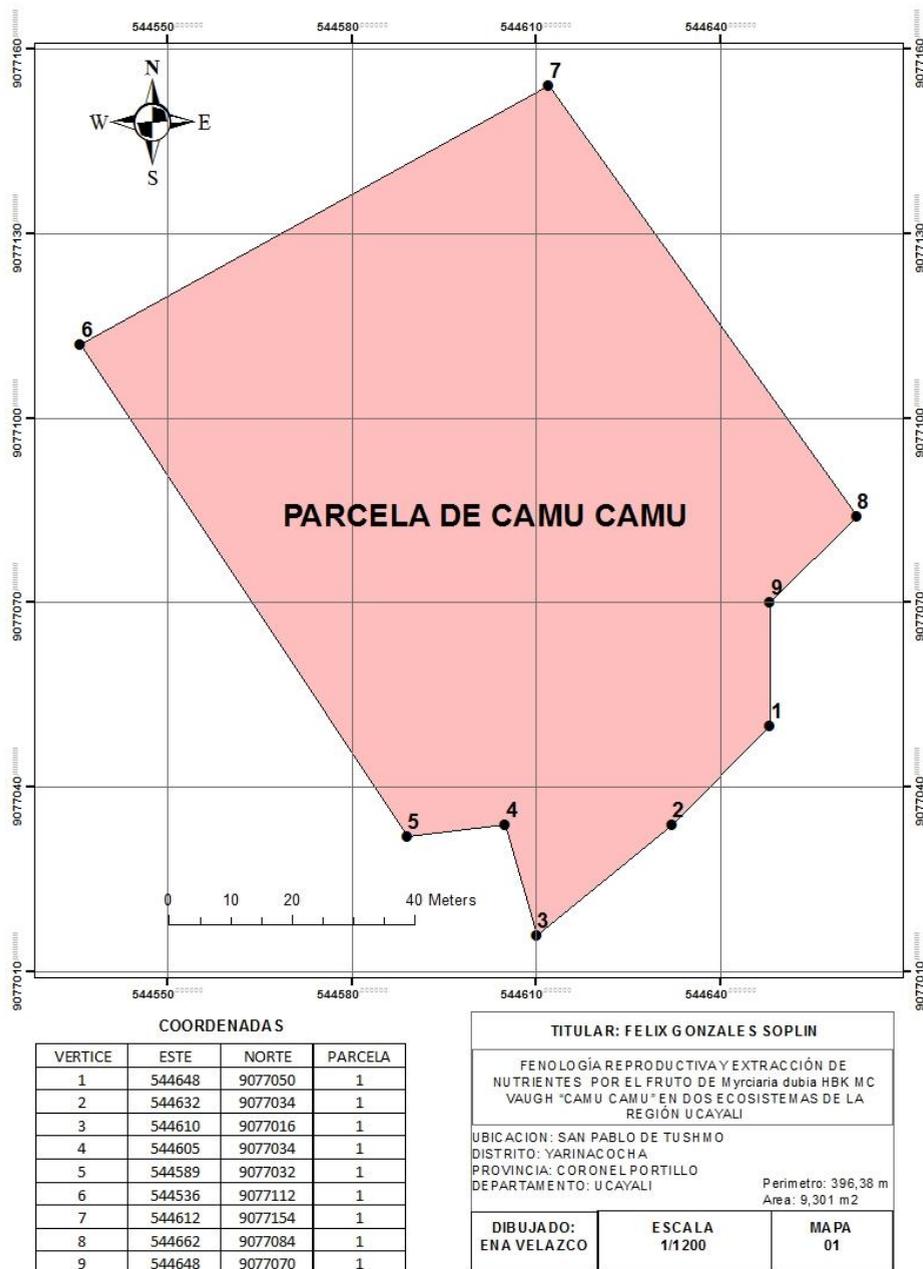


**COORDENADAS**

VERTICE	ESTE	NORTE	PARCELA
1	539682	9071162	1
2	539612	9071142	1
3	539647	9071060	1
4	539712	9071084	1

<b>TITULAR: INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA</b>		
FENOLOGÍA REPRODUCTIVA Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR EL FRUTO DE <i>Myrciaria dubia</i> HBK M C VAUGH "CAMU CAMU" EN DOS ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN UCAYALI		
UBICACION: KM 12,200 DISTRITO: YARINACOCOA PROVINCIA: CORONEL PORTILLO DEPARTAMENTO: UCAYALI		
		Perimetro: 394 m Area: 9,289 m <sup>2</sup>
DIBUJADO: ENA VELAZCO	ESCALA 1/1200	MAPA 02

*Figura 2. Georreferenciación de la parcela con plantación de camu camu en terraza alta - Ta*



*Figura 3. Georreferenciación de la parcela con plantación de camu camu en terraza baja inundable – Tbi.*

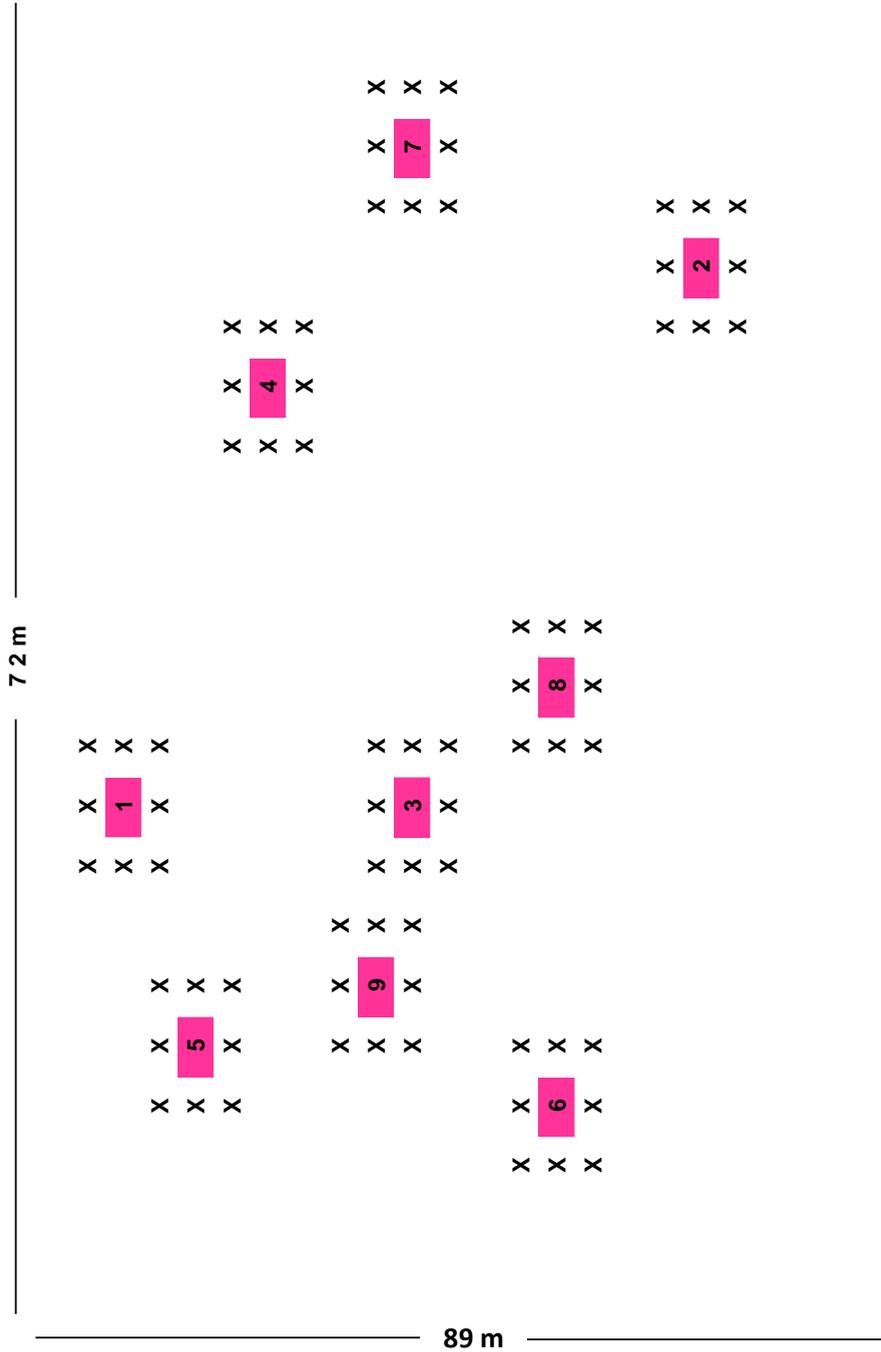
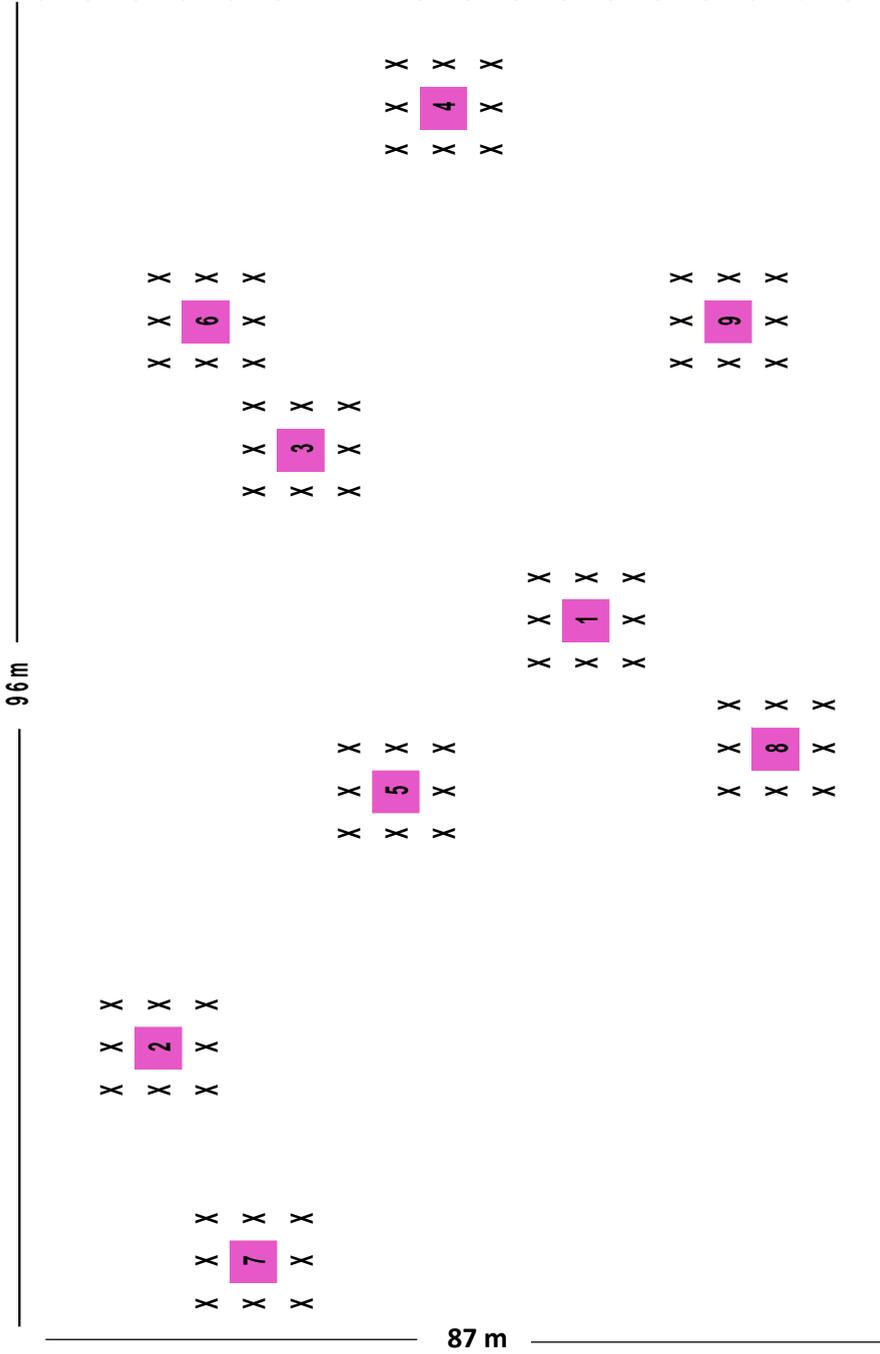


Figura 4. Distribución de las plantas seleccionadas en la unidad fisiográfica terraza alta (Ta)



**Figura 5.** Distribución de las plantas seleccionadas en la unidad fisiográfica terraza baja inundable (Tbi)

**e) Codificación de las plantas seleccionadas**

Cada planta seleccionada fue debidamente codificada y enumerada de manera correlativa del 1 al 9 sobre etiquetas de material metálico por cada unidad fisiográfica, teniendo el código Ta<sup>-1</sup>, que significa terraza alta y planta 1, Tb<sup>-1</sup> significa terraza baja inundable y planta 1; así, hasta completar las nueve plantas por unidad fisiográfica.

**f) Eliminación de los chupones presentes en las plantas seleccionadas**

Con la ayuda de una tijera de poda manual y serrucho de podar tipo cola de zorro, se retiraron los chupones de la base de las plantas para evitar competencia por nutrientes, antes de pasar a otra planta, se desinfectó la herramienta con alcohol de 96°; y a la zona cortada, se le aplicó cicatrizante arbokol. Esta actividad se realizó cada vez que se observaba presencia de brotes basales (chupones).

**g) Poda de las plantas seleccionadas****Poda sanitaria:**

Se realizó la poda sanitaria, utilizando un serrucho de podar tipo cola de zorro y tijera de podar manual, se cortó las ramas enfermas y rotas, así como la extracción de plantas parasitas, actividad que se realizó de acuerdo con el grado de incidencia de estas y según las necesidades de la parcela.

**Poda de fructificación:**

Se realizó la poda de fructificación eliminando las ramas que habían fructificado la campaña pasada. Cabe señalar que antes de pasar a otra planta se desinfectó con alcohol de 96° y las heridas fueron cubiertas con cicatrizante arbokol. La poda se realizó a la planta seleccionada y a ocho plantas vecinas.

## h) Defoliación de las plantas seleccionadas

La defoliación se realizó de forma manual a la planta seleccionada y codificada y a las ocho plantas que rodeaban a la misma, esto con la finalidad de que la planta elegida pueda tener luz y comenzar a emitir los nuevos brotes vegetativos. Asimismo, la defoliación se realizó con el propósito de uniformizar el brotamiento y sincronizar la producción. En total fueron 81 plantas que se podaron y defoliaron en cada unidad fisiográfica y 162 plantas en ambas unidades fisiográficas (Ta y Tbi).

## i) Muestreo de suelo a nivel de perfil en Ta y Tbi

Aproximadamente al centro de cada parcela se realizó la apertura de una calicata, tanto en Ta y Tbi (0.50 m ancho, 1.0 m largo y 0,50 m de profundidad), recogiendo cinco muestras en total (tres en Ta y dos en Tbi). La división del perfil en capas u horizontes se efectuó al detectarse cambios en la consistencia del suelo, raspando este con una navaja. Otras propiedades que ayudaron a esta delimitación fueron el color, textura y la presencia de fragmentos muy gruesos. Se recogieron un kilo de muestras de suelo por cada horizonte o capa, las mismas que fueron procesadas en el Laboratorio de Suelos de la UNIA, rotuladas y remitidos al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNAS, para su respectivo análisis físico químico.

Las características físico-químicos de suelo se realizaron siguiendo el protocolo que utiliza la UNAS:

- **Textura;** se determinó la distribución del tamaño de partículas, por el método de hidrómetro de Bouyoucos.
- **Materia orgánica;** se determinó por el método de Walkley y Black. Se expresa en porcentaje.

- 
- **Reacción;** el pH del suelo medido en una mezcla de suelo: agua en una relación 1:1 suelo: agua.

---

  - **Sales solubles;** se determinó mediante conductímetro.

---

  - **Fósforo disponible;** por el método de Olsen modificado, y se expresan en parte por millón (ppm).

---

  - **Potasio disponible;** extracción con el método del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6N.

---

  - **Capacidad de Intercambio de Cationes Efectiva (CICE);** por desplazamiento de cationes. Se expresa en meq/100 g de suelo.

---

  - **Cationes cambiables;** Na y K a través de la fotometría de absorción atómica de llama; Al cambiante, por titulación con Hidróxido de sodio; Ca y Mg por titulación de EDTA.

#### j) Muestreo de suelo de la capa arable en Ta y Tbi

Se realizaron muestreos de suelo en cada etapa fenológica, tanto como en el descanso, brotamiento, floración y fructificación. Las submuestras de suelo se colectaron de cada uno de los árboles seleccionados de camu camu justamente dentro de un círculo proyectado hacia el suelo desde los extremos de las ramas laterales, a una distancia de 50 cm del cuello de la planta y profundidad de 20 cm (capa arable) y en cada punto cardinal, obteniendo cuatro submuestras por planta y 36 submuestras para Ta y Tbi, respectivamente. Esta actividad se realizó con la ayuda de un barreno de suelo. Las muestras obtenidas por unidad fisiográfica fueron trasladados al Laboratorio de Suelos de la UNIA, en donde se acondicionó, rotuló y remitió al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNAS, para su respectivo análisis, siguiendo el protocolo descrito en el ítem i.

#### k) Muestreo foliar

El muestreo de hojas fue realizado en cada fase fenológica en el horario de 6 a 8 am, para las fases de:

- i. **descanso:** se colectaron las hojas al momento de la defoliación;
- ii. **brotamiento:** se recolecto las hojas cuando los brotes alcanzaron su máximo crecimiento, después de observado la caída de los primordios foliares;
- iii. **floración,** se colectó las hojas cuando se observó la apertura total de las flores;
- iv. **fructificación,** se colectó las hojas cuando el fruto llego a su máxima maduración (fruto maduro).

Del tercio superior de las plantas seleccionadas, se ubicó un brote por cada punto cardinal, cogiendo manualmente cuatro hojas a la mitad de cada brote elegido, colectando 144 hojas por muestreo y unidad fisiográfica ( $T_a$  y  $T_{bi}$  respectivamente), después del cual se llevó al Laboratorio de Suelos de la UNIA, para poder acondicionarlas y empaclarlas en bolsas de polietileno, rotuladas y enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNAS para su respectivo análisis de contenido de macro y micronutrientes, siguiendo el siguiente protocolo:

- **Preparación de muestras,** se realizó mediante la digestión húmeda nitroperclórica.

---

- **Nitrógeno,** se realizó mediante el método de la micro-Kjeldahl modificado.

---

- **Fósforo,** mediante colorimetría con el método amino – naftol sulfónico (color azul).

---

- **Potasio,** por espectrometría de absorción atómica.

---

- **Los macronutrientes secundarios y micronutrientes** se determinaron mediante fotometría de absorción atómica de llama.

## l) Muestreo de frutos

El muestreo de frutos se realizó en el estado de maduración completa (100% de color rojo púrpura intensa), para efectuar su respectivo análisis de concentración de macro y micronutrientes. Los frutos fueron cosechados manualmente, empacados y rotulados para ser enviados al *Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNAS*, donde se realizó el análisis, siguiendo el protocolo descrito en el ítem k. Se remitió un aproximado de 500 g de frutos por unidad fisiográfica terraza alta y terraza baja inundable respectivamente.

## m) Datos climatológicos durante el estudio

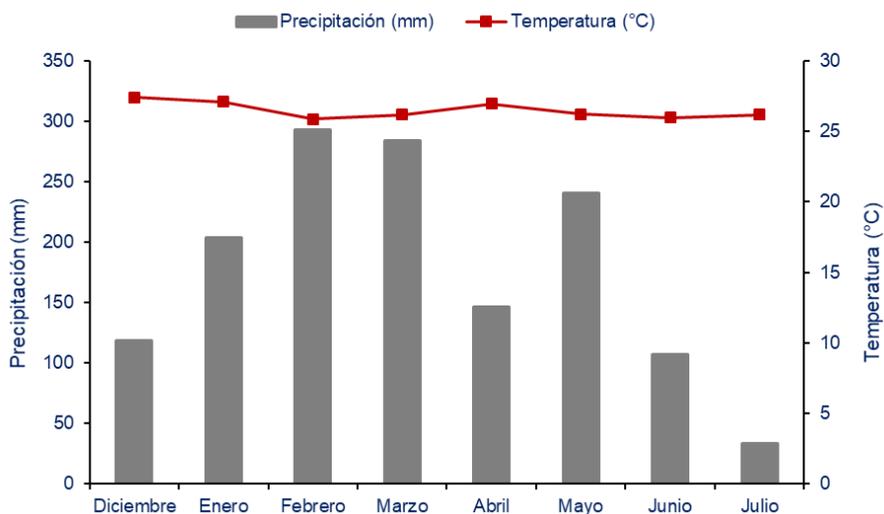
Los datos climáticos como precipitación y temperatura ambiental máximo y mínimo se obtuvieron de la base de datos virtual del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología – SENAMHI, el cual trabaja con la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Datos que corresponden a los meses que duró el estudio, la variación de la temperatura media y precipitación mensual se observa en la figura 6.

## n) Variables a evaluar en el estudio

### 1. Variable independiente

Unidad fisiográfica:

- Terraza alta
  - Terraza baja inundable
-



*Figura 6. Variación de la temperatura media y precipitación mensual (SENAMHI 2015)*

## 2. Variable dependiente

Etapa fenológica reproductiva

### Fase de floración

- Número total de yemas florales (Cantidad por planta)

---

- Número total de flores (Numero flores abiertos por planta)

### Fase de fructificación

- Número total de frutos por planta (cantidad)

---

- Peso total de frutos por planta (kg)

---

- Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)

Extracción de nutrientes por el fruto

- Cantidad de nutrientes extraídos por el fruto en cada unidad fisiográfica  $T_a$  y  $T_{bi}$  ( $\text{kg}$  o  $\text{g}^{-1}$  de fruto).

### o) Medición de las variables en estudio.

Sobre la fenología del cultivo de camu camu se identificó 6 fases: descanso, brotamiento, floración, inicio de fructificación, llenado de fruto y fruto maduro-cosecha (Sánchez *et al.*, 2011). Para este estudio, se adaptaron a cuatro fases fenológicas que fueron evaluados en el tiempo que se presenta en el cuadro 3. Cabe señalar que Pinedo *et al.*, (2001) e Inga *et al.*, (2001), mencionan que en la fenología reproductiva se presentan dos etapas: floración y fructificación. Sin embargo, observaciones realizadas para este estudio, el **ciclo productivo inicia y termina en la fase de descanso**; así como una **fase de transición denominado brotamiento**, fases que fueron incluidos en el trabajo.

**Cuadro 3.** Fase fenológica evaluada en las unidades fisiográficas terraza alta ( $T_a$ ) y terraza baja inundable ( $T_{bi}$ ) en camu camu

	Terraza alta	Terraza baja inundable
<b>Fenología</b>		
	<b>Días evaluados ddd*</b>	<b>Días evaluados ddd*</b>
Descanso	0	0
Brotamiento	49	43
Floración	132	119
Fructificación	213	206

\*ddd: días después de la defoliación

Fuente: Adaptado de Sánchez *et al.*, (2011) para el presente estudio.

Las ocurrencias de las fases fenológicas fueron determinadas por el método de observación y las mediciones de las variables se efectuaron cuando ocurrió el cambio característico de cada fase de la siguiente manera:

### **1. Fase de descanso**

En esta fase se observó que las hojas de las plantas tuvieran un color verde amarillento, característico de la fase de descanso o reposo, momento en el cual se realizó la poda sanitaria y de fructificación, así como, defoliación total y manual de las plantas seleccionadas. Actividad que se realizó como punto de inicio en la investigación.

### **2. Fase de brotamiento**

Una vez realizado la defoliación total de las plantas, los brotes aparecieron a los 11 días en  $T_a$  y 8 días en  $T_{bi}$  después de la defoliación, se esperó una semana más para después iniciar con la toma de datos.

Se eligió una rama por cada punto cardinal ubicada en el tercio superior de la planta, de cada rama se eligió un brote vigoroso en el cual se realizó semanalmente la medición en longitud con la ayuda de una regla milimetrada de aluminio y conteo del número de hojas, hasta observar la caída de los primordios foliares.

### **3. Fase de floración.**

A la aparición de las yemas florales, en un solo momento, se realizó el conteo del número de yemas florales por planta, con la ayuda de un contómetro. En primer lugar, se contaron el total de ramas en cada planta, después se eligió una rama por cada punto cardinal en el cual se contó el número de yemas florales y se aproximó al número total por planta.

De esta manera, se contaron el número de flores abiertas por planta, actividad que se efectuó cuando las flores estuvieron abiertas al 100%, evidenciando la presencia de estambres de color blanco marfil.

#### 4. Fase de fructificación

Se inició la cosecha cuando los frutos estaban en estado de maduración pintón maduro (75% maduración), se colectaron fruto por fruto en campo, seguidamente, en el laboratorio del IIAP, se procedió a seleccionar por tamaño (grande, mediano y pequeños) para después contarlos, pesarlos y registrar en la respectiva ficha.

Esta actividad se realizó cada semana, después de iniciado la primera cosecha. Considerando a los frutos grandes aquellos que tenían un peso promedio entre 9 a 10 g, fruto mediano entre 7 a 8 g y fruto pequeño menor o igual a 4 g. A partir del peso de fruto por planta se calculó el rendimiento promedio por hectárea.

#### 5. Extracción de nutrientes por el fruto

Esta variable fue calculada a partir de los resultados de análisis del fruto realizado en la fase fenológica de fructificación (cosecha), datos que representaron a la concentración de nutrientes, con las concentraciones de nutrientes reportados por el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNAS, se calculó la **absorción** de nutrientes y finalmente la **extracción** de nutrientes que realizó la planta de camu camu al finalizar la cosecha.

### 3.4.2 Etapa de gabinete (procesamiento de datos e información)

### a) **Calificación de suelos**

Con la información obtenida en campo y los resultados de análisis de suelos (laboratorio) se procedió a la calificación física y química del suelo; utilizando las escalas interpretativas de análisis de suelo, el mismo que establece de manera cualitativa, niveles: bajo, medio y alto de los atributos del suelo, ver cuadros 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 del anexo (Díaz, 2011). La calificación se muestra en los cuadros 1, 2, 3 y 4 del anexo.

### b) **Interpretación de las variables evaluadas**

Con los datos de las variables y después de todas las evaluaciones se procedió con la interpretación de todos los parámetros evaluados, variables medidos y observaciones a registrar.

### c) **Análisis de datos**

Las variables floración y fructificación, fueron analizados mediante una estadística descriptiva utilizando el promedio, coeficiente de variabilidad, desviación estándar y correlación múltiple el cual nos permitió determinar el grado de asociación entre las variables medidas y las unidades fisiográficas en estudio.

A partir de los resultados de **concentración de nutrientes**, se calculó la **absorción de nutrientes**, y con esos datos, se determinó la variable **extracción de nutrientes** que realiza el fruto propiamente dicho por tonelada de fruto. La forma de calcular fue la siguiente:

La **concentración** de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu en la planta de camu camu por unidad fisiográfica en estudio, fue el resultado de análisis de tejidos enviados por el laboratorio de suelos de la UNAS, sean estos en porcentaje o partes por millón; datos que fueron transformados a  $\text{g kg}^{-1}$  y  $\text{mg kg}^{-1}$ , respectivamente.

Mientras que para el cálculo de la **absorción** de nutrientes se realizó a partir de la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu en hojas y fruto de camu camu por unidad fisiográfica multiplicado por la materia seca de cada órgano analizado en cada etapa fenológica y por unidad fisiográfica ( $T_a$  y  $T_b$ ), según la propuesta de Bertsch, 2002 y Bertsch, 2005:

- Si las concentraciones se expresaron en %:

$$\text{Absorción (kg/ha)} = \frac{\text{MS del tejido (kg/ha)} \times \text{NUT (\%)}}{100}$$

Donde:

MS: Materia seca del tejido (kg/ha)

---

NUT: concentración del nutriente en el tejido (%)

- Si las concentraciones se expresaron en ppm:

$$\text{Absorción (g/ha)} = \frac{\text{MS del tejido (kg/ha)} \times \text{NUT (ppm)}}{1000}$$

Donde:

MS: Materia seca del tejido (kg/ha)

---

NUT: concentración del nutriente en el tejido (ppm)

Para el cálculo de la **extracción** de nutrientes propiamente dicho realizado por el fruto, se calculó dividiendo la absorción de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu en el fruto entre kg de materia seca por hectárea del fruto, multiplicado por 1000:

- Extracción en macronutrientes:

$$\text{Extracción (kg/t fruto)} = \frac{\text{Absorción en el fruto (kg/ha)}}{\text{Materia seca en el fruto (kg/ha)}} \times 1000$$

64

---

- Extracción en micronutrientes

$$\text{Extracción (g/t fruto)} = \frac{\text{Absorción en el fruto (g/ha)}}{\text{Materia seca en el fruto (kg/ha)}} \times 1000$$

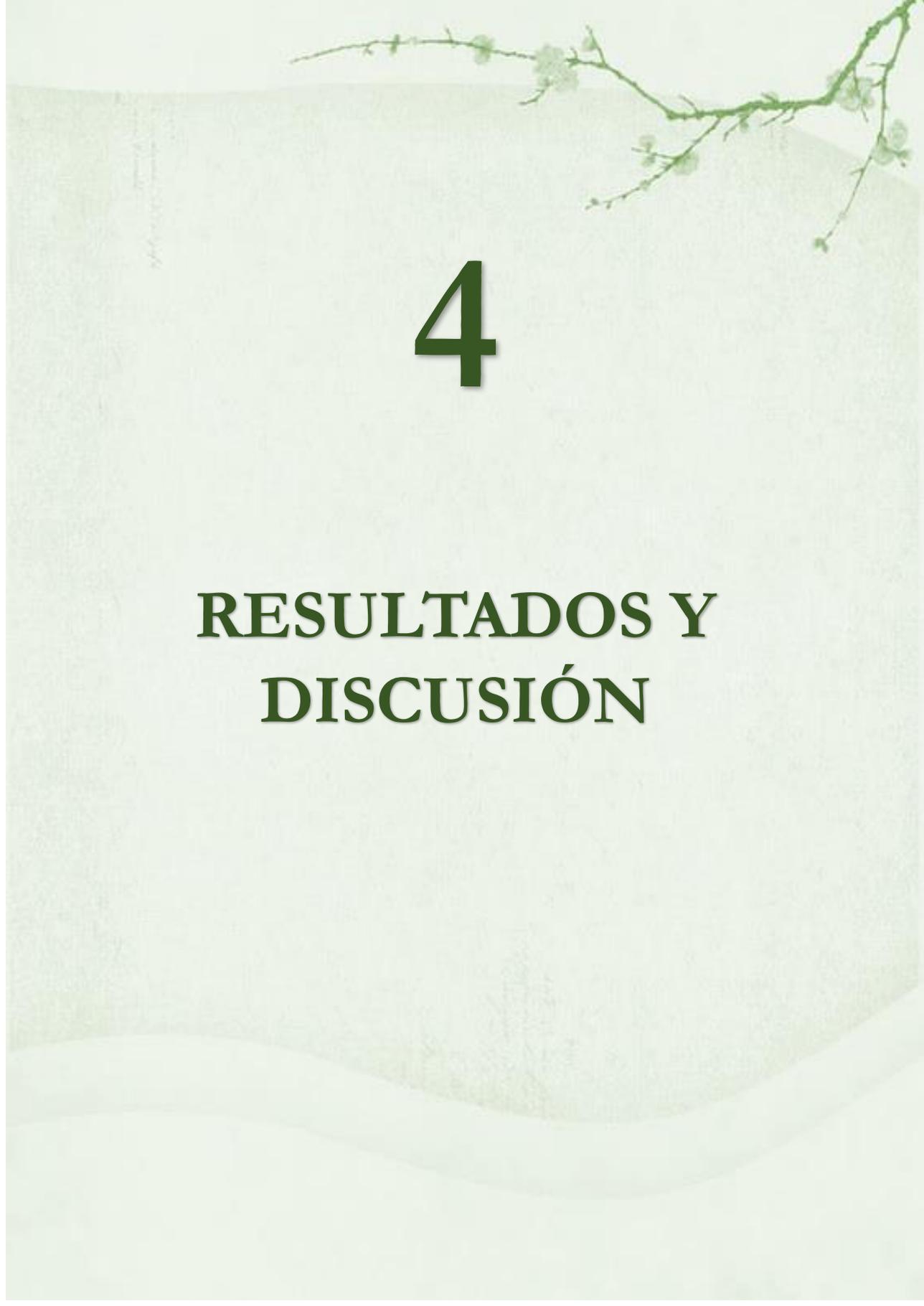
Los cálculos de concentración, absorción y extracción de nutrientes se muestran en los cuadros 17 y 18 del anexo.





Planta en crecimiento de brotes (*Myrciaria dubia*)





# 4

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Brote en floración del Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Determinación de la fenología reproductiva de camu camu en terraza alta y terraza baja inundable

#### 4.1.1 Fase de floración

La fase de floración inicia cuando se observa que las plantas seleccionadas de camu camu, aparecieron las yemas florales, los mismos que se transformaron en botones florales y finalmente flores propiamente dicho; flores con presencia de estilo y estambres de color blanco marfil, esta fase concluye cuando las flores fueron polinizadas y se observa la caída de los estambres (Pinedo *et al.*, 2001; Inga *et al.*, 2001; Imán y Melchor, 2007; Abanto, 2010 y Casas, 2014).

En **terrazza alta**, la fase de floración ocurrió a los 132 días después de la defoliación-ddd y para determinar esta fase se ha medido las variables número de yemas florales y flores. Se encontró  $3835,4 \pm 1952,1$  **yemas florales** de los cuales formaron  $3134,7 \pm 1439,1$  **flores**, con un coeficiente de variabilidad de 50,9 y 45,9%, respectivamente; lo que representa un 81.7% de flores respecto al número de yemas (ver Cuadro 4 y Figura 7).

**Cuadro 4.** Datos estadísticos de número de yemas florales por planta, número de flores por planta y porcentaje de formación de flores en camu camu para la unidad fisiográfica terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)

Variable evaluada	n		Media		Desviación típica		Coeficiente de variabilidad	
	Ta	Tbi	Ta	Tbi	Ta	Tbi	Ta	Tbi
Nº yemas florales por planta	9	9	3835.4	7271.8	1952.1	2022.3	50.9	27.8
Nº flores por planta	9	9	3134.7	5278.3	1439.1	1140.7	45.9	21.6
Formación de flores (%)			81.7	72.6				

Mientras que para **terracea baja inundable**, la fase de floración ocurrió a los 119 ddd, en el Cuadro 4 y Figura 7, se muestran los datos estadísticos para las variables evaluadas en esta fase, existiendo  $7271,8 \pm 2022,3$  **yemas florales** y  $5278,3 \pm 1140,7$  **flores**, con un coeficiente de variabilidad de 27,8 y 21,6% respectivamente, representando un 72.6% de flores respecto a las yemas florales.

El coeficiente de variabilidad para las variables en estudio (ver Cuadro 4) en ambas unidades fisiográficas es alto, superando a los niveles mínimos recomendable para trabajos en campo, esta ocurrencia podría atribuirse a que para sembrar la parcela con cultivo de camu camu, utilizaron una mezcla de semillas provenientes de rodales naturales de Loreto, en ella mucha heterogeneidad entre plantas y por ende alta variabilidad genética.

Respecto al tiempo transcurrido desde la fase de descanso hasta la floración, Sánchez *et al.*, (2011) mencionan, en su estudio sobre fenología en camu camu para Ucayali, que desde el descanso hasta la floración transcurre un tiempo de cuatro meses (120 días), lo que concuerda relativamente a lo encontrado en este estudio.

Asimismo, Abanto (2010), reportó un tiempo de 130 días desde la defoliación hasta la floración en plantas francas de camu camu. En cuanto al número de yemas florales, menciona que al probar niveles de fertirrigación consiguiendo un mínimo de 1708 (testigo) y 4716 yemas florales en el tratamiento 120-80-120 de NPK, como máximo. Además, Navarro y Riva (2011), obtuvieron 3010 yemas florales en su estudio sobre fertilidad floral de camu camu.

Mientras que Pinedo *et al.*, (2001) e Inga *et al.*, (2001), al realizar trabajos sobre fenología reproductiva en camu camu, mencionan que desde la aparición de la yema floral hasta la apertura de la flor transcurren 15 días, en promedio a este tiempo también fue reportado por Abanto (2010), Casas (2014), y, Casas y Loli (2014). Abanto (2011), reporta un rango de número de botones florales entre 5236 (testigo) hasta 11135 yemas florales, encontrándose estos resultados, dentro del rango reportado en este estudio para esta misma variable.

Por su lado Aguirre (2011), en su estudio sobre comportamiento agronómico de cuatro clones de camu camu en Ucayali, encontró cantidades variables de botones florales de 2756.66 unidades en 2008, 1722.31 unidades en 2009 y 3445.83 unidades en 2010.

En la Figura 1, se muestra la cantidad promedio de número de yemas florales, flores y el porcentaje de frutos cosechados al finalizar el estudio en terraza alta y terraza baja inundable, respectivamente.

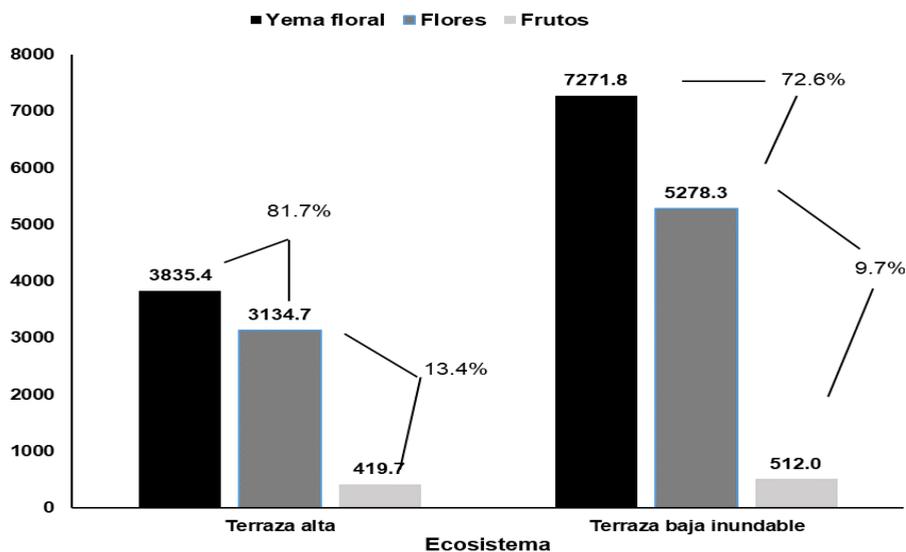
La disminución de la cantidad de flores propiamente dicho, en ambas unidades fisiográficas, podría explicarse a la fisiología de la especie, naturaleza del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en cada una de ellas.

- **La fisiología de la especie:** porque toda planta autorregula su producción de yemas, flores y frutos; esto podría deberse a factores ambientales y/o genéticos.

- **Naturaleza del cultivo:** porque camu camu crece y se desarrolla de manera natural en las terrazas bajas inundables de toda la Amazonía, y al ubicarla en terrazas altas, la planta debe realizar mucho esfuerzo para poder adaptarse, y además, requiere mayores insumos y buen manejo agronómico.

- 
- **Disponibilidad de nutrientes:** porque, como se muestra en los Cuadros 1 y 2 del anexo, en la terraza alta el pH del suelo es extremadamente ácido (4.21 a 4.42), y son suelos residuales del orden ultisol que van perdiendo su fertilidad a causa de la escorrentía y lixiviación, ocasionando poca disponibilidad de nutrientes para el fruto. Mientras que en la terraza baja inundable, el pH del suelo está entre muy fuertemente ácido y ligeramente ácido (4.51-6.13), los suelos son aluviales, jóvenes de formación reciente, con fertilización natural y buena disponibilidad de nutrientes. Estas características podrían explicar la alta presencia de yemas florales y flores; sin embargo, la poca presencia de fruto podría expresar la falta de manejo agronómico por parte del agricultor con su cultivo, dado que no realiza la poda de sus plantas, y por ende, existe mucho entrecruzamiento de ramas, ocasionando la caída de flores y frutos por efecto del rozamiento y de los vientos.

- 
- **La caída de flores y frutos:** en camu camu se atribuye –principalmente– a factores fisiológicos que tienen que ver con el balance hormonal de la planta. Esta ocurrencia fue estudiada por Delgado (2010), quién menciona cinco causas de la caída de flores y frutos, estos son: genética, fisiológica nutricional, plagas, vientos y mecánica. En el mencionado estudio encontró que, de 100 flores diferenciadas, sólo 5 llegaron a la cosecha (5%) y de 100 frutos formados, sólo 30 llegaron a la cosecha (30%). Estos resultados concuerdan con el trabajo de Inga *et al.* (2001), cuando menciona que sólo el 27% de las yemas florales llegan a ser fruto de cosecha.



*Figura 7. Número de yema floral, flores y porcentaje de flores y frutos de camu camu en la unidad fisiográfica terraza alta (Ta) y Terraza baja inundable (Tbi).*

Igualmente, las variables de la fenología reproductiva fueron correlacionadas por unidad fisiográfica, encontrando que la variable número de yema floral por planta y número de flores por planta, presenta una asociación significativa alta y positiva en un 99.6% y 83.2% para terraza alta y terraza baja inundable, respectivamente; lo que significa que, a mayor número de yemas florales mayor presencia de flores. (Ver cuadro 4 del anexo).

#### 4.1.2 Fase de fructificación

La fase de **fructificación** abarca desde que el estilo adopta la forma de un clavito de color verde claro hasta el tiempo de maduración de los frutos, evidenciando un cambio de color desde verde a rojo vino (Pinedo *et al.*, 2001 e Inga *et al.*, 2001).

En Terraza alta la fase de fructificación culmina a los 213 ddd, se ha cosechado  $419.7 \pm 149$  frutos de camu camu por planta en promedio, el cual representa a  $3,6 \pm 1,4$  kg de fruto por planta con un coeficiente de variabilidad de 35.5% y 40.7%, respectivamente; encontrándose finalmente un 13.4% de frutos, respecto al número de flores, elevando estos datos a una hectárea del cultivo, esto representa 3947.9 kg de frutos por  $ha^{-1}$ .

Igualmente, para Terraza baja inundable la fase de fructificación tuvo una duración de 206 ddd, se ha obtenido  $512,0 \pm 173,1$  frutos por planta con un peso promedio de  $3.6 \pm 1,1$  kg de fruto por planta con un coeficiente de variabilidad de 33.8% y 31.6%, respectivamente. Representando a 3986.6 kg de frutos por hectárea de manera proporcional y 9,7% de fruta con respecto a la cantidad de flores.

En el Cuadro 5 y Figura 7, se muestran los datos estadísticos de número de frutos, peso de frutos, porcentaje de formación de fruto y rendimiento por hectárea en cada unidad fisiográfica evaluada.

El rendimiento encontrado en este estudio está por debajo a lo reportado por Navarro y Riva (2011), quienes encontraron 11212 kg de fruta en  $ha^{-1}$  en terraza alta. Mientras que Gómez y Riva (2011), alcanzaron 2315.7 kg  $ha^{-1}$  de fruta en su estudio respuesta a la aplicación foliar de boro en una plantación de camu camu.

De la misma forma, Abanto (2010), realizando un estudio con las mismas plantas donde se desarrolló este estudio, alcanzó 2.1 t  $ha^{-1}$  (testigo) hasta 4.8 t  $ha^{-1}$  en el mejor tratamiento 60-40-80 NPK, el cuál es relativamente superior a lo encontrado en este estudio.

**Cuadro 5.** Datos estadísticos de número de frutos por planta, peso del fruto por planta (kg), porcentaje de formación de fruto y rendimiento por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>) en camu camu por unidad fisiográfica terraza alta (Ta) y Terraza baja inundable (Tbi).

Variable evaluada	n		Media		Desviación típica		Coeficiente de variabilidad	
	Ta	Tbi	Ta	Tbi	Ta	Tbi	Ta	Tbi
Nº frutos por planta	9	9	419.7	512.0	149.0	173.0	35.5	33.8
Peso fruto por planta (kg)	9	9	3.6	3.6	1.4	1.1	40.7	31.6
Formación de frutos (%)			13.4	9.7				
Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	9	9	3947.9	3986.6	1607.3	1258.3	40.7	31.6

En este sentido, Abanto (2011), encontró rangos de producción entre 7.3 a 19.7 t ha<sup>-1</sup> de fruta en el tratamiento con defoliación manual y poda, este resultado supera a lo encontrado en este estudio, puede deberse a que la plantación no presenta un manejo agronómico adecuado y sin fertilización y sólo se midió la variable como se presentó en el campo. Asimismo, Pérez y Riva (2011), trabajando con fertilización foliar orgánica a base de bioles en camu camu, reporto una producción de 8,53 t/ha (testigo) y 15,4 t/ha de fruta en el tratamiento con biol ovinaza en Tbi. Además, Pinedo *et al.* (2011), realizaron un ensayo de abonamiento y defoliación en plantas de nueve años de camu camu (*Myrciaria dubia*-Myrtaceae), encontrando en promedio 4.42 kg/planta de fruto, estando relativamente por encima a lo encontrado en este estudio.

En ambas unidades fisiográficas, la duración del ciclo productivo (desde la fase de defoliación hasta la cosecha) fue de 213 días para Ta y 206 días para Tbi, estos datos coinciden relativamente con Sánchez, 2011; Iman y Melchor, 2011; Abanto, 2011; Casas, 2014 y Panduro, 2015, cuando trabajan con defoliación de camu camu tanto en Ta y Tbi.

En el Cuadro 13 del anexo, se muestra la correlación entre las variables medidas entre la fenología reproductiva y las unidades fisiográficas en estudio, encontrando que número de frutos por planta y peso de frutos por planta presentan una asociación alta y positiva 87.6% y 90.8% en terraza alta y terraza baja inundable respectivamente, lo que expresa que a mayor número de frutos mayor peso de los mismos.

Las variables en estudio en esta fase de fructificación, también presentan altos datos del coeficiente de variabilidad, esto puede explicarse, debido a que las semillas, con el cuál se instaló las primeras plantaciones en Ucayali, provienen de rodales naturales de Loreto y como no hubo una selección previa de las características genotípicas y fenotípicas es que se presenta esta alta heterogeneidad entre plantas y por unidades fisiográficas.

## 4.2 Determinación de la extracción de nutrientes que realiza el fruto de camu camu en terraza alta y terraza baja inundable

### 4.2.1 Acumulación de materia seca en hoja y fruto en la fenología reproductiva de camu camu en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)

En el Cuadro 6, se observa que la materia seca a **nivel foliar**, se presenta en la fase de floración con 0.97 y 2.81 t MS ha<sup>-1</sup> en Ta y Tbi respectivamente, en este mismo tejido y en la fase de fructificación disminuye a 0.47 y 1.55 t MS ha<sup>-1</sup> para Ta y Tbi respectivamente, proporcionalmente representa una baja de 48,5% para Ta y 55.2% para Tbi, pasando de una fase a otra.

**Cuadro 6.** Acumulación de materia seca en hoja, fruto y total en la fenología reproductiva de camu camu en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi) en t MS ha<sup>-1</sup>

	Ta			Tbi	
	Tejido	ddd*	t MS ha <sup>-1</sup>	ddd*	t MS ha <sup>-1</sup>
<b>Floración</b>	Hoja	132	0.97	119	2.81
<b>Fructificación</b>	Hoja	213	0.47	206	1.55
	Fruto	213	0.17	206	0.28
<b>Total</b>			1.61		4.64

\* ddd: días después de la defoliación

Mientras que, a **nivel de fruto**, en la fase de fructificación, la cantidad de materia seca se encuentra en 0.17 y 0.28 t MS ha<sup>-1</sup> en Ta y Tbi respectivamente, de manera porcentual constituye una disminución de 17.5% para Ta y 10% para Tbi desde la fase de floración. Esta disminución del contenido de materia seca desde la fase de floración hacia la fase de fructificación, puede explicarse debido a la traslocación de fotosintatos (almidones, aminoácidos, vitaminas y agua) y minerales, producidos en las hojas, hacia los órganos de fructificación y sostén de la planta (Salisbury y Ross, 2000, Peil y Galvez, 2005; Uson *et al.*, 2010; Casas, 2014).

Tanto en Ta y Tbi (Cuadro 6), se evidencia que la mayor acumulación de materia seca ocurrió en la etapa de floración, como mencionara Uson *et al.*, 2010, cuando refiere que la mayor acumulación de nutrientes en la planta se efectúa en la etapa de floración, lo que coincide con este estudio.

Observaciones realizadas en campo, durante esta fase, las hojas comienzan a envejecer tornándose más coriáceas, verde claro amarillento, brillante en el haz y verde opaco amarillento en el envés, indicando que la planta entrará a la fase de

descanso para que posteriormente ocurra la defoliación natural y esperar el siguiente brotamiento, con el cuál inicia otro ciclo reproductivo en camu camu.

La acumulación de materia seca total encontrado en este estudio no concuerda con los trabajos realizados por Casas (2014), quién reportó mayores cantidades de materia seca total en la fenología reproductiva de camu camu, para el tratamiento testigo.

El mismo autor menciona que la mayor acumulación de materia seca en su estudio podría atribuirse a la fertilización natural o artificial. Por otro lado, Panduro (2015), logró para terraza baja inundable, menor acumulación de materia seca en toda la fenología reproductiva en estudio.

Podría interpretarse esta ocurrencia al manejo agronómico que le da cada agricultor a sus plantas de camu camu, que de manera general, no realizan la fertilización respectiva y sólo esperan la creciente de los ríos que arrastra nutrientes desde las cabeceras y los deposita en las terrazas bajas inundables. Estos suelos son ricos en fósforo y potasio, pH 5.5 a 7.5, además que presentan alto porcentaje de bases cambiables y baja saturación de aluminio (ver Cuadro 3 del anexo).

#### **4.2.2 Cantidad y porcentaje de absorción total de nutrientes realizado por la hoja y fruto de camu camu en la fase de fructificación en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)**

En el Cuadro 7, se muestra la cantidad y porcentaje de absorción de nutrientes que realizó la hoja y el fruto de camu camu en la etapa de fructificación en terraza alta y terraza baja inundable, evidenciando de manera general que en los frutos se presentan bajos porcentajes de nutrientes comparado con la absorción total realizado por la hoja.

Los nutrientes que se quedaron en las **hojas** en mayor porcentaje, fue K y Mn con 99% en Ta y en Tbi Mn y Zn con 98 %.

**Cuadro 7.** Cantidad y porcentaje de absorción total de nutrientes realizado por la hoja y fruto de camu camu en la fase de fructificación en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)

	Terraza alta					Terraza baja inundable				
	Hoja		Fruto		Total	Hoja		Fruto		Total
Macro-nutrientes	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>
<b>N</b>	11.2	95	0.6	5	11.8	24.6	88	3.3	12	27.8
<b>P</b>	0.5	75	0.2	25	0.6	1.7	84	0.3	16	2.0
<b>K</b>	1.2	99	0.02	1	1.2	9.5	71	4.0	29	13.5
<b>Mg</b>	0.9	84	0.2	16	1.1	2.8	89	0.3	11	3.1
<b>Ca</b>	4.1	88	0.6	12	4.7	9.6	89	1.2	11	10.8
Micro-nutrientes	g ha <sup>-1</sup>	%	g ha <sup>-1</sup>	%	g ha <sup>-1</sup>	g ha <sup>-1</sup>	%	g ha <sup>-1</sup>	%	g ha <sup>-1</sup>
<b>Fe</b>	193.5	97	5.9	3	199.4	318.7	89	39.8	11	358.5
<b>Mn</b>	918.1	99	7.9	1	926.0	1853.5	98	38.0	2	1891.5
<b>Zn</b>	13.0	79	3.4	21	16.4	73.1	98	1.8	2	74.8
<b>Cu</b>	3.0	75	1.0	25	4.0	18.4	93	1.5	7	19.9

Los valores en porcentaje más altos absorbidos por el **fruto**, corresponde a fósforo y cobre, con 25% en Ta. La presencia de P en este resultado se puede asociar al transporte y acumulación de proteínas estructurales, adicionalmente a la composición de ácidos nucleicos y ribonucleicos que hacen parte de la información genética transmitida mediante las semillas, elementos todos, necesarios para el desarrollo de una nueva planta a partir de los cotiledones en las semillas (Chapman y Carter, 1976; Salisbury y Ross, 2000; Devlin 2000; Barcelo *et al.*,

2001; Plaster, 2005). De esta manera, el P otorga consistencia a los tejidos, favorece la floración, fructificación, maduración de frutos e influye en la cantidad y peso de las semillas.

Mientras que en Tbi, el nutriente que mayormente absorbe el fruto en la fase de fructificación es K<sup>+</sup> con 29%, estos resultados se pueden asociar a la buena calidad de suelo, como lo dijieran Cochrane y Sánchez (1982), que los suelos aluviales tienen una alta fertilidad nativa, particularmente aquellos asociados con ríos ricos en sedimentos de origen andino, como ocurre en esta unidad fisiográfica en estudio.

Asimismo, Díaz (2000), realizó un análisis por difracción de rayos X en la fracción arcilla de los perfiles de barrizal y restingas (equivalente a Tbi), encontrando predominancia de clorita y montmorillonita, en menor proporción mica fina. La mayor proporción de potasio también puede explicarse a la necesidad que tienen los frutos de acumular carbohidratos (Salisbury y Ross, 2000; Uson *et al*, 2010). Así también, debido a que el potasio dentro de la célula actúa a nivel de vacuola y tiene como función la extensión celular, osmoregulador, movimiento del estoma y síntesis de almidón (Marschner, 2012).

La absorción total de nutrientes en Ta y Tbi, se presenta de manera descendente en el orden de N > Ca > K > Mg > P, para macronutrientes y micronutrientes Mn > Fe > Zn > Cu, este orden coincide con lo reportado por Casas (2014) y Panduro (2015).

#### **4.2.3 Extracción de nutrientes por tonelada de fruto cosechado de camu camu en Terraza Alta (Ta) y Terraza Baja Inundable (Tbi)**

La extracción de nutrientes se obtiene del análisis del órgano cosechado, en este caso de los frutos de camu camu, con los resultados de concentración y materia seca acumulado en los frutos, se realizó los cálculos de absorción total de nutrientes y a partir de allí se determinó la extracción de nutrientes por kg o g extraído por cada tonelada de fruto cosechado. El rendimiento promedio para terraza alta a la cosecha fue de 3.9479 t fruta ha<sup>-1</sup> y para terraza baja inundable fue 3.9866 t fruta ha<sup>-1</sup>.

#### a. Macronutrientes

En el Cuadro 8, se muestra la cantidad extraída de macronutrientes (kg nutriente t<sup>-1</sup> fruto) para Ta es de: 3.7 N; 0.9 P; 0.1 K; 1.0 Mg; 3.4 Ca y para Tbi: 11.7 N; 1.2 P; 14.2 K; 1.2 Mg y 4.2 Ca, estas cantidades extraídas por el fruto, debe ser reintegrada al cultivo a través de la fertilización orgánica, inorgánica o foliar, debido a que son nutrientes que no regresan al sistema.

El orden de extracción de los macronutrientes por el fruto de camu camu para Ta, se presenta de manera decreciente: N>Ca>Mg>P>K; mientras que para Tbi, se muestra en el orden K>N>Ca>P=Mg, este orden coincide con lo reportado por Casas, 2014 y Panduro, 2015.

**Cuadro 8.** Extracción de macronutrientes en kilogramo por tonelada de fruto cosechado de camu camu en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)

Macronutriente en fruto (kg t <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Mg	Ca
Ta	3.7	0.9	0.1	1.0	3.4
Tbi	11.7	1.2	14.2	1.2	4.2

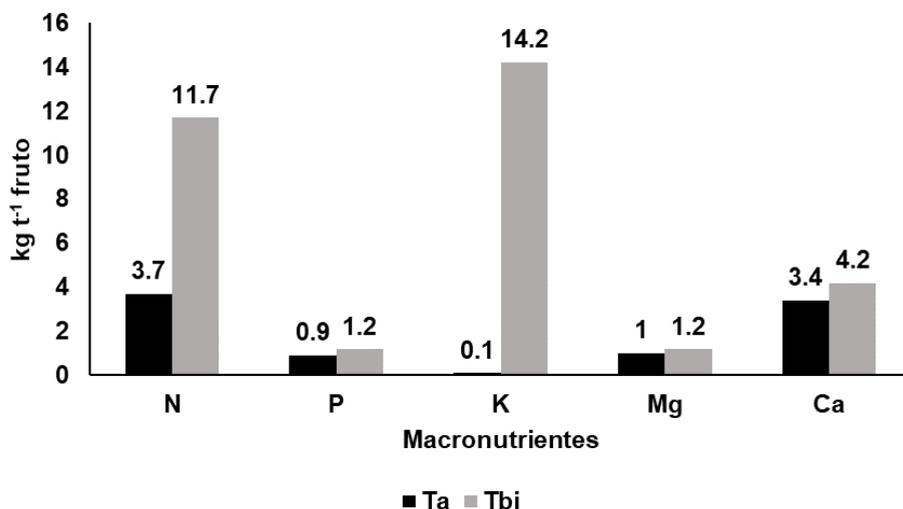
Como se muestra en la Figura 8 y Cuadro 8, el macronutriente extraído por el fruto de camu camu es el **nitrógeno** para ambas unidades fisiográficas (3.7 y 11.7 kg N t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi, respectivamente). Este patrón de ocurrencia en camu camu, puede asociarse con el rol que cumple el nitrógeno en la planta, debido a que es un elemento fundamental implicado en todos los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal, favorece un crecimiento rápido y aumenta la producción. Además, es importante porque forma parte de los aminoácidos, que son unidades estructurales de las proteínas (Chapman y Carter, 1976; Rodríguez, 1999; Barcelo *et al.* 2001; Burton y Cooper, 2009; Graetz, 2010).

Entre los macronutrientes, **fósforo** también es extraído por el fruto de camu camu, ver Figura 8, en ambas unidades fisiográficas (0.9 y 1.2 kg P t<sup>-1</sup> en Ta y Tbi, respectivamente), fósforo interviene en la formación de nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos, también de las coenzimas NAD y NADP y parte integrante del ATP (Chapman y Carter, 1976; Salisbury y Ross, 2000; Devlin, 2000; Barcelo *et al.* 2001).

**Potasio** es el macronutriente extraído por el fruto de camu camu en las dos unidades fisiográficas en estudio, ver Figura 8, (0.1 y 14.2 kg K t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi respectivamente), el potasio actúa como activador de numerosas enzimas, transportador de azúcares por el floema, mecanismos de abertura y cierre de estomas, regular el potencial osmótico celular. (Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000; Burton y Cooper, 2009).

**Magnesio** es el macronutriente extraído por el fruto de camu camu en ambas unidades fisiográficas, ver Figura 8, (1.0 y 1.2 kg Mg t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi respectivamente), el contenido de magnesio en las semillas debe ser importante debido a la función de transferencia de la información genética que cumplen estas y debido a que este elemento participa en la síntesis de proteínas, nucleoproteínas y ácido ribonucleico (Jean-Prost, 1970; Barcelo *et al.*, 2001; Graetz, 2010).

**Calcio** (ver Figura 8), para ambas unidades fisiográficas, se presentan en el fruto de camu camu (3.4 y 4.2 kg Ca t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi respectivamente), nutriente necesario debido a que actúa en la planta como componente estructural de paredes y membranas celulares y como cofactor de varias enzimas. Asimismo, confiere firmeza a los frutos, al unirse el calcio al complejo de proteínas y pectinas formando pectatos cálcicos que actúan como cementantes de las células, protegiéndolas de la desintegración y reblandecimiento de las paredes celulares (Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000; Graetz, 2010).



**Figura 8.** Extracción de macronutriente N, P, K, Mg y Ca en kg por tonelada de fruto cosechado en camu camu para terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi).

En la Figura 8, se observa que las cantidades de macronutrientes -de manera general-, son mayores en Tbi que en Ta, esto debido a que en Tbi existe una reposición de la fertilidad natural de los suelos a causa de las inundaciones periódicas en esta unidad fisiográfica. Mientras que en Ta, las fuertes lluvias, el manejo agronómico del cultivo y la no fertilización de los suelos hace que en esta unidad fisiográfica las cantidades de macronutrientes sea menor.

**b. Micronutrientes**

En el Cuadro 9 la cantidad de micronutrientes (g nutriente t<sup>-1</sup> fruto) extraído por el fruto de camu camu fue de: 34.6 Fe; 46.1 Mn; 19.7 Zn; 5.8 Cu, resultados que corresponden a terraza alta. En terraza baja inundable, fue de: 142.5 Fe; 135.9 Mn; 6.3 Zn y 5.3 Cu.

El orden de extracción de los micronutrientes por el fruto de camu camu se presenta de manera decreciente: Mn>Fe>Zn>Cu, tanto para Ta como para Tbi.

**Cuadro 9.** Extracción de micronutrientes en gramo por tonelada de fruto cosechado de camu camu en terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi)

	Micronutriente en fruto (g t <sup>-1</sup> )			
	Fe	Mn	Zn	Cu
<b>Ta</b>	34.6	46.1	19.7	5.8
<b>Tbi</b>	142.5	135.9	6.3	5.3

El **hierro** es el micronutriente que extrae el fruto de camu camu en ambas unidades fisiográficas, en cantidades 34.6 y 142.5 g Fe t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi, respectivamente, ver Figura 3, el hierro es un elemento clave de diversas reacciones de óxido-reducción como la respiración, fotosíntesis y la reducción de nitratos y sulfatos (López y López, 1990; Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000).

Como se muestra en la Figura 9, el **manganeso** es el micronutriente que extrae el fruto de camu camu, en ambas unidades fisiográficas a razón de 46.1 y 135.9 g Mn t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi, respectivamente. La presencia de este elemento se debe a que es imprescindible en la formación de clorofila, metabolismo del

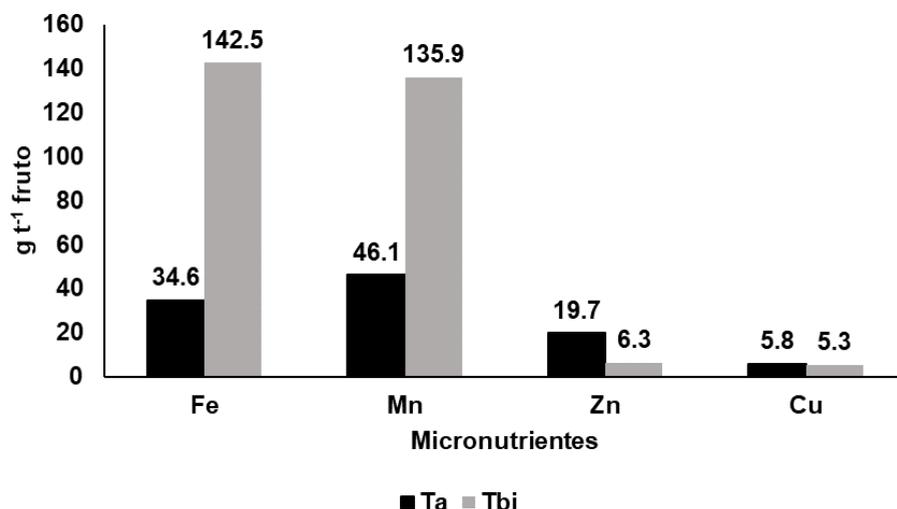
nitrógeno, activador enzimático en la respiración, síntesis proteica y **formación de ácido ascórbico**, dado que camu camu es apreciado por su alto contenido de ácido ascórbico. Es allí donde se explica la gran extracción de manganeso por el fruto de camu camu (López y López, 1990; Gil, 1995; Rodríguez, 1999; Devlin, 2000; Uson *et al.*, 2010).

En la misma Figura 9, se evidencia que **zinc** es el micronutriente que extrae el fruto de camu camu para ambas unidades fisiográficas en cantidades de 19.7 y 6.3 g Zn t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi, respectivamente. El zinc actúa como activador de varias enzimas como la anhidrasa carbónica (convierte el ácido ascórbico en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O) y la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfato; es necesario también para la producción de clorofila y carbohidratos, interviene en la síntesis de la hormona de crecimiento (Ácido Indol Acético). (Rodríguez, 1999; Salisbury y Ross, 2000; Barcelo *et al.*, 2001).

Finalmente, el micronutriente que extrae en menor cantidad el fruto de camu camu es el **cobre** en ambas unidades fisiográficas con cantidades de 5.8 y 5.3 g Cu t<sup>-1</sup> fruto en Ta y Tbi, respectivamente, ver Figura 9. El cobre forma parte de un grupo de enzimas como: tirosinasa, lacasa, fenolasas y ácido ascórbico oxidasa, todos ellos caracterizados por la utilización del oxígeno en la oxidación del sustrato, también interviene en la fotosíntesis y formación de vitamina A (Salisbury y Ross, 2000; Barcelo *et al.*, 2001; Uson *et al.*, 2010).

La poca existencia de estudios en temas de extracción de nutrientes en fruta de camu camu, hace que se compare con los estudios de Riva (1994); Gonzales y Riva (1997); Yuyama *et al.*, (2003), cuando reportan contenidos de minerales en 100 g de frutos frescos de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, donde se observa que existen cantidades de Ca, P, He, Mg, K, Cu, Zn y Mn, lo que evidencia que estos minerales son traslocados desde la parte aérea (hojas) hacia los frutos.

Del mismo modo, Villachica (1996); Brack (2003); Yuyama (2011); Hernández y Barrera (2010); Chang (2013), en sus publicaciones sobre camu camu presentan un cuadro de minerales en 1000 g de pulpa (mg/kg), donde se observa la presencia de K, Ca, Fe, Mg, Mn y Zn, lo que evidencia que los nutrientes absorbidos por la planta a través de la hoja, estos también son cedidos al fruto. Como mencionan Peil y Gálvez (2005) y Uson *et al.*, (2010), que el llenado de frutos es el proceso de mayor actividad en la traslocación interna de nutrientes y azúcares y absorción externa de agua y máxima demanda de nutrientes.



**Figura 9.** Extracción de micronutrientes Fe, Mn, Zn y Cu en gramo por tonelada de fruto cosechado de camu camu para terraza alta (Ta) y terraza baja inundable (Tbi).

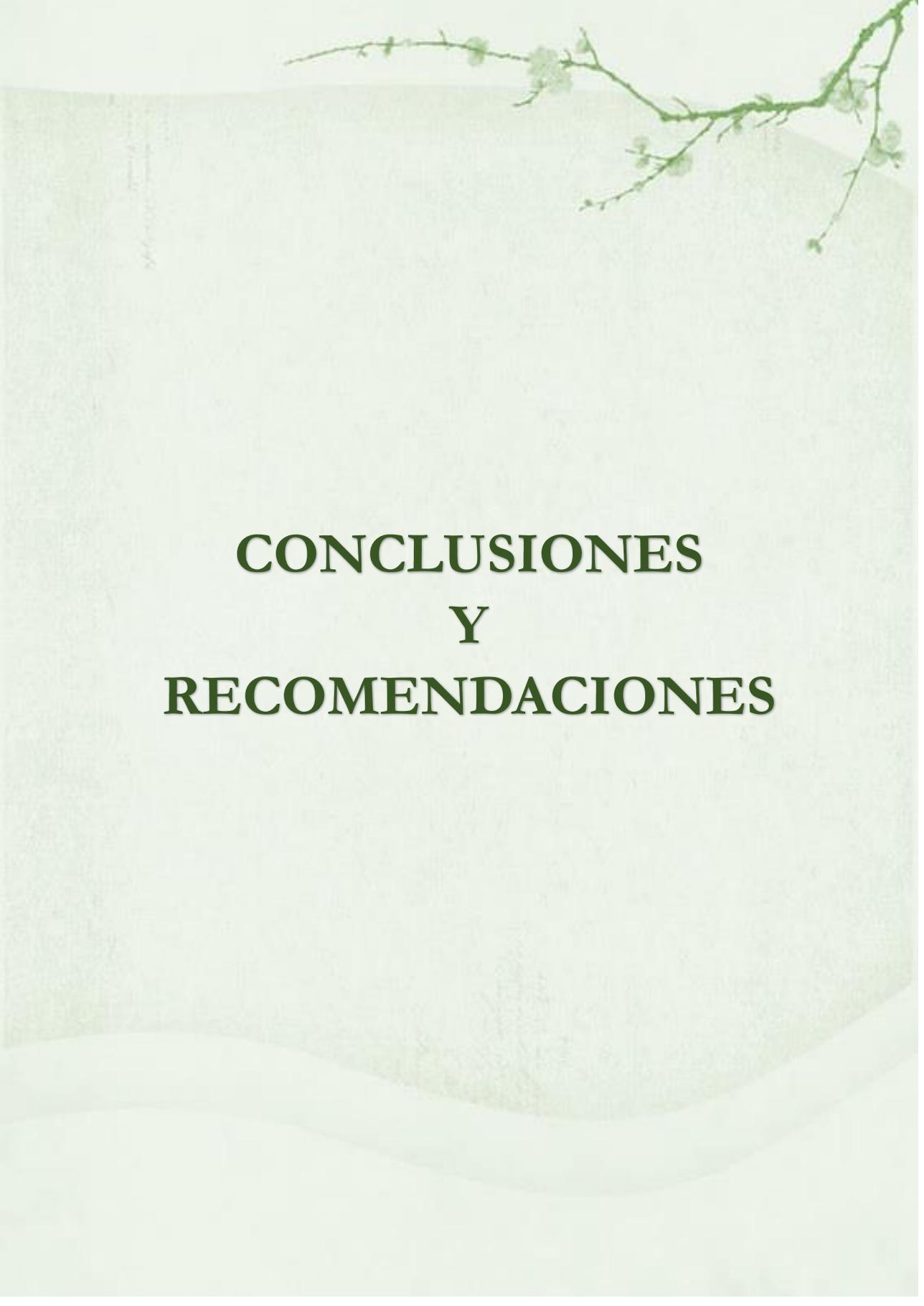
Los micronutrientes Fe y Mn (Figura 9), se presentan en cantidades mayores para terraza baja inundable que para terraza alta, esto se debe a que en Tbi, según menciona Díaz (2000) y Díaz (2011), esta unidad fisiográfica encontró mayores proporciones de clorita y montmorillonita y en menor proporción illita,

minerales arcillosos que presentan  $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Fe}^{+3}$  en su composición química, debido a que son arcillas arrastrados desde los andes por la inundación periódica de esta zona.

En cuanto a Zn y Cu, ocurre lo contrario las mayores cantidades de estos elementos se encuentran en terraza alta que en terraza baja inundable, esto podría explicarse a que estas plantas anteriormente realizaron investigaciones con adición de fertilizante, lo que podría ocasionar el incremento de estos nutrientes.







**CONCLUSIONES  
Y  
RECOMENDACIONES**



Flor del Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## Conclusiones

1. Se determinó que la fenología reproductiva presenta dos fases: floración y fructificación. A los 132 y 119 días después de la defoliación (ddd) ocurrió la floración para terraza baja y terraza alta, respectivamente, mientras que la fructificación aconteció a los 213 y 206 ddd en terraza alta y terraza baja inundable, respectivamente.
2. Las variables número de yema floral por planta, número de flores por planta, número de fruto por planta y peso de fruto por planta, presentaron una correlación significativa y alta en ambas unidades fisiográficas en estudio.
3. La extracción de nutrientes en cada unidad fisiográfica en estudio se presentan en cantidades variables, es así que macronutrientes ( $\text{kg t}^{-1}$  fruto) y micronutrientes ( $\text{g t}^{-1}$  fruto) extraído por el fruto de camu camu en terraza alta fue: 3.7 N; 0.9 P; 0.1 K; 1.0 Mg; 3.4 Ca y 34.6 Fe; 46.1 Mn; 19.7 Zn; Cu 5.8, el orden de extracción fue  $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{K}$  y  $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$ . Mientras que para terraza baja inundable fue: 11.7 N; 1.2 P; 14.2 K; 1.2 Mg; 4.2 Ca y 142.5 Fe; 135.9 Mn; 6.3 Zn; 5.3 Cu, el orden de extracción fue:  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} = \text{P}$  y  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ .



Flor del Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## Recomendaciones

1. El mejor momento para obtener muestras foliares en camu camu es cuando el brote deja de crecer e inicia la maduración de la misma, otro momento es la apertura de las flores (100%), fruto desarrollado y fruto maduro.
2. La máxima acumulación de materia seca se evidenció en la fase de floración, por ello es necesario atender las necesidades nutricionales del cultivo antes que el cultivo llegue a esta fase fenológica.
3. Para investigaciones en extracción y absorción de nutrientes deberá realizarse haciendo análisis de tejido completo tanto en hojas, flores, frutos, yemas florales, raíz y tallos, para ver el requerimiento completo de la planta de camu camu, considerando las fases fenológicas presentes. Así mismo, trabajar con clones selectos con características productivas conocidas.
4. Las variables productivas a medir para posteriores investigaciones en absorción o extracción de nutrientes en camu camu, son número de yema floral, número de flores, número de frutos y peso de frutos.





# **GLOSARIO**



Botón floral del Camu camu (*Myrciaria dubia*)

# Glosario

**Absorción de nutriente:** se refiere a cantidad total de nutrientes absorbidos por el cultivo durante su ciclo de desarrollo desde la siembra hasta la cosecha.

**Concentración de nutriente:** Determinación de la cantidad de un elemento o una fracción del mismo, en una parte particular de una planta, tomada a un momento determinado de su estado de desarrollo, a través del análisis de tejido.

**Etapas fenológicas:** Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de éste evento se reflejan en el rendimiento del cultivo (Yzárraga y López, 2011).

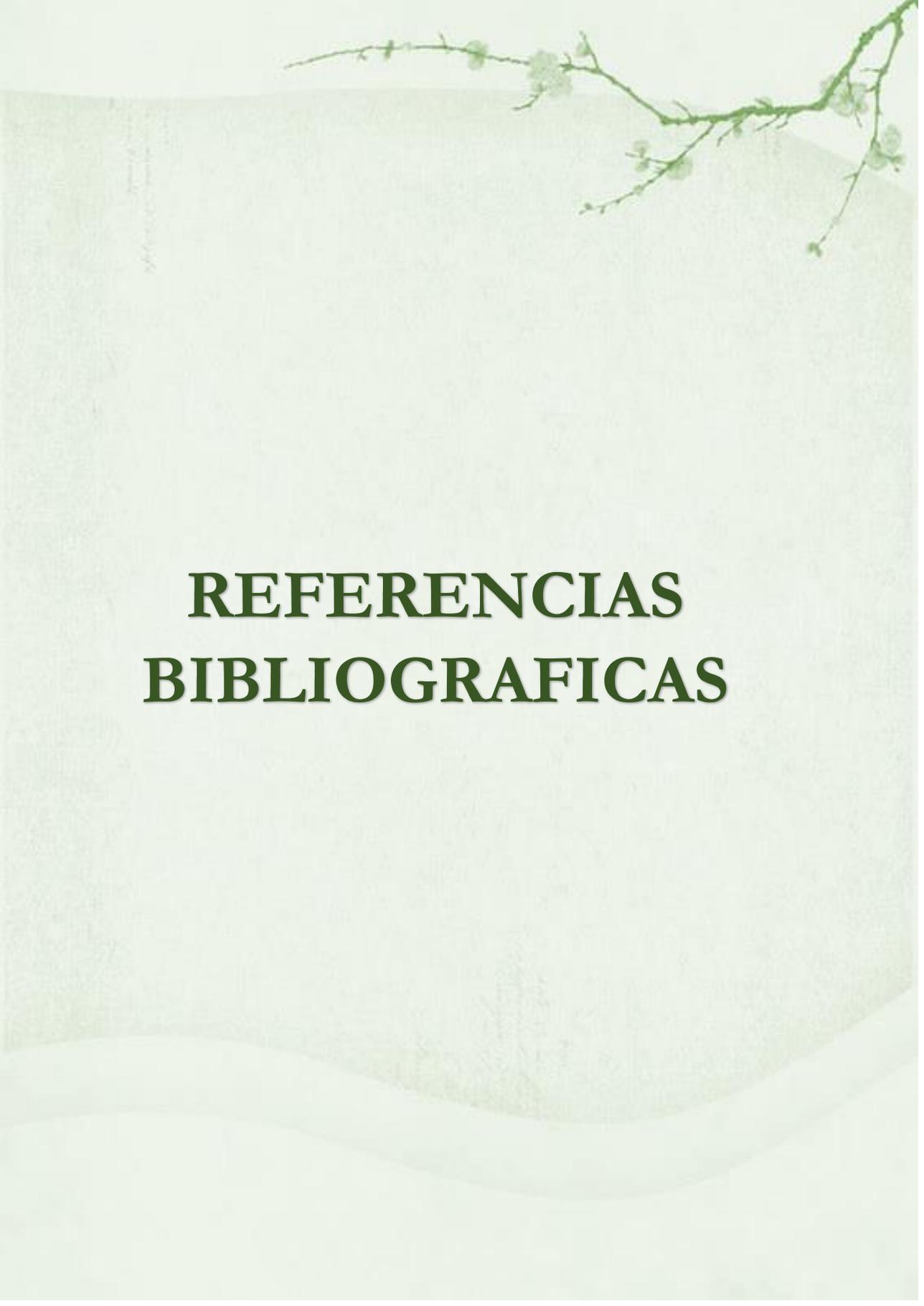
**Extracción de nutriente:** orientado a la cantidad total de nutrientes hecha particularmente por la parte comercial o los órganos cosechados como grano, forraje, raíz, fruto, tubérculo, hojas, flores, nueces, brotes, bulbo u otros.

**Fases fenológicas:** Una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica (Yzárraga y López, 2011).

**Fenología:** es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año en relación al clima (Mantovani *et al.*, 2003).

**Observación fenológica:** Una observación fenológica consiste en contar el número de plantas que ha alcanzado una determinada fase en una fecha exacta. (Yzárraga y López, 2011).





**REFERENCIAS  
BIBLIOGRAFICAS**



Botón floral del Camu camu (*Myrciaria dubia*)

## Referencias Bibliográficas

- ABANTO, C. 2010. Efecto del fertirriego sobre la productividad del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la Región de Ucayali. Tesis para optar el Título de INGENIERO FORESTAL, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 95p.
- ABANTO, C. 2011. Estudio de podas de fructificación y su efecto sobre la productividad del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en Ucayali. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- BARCELO, J., NICOLAS, G., SABATER, B., SÁNCHEZ, R. 2001. Fisiología vegetal. Madrid, España. Ediciones Pirámide. 559p.
- BERTSCH, F. 2002. Utilidad de los estudios de absorción de nutrimentos en el afinamiento de las recomendaciones de fertilización. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Universidad Técnica de Manabi. Portoviejo 26-27 setiembre 2002.
- BERTSCH, F. 2007. Análisis foliar. CIA. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo 6p.
- BERTSCH, F. 2005. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. Informaciones Agronómicas
- BRACK, A. 2003. Frutas del Perú. Cuaderno de investigación turística. Universidad San Martín de Porres. Lima. Perú. 242 p.
- BURTON, L. D., COOPER, E. L. 2009. Agrocencia: fundamentos y aplicaciones. México, 4ta Edición. Cengage Learning Editores S.A. 788 p.

- CASAS, J. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de Camu Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 80p.
- CASAS, J., LOLI, O. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de Camu Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 23p.
- CHANG, A. 2013. El camu camu: aspectos químicos, farmacológicos y tecnológicos. Ica. Perú. 156p.r
- CHAPMAN, S., CARTER, L. 1976. Producción agrícola: principios y prácticas. Zaragoza. España. Editorial Acribia. 565p.
- CIAMPITTI, I., GARCIA, F. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios II. hortalizas, frutales y forrajeras. Buenos Aires. Argentina. International Plant Nutrition Institute – IPNI. Archivo agronómico # 12. 8p.
- COCHRANE, T. Y SÁNCHEZ, P. 1982. Recursos de tierras, suelo y su manejo en la región amazónica. Informe sobre el estado de conocimientos. En amazonia: investigación sobre agricultura y uso de tierras. CIAT 035-4(82).
- CORRENDO, A., GARCIA, F. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. Buenos Aires. Argentina. International Plant Nutrition Institute – IPNI. Archivo agronómico # 14. 8 p.
- CRUCES, K. Comercialización potencial de la cáscara del *Myrciaria dubia* H.B.K (camu camu) en función de sus propiedades vitamínicas en el mercado

- europeo. Tesis Licenciado de Administración en Negocios Internacionales. Lima, Perú. Universidad de San Martín de Porres. 107 p.
- DELGADO, C. 2010. Control integrado de caída de fruta en camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh H.B.K.). IIAP. Iquitos, Perú.
- DEVLIN, R. M. 2000. Fisiología vegetal. España, Barcelona. Ediciones Omega. 503 p.
- DIAZ, E. 2000. Génesis, morfología y clasificación de algunos suelos de Pucallpa. Tesis M Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 157 p.
- DIAZ, E. 2011. Manual de prácticas de edafología. Universidad Nacional de la Ucayali. Pucallpa, Perú. 90 p.
- DIRECCIÓN REGIONAL SECTORIAL DE AGRICULTURA DE UCAYALI – DRSAU. 2013. Informe situacional de la Dirección Regional Sectorial De Agricultura. Pucallpa, Perú. 102pp.
- GIL, F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Madrid. España. Ediciones Mundi-Prensa. 1047p.
- GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI – MINISTERIO DEL AMBIENTE- GOREU-MINAM. 2007. Caracterización del Departamento de Ucayali, con fines de ordenamiento territorial. Pucallpa, Perú. 385pp.
- GOMEZ, F.M., RIVA, R.R. 2011. Respuesta a la aplicación foliar de boro en una plantación de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) de 5 años establecida en un inceptisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- GONZALES. I., RIVA. R. 1997. Tecnología del cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaug en la amazonia peruana. INIA. Pucallpa. Perú. 45p

- GONZÁLVEZ, V y POMARES, F. 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Catarroja – Valencia – España. 24p. <http://www.agroecologia.net> (acceso: 11.03.2015)
- GRAETZ, H. A. 2010. Suelos y fertilización. México. Editorial TRILLAS. 3ra edición. 103 p.
- HERNÁNDEZ, M., BARRERA, J (Comp.). 2010. Camu camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi
- ICUMINA, R. R., RIVA, R. 2011., YOUNG, R. F. Determinación del contenido de ácido ascórbico en los diferentes estados de maduración del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en un ultisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- IMAN, S., BRAVO, L., SOTERO, V., OLIVA, C. 2011. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria 2(2011) 123 – 130. (On line: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ContenidoDeVitaminaCEnFrutosDeCamuCamuMyrciariaDub-3769673%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ContenidoDeVitaminaCEnFrutosDeCamuCamuMyrciariaDub-3769673%20(1).pdf)). Acceso: 25.11.2015
- IMAN, S., MELCHOR, M. 2011. Efecto de un defoliante sobre la fenología del camu camu. BuenasTareas.com. Recuperado 02, 2011, de (<http://www.buenastareas.com/ensayos/Efecto-De-Un-Defoliante-Sobre-La/1604758.html>) Acceso 30.01.2015.

- INGA, H., PINEDO, M. 2012. Evaluaciones sobre defoliación del Camu Camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) en región Loreto. PROBOSQUES IIAP. Loreto, Perú.
- INIA. 2007. camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh). INIA, Pucallpa, Peru.
- JEAN-PROST, P. 1970. La botánica y sus aplicaciones agrícolas. Madrid, España. Ediciones Mundi-prensa. 534p.
- LOPEZ, J., LOPEZ, J. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas: método de campo y laboratorio. 4ta edición. Madrid. España. Ediciones Mundi-Prensa. 351p.
- LOPEZ, A., BICERRA, E, DIAZ, E. 2006. Perfil ecológico de cuatro rodales de Camu Camu árbol *Myrciaria floribunda* (H. West. ex Willd) O. Berg. en Ucayali. Ecol. apl. [online]. 2006, vol.5, n.1-2 pp. 45-52. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162006000100006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100006). Acceso 2015-11-23
- MANTOVANI, M., RUSCHEL, A. R., SEDREZ DOS REIS, M., PUCHALSKI, A., NODARI, R. O. 2003. Fenología reproductiva de especies arbóreas em uma formacao secundária da floresta atlântica. R. Árvore, Vicosa-MG. 27(4): 451-458.
- MARSCHNER, P. 2012. Mineral nutrition of higher plants. 3ra. Edic. editorial Petra Marschner. USA.
- MIDAGRI, 2020. Perfil Productivo Regional. Sistema de Integrado de Estadística Agraria. Disponible en línea: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzE2YzA3YWUtZGZiZi00NDFmLTliY>. Acceso 2021-10-20.
- MINCETUR, 2021. Nota de Prensa: Exportaciones de camu camu alcanzaron récord histórico en 2020.

Disponibleen: <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/345752-exportaciones-de-camucamu-alcanzaron-record-historico-en-2020>. Acceso 2021-10-20.

NAVARRO, F. L., RIVA, R. 2011. Fertilidad floral en tres edades de desarrollo productivo del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en un ultisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.

OLIVA, C. 2006. Variabilidad del contenido de ácido ascórbico y selección de plantas madres en camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, en Pucallpa, Perú. IIAP. Memoria anual. 1pp.

OLIVA, C., PIE, J. 2011. Palmagro, cultiva el camu camu con más alto contenido de Vitamina C del Mundo. (Plantación Comercial de Camu camu - Fundo Refugio). Nota técnica. Pucallpa, Perú. 2pp.

PANDURO, N. 2015. Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) en un entisol de Yarinacocha. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 96 pp. (En prensa)

PEIL, R., GALVEZ, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. R. bras. Agrociência, v.11, n. 1, p. 05-11, jan-abr (on line: <http://www.periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/680/677>) acceso: 20.05.2015

PEREZ, E.A., RIVA, R. 2011. Efecto de la fertilización foliar orgánica a base de bioles en la producción de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un entisol de Pucallpa. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.

- PICON, C., ACOSTA, A. 2000. Cultivo del camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh en la selva baja del Perú. Manual técnico, MINAG-PNCC, Iquitos.
- PINEDO, M., DELGADO, C., FARROÑAY, R., DEL CASTILLO, D., IMAN, S., VILLACREZ, J., FACHIN, L., OLIVA, C., ABANTO, C., BARDALES, R., VEGA, R., LINARES, C. 2010. Camu camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) Aportes para su aprovechamiento sostenible en la amazonía peruana. IIAP, Iquitos, Perú 137pp.
- PINEDO, M., RIVA, R., RENGIFO, E., DELGADO, C., VILLACREZ, J., GONZALES, A., INGA, H., LOPEZ, A., FARROÑAY, R., VEGA, R., LINARES, C. 2001. Sistema de producción de camu camu en res-tinga. IIAP, Iquitos, Perú 143pp.
- PINEDO, M; LIZAMA, R; PAREDES, D.E. 2011. Ensayo de abonamiento y defoliación en plantas de nueve años de camu camu (*Myrciaria dubia*-Myrtaceae). Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- PLASTER, E. 2005. La ciencia de suelo y su manejo. 2da edición. THOMSON editores Paraninfo.S.A, Madrid, España.
- RIOS, O. Z., MARTOS, L. 1985. Fertilidad de suelos. Pucallpa. Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali. 61p.
- RIVA. R. (comp). 1994. Manejo e industrialización de los frutales nativos en la amazonia peruana. INIA. Memoria del curso 22-25 noviembre 1994. Pucallpa. Perú. 56p.
- RODRIGUEZ, F. 1999. Fertilizantes: nutrición vegetal. AGT editor. México. 4ta reimpresión. 157.

- SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. 2000. Fisiología de las plantas 1: agua, soluciones y superficies. España, Thomson Editores Spain. 297p.
- SÁNCHEZ, E. 2011. Efecto de la defoliación del cultivo de Camu camu en la severidad de la verruga de la hoja (*Marssonina sp*) y plantas superiores parásitas (*Pryctanthus florulentus*). Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- SÁNCHEZ, E., VILLEGAS, P., RAMÍREZ, N., CASAS, R. 2011. Estudio fenológico del cultivo de Camu camu (*Myrciaria Dubia* H.B.K. Mc. Vauhg) en Pucallpa, Perú. Pucallpa. Perú. En II Congreso Nacional del camu camu 19-21/09/2011.
- SANCHO, H. 1999. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización. Informaciones Agronómicas N° 36. San José. Costa Rica. [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/C4ECAD3EDEC69A2105256A31007503A9/\\$file/Inf-Agro36.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/C4ECAD3EDEC69A2105256A31007503A9/$file/Inf-Agro36.pdf) Acceso: 13.3.2015
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA – SENAMHI. 2015. Datos históricos. [http://www.senamhi.gob.pe/include/mapas/dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=000449](http://www.senamhi.gob.pe/include/mapas/dat_esta_tipo.php?estaciones=000449). Acceso (abril 2015).
- SIICEX. 2015. Exportación del producto camu camu según sus principales mercados en Kg 2008 - 2015 En línea: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodpresvolu&pvalor=1920> acceso: 09/04/2015
- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cultivar Hass para la zona de Quillota. V. Región. Quillota. Chile. Tesis

Ingeniero Agrónomo Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 141pp.

USON, A., BOIXADERA, J., MARTIN, A. 2010. Tecnología de suelos: estudio de casos. Editores Zaragoza prensa universitaria de Zaragoza. España. 515p.

VERDE, W.G. 2013. Estudio de suelos potenciales para el cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.McVaugh) en la provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 80p.

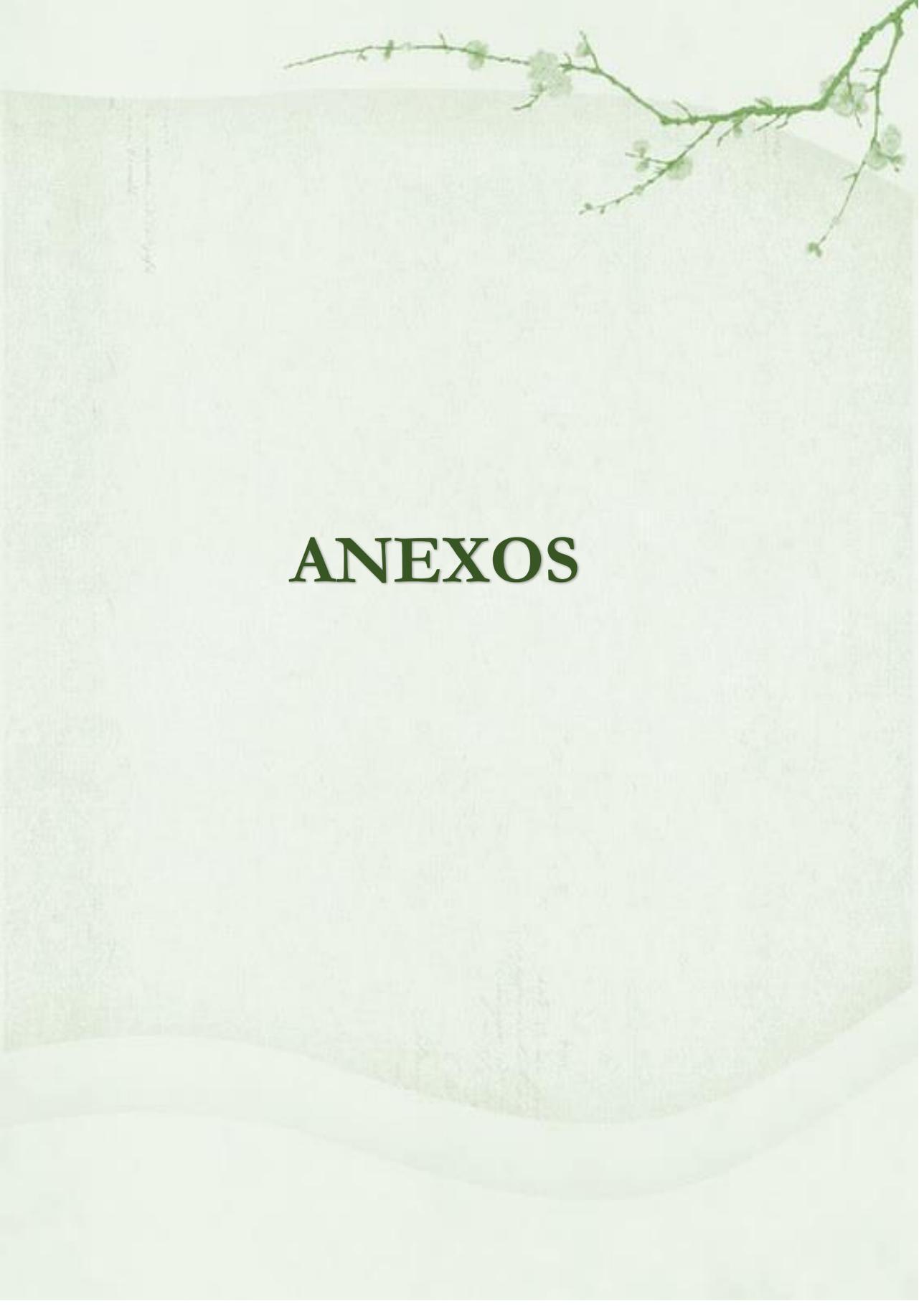
VILLACHICA, H. 1996. El cultivo de Camu camu *Myrciaria dubia* HBK McVaugh. en la Amazonía Peruana. Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). Secretaría tempore, Lima. Perú.

YUYAMA, L., AGUIAR, J., YUYAMA, K., LOPES, T., FÁVARO, D., BERGL, P., VASCONCELLOS, M. 2003. Teores de elementos minerais em algumas populações de Camu-Camu. Acta Amazonica, 33(4), 549-554. Retrieved March 16, 2015, from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-59672003000400002&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672003000400002&lng=en&tlng=pt). 10.1590/S0044-59672003000400002.

YUYAMA, K. 2011. A cultura de camu-camu no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 33, n.2, p.iii-iv. Retrieved June 12, 2015, from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452011000200001&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000200001&lng=en&tlng=pt). 10.1590/S0100-29452011000200001.

YZARRAGA, W y LÓPEZ, F. 2011. Manual de observaciones fenológicas. MINAG-SENAMHI. Lima. Perú. 99p





# ANEXOS



**Cuadro 1.** Contenido de nutrientes y variables del perfil del suelo al iniciar el estudio en la unidad fisiográfica terraza alta

<i>Variable</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultado</i>	<i>Calificación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Calificación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Calificación</i>
<i>Profundidad</i>		0 - 8 cm		8 - 25 cm		25 - 50 cm	
<i>Textura</i>		Franco arenoso	Moderadamente gruesa	Franco arcilloso	Moderadamente fina	Franco arcilloso	Moderadamente fina
<i>Densidad aparente</i>		1.5	-	1.2	-	1.2	-
<i>pH (1:1)</i>		4.25	Extremadamente ácido	4.42	Extremadamente ácido	4.21	Extremadamente ácido
<i>M.O</i>	%	1.72	Bajo	1.5	Bajo	1.19	Bajo
<i>N</i>	%	0.08	Bajo	0.07	Bajo	0.05	Bajo
<i>P</i>	ppm	8.1	Medio	6.4	Bajo	5.1	Bajo
<i>K<sub>2</sub>O</i>	Kg/ha	180.65	Bajo	136.54	Bajo	181.92	Bajo
<i>CIC</i>		0	-	0	-	0	-
<i>Ca cambiante</i>	Cmol(+)/Kg	5.8		5.31		5.6	
<i>Mg cambiante</i>		0.8		0.89		0.88	
<i>Al cambiante</i>		2		1.5		2.1	
<i>H cambiante</i>		0.75		0.5		0.9	
<i>CICe</i>		9.35	Bajo	8.2	Bajo	9.48	Bajo
<i>Base cambiante</i>	%	70.59		75.61		68.35	
<i>Acidez cambiante</i>		29.41		24.39		31.65	
<i>Saturación de Aluminio</i>		21.39	Bajo	18.29	Bajo	22.15	Bajo

**Cuadro 2.** Contenido de nutrientes y variables del perfil del suelo al iniciar el estudio en la unidad fisiográfica terraza baja inundable

<i>Variable</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultado</i>	<i>Calificación</i>	<i>Resultado</i>	<i>Calificación</i>
<i>Profundidad</i>		0 - 25 cm		25 - 50 cm	
<i>Textura</i>		Franco arenoso	Moderadamente gruesa	Franco arenoso	Moderadamente gruesa
<i>Densidad aparente</i>		1.5	-	1.5	-
<i>pH (1:1)</i>		4.51	Muy fuertemente ácido	6.13	Ligeramente ácido
<i>M.O</i>	%	1.72	Bajo	1.72	Bajo
<i>N</i>	%	0.08	Bajo	0.08	Bajo
<i>P</i>	ppm	11.9	Medio	11.3	Medio
<i>K<sub>2</sub>O</i>	Kg/ha	220.3	Bajo	226.74	Bajo
<i>CIC</i>		0	-	7.49	Bajo
<i>Ca cambiabile</i>	Cmol(+)/Kg	5.52		6.2	
<i>Mg cambiabile</i>		0.75		0.86	
<i>K cambiabile</i>		0		0.35	
<i>Na cambiabile</i>		0		0.08	
<i>Al cambiabile</i>		1.2		0	
<i>H cambiabile</i>		0.3		0	
<i>CICe</i>		7.77		0	
<i>Base cambiabile</i>	%	80.69		100	
<i>Acidez cambiabile</i>		19.31		0	
<i>Saturación de Aluminio</i>		15.44	Bajo	0	-

**Cuadro 3.** Análisis físico-químico de la capa arable del suelo en la unidad fisiográfica terraza alta por cada fase de la etapa fenológica reproductiva en estudio

Variable	Unidad	Estado fenológico reproductivo				Categoría
		Descanso	Brotamiento	Floración	Fructificación	
		Cantidad				
Textura		Fr. Arc	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Fina
Densidad aparente		1.2	1.1	1.1	1.1	
pH	1:1	4.34	4.70	4.61	4.55	Muy fuertemente ácido
M.O	%	1.61	0.67	1.22	1.34	Bajo
N	%	0.08	0.03	0.05	0.06	Bajo
P	ppm	7.25	9.80	8.45	7.10	Medio
K <sub>2</sub> O	Kg/ha	158.60	245.77	182.86	107.35	Bajo
Ca cambiable	Cmol(+)/Kg	5.56	5.09	8.90	5.34	
Mg cambiable	Cmol(+)/Kg	0.85	0.62	2.13	0.61	
Al cambiable	Cmol(+)/Kg	1.75	2.00	1.36	1.15	
H cambiable	Cmol(+)/Kg	0.63	0.50	0.85	0.22	
CICe		9.35	8.21	13.24	7.32	Bajo
Base cambi- ble	%	73.10	69.53	83.30	81.28	
Acidez cam- biable	%	26.90	30.47	16.70	18.72	
Saturación de Aluminio	%	19.84	24.38	10.28	15.71	

**Cuadro 4.** Análisis físico-químico de la capa arable del suelo en la unidad fisiográfica terraza baja inundable por cada fase de la etapa fenológica reproductiva en estudio

Variable	Unidad	Estado fenológico reproductivo				Categoría
		Descanso	Brotamiento	Floración	Fructificación	
		Cantidad				
Textura		Fr. Arc.Ao	Fr. Limoso	Fr. Arc. Lim	Fr. Limoso	Media
Densidad aparente		1.55	1.3	1.45	1.3	
pH	1:1	4.51	4.36	5.54	4.57	Muy fuertemente ácido
M.O	%	1.72	0.85	3.05	1.57	Bajo
N	%	0.08	0.04	0.14	0.07	Bajo
P	ppm	11.90	10.50	5.43	5.70	Bajo
K <sub>2</sub> O	Kg/ha	220.32	227.40	204.06	128.89	Bajo
Ca cambiable	Cmol(+)/Kg	5.52	4.68	4.03	6.60	
Mg cambiable	Cmol(+)/Kg	0.75	0.54	1.35	1.16	
Al cambiable	Cmol(+)/Kg	1.20	1.80	1.28	1.26	
H cambiable	Cmol(+)/Kg	0.30	0.40	0.60	0.40	
CICe		7.77	7.42	7.25	9.42	Bajo
Base cambiable	%	80.69	70.35	74.21	82.38	
Acidez cambiable	%	19.31	29.65	25.79	17.62	
Saturación de Aluminio	%	15.44	24.26	17.59	13.38	

**Cuadro 5.** Clasificación de las clases texturales del suelo por su granulometría

<b>Textura</b>	<b>Clase textural</b>
<i>Gruesa</i>	Arena, Arena franca
<i>Moderadamente gruesa</i>	Franco arenoso
<i>Media</i>	Franco, Franco limoso, Limo
<i>Moderadamente fina</i>	Franco arcilloso, Franco arcillo arenoso
<i>Fina</i>	Arcillo limoso, Arcillo arenoso, Arcilla

**Cuadro 6.** Niveles de Potasio (K<sub>2</sub>O)

<b>Nivel</b>	<b>kg/ha</b>
<i>Bajo</i>	< 300
<i>Medio</i>	300 – 600
<i>Alto</i>	> 600

**Cuadro 7.** Porcentaje de materia orgánica

<b>Nivel</b>	<b>%</b>
<i>Bajo</i>	< 2
<i>Medio</i>	2 – 4
<i>Alto</i>	> 4

**Cuadro 8.** Porcentaje de nitrógeno (Kjeldhal)

<b>Nivel</b>	<b>%</b>
<i>Bajo</i>	< 0,1
<i>Medio</i>	0,1 – 0,2
<i>Alto</i>	> 0,2

**Cuadro 9.** Niveles de fosforo (Olsen)

<i>Nivel</i>	<i>ppm</i>
<i>Bajo</i>	< 7
<i>Medio</i>	7 – 14
<i>Alto</i>	> 14

**Cuadro 10.** Clasificación de los valores de pH de suelo

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

**Cuadro 1.** Porcentaje de saturación de bases

<i>Nivel</i>	<i>%</i>
<i>Bajo</i>	< 35
<i>Medio</i>	35 - 80
<i>Alto</i>	> 80

**Cuadro 12.** CIC (NH<sub>4</sub> OAc 1N, pH 7)

<i>Nivel</i>	<i>cmol(+)/kg de suelo</i>
<i>Muy bajo</i>	< 6
<i>Bajo</i>	6 - 12
<i>Medio</i>	12 - 20
<i>Alto</i>	> 20

**Cuadro 13.** Porcentaje de saturación de aluminio

<i>Nivel</i>	<i>%</i>
<i>Bajo</i>	< 50
<i>Medio</i>	50 - 70
<i>Alto</i>	> 70

**Cuadro 14.** *Matriz de Correlación entre las variables evaluadas en cada fase de la etapa fenológica reproductiva de camu camu en terraza alta y terraza baja inundable en estudio*

Unidad Fisiográfica		Numero de yema floral por planta	Numero de flores por planta	Numero de frutos por planta	Peso de fruto por planta	
Terraza alta	Numero de yema floral por planta	Correlación de Pearson	1			
		Sig. (bilateral)				
		N				
	Numero de flores por planta	Correlación de Pearson	<b>,996**</b>	1		
		Sig. (bilateral)	,000			
		N	9			
	Numero de frutos por planta	Correlación de Pearson	-,117	-,155	1	
		Sig. (bilateral)	,764	,690		
		N	9	9		
	Peso de fruto por planta	Correlación de Pearson	-,271	-,317	<b>,876**</b>	1
		Sig. (bilateral)	,481	,407	,002	
		N	9	9	9	
Terraza baja inundable	Numero de yema floral por planta	Correlación de Pearson	1			
		Sig. (bilateral)				
		N				
	Numero de flores por planta	Correlación de Pearson	<b>,832**</b>	1		
		Sig. (bilateral)	,005			
		N	9			
	Numero de frutos por planta	Correlación de Pearson	-,372	-,079	1	
		Sig. (bilateral)	,324	,841		
		N	9	9		
	Peso de fruto por planta	Correlación de Pearson	-,302	-,099	<b>,908**</b>	1
		Sig. (bilateral)	,430	,800	,001	
		N	9	9	9	

*Cuadro 15. Análisis de caracterización del suelo en cada unidad fisiográfica terraza alta y terraza baja inundable*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)

**ANÁLISIS DE SUELOS**



Procedencia: **PUCALLPA**

Solicitante: **ENA VILMA VELAZCO CASTRO**

Laborat.	Ecosistema	Número de Muestra		Profundidad	ANÁLISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CIC	CAMBIABLES			Cmol(+)/kg			%	%	%	
		Etapas fenológica	Tipo de muestreo		Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H				Bas.
M696	Ta	Descanso	Perfil	HORIZONTE A - PROF. 0-8 cm	61	15	24	Fr.Ao	4.25	1.72	0.08	8.10	180.65	-----	5.80	0.80	0.00	0.00	2.00	0.75	9.35	70.59	29.41	21.39
M697	Ta	Descanso	Perfil	HORIZONTE B - PROF. 8-25 cm	43	27	30	Fr.Arc.	4.42	1.50	0.07	6.40	136.54	-----	5.31	0.89	0.00	0.00	1.50	0.50	8.20	75.61	24.39	18.29
M699	Ta	Descanso	Perfil	HORIZONTE C - PROF. 25-50 cm	25	35	40	Fr.Arc.	4.21	1.19	0.05	5.10	181.92	-----	5.60	0.88	0.00	0.00	2.10	0.90	9.48	68.35	31.65	22.15
M1644	Ta	Brotamiento	Capa arable	0 - 20 cm	16	57	27	Arc.	4.7	0.7	0.03	9.8	245.77	-----	5.09	0.62	0.00	0.00	2.00	0.50	8.21	69.549	30.451	24.361
	Ta	Floración	Capa arable	0 - 20 cm	2	75	23	Arc.	4.61	1.22	0.05	8.45	182.86	-----	8.9	2.13	0.00	0.00	1.36	0.85	13.2	83.308	16.692	10.272
M 1783	Ta	Fructificación	Capa arable	0 - 20 cm	16	57	27	Arc.	4.55	1.34	0.06	7.1	107.35	-----	5.34	0.61	0.00	0.00	1.15	0.22	7.32	81.284	18.716	15.710
M700	Tbi	Descanso	Perfil	HORIZONTE A1 - PROF. 0-25 cm	53	19	28	Fr. Ao	4.51	1.72	0.08	11.90	220.32	-----	5.52	0.75	0.00	0.00	1.20	0.30	7.77	80.69	19.31	15.44
M698	Tbi	Descanso	Perfil	HORIZONTE A2 - PROF. 25-50 cm	53	19	28	Fr. Ao	6.13	1.72	0.08	11.30	226.74	7.49	6.20	0.86	0.35	0.08	0.00	0.00	----	100	0.00	0.00
M1643	Tbi	Brotamiento	Capa arable	0 - 20 cm	22	25	53	Fr.Lm	4.36	0.85	0.04	10.50	227.40	-----	4.68	0.54	1.80	0.00	0.00	0.40	7.42	70.35	29.65	24.26
	Tbi	Floración	Capa arable	0 - 20 cm	30	27	43	Fr.Arc.Lm	5.24	3.05	0.14	5.43	204.06	-----	4.03	1.35	1.28	0.00	0.00	0.60	7.26	74.10	25.90	17.63
M 1782	Tbi	Fructificación	Capa arable	0 - 20 cm	22	25	53	Fr.Lm	4.57	1.57	0.07	5.70	128.89	-----	6.60	1.16	1.26	0.00	0.00	0.40	9.42	82.38	17.62	13.38

**Cuadro 16.** *Análisis foliar o de tejido vegetal del camu camu por unidad fisiográfica terraza alta y terraza baja inundable*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



**ANALISIS DE TEJIDOS VEGETALES**

Procedencia:

**PUCALLPA**

Solicitante: **ENA VILMA VELAZCO CASTRO**

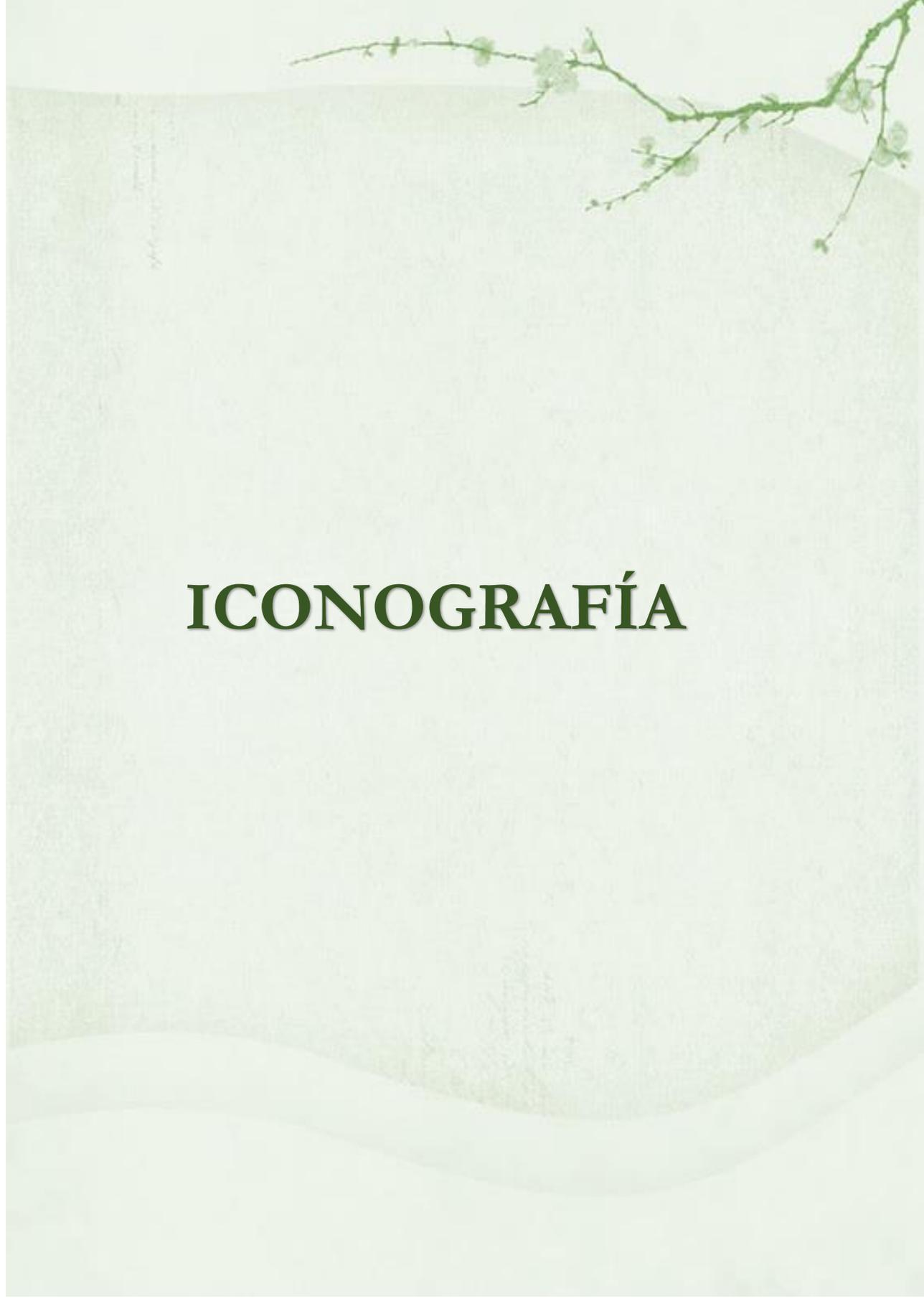
Número de Muestra		Etapa fenológica	Tejido	Base seca		Porcentaje %		N	P	K	Mg	Na	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
Laborat.	Ecosistema			Ceniza %	Materia orgánica %	Materia seca	Humedad										
M 707	Ta	Descanso	Hoja	8.64	91.36	79.78	20.22	2.23	0.19	0.97	0.46	0.67	1.98	247.6	211.9	39.98	11.06
	Ta	Brotamiento	Hoja	6.26	93.74	78.33	21.67	1.83	0.03	0.51	0.25	0.08	1.13	294.3	458.2	25.38	8.6
	Ta	Floración	Hoja	4.06	95.94	89.06	10.94	2.35	0.1	0.46	0.21	0.04	0.65	213.1	258.3	35.7	11.05
	Ta	Fructificación	Hoja	3.71	96.29	61.97	38.03	2.38	0.1	0.25	0.19	0.23	0.87	411.9	195.4	27.76	6.34
	Ta		Fruto	2.15	97.85	20.85	79.15	0.37	0.09	0.01	0.1	0.26	0.34	34.56	46.14	19.67	5.82
Tbi	Descanso	Hoja	8.97	91.03	83.11	16.89	2.35	0.14	0.91	0.42	0.67	1.81	228.1	212	31.95	6.03	
	Brotamiento	Hoja	8.74	91.26	88.16	11.84	2.06	0.08	0.46	0.23	0.05	1.06	241.5	337.6	54.42	19.29	
	Floración	Hoja	5.26	94.74	89.21	10.79	2.62	0.06	0.5	0.19	0.03	0.56	192.5	126.9	33.57	12.13	
	Fructificación	Hoja	4.4	95.6	66.37	33.63	1.58	0.11	0.61	0.18	0.2	0.62	205	119.2	47	11.85	
	Fruto	4.28	95.72	26.47	73.53	1.169	0.118	1.42	0.118	0.003	0.419	142.5	135.9	6.34	5.29		

**Cuadro 17.** Cálculo de extracción de nutrientes por el fruto de camu camu en la unidad fisiográfica terraza alta

Etapa	Tejido	Materia seca g kg <sup>-1</sup>	Peso seco		Ceniza g kg <sup>-1</sup>	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
			g pt <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>										
<b>Concentración de nutriente (análisis de tejido)</b>														
<b>g kg<sup>-1</sup></b>														
<b>mg kg<sup>-1</sup></b>														
<b>Descanso</b>	Hoja	797.8	700.8	778.6	86.4	22.30	1.90	9.70	4.60	19.80	247.56	211.87	39.98	11.06
<b>Brotamiento</b>	Hoja	783.3	675.5	750.5	62.6	18.30	0.30	5.10	2.50	11.30	294.26	4582.02	25.38	8.60
<b>Floración</b>	Hoja	890.6	873.3	970.2	40.6	23.50	1.00	4.60	2.10	6.50	213.09	2582.78	35.70	11.05
<b>Fructificación</b>	Hoja	619.7	422.8	469.7	37.1	23.80	1.00	2.50	1.90	8.70	411.94	1954.48	27.76	6.34
	Fruto	208.5	154.5	171.6	21.5	3.70	0.90	0.10	1.00	3.40	34.56	46.14	19.67	5.82
<b>Total</b>		<b>3299.9</b>	<b>2827</b>	<b>3141</b>										
<b>Absorción de nutriente</b>														
<b>kg ha<sup>-1</sup></b>														
<b>g ha<sup>-1</sup></b>														
<b>Descanso</b>	Hoja					17.4	1.5	7.6	3.6	15.4	192.7	165.0	31.1	8.6
<b>Brotamiento</b>	Hoja					13.7	0.2	3.8	1.9	8.5	220.8	3438.9	19.0	6.5
<b>Floración</b>	Hoja					22.8	1.0	4.5	2.0	6.3	206.7	2505.8	34.6	10.7
<b>Fructificación</b>	Hoja					11.2	0.5	1.2	0.9	4.1	193.5	918.1	13.0	3.0
	Fruto					0.6	0.2	0.02	0.2	0.6	5.9	7.9	3.4	1.0
<b>Total</b>						<b>66</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>820</b>	<b>7036</b>	<b>101</b>	<b>30</b>
<b>Porcentaje de nutriente absorbido en cada etapa</b>														
<b>Descanso</b>	Hoja					26	45	44	42	44	24	2	31	29
<b>Brotamiento</b>	Hoja					21	7	22	22	24	27	49	19	22
<b>Floración</b>	Hoja					35	29	26	24	18	25	36	34	36
<b>Fructificación</b>	Hoja					17	14	7	10	12	24	13	13	10
	Fruto					1.0	5	0.10	2	2	0.7	0.11	3	3
						100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Extracción de nutriente por el fruto</b>														
<b>kg t<sup>-1</sup> fruto</b>														
<b>g t<sup>-1</sup> fruto</b>														
						3.7	0.9	0.1	1.0	3.4	34.6	46.1	19.7	5.8

**Cuadro 18.** Cálculo de extracción de nutrientes por el fruto de camu camu en la unidad fisiográfica terraza baja inundable

Etapa	Tejido	Materia seca g kg <sup>-1</sup>	Peso seco		Ceniza g kg <sup>-1</sup>	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
			g pt <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>										
<b>Concentración de nutriente (análisis foliar)</b>														
														<b>g kg<sup>-1</sup></b>
<i>Descanso</i>	Hoja	831.1	2194.4	2438.0	89.70	23.50	1.40	9.10	4.20	18.10	228.08	211.96	31.95	6.03
<i>Brotamiento</i>	Hoja	881.6	2469.2	2743.3	87.40	20.60	0.80	4.60	2.30	10.60	241.47	3376.03	54.42	19.29
<i>Floración</i>	Hoja	892.1	2528.4	2809.0	52.60	26.20	0.60	5.00	1.90	5.60	192.45	1268.80	33.57	12.13
<i>Fructificación</i>	Hoja	663.7	1399.5	1554.8	44.00	15.80	1.10	6.10	1.80	6.20	204.95	1192.11	47.00	11.85
	Fruto	264.7	251.4	279.3	42.80	11.69	1.18	14.20	1.18	4.19	142.54	135.89	6.34	5.29
<b>Total</b>		<b>3533.2</b>	<b>8843</b>	<b>9825</b>										
<b>Absorción de nutriente</b>														
						<b>kg ha<sup>-1</sup></b>				<b>g ha<sup>-1</sup></b>				
<i>Descanso</i>	Hoja					57.3	3.4	22.2	10.2	44.1	556.1	516.8	77.9	14.7
<i>Brotamiento</i>	Hoja					56.5	2.2	12.6	6.3	29.1	662.4	9261.5	149.3	52.9
<i>Floración</i>	Hoja					73.6	1.7	14.0	5.3	15.7	540.6	3564.1	94.3	34.1
<i>Fructificación</i>	Hoja					24.6	1.7	9.5	2.8	9.6	318.7	1853.5	73.1	18.4
	Fruto					3.3	0.3	4.0	0.3	1.2	39.8	38.0	1.8	1.5
<b>Total</b>						<b>215</b>	<b>9</b>	<b>62</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>2118</b>	<b>15234</b>	<b>396</b>	<b>122</b>
<b>Porcentaje de nutriente absorbido en cada etapa</b>														
<i>Descanso</i>	Hoja					27	37	36	41	44	26	3	20	12
<i>Brotamiento</i>	Hoja					26	24	20	25	29	31	61	38	44
<i>Floración</i>	Hoja					34	18	23	21	16	26	23	24	28
<i>Fructificación</i>	Hoja					11	18	15	11	10	15	12	18	15
	Fruto					2	4	6	1	1	2	0	0	1
						100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Extracción de nutriente por el fruto</b>														
						<b>kg t<sup>-1</sup> fruto</b>					<b>g t<sup>-1</sup> fruto</b>			
						11.7	1.2	14.2	1.2	4.2	142.5	135.9	6.3	5.3

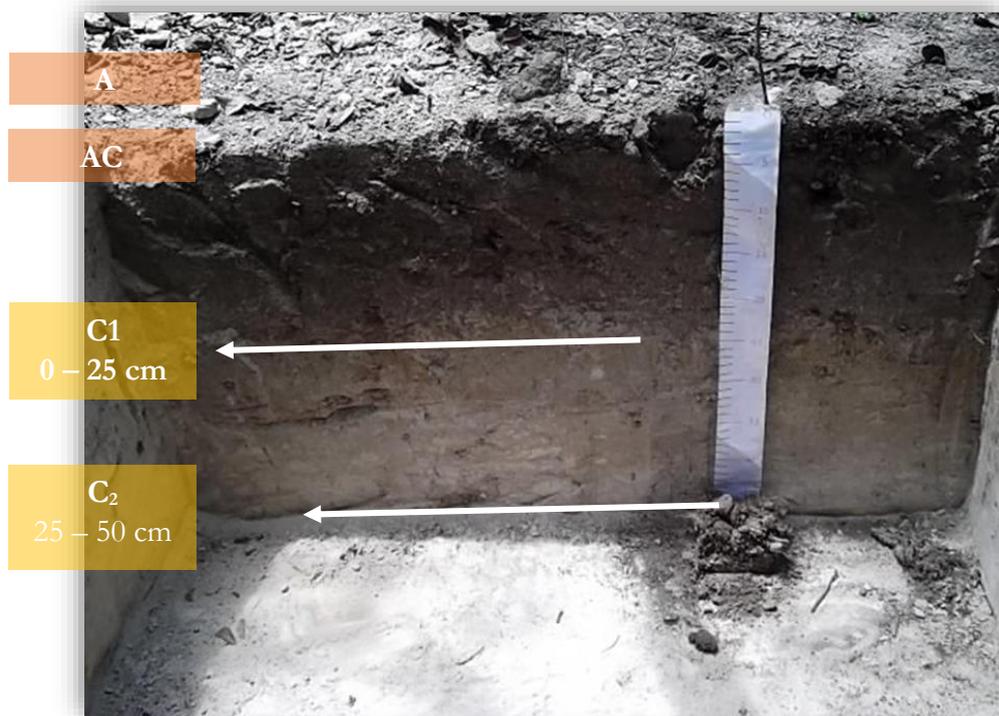


# ICONOGRAFÍA





*Figura 10. Perfil del suelo (residual) del área con cultivo de camu camu en terraza alta (Ta).*



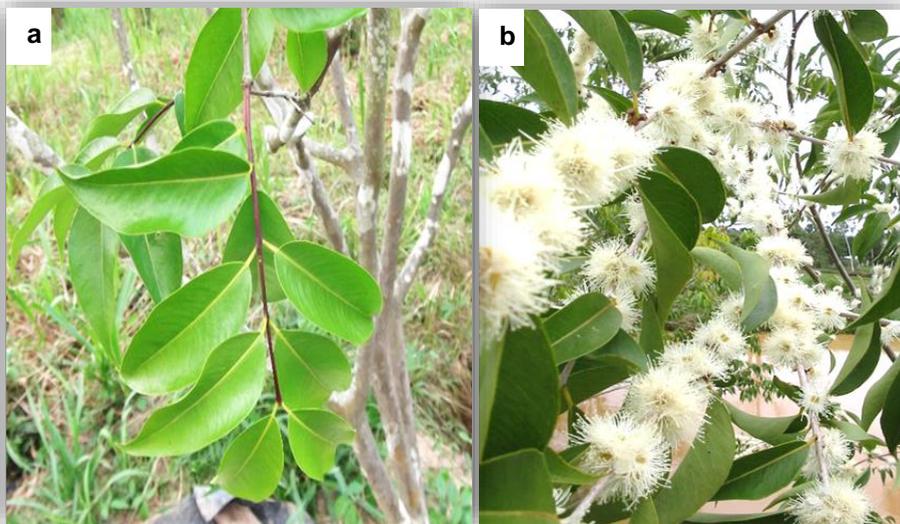
*Figura 11. Capa del suelo (aluvial) en el área con cultivo de camu camu en terraza baja inundable (Tbi).*



*Figura 12. Plantación de camu camu en (a) fase de descanso, (b) defoliación y poda de la planta seleccionada.*



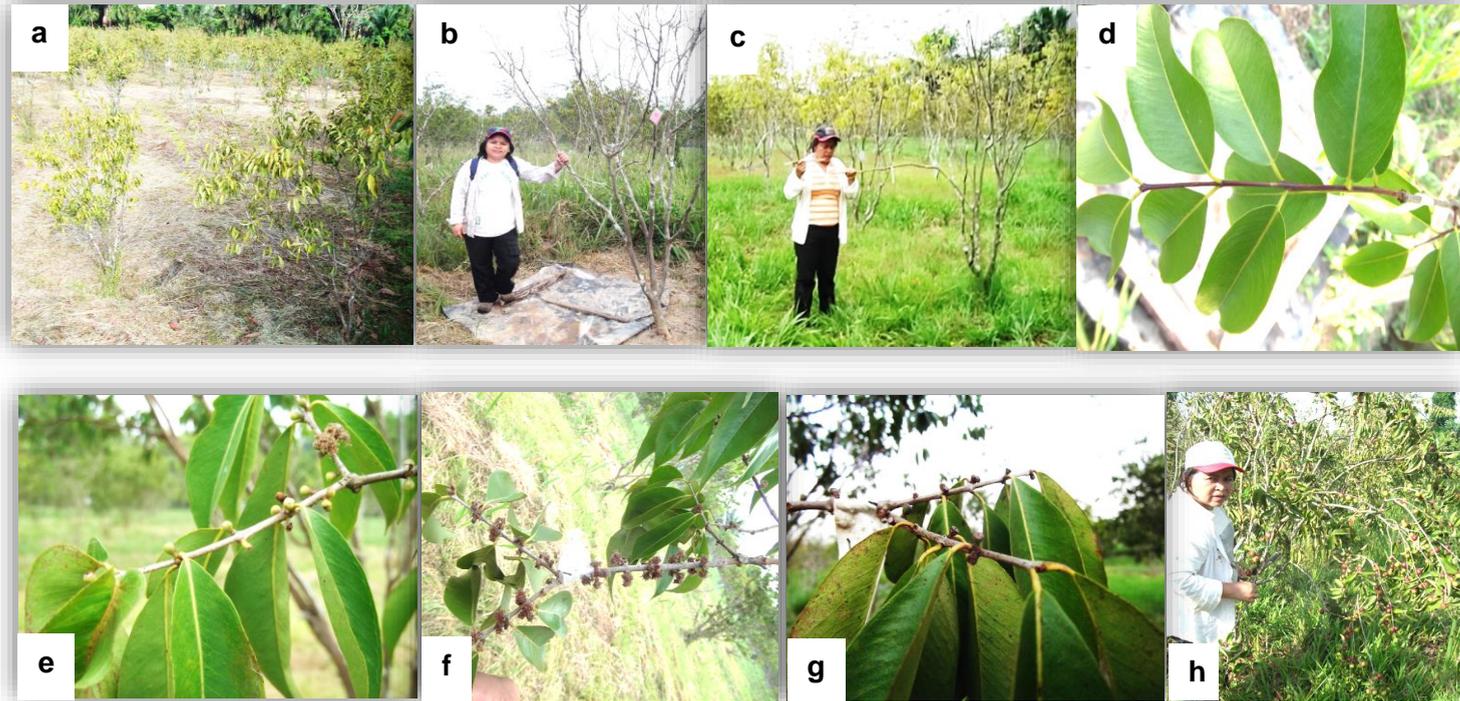
*Figura 13. Planta de camu camu en (a) inicio de brotamiento, (b) detenimiento del crecimiento de los brotes.*



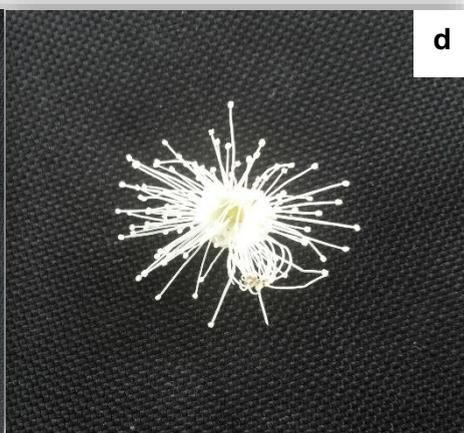
*Figura 14. Brote de camu camu en (a) crecimiento final, (b) brote en floración.*



*Figura 15. Planta de camu camu en (a) fructificación, (b) ramas con frutos maduro.*



**Figura 16.** Ciclo productivo en camu camu; a) fase de descanso; b) defoliación total de la planta (0 días); c) brotamiento (49 días Ta y 43 días Tbi); d) maduración hojas y lignificación del brote; e) yemas y botones florales (132 días Ta y 119 días Tbi); f) flores polinizados; g) inicio del crecimiento del fruto; h) cosecha (213 días en Ta y 206 días en Tbi). (Ta=Terraza alta; Tbi=Terraza baja inundable).



*Figura 17. Faces del desarrollo de crecimiento y floración del camu camu: a) planta en crecimiento de brotes, b) Botón floral, c), d) y e) flor del camu camu.*