

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**



**“DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ACIDO ASCÓRBICO  
EN LOS DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN DEL  
FRUTO DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) HBK Mc Vaugh. EN  
UN ULTISOL DE PUCALLPA”**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**ROGER ABRAHAM ICUMINA ROJAS**

**PUCALLPA - PERU  
2005**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por darme  
la vida y permitirme cumplir  
uno de mis anhelos de ser profesional.

Con mucho amor y cariño  
a mis padres Roger y Magdalena por  
su indismayable apoyo en la formación profesional.

Con mucho amor y cariño  
a mi esposa e hijo, Liz  
Karenina y Kevin Abraham .

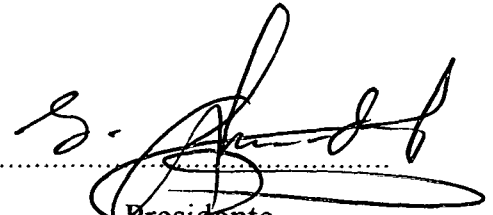
## AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que han contribuido en la realización de la presente tesis:


- A la Universidad Nacional de Ucayali, por darme la oportunidad de realizar mi sueño de ser Ingeniero Agrónomo.
- A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNU, por impartirme los conocimientos técnicos y científicos de la profesión.
- Al Proyecto agrícola San Juan, por el financiamiento del presente trabajo de investigación.
- A la Ing. Rita Riva Ruiz, por el asesoramiento y colaboración.
- A la Ing. Francis Young Ríos, coasesor del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Isaías Gonzáles Ramírez, por el apoyo técnico en el presente trabajo de investigación.
- A los Ings. Roberto Del Águila Lomas y Marco A. Ramírez Altamirano, por su apoyo en el análisis estadístico del presente trabajo de tesis.
- A la Bach. Liz K. Navarro Fuentes, por su apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo de tesis.
- Finalmente a todas aquellas personas que de una u otra manera fueron partícipes en el logro de mi más ansiado anhelo de ser profesional.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo.


ING. GIRALDO ALMEIDA VILLANUEVA, M.Sc.

  
.....  
Presidente

Blg. ILDEFONSO AYALA ASCENCIO, Mg.

  
.....  
Secretario


ING. JAVIER AMACIFUEN VIGO.

  
.....  
Miembro

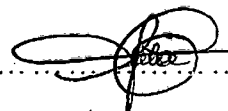
ING. ALFONSO F. RAMOS MACEDO.

  
.....  
Miembro

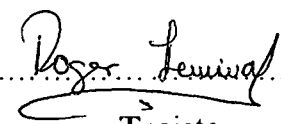
ING. SEGUNDO SOPLIN TORRES

  
.....  
Miembro

ING. RITA RIVA RUIZ.

  
.....  
Asesor

Bach. ROGER ABRAHAM ICUMINA ROJAS.

  
.....  
Tesisista

# INDICE

	Pág.
Resumen .....	vii
Lista de cuadros .....	viii
Lista de figuras .....	ix
Lista de iconografías .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	01
II. REVISION DE LITERATURA .....	02
2.1 Importancia del cultivo de camu camu .....	02
2.2 Valor agregado .....	02
2.3 Fenología del camu camu .....	03
2.4 Ubicación taxonómica .....	03
2.5 Descripción de la familia Myrtaceas .....	04
2.6 Descripción de la especie <i>Myrciaria dubia</i> H.B.K.Mc. Vaugh .....	04
2.7 Maduración fisiológica .....	06
2.8 Fenología reproductiva del camu camu .....	06
2.9 Vitamina C .....	08
2.10 Ácido ascórbico en el fruto de camu camu .....	09
2.11 Métodos de cosecha .....	10
2.12 Tratamiento post cosecha .....	11
2.13 Métodos empleados en el análisis del ácido ascórbico .....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1 Campo experimental .....	14
3.2 Diseño experimental .....	15
3.3 Ejecución del experimento .....	16
3.4 Observaciones registradas .....	19

3.5 Variables medidas .....	20
3.6 Operacionalización de las variables .....	20
3.7 Descripción del campo experimental .....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1 Color del fruto por planta de acuerdo a los tratamientos en estudio.....	22
4.2 Contenido del ácido ascórbico por mes en diferentes estados de maduración .....	22
V. CONCLUSIONES .....	25
VI. RECOMENDACIONES .....	26
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	27
VIII. ANEXOS .....	30
IX. ICONOGRAFÍAS .....	41

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis, se realizó en el campo experimental Agrícola San Juan, ubicado en la Carretera Federico Basadre km 13, margen izquierda, localizado geográficamente a 8° 22'31" Latitud Sur y 74° 34' 35" Longitud Oeste y una altitud de 154 msnm, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. El objetivo fue determinar el contenido de ácido ascórbico en los diferentes estados de maduración del fruto de camu camu para optimizar la cosecha en un ultisols de Pucallpa. Las variables en estudio fueron: el contenido de ácido ascórbico mensualizado en los diferentes estados de maduración y color del fruto del camu camu, en un diseño experimental de Bloques Completo al Azar con 6 tratamientos: verde, semi verde (25% de maduración), verde pintón (50% de maduración), pintón maduro (75 % de maduración), maduro (100% de maduración), testigo (cosecha tradicional) y 4 repeticiones y la prueba de Duncan al 0,05%. Se evaluaron frutos en diferentes estados de maduración en plantas de 8 años de edad altamente productivas, los cuales fueron recolectados cada 2 días dependiendo de las precipitaciones, las actividades realizadas en campo fueron: recolección de muestra de suelo (análisis de suelo y capacidad de campo), recolección de frutos de acuerdo a la cartilla de colores, pesado de los frutos y las actividades en el laboratorio de la empresa "Agrícola San Juan" (análisis del contenido de ácido ascórbico de los frutos recolectados en campo mediante el uso del método de titulación).

Los resultados de la evaluación del contenido de ácido ascórbico de los diferentes tratamientos, evaluados entre los meses de marzo a julio reportan que; el tratamiento 4 (pintón maduro) en todos los meses de evaluación se comportó como el mejor, alcanzando el nivel más alto en el mes de marzo con 2 526 mg/100 g de pulpa y descendiendo hasta 2 220 mg/100 g de pulpa en el mes de julio, estando dentro de los estándares internacionales aceptables para el mercado internacional y con un rendimiento de fruto de 368 kg/ha.

En conclusión: finalmente en condiciones de terrenos de terraza media el tratamiento 4 (pintón maduro) se comportó como el mejor, alcanzando los niveles altos de concentración de ácido ascórbico exigidos por el mercado internacional.

## LISTA DE CUADROS

	pág.
En el texto.	
01. Prueba de Duncan al 0,05% de la variable, contenido de ácido ascórbico durante 5 meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.....	23
02. Análisis de Varianza del contenido de ácido ascórbico durante los 5 meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.....	24
En el anexo.	
1A. Datos meteorológicos del año de 2 000, registrados en el estación meteorológico del SENHAMI - UNU. Pucallpa, Perú, 2 005.....	31
2A. Análisis físico - químico del suelo en el campo experimental. Pucallpa, Perú, 2 005.....	32
3A. Características entre <i>Myrciaria dubia</i> y <i>Myrciaria sp</i> , en estado natural.....	33
4A. Valor Nutricional de 100 g de pulpa de Camu camu. ....	34
5A. Peso y tamaño de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005. ....	36
6A. Cantidad de ácido ascórbico en diferentes estados de maduración de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005. ....	36



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
En el texto.	
01. Fenología reproductiva de camu camu. ....	07
02. Contenido de ácido ascórbico correspondiente a los meses de evaluación por tratamiento en estudio. Pucallpa, Perú, 2 005.....	24
En el anexo.	
1A. Datos meteorológico del experimento: precipitación, humedad relativa y temperatura (febrero – setiembre 2 000). Pucallpa, Perú, 2 005.....	31
2A. Relación entre la precipitación y capacidad de campo durante los meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.....	35
3A. Rendimiento de frutos por hectárea. Pucallpa, Perú, 2 005.....	35
4A. Tabla de colores para la selección de frutos. Pucallpa, Perú, 2 005.....	37
5A. Estructura química del ácido ascórbico. Pucallpa, Perú, 2 005.....	38
6A. Croquis de la parcela experimental. Pucallpa, Perú, 2 005.....	39
7A. Croquis del campo experimental. Pucallpa, Perú, 2 005.....	39

## LISTA DE ICONOGRAFIAS

	Pág.
01. Vista del campo experimental del proyecto agrícola San Juan. Pucallpa, Perú, 2 005.....	42
02. Vista de plantas de alta producción de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.....	42
03. Vista de frutos de estado en maduración verde. Pucallpa, Perú, 2 005.....	43
04. Vista del fruto camu camu de estado en maduración estado del 25%. Pucallpa, Perú, 2 005.....	43
05. Vista del fruto camu camu de estado en maduración estado del 50%. Pucallpa, Perú, 2 005.....	44
06. Vista del frutos camu camu de estado en maduración de 75%. Pucallpa, Perú, 2 005.....	44
07. Vista del frutos camu camu de estado en maduración de 100%. Pucallpa, Perú, 2 005.....	45
08. Vista de frutos maduros en ramas fruteras listos para ser recolectados. Pucallpa, Perú, 2 005.....	45
09. Vista de la pulpa del fruto de camu camu en diferentes estados de maduración en laboratorio. Pucallpa, Perú, 2 005.....	46
10. Vista del equipo de agitación para obtención del ácido ascórbico del frutos camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.....	46

## I. INTRODUCCIÓN

El camu camu es un frutal nativo que se caracteriza por su alto contenido de ácido ascórbico, posee una concentración de 2 780 mg/100 g de pulpa fresca, que supera significativamente a los cítricos exóticos (limón y naranja), en los cuales la concentración fluctúa entre 51 – 59 mg/100 g de jugo; el alto contenido de ácido ascórbico ubica al camu camu como un frutal importante para la agroindustria y farmacéutica, esto hace atractivo para el mercado de exportación y el consumo nacional. En la Región Ucayali, se encuentran distribuidas 583 391 plantas: en la provincia de Coronel Portillo 501 691 plantas y, Padre Abad con 81 700 plantas; las cuales fueron sembradas en densidades promedio de 1 112 plantas/ha de los cuales en buen estado de conservación existen 544,6 ha, por recuperar se encuentran 108,02 ha (DPA-Proyecto camu camu, 2 001).

El fruto del camu camu, tiene características físicas químicas adaptadas a las condiciones ambientales tropicales de la zona, estas características se mantienen en el fruto mientras esté en la rama, pero luego de la cosecha como todos los frutos, empiezan a sufrir cambios físicos químicos, bioquímicos, microbiológicos y enzimáticos, que lo llevan inevitablemente a la descomposición, sino se toman las medidas pertinentes (Pinedo, 2 001).

Los productores carecen del conocimiento para lograr el nivel óptimo de cosecha realizándose en forma tradicional, el cual consiste en recolectar frutos en diferentes estados de maduración, sin considerar el contenido de ácido ascórbico requerido por el mercado internacional. Teniendo en cuenta todos estos factores el presente trabajo de investigación tiene como objetivo:

- Determinar el contenido de ácido ascórbico en los diferentes estados de maduración del fruto de camu camu para optimizar la cosecha.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2. 1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL CAMU CAMU**

El camu camu dentro de la diversidad de frutales nativos existentes en la Amazonia peruana resalta por sus notables características como son: elevada concentración de ácido ascórbico en el fruto, planta tolerante a inundaciones , valor agregado, especie adaptada a suelos ácidos, Calzada (1 980), indica que este frutal paso desapercibido hasta que en 1 959 el Instituto de Nutrición del Ministerio de salud del Perú realizó el análisis bromatológico de la fruta, presentando resultados sorprendentes de 2 800 mg de ácido ascórbico en 100 g de Pulpa, su cotización a partir de esa fecha fue en constante aumento y actualmente es sorprendente ver que durante la última década del 70 al 80 y especialmente el último lustro del 80 al 85, además Pinedo y Riva (2 001), indica que en países como Perú, Brasil y Japón está circulando en el mercado productos del camu camu, en forma de refrescos, cápsulas, caramelos, cremas, champús, etc. indicativos de una activación de la industria del frutal a favor de una amplia gama de la opción para generar valor agregado, en el mercado nacional se utiliza en forma de pulpa congelada para yogur y otros productos derivados de la corteza del camu camu .

### **2. 2. VALOR AGREGADO**

Pinedo y Ruiz, (2 001), manifiestan que los procesos de valor agregado significan una gran posibilidad de desarrollo e inversión en la agroindustria regional y nacional y en el caso de frutales amazónicos una gran expectativa para generar productos de consumo regional, en la Región amazónica el camu camu especialmente el fruto arbustivo es utilizado como carnada para pescar, producción de licores, helados, cremoladas, caramelos, refrescos, con fines médicos, tintes la madera (troncos y ramas) para construcciones rústicas y leña, la pulpa, los concentrados o deshidratados obtenidos de los frutos, son empleados en la industria para una variedad de productos cuyo principal atractivo radica obviamente en el alto contenido de vitamina C; en los últimos años ha surgido conceptos que coadyuvan a la ampliación y diversificación del mercado de vitamina C, es el caso de la llamada “Medicina ortomolecular” que se

emplea megadosis de 12 hasta 20 g de vitamina C/día para el tratamiento de enfermedades importantes como el cáncer y el SIDA.

### 2. 3. FENOLOGIA DEL CAMU CAMU

Riva y Gonzales (1 997), indican que en plantaciones manejadas en suelos entisoles (restingas de Pucallpa), la floración comienza entre los 40 a 50 días después de estiaje del río entre los meses de julio y agosto, la fructificación se produce entre septiembre a octubre; la segunda floración se produce entre noviembre a diciembre, con fructificación de enero a mayo. En condiciones de suelos ultisoles (son suelos, pobres en nutrientes, en materia orgánica y alta saturación de aluminio), el periodo de floración de la especie arbustiva de 6 a 8 meses presentándose la mayor emisión de flores en los meses de alta precipitación pluvial (noviembre a marzo), y la mayor emisión de frutos de enero a mayo. A los quince días de emisión de los botones florales, estos se abren formando la flor de color blanco y a los cinco ó siete días después de la polinización el fruto alcanza el tamaño de la cabeza de un alfiler. Su madurez óptima alcanza entre los 60 a 70 días, con un peso que oscila entre 7 a 22 gramos y un color que varía de verde claro a granate intenso.

Los mismos autores manifiestan, que la humedad del suelo y del ambiente es determinante para el desarrollo del cultivo de camu camu; la radiación solar también es muy importante. En plantaciones naturales el excesivo sombreado es perjudicial al producir plantas fototrópicas, y la emisión de brotes no son aptos para la producción de frutos.

### 2. 4. UBICACIÓN TAXONOMICA

Los estudios realizados por Humboldt, Bonpland y Kurt, citado por Riva y Gonzáles (1 997), indican que la clasificación de las especies de camu camu, al estado natural, solo produce en la amazonía peruana; determinando la existencia de dos especies: una arbustiva que hoy se denomina *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh y otra arbórea *Myrciaria* sp. Cuya taxonomía de la especie arbustiva es:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas.

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: Myrciaria

Especie: *dubia* H.B.K.

Sinónimo: *Paraensis* Berg.

## 2. 5. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA MYRTACEAS

Calzada y Linares (1 980), manifiestan que se encuentran distribuidas en los trópicos y subtropicos, cuenta con unos 145 géneros, 40 de estos en América del Sur, y de 3 650 especies, 1 600 de estos son americanas, árboles o arbustos con hojas simples, pequeñas y opuestas o alternadas.

Linares y Spichiger (1 994), reportan que las Myrtaceas son muy conocidas por ser una de las primeras fuentes de aceites esenciales. El “Cajeput” extraída de *Melaleuca leucadendron*, utilizado para tratar reumatismo, “esencia de eucalipto” *E. glóbulos labill*. Que se utiliza contra las afecciones de las vías respiratorias por sus propiedades antisépticas y anticatarrales. Las Myrtaceas producen también frutos comestibles de sabor agradable como “la guayaba” *Psidium guajava* L. y “la pomarosa” *Eugenia jambos* L. En la Amazonia peruana se preparan refrescos y otros alimentos con los frutos de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh y la *Myrciaria* sp en las zonas inundables y tierra firme, estos frutos llamados “Camu camu” son excepcionalmente ricos en vitamina C.

## 2. 6. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh.

Calzada (1 980), mencionan que la especie *Myrciaria dubia* HBK, camu camu arbustivo, es el más extendido geográficamente a nivel de la Amazonia del Perú, normalmente crece en la orillas (primeras terrazas) de cochas, quebradas y ríos de agua negra, caracterizada por su acidez y permanecer sumergidas totalmente o parcialmente durante 5 meses cada año. Esta planta arbustiva posee una raíz principal que tiene una función de fijación y raíces secundarias en gran cantidad y de ellas emiten numerosos

pelos radiculares, los cuales tienen como función proveer lo necesario para el crecimiento de la planta, absorber agua y materias primas esenciales; a medida que la planta va creciendo, las raíces secundarias se tornan cada vez más abundantes y muchas veces se observa raíces adventicias en el tallo, alcanza una altura de 3 a 4 m ramificándose desde la base con varios tallos secundarios que a su vez ramifican muy poco y en forma abierta, las ramas muy delgadas de color marrón rojizo, a veces verdoso y de corteza lisa, posee hojas opuestas, simples y pecioladas, pecíolo de 5 a 8 mm de largo, piloso, dilatado en la base, lamina foliar lanceolada, muy pocas veces ovaladas, glabra con numerosas glándulas, nervio central aplanado en el haz y ligeramente prominente en el envés nervaduras primarias en números de 16 a 30 igualmente impresas en ambas caras y reunidas por nervios sub-marginales. Las hojas presentan de 3 a 5 cm. De largo por 1 a 2 cm de ancho, base sub-obtusa y ápice caudato acuminado sus flores son axilares con números de 1 a 5 por nudo (inflorescencia), pedúnculos cortos, globulosos de 3 a 8 mm de longitud, glabra, con una bráctea basilar de color pardo aovado, vellosa y glandulosa y bráctea inflalicalinales, connadas, anchamente aovadas glabras glandulosas de ápice redondeado y bordes ciliados, cáliz globoso o sub globoso, glabros con puntos glandulares, aovados, corola de cuatro pétalos glandulosos que alternan con ápice bruscamente acuminado y obtuso recorridas por nervios ramificados desde la base, pilosas en ambas caras, el fruto es de color rosado hasta rojo oscuro (morado) en la madurez, de forma globosa de 2 a 3 cm. De diámetro, presenta puntos glandulares en la superficie y pedúnculo menor a 10 mm de largo, la pulpa es jugosa, blanquecina o teñida de rosado con suaves fibrillas de sabor ácido agradable, comestible; encierra de 1 a 4 semillas reniformes o elipsoides, cubierta por una testa débil, el ápice esta coronado por una cicatriz de cáliz que es algo saliente y tiene forma circular. La composición química nutricional de 100 g de pulpa de camu camu es el ácido ascórbico, del cual tiene 2 994 mg por 100 g de pulpa, el contenido de proteínas está en 0,5 mg/100 g, el de carbohidratos en 4,7 mg/100 g, mientras que los demás constituyentes se encuentran en cantidades similares a los que observan en otras frutas tropicales (ver cuadro 4A), además la cáscara de la fruta de camu camu se encuentra hasta 5 g de ácido ascórbico por 100 g, los frutos del camu camu poseen dos y tres

semilla y representan alrededor de un tercio del total del fruto respectivamente, mientras que los frutos con uno y cuatro semillas representan conjuntamente el tercio restante.

## **2. 7. MADURACIÓN FISIOLÓGICA**

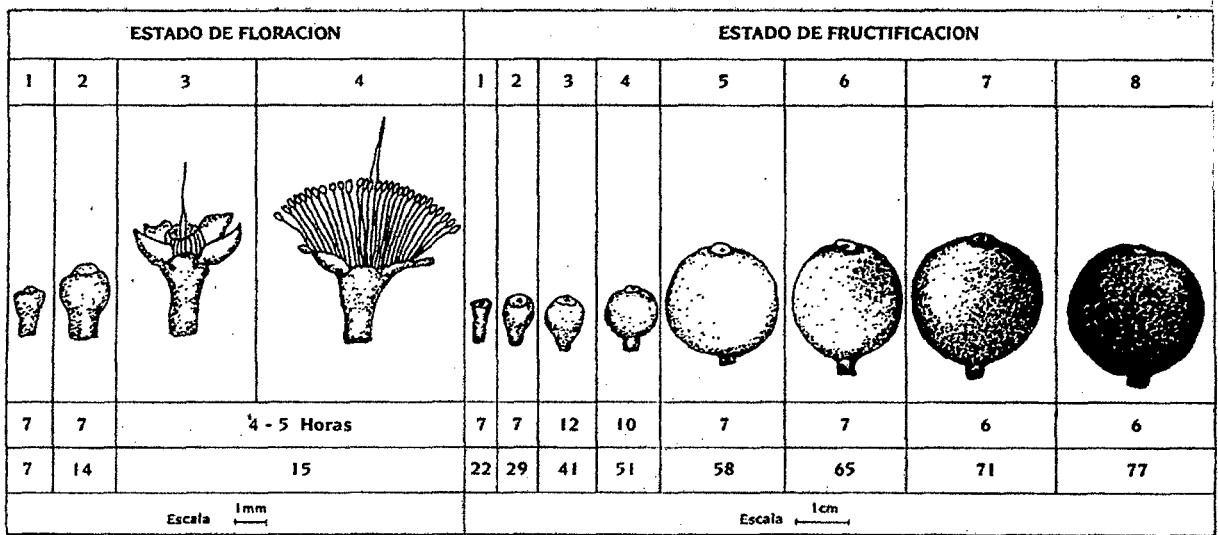
Hess (1 980), menciona que la fase de maduración de frutos se caracteriza por una serie de modificaciones bioquímicas. Transformaciones de pectinas en ácidos pectínicos, entre otros; en esta fase de maduración sobre todo se presenta un fuerte incremento de la respiración esto se designa como climaterio, aunque no se conoce exactamente cuales son los factores que controlan la maduración de los frutos, un factor muy discutido en la maduración es sobre todo el etileno; el etileno se forma en los propios frutos ubicándose a principio de la cadena de reacción que conduce finalmente a la maduración.

Rojas (1 979), indica que los fenómenos de maduración están asociados a profundas transformaciones en el metabolismo básico del fruto, como lo indican los cambios en la respiración, estos cambios consisten en el decrecimiento gradual de la tasa de respiración conforme va madurando el fruto, seguido de un súbito e intenso incremento justo al llegar a la madurez.

## **2. 8. FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CAMU CAMU**

Pinedo y Riva, et al (2 001), hacen referencia sobre el proceso reproductivo del camu camu se inicia con la diferenciación de la yema floral y concluye con la maduración del fruto. Este proceso que es dividido en 2 etapas de desarrollo de la flor demora 15 días y el desarrollo del fruto demora 62 días, lo que significa que el proceso total toma un tiempo de 77 días la maduración del fruto, inicia en el estado 5 (verde) y terminando en el estado 8 (maduro) esto demora 26 días, pudiendo realizarse la cosecha en los últimos 12 días, se requiere un programa de cosecha colectando sobre la base de la observación en campo del estado de madurez de los frutos , para lograr mayor beneficio económico y un aprovechamiento eficiente de la especie.





### Leyenda.

Estado de floración.		Estado de fructificación.	
1.- Inicio yema floral.	1.- Inicio de fruto.	5.- Fruto Verde.	
2.- Yema floral en desarrollo.	2.- Fruto inmaduro 1.	6.- Fruto Verde pintón.	
3.- Emergencia del estilo.	3.- Fruto inmaduro 2.	7.- Fruto pintón Maduro.	
4.- Emergencia de estambres	4.- Fruto inmaduro 3.	8.- Fruto Maduro.	

Fuente: PETERS Y VASQUEZ 1 986. Folia Amazónica. Instituto de Investigación de la Amazonía. Iquitos, Perú.

**Figura 1.** Fenología reproductiva de camu camu.

Vasquez (1 998), hace referencia sobre las fases de maduración considerando los siguientes:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Verde.                    | 7. Granate intenso.           |
| 2. Verde con trazas granate. | 8. Granate con puntos claros. |
| 3. Más verde que granate.    | 9. Más granate pálido.        |
| 4. Granate con trazas verde. | 10. Granate pálido.           |
| 5. Más granate que verde.    | 11. Malogrado.                |
| 6. Granate.                  |                               |

El grado de madurez adecuado para el aprovechamiento industrial es el semi-maduro por el mayor contenido de vitamina C y físicamente resistente al deterioro, y el rendimiento de pulpa es del 50%, y 50% de semilla y cáscara.

## 2. 9. VITAMINA C

El Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (1 991), hace mención sobre la vitamina C, considerando que es un compuesto de seis átomos de carbono, y esta íntimamente relacionada con la glucosa; es un sólido blanco y cristalino con un peso molecular de 176,1, funde a 190 °C - 192 °C, de sabor ácido y es muy soluble en el agua, sus soluciones acuosas son inestables; el ácido ascórbico se oxida rápidamente en presencia del oxígeno, reacción que resulta aceleradamente por el cobre, hierro y un pH alcalino. En condiciones normales, alto porcentaje de la vitamina C, existe en forma de ácido ascórbico, que puede ser oxidado de manera reversible, a ácido deshidroascórbico. Una oxidación más intensa da lugar a la formación irreversible de ácido dicetogulónico y otros productos sin actividad antiescorbútica; Peters y Hammond (1 990), hace referencia sobre el escorbuto que se caracteriza por petequias, hemorragias gingivales, fatiga, depresión e hipocondría. Es consecuencia de la deficiencia de vitamina C. Fue descrito por los Griegos, Egipcios y Romanos y constituye históricamente una epidemia para ejércitos, navegantes y exploradores; En 1 753, el médico naval Británico James Lind, investigó intensamente el problema del escorbuto en la armada Británica; En 1 907, con el descubrimiento de Holst y Frohlich, de que la enfermedad podía producirse en cobayos, se aceptó que se debía a una deficiencia dietética. El problema se debe a que el organismo del hombre no puede sintetizar esta sustancia. Se determinó su fórmula estructural y la sustancia que pudo sintetizar en 1 933. En la actualidad se produce una considerable cantidad de Ácido L - ascórbico destinada a la nutrición humana y animal; asimismo para usos farmacológicos y aplicaciones industriales.

Ferreira y Roca (1 969), manifiestan que la Vitamina C es hidrosoluble se destruye parcialmente al contacto con el aire, con la temperatura de cocción, comparativamente con los requerimientos de las otras vitaminas el organismo la necesita en mayores cantidades; corroboraron el contenido excepcional de vitamina C del camu camu en niveles de 2 000 a 2 994 mg de ácido ascórbico por 100 de pulpa comestible; el ácido ascórbico actúa como agente reductor en varias e importantes reacciones de hidroxilación en el organismo. Así mismo participa en la síntesis del colágeno favorece la acción de las hormonas reproductivas y el crecimiento del

folículo preovulatorio y protege a las células de radicales libres. Se requiere ácido ascórbico para mantener un buen estado de los tejidos del organismo, en especial los del sistema circulatorio (arterias y venas), de los dientes y de los huesos, es necesaria para reparar los tejidos después de una herida y quemadura, proteger el cuerpo contra las infecciones y mejorar la digestión en las proteínas. Biológicamente, actúa como factor de oxidación-reducción e interviene en la síntesis de las sustancias fundamentales del tejido conectivo, la carencia de vitamina C se manifiesta por la tendencia a las hemorragias superficiales de la piel (manchas amoratadas que se produce en cualquier golpe o presión leve). Los frutos cumplen un rol importante en la cadena trófica de los ecosistemas hidrológica de agua oscura, ya que son consumidos por los peces, especialmente por *Colossoma macropomun* (gamitana) y varias especies de peces grandes.

## 2. 10. ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL FRUTO DEL CAMU CAMU

El camu camu es un frutal nativo que se caracteriza por su alto contenido de ácido ascórbico que supera significativamente a los cítricos exóticos así como lo manifiesta Roca (1965), quien realizó un estudio en los frutos de diferentes tonalidades recolectando en los mercados de Iquitos, obteniendo un contenido de ácido ascórbico de 2 880 mg /100 g de pulpa.

Pérez y Ortiz (1974), reportan que al realizar la determinación del ácido ascórbico en diferentes tonalidades de fruto de la *Myrciaria dubia* obtuvieron desde 532 mg /100 de pulpa, hasta 621 mg de ácido ascórbico en 100 g, de pulpa de frutos frescos por los métodos 2,6 dicloro fenol índolfenol volumétrico, 2,6 Dicloro índolfenol fotométrico y micro fotómetro.

Ninahuanca (1995), en un estudio realizado encontró ácido ascórbico de 2 625 mg/ 100 g de pulpa en el camu camu arbustivo cultivado en restinga y 2 260 mg/100 g de pulpa en el camu camu arbustivo cultivado en altura.

Tokashiki (1991), indica que el contenido de ácido ascórbico, obtenidos de distintos frutos de diferentes parcelas que se encuentran en las plantaciones de la empresa Agrícola San Juan, es mayor en la fruta madura que en la pintona y la verde. Existen situaciones en que la fruta pintón excede en el contenido de ácido ascórbico,

además el fruto pintón llega a 3 167 mg/100 g de pulpa entre los meses de enero a febrero considerado el nivel más alto de la frutas seleccionadas. El promedio del contenido de ácido ascórbico es de 2 000 mg/100 g de pulpa hasta mediados de febrero después de esta fecha los niveles bajan bruscamente llegando a un promedio de 1 700 mg/100 g de pulpa. Asimismo reporta que la cáscara de los frutos tiene tanto o más vitamina C que la pulpa.

## **2. 11. MÉTODOS DE COSECHA**

En la Región de Loreto, las cosechas de los rodales naturales y de plantaciones en zonas inundables se producen en un solo periodo del año entre los meses de diciembre a marzo; y en cambio en plantaciones en zonas no inundables tiene un mayor periodo de cosecha que es de noviembre a mayo, utilizando diversos métodos de cosecha, así como lo manifiesta Pinedo (2 001), los métodos de cosecha son los siguientes:

**2.11.1 Directa.-** Consiste en el desprendimiento directo de la fruta en forma selectiva y manual, según el avance de su maduración, tener el siguiente cuidado:

1. No cosechar frutos verdes.
2. No incluir frutos dañados por alguna plaga.
3. No ocasionar el desprendimiento de hojas, ni roturas de ramas.

**2.11.2 Indirecta.-** Consiste en mover las ramas fructíferas ocasionando la caída de los frutos y logrando una cosecha relativamente rápida, pero sucede algunos inconvenientes:

1. No es una cosecha selectiva.
2. Los frutos sufren deterioro.
3. Es eficiente si el mismo día de cosecha se desarrolla el proceso de despulpado.

## **2.12. TRATAMIENTO POST COSECHA.**

El fruto del camu camu tiene las características físicas químicas adaptadas a las condiciones ambientales tropicales de la zona. Estas características permanecen en el fruto mientras este en la rama, pero luego de la cosecha como todos los frutos empiezan a sufrir cambios físicos químicos, bioquímicos, microbiológicos y enzimáticos que lo llevan rápidamente a la descomposición. Sin embargo como los frutos cosechados se consideran aun órganos vivos, parece posible que todavía se produzca una corta maduración, mientras duran los nutrientes en el fruto.

Dentro de los cuidados mínimos que se debe dar al fruto tenemos:

1. La fruta bajo condiciones normales de clima tropical no resiste más de cuatro días sin que se produzca un deterioro severo.
2. La fruta no debe recibir influencia directa de los rayos solares.
3. La fruta no debe mojarse.

## **2.13. MÉTODOS EMPLEADOS EN EL ANÁLISIS DEL ÁCIDO ASCÓRBICO:**

### **2.13.1 Método por Titulación.**

Basado en la reacción química de oxido reducción por titulación con el reactivo 2-6 diclorofenol (2-6 DCFL) en un medio ácido, el ácido ascórbico se oxida deshidroascórbico. El punto final es cuando aparece un color rosado persistente por 30 segundos.

Procedimiento:

- Pesar aproximadamente 1 g de la muestra (B).
- Pasar a un vaso oscuro o erlemeyer de 125 cc oscuro y añadir aproximadamente 70 ml de ácido oxálico al 0,5 % (P/V).
- Tapar y agitar por una hora con un balín.
- Pasar a una fiola de 100 ml y enrasar con ácido oxálico al 0,5 %.
- Luego sacar 10 ml y enrasar con agua destilada, tomar 10 ml en un erlemeyer y titular con 2,6 DCFL (A).

$$\text{Ác. Ascórbico} = A \times 10\,000 / B \times C.$$

A. Gasto de la muestra.

B. Peso de la muestra.

C. Relación ml DCFL / mg de ácido ascórbico C (factor).

### 2.13.2 Método por espectrofotometría.

Según Guerci; Método de Roe Kuether, modificado por oxidación el ácido ascórbico se transforma en ácido deshidroascorbico el cual reacciona con 2-4 dinitrofenilhidrazina para obtener una osazona que el medio sulfúrico es una coloración rojiza se establece que se lee a 529 m $\mu$ .

#### Reactivos

- Solución Stok de 2,4 dinitrofenilhidrazina; disolver 1 g de 2-4 dinitrofenilhidrazina en 50 ml. De ácido sulfúrico al 25 % y 125 mg de tiourea. Estable durante una semana en el refrigerador.

- Solución para el uso; se disuelve 10 mg de sulfato de cobre cristalizado en 5 ml de la solución anterior.

- Ácido sulfúrico al 56 % mezclar con cuidado 70 ml de ácido sulfúrico concentrado con 30 ml de agua destilada, reponer en el refrigerador y utilizado frío.

- Solución testigo de ácido ascórbico de 15 mg % (p/v) en aguas destilada.

- Técnica En un tubo de centrífuga pequeño se coloca 0,9 ml de ácido tricloroacético al 10% y se agrega lentamente 0,1 ml de plasma seminal; se mezcla se deja en reposo 5 minutos y centrifugar 5 minutos a 2 000 rpm, en tres tubos de solución testigo de ácido ascórbico diluido 1:10 en ácido tricloroacético al 10 % y el tubo 0,5 ml de ácido tricloroacético. Los tres tubos se procesan en forma igual añadiendo a cada uno 0,2 ml de agua destilada y 3 ml. De solución para el tubo N° 2. Se incuba a 56 °C durante una hora, se enfría en baño de hielo durante 5 minutos y se añade a cada tubo 2,5 ml. De ácido sulfúrico al 56 % (bien frío). Se agita energéticamente manteniendo en el baño de hielo durante 10 minutos y dejando 20 minutos a temperatura ambiente. Se lee a 520 m $\mu$ , poniendo a cero con el tubo B

(blanco reactivo). Calculo (A desconocido y B testigo) 10 mg de ácido ascórbico.  
Valores normales: 10 a 13 mg % de proteínas totales.

### **2.13.3. Solución factor para el análisis por titulación**

- Pesar 1 g de ácido ascórbico.
- Enrazar con ácido oxálico a 100 ml y agitar.
- Tomar 1 ml en una fiola de 100 ml y enrazar con ácido oxálico al 0,5%.
- Tornar 10 ml en un erlemeycr de 125cc y titular con el 2,6 DCFL

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3. 1. CAMPO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Ubicación y duración

El presente estudio se ejecutó en los campos experimentales y en el laboratorio de Agrícola San Juan, situado en la margen izquierda de la carretera Pucallpa – Lima, en el km 13, perteneciente al distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, geográficamente a 8° 22' 31" latitud sur y 74° 34' 35" longitud oeste y una altitud de 154 msnm, ecológicamente el lugar corresponde al ecosistema bosque húmedo tropical. Los meses en que se ejecutó el experimento fue entre enero y julio del año 2 000.

##### 3.1.2. Historia del campo

El campo donde se realizó el trabajo de investigación anteriormente contó con plantaciones de aguaje, las que fueron eliminados para establecer plantaciones de camu camu asociados con maní forrajero (*Arachis pintoi*); marzo de 1 991, pero antes de instalar la plantación se construyó un drenaje para evitar el encharcamiento del terreno por la presencia de agua, el campo experimental cuenta con 779 plantas injertadas altamente productivas y 8 años de edad.

##### 3.1.2. Características climáticas y edáficas

###### Clima:

Cochrane y Sánchez (1 982), reportan que la clasificación de la región corresponde al ecosistema de bosque tropical semi siempre verde estacional con clima cálido húmedo durante todo el año y su temperatura promedio es de 25 °C y con precipitación total anual de 1 770 mm. Los datos meteorológicos registrados durante la ejecución del proyecto se presenta en el cuadro 1A.



### Suelo:

Los suelos aluviales antiguos son los más abundantes en la amazonía peruana pertenecen al orden de los Inseptisoles y Ultisoles, son de color rojo y anaranjado cuando están bien drenados y gris a crema cuando están en proceso de reducción de fierro por el mal drenaje, son ácidos de pH 4,5 a menos y con mas de 70% saturación de aluminio además son de baja fertilidad natural en fósforo, calcio, magnesio, potasio, así como bajo en el contenido de materia orgánica y microelementos (Cochrane y Sánchez, 1 982).

La fisiografía del terreno presenta una pendiente de 1%, que no favorece la erosión ni al lavado del suelo agrícola. El análisis físico – químico del suelo muestra una textura franco limoso en los primeros 0 a 15 cm de profundidad, con un pH promedio de 5,9 mostrando un suelo ligeramente ácido y con una baja saturación de aluminio representada en 4,03 % los primeros 15 cm de profundidad, mostrándose en el cuadro 2A.

### 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue Block Completo Randomizado con seis tratamientos y cuatro repeticiones, fue la prueba de promedios se utilizó la prueba de Duncan al 0,05%.

#### ANVA

F.V	GL
Bloque ( b-1)	3
Tratamiento ( t-1 )	5
Error	15
Total ( b*t -1)	23.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + e_{ij}.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = j- esima observación en estudio en el i – esimo tratamiento.

U= Media General.

$T_i$  = i – esimo tratamiento en estudio.

$B_j$  = j- esimo bloque en estudio.

$e_{ij}$  = Error o residual.

### 3. 3. EJECUCION DEL EXPERIMENTO

#### 3.3.1. Marcación del campo experimental

Se demarcó de acuerdo al croquis una área de 2 916 m<sup>2</sup>, en la cual se ubicó 4 bloques y 24 unidades experimentales con el uso de jalones y estacas de madera, en una plantación establecida de camu camu de 8 años de edad.

#### 3.3.2. Muestreo del suelo

El muestreo se realizó al azar en forma de zig zag utilizando el muestreador tipo T para la obtención de las muestras (4 muestras), a una profundidad de 0 - 15 cm, lo cual se mezclaron homogéneamente logrando obtener una muestra que fue secada molida y tamizada; luego fue enviada al Laboratorio de Suelos y Tejidos vegetales del INIA - ICRAF Pucallpa para su análisis respectivo.

#### 3.3.3. Selección de plantas

Se seleccionó solamente 4 plantas experimentales por parcela, 24 plantas por bloques, haciendo un total de 96 plantas, las cuales fueron marcadas con letreros de plástico de color anaranjado.

#### 3.3.4. Control de malezas

El control de malezas se efectuó por medio de un control cultural utilizando machetes, cada 60 días. Las malezas que presentaron mayor incidencia fueron: cortadera (*Scleria pterota*), chanca piedra (*Phyllanthus niruri*), gramalote (*Paspalum sp*), cama del niño (*Cynodon dactylon*).

### **3.3.5. Podas sanitarias**

Se realizó podas de ramas improductivas, chupones, con la ayuda de una tijera podadora, con la finalidad de prevenir la infestación del piojo saltador del camu camu (*Tuthillia cognata* Hodlk.); mostrando un ataque leve que nos permitió recolectar los brotes atacados, y luego quemarlos para evitar su propagación.

### **3.3.6. Cosecha**

Esta operación se realizó en forma directa, mediante la observación en campo del estado de madurez de frutos, consistiendo en el desprendimiento de la fruta en forma selectiva y manual, colocando los frutos maduros fisiológicamente en jabas. La cosecha se hizo cada dos días en los meses de mayor precipitación y cada semana cuando las precipitaciones disminuyeron.

### **3.3.7. Selección de frutos**

Después de realizado la cosecha se efectuó la selección manual de los frutos sanos y dañados por las larvas de *Conotrachelus dubiae*, las mismas que fueron separadas y descartados.

### **3.3.8. Rendimiento de frutos**

Para obtener el rendimiento de frutos se tomó el criterio de evaluación que consistió en cosechar frutos pintones y maduros; para luego realizar el proceso de pesado de los mismos con la ayuda de una balanza de reloj este proceso se realizó cada dos días empleando el método de cosecha directa mediante el estado de madurez de los frutos en el campo, para obtener el rendimiento fueron convertidos en kg/ha.

### **3.3.9. Peso y tamaño del fruto**

Para obtener el peso se seleccionó 10 frutos de las plantas experimentales al azar procediendo al pesado de las mismas con la ayuda de una balanza, los mismos fueron para medir el tamaño utilizando un pie de rey o bernier electrónico.

### 3.3.10. Análisis del ácido ascórbico por mes en diferentes estados de maduración del fruto del camu camu

Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta las 4 plantas netas por tratamiento, para hacer el análisis se aplicó el método por titulación, el mismo que se caracteriza por que los resultados son obtenidos en forma visual, la cual se detalla a continuación:

- Se lavó los frutos colectados del campo con agua destilada por cada tratamiento y se procedió a despulpar, colocando la pulpa en un vaso de precipitado.
- Se peso 1 g de la muestra o tratamiento (pulpa).
- Se pasó a un vaso oscuro o erlemeyer de 125 cc, oscuro y se añadió aproximadamente 70 ml de ácido oxálico al 0,5 %.
- Posteriormente se tapó la muestra y se agitó por espacio de una hora.
- Después de la hora transcurrida se pasó a una fiola de 100 ml y se procedió a enrasar con ácido oxálico al 0,5 %.
- Luego se sacó 10 ml, se colocó en otra fiola de 100 ml y se enrasó con agua destilada, posteriormente se tomó 10 ml y se colocó en un matraz de erlemeyer y se tituló con 2,6 Diclorofenol (A).

- Para obtener los resultados se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Ácido ascórbico} = A \times 10\,000 / B \times C.$$

A = Gasto de la muestra.

B = Peso de la muestra.

C = Relación ml DCFL / mg de ácido Ascórbico C (factor).

Para obtener las lecturas correspondientes se realizó cada 8 días el cambio de la solución factor realizando la siguiente operación:

Para obtener el 2,6 Diclorofenol (2,6 DCFL), se procedió de la siguiente manera:

- Se pesó 0,217 g de 2,6 Diclorofenol.
- Se añadió la muestra pesada en 90 ml de agua destilada en ebullición.
- Se disolvió bien con la ayuda de una espátula pequeña y se dejó enfriar para filtrar el contenido.

- Se procedió enrasar con agua destilada en una fiola de 100 ml y luego se colocó en un recipiente para conservarlo en una refrigeradora.

- Cada quincena se procedió a realizar otra muestra por que las especificaciones técnicas de laboratorio nos señalan y se cumplen a cabalidad.

La relación del factor se obtuvo de la siguiente manera:

- Se pesó 1g, de ácido ascórbico.
- Se enrasó con ácido Oxálico a 100 ml y se agitó.
- Se tomó 1 ml en una fiola de 100 ml y se enrasó con ácido oxálico al 0,5 %.
- Se tomó 10 ml en un erlemeyer de 125 cc y titular con el 2,6 DCFL

### **3. 4. OBSERVACIONES REGISTRADAS**

#### **3.4.1. Datos climatológicos**

Los datos climatológicos se obtuvo de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali, comprendido desde los meses de enero hasta agosto del 2 000, tiempo de duración del presente trabajo de investigación.

#### **3.4.2. Capacidad de campo**

Se tomó muestras de suelo al inicio de la recolección de los frutos y posteriormente se llevo a la estufa a temperatura de 60 °C a 80 °C por espacio de 24 horas, realizando este análisis de capacidad de campo hasta el final del trabajo de investigación con una frecuencia de dos veces cada mes.

#### **3.4.3. Presencia de insectos perjudiciales**

Se observó algunas plantas infestadas con el piojo saltador (*Tuthillia cognata* Hodlk.) del camu camu, insecto del orden homóptera, queresa de la chirimoya y hormigas (*Atta cephalotes*) del orden hymenoptera presentes en el tallo y ramas tiernas, no afectando en la producción de botones florales, flores emitidas; las larvas de *Conotrachelus dubiae*, afectando levemente los frutos y rendimiento.

### **3. 5. VARIABLES MEDIDAS**

Las variables que se presentan a continuación fueron estudiadas con mayor detenimiento, y se trató de demostrar el valor de verdad de la hipótesis planteada al inicio.

- Color del fruto por planta de acuerdo a los tratamientos en estudio.
- Contenido del ácido ascórbico por mes en diferentes estados de maduración de fruto.

### **3. 6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Para la evaluación de las variables, en primer lugar se muestrearon 4 plantas experimentales por tratamiento en estudio:

#### **3.6.1. Color del fruto por planta de acuerdo a los tratamientos en estudio**

Se determinó el color de fruto por tratamiento de acuerdo a la escala de colores, los mismos que fueron seleccionados por su color de frutos para su análisis respectivo cada dos días dependiendo del régimen lluvioso.

#### **3.6.2. Contenido del ácido ascórbico por mes en diferentes estados de maduración de fruto**

El contenido de ácidos ascórbico se realizó después de la cosecha y selección de los frutos por cada dos días, almacenándolos en una cámara de conservación por un espacio de tres días, determinando el contenido de ácido ascórbico en laboratorio aplicándose el método de titulación, concluyendo los resultados mensuales de los 6 tratamientos.

### **3. 7. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

#### **3.7.1 Bloques:**

Números de bloques: 4

Largo de bloques: 54 m.

Ancho de bloques: 12 m.

Área del bloque: 648 m<sup>2</sup>.

Separación entre bloques: 6 m.

### 3.7.2 Parcelas:

Números de parcelas / bloques: 6

Largo de parcelas: 12 m.

Ancho de parcelas: 12 m.

Área de parcelas: 144 m<sup>2</sup>.

Separación entre parcelas: 3 m.

### 3.7.3 Dimensiones del área experimental

Largo: 54 m.

Ancho: 54 m.

Área total: 2 916 m<sup>2</sup>.



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Valoración del color de fruto por planta de acuerdo a los tratamientos en estudio**

De acuerdo al cuadro 1, se observa que el color predominante de acuerdo a la escala de colores previamente establecida, es que en todos los meses de evaluación es el granate intenso con pintas amarillentas representados por el tratamiento 4 (75% - maduración) frente a los demás tratamientos, ya que este estado de maduración, el fruto contiene mayor cantidad de ácido ascórbico frente a los demás estados de maduración evaluados. En comparación con Vázquez (1 998), obtuvo el grado de madurez que se aprovecha para el procesamiento industrial es semi-maduro o pintón maduro; corrobora Pinedo (2 001), para grandes volúmenes de cosecha es el estado pintón maduro. Tokashiki (1 999), indica que el fruto pintón maduro excede a los demás en su contenido de ácido ascórbico.

### **4.2. Contenido del ácido ascórbico por mes en diferentes estados de maduración de fruto**

En el cuadro 1, se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variabilidad en todos los meses de evaluación indican que no hubo uniformidad en la producción de frutos probablemente influenciado por la alta variabilidad genética; la falta de selección de los ecotipos y otros factores como la precipitación y humedad relativa que son factores determinantes en la concentración del ácido ascórbico en el fruto del camu camu. Además se observa que en el mes de marzo, la producción del contenido de ácido ascórbico es 2 526 mg/100 g de pulpa, siendo mayor a los demás meses evaluados, donde la concentración disminuye en condiciones de suelos de terraza media, comparando con los resultados obtenidos por Ninahuanca (1 995), que obtuvo 2 260 mg/100 g de pulpa en suelos de altura, Tokashiki (1 999), con una concentración de 2 000 a 1 700 mg/100 g de pulpa en las mismas condiciones; Roca y Ferreyra (1 969), encontraron niveles de 2 000 a 2 994 mg/100 g de pulpa en restinga. Esto se debe a que la producción de ácido ascórbico esta ligada a condiciones de precipitación, radiación solar, humedad relativa, etc., en

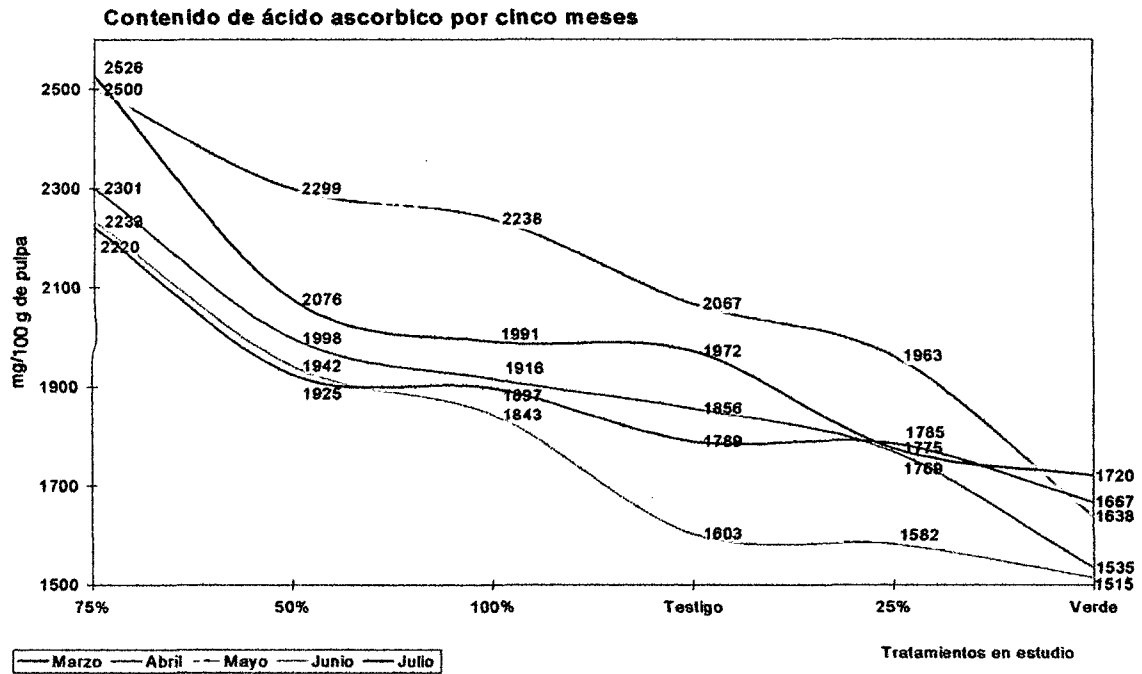


cuanto a los ecosistemas de altura, la humedad es el factor determinante en la producción de ácido ascórbico presentes en los frutos y que dependen de la precipitaciones, en restinga la producción de ácido ascórbico esta dada en función al periodo de inundación y suelos fértiles; el cuadro 1, se observa el estado de maduración de los frutos óptimos para la cosecha, es el tratamiento 4 (75% - maduración) con una producción de ácido ascórbico de 2 526 mg/100 g de pulpa en el mes de marzo y de 2 220 mg/100 g de pulpa en el mes de julio en condiciones de edáfico-climáticos de altura, comparado con Villachica (1 996), indica que el estado de maduración es 75% - maduro, conteniendo 2 042 mg/100 g de pulpa de ácido ascórbico.

**Cuadro 1.** Prueba de Duncan al 0,05% de la variable, contenido de ácido ascórbico durante 5 meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.

Tratamientos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
75% - maduración.	2 526 a	2 301 a	2 500 a	2 233 a	2 220 a	2 356
50% - maduración.	2 076 b	1 998 b	2 299 b	1 942 b	1 925 b	2 046
Testigo	1 991 b	1 916 b	2 238 b	1 843 b	1 897 b	1 977
100% - maduración.	1 972 c	1 856 b	2 067 c	1 603 c	1 789 c	1 857
25% - maduración.	1 775 c	1 769 c	1 973 c	1 582 c	1 785 c	1 775
Verde	1 720 c	1 735 c	1 638 c	1 515 c	1 667 c	1 615
Sign. Trat.	*	*	*	*	**	
C.V (%).	27,30	29,00	22,90	27,60	21,70	

El presente cuadro 2, nos muestra que estadísticamente la mayor cantidad de ácido ascórbico se encuentra en el tratamiento 4 (75 % - maduración), superando a los demás tratamientos en estudio durante los meses de evaluación, asimismo nos muestra que en el mes de abril los tratamientos 3 (50% - maduración), 5 (100% - maduración) y 6 (Testigo) no existe diferencia significativa pero superando a los tratamientos 1 (Verde), 2 (25% - maduración).



**Figura 2.** Contenido de ácido ascórbico correspondiente a los meses de evaluación por tratamiento en estudio. Pucallpa, Perú, 2 005.

**Cuadro 2.** Análisis de Varianza del contenido de ácido ascórbico durante los 5 meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.

F.V	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Bloques	G.L.	3	3	3	3	
	S.C.	340 090,45	117 312,45	1 004 750,45	471 533,45	210 421,12
	C.M.	113 363,48	390 104,15	1 788 248,87	157 177,81	70 140,37
	F.C.	0,72	0,19	0,18	0,19	0,39
	G.L.	5	5	5	5	5
Tratamientos	S.C.	3 525 168,70	35 847 397,20	31 788 248,87	31 662 311,70	6 082 461,20
	C.M.	705 033,74	7 169 479,44	6 357 649,77	6 332 462,34	1 216 492,24
	F.C.	3,71	3,55	3,60	3,61	6,76
	G.L.	15	15	15	15	15
Error	S.C.	2 845 047,80	30 276 167,70	26 444 271,70	2 628 4115,20	2 701 182,62
	Promedio	2 035,90	1 929,20	2 119,60	1 803,20	1 952,70
Sign. Trat.	*	*	*	*	**	
C.V (%)	27,30	29,00	22,90	27,60	21,70	

## V. CONCLUSIONES

Después de explicar e interpretar el estudio cuyo objetivo fue determinar el contenido de ácido ascórbico en diferentes estados de maduración de frutos de camu camu para optimizar la cosecha, se concluye que:

- Se determinó que el estado de maduración para optimizar la cosecha del fruto de camu camu, es el pintón maduro (75% - maduración) de color granate con pintas amarillentas con una cantidad de 2 356 mg/100 g de pulpa promedio, asimismo se observó que la fruto de camu camu para llegar al estado de pintón maduro desde el inicio de fruto verde es de 13 días, dependiendo de la humedad del suelo y las precipitaciones.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados y conclusiones se recomiendan:

- Se recomienda la cosecha del camu camu en el estado pintón maduro por su alto contenido de ácido ascórbico que es apropiado para la Agroindustria, asimismo, es resistente para el transporte
- Realizar estudios sobre el contenido de ácido ascórbico con ecotipos seleccionados en los diferentes ecosistemas y en las dos épocas reproductivas de la fruta
- Se recomienda realizar estudios de obtención de ácido ascórbico con otros métodos comparando con el método de titulación para determinar si existen diferencias

## VII. BIBLIOGRAFÍA

01. ARROYO VERGARA, J. G. (2 000). Diseños de experimentos más comunes en la estación experimental y campos de productores. Ed. Proyecto IICA-GTZ, Lima, Perú, 131 p.
02. AUDREY. W, Y. (1 970). Manual de nutrición para las escuelas primarias, Centro Regional de ayuda técnica, Agencia para el desarrollo internacional. México/ Buenos Aires. 258 p.
03. CALZADA, B. J. (1 980). 143 Frutales Nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina .Editorial “El Estudiante”. Lima, Perú. pp. 77 - 79.
04. CALZADA, B. J. (1 982). Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Milagros S. A., Lima, Perú, 643 p.
05. COCHRANE, T., SÁNCHEZ P. A. (1 982). Recursos de tierra, suelo y su manejo en la región amazónica. Informe acerca del conocimiento en: Amazonas e investigación sobre agricultura y usos de la tierra. CIAT, Colombia.
06. FERREYRA, R. (1 959). Camu – camu, Nueva Fuente Nacional de Vitamina. Bol. Exp. Agropecuaria 7(4): 28
07. FERREYRA, ROCA (1 969). Camu camu, Nueva Fuente Nacional de Vitamina C, Bol. Exp. Agropecuaria. 7:8 p.
08. HESS DIETER (1 980). Fisiología vegetal — Fundamentos Moleculares y Bioquímicos y Fisiológicos del metabolismo y del Desarrollo. Omega Barcelona. España. 380 p.

09. LINARES. S, FLORENTINO (1 994). Estudio Químico Bromatológico de los frutos *Myrciaria dubia* HBK (camu camu) y *Poraqueiba sericea* Tul (umari). Tesis Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica - IINMSM. Lima. 86 p.
10. NINAHUANCA. O y TEJADA (1 985). Estudios Químicos Bromatológicos Comparativo de la *Myrciaria dubia* HBK. Y la *Myrciaria sp* (árbol) de la Región Ucayali, Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM – Lima. 38 p.
11. PEREZ. P y ORTIZ. M. (1 974). Ácido Deshidroascórbico y ascórbico en frutos peruanos y comparación de métodos. Tesis Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM. Lima. 38 p.
12. PETERS C. N., HAMMOND, EJ (1 990). Fruit from the flooded forest of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of there promising species. *Advances in Economic Botany* 8: 59 - 176 p.
14. PETERS Y VASQUEZ 1 986. *Folia Amazónica*. Instituto de Investigación de la Amazonía. Iquitos, Perú. pp. 89 - 109.
15. PINEDO. P, RIVA. R (2 001). *Sistemas de Producción de camu camu en restingas - Proyecto Bioexport*. Edición Ana María, - IIAP – Pucallpa, Perú. 145 p.
16. RIVA R y GONZALES R., I. (1 997). *Tecnología del Cultivo de Camu camu en la Amazonía Peruana*. INIA E.E. Pucallpa. Perú. 45 p.
17. ROCA .N. A. (1 965). Estudio Químico Bromatológico de la *Myrciaria paraensis* Berg. Su contenido de ácido ascórbico. Tesis Químico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 86 p.

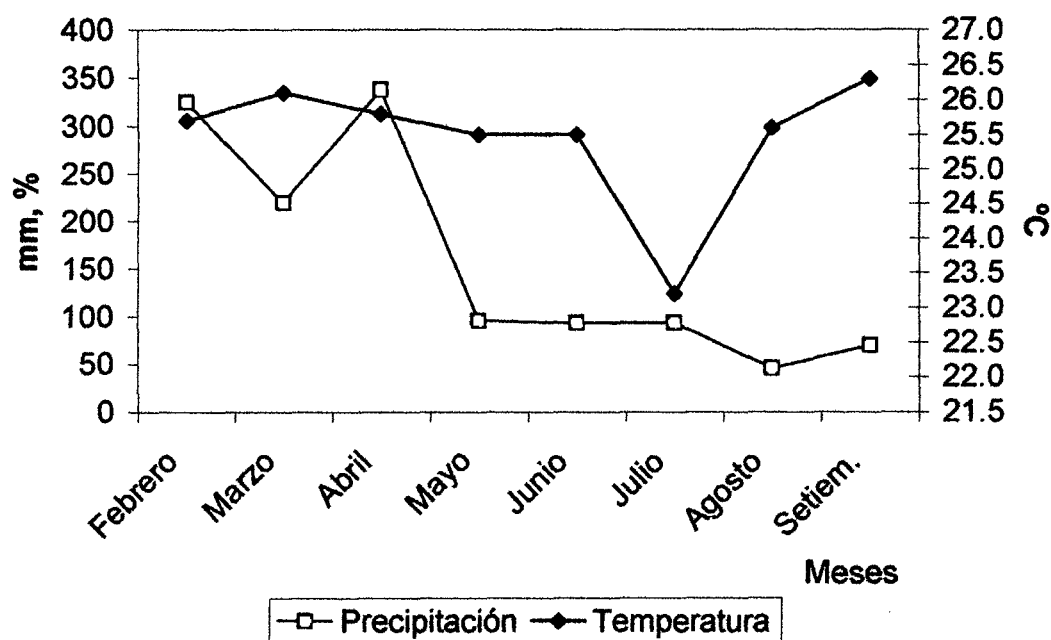
18. ROJAS GARCIDUEÑAS (1 979). Fisiología Vegetal Aplicada, segunda edición  
Mc Graw - Hill. Barcelona. España. 262 p.
19. SPICHIGER, R. LINARES (1 994). Contribución a la flora Amazónica Peruana.  
Los árboles del arboreturn Jenaro Herrera. Volumen 2. Editions des  
Conservatoire et jardin Botaniques. Genova, Italia.
20. TOKASHIKI. N. (1 999). Selección de Plantas de Camu Camu, practicas Pre  
profesional. Pucallpa. Perú. 45 p.
21. VASQUEZ. M (1 998), Cultivo y Manejo e Investigación del Cultivo del camu  
camu — IIAP- Iquitos. Perú — 218 p.

## **VIII. ANEXO**



**Cuadro 1A.** Datos meteorológicos del año de 2 000, registrados en el estación meteorológico del SENHAMI - UNU. Pucallpa, Perú, 2 005.

Meses	Parámetros meteorológicos								
	Temperatura media (°C)			Precip.	Heliofania		Humeda	Viento	
	Media	Máx.	Mín.	(mm)	Media	Total	Media	Direcc.	Veloc.
			mensual.			(%)		m/s	
Febrero	25,7	30,7	20,6	324,4	4,4	127,2	89,2	NW	2,3
Marzo	26,1	31,3	20,9	219,2	4,6	141,5	86,6	NW	1,8
Abril	25,8	31,1	20,4	337,3	5,1	152,8	85,0	NW	1,6
Mayo	25,5	31,4	19,6	95,5	6,0	185,8	83,3	SE	1,4
Junio	25,5	30,9	20,0	92,6	5,2	154,7	83,9	SW	1,1
Julio	23,2	28,8	17,6	92,4	5,2	159,7	85,5	SE	1,1
Agosto	25,6	31,9	19,3	45,7	6,4	197,0	80,0	NE	1,1
Setiem.	26,3	32,8	19,8	69,0	6,3	188,3	77,9	NW	1,6
Sumat.	203,7	248,9	158,2	1183,7	43,2	1 307	671,4		12,0
Prom.	25,46	31,11	39,55	147,96	5,4	163,4	83,93		1,5



**Figura 1A.** Datos meteorológicos del experimento: precipitación y temperatura (febrero – setiembre 2 000). Pucallpa, Perú, 2 005.

**Cuadro 2A.** Análisis físico - químico del suelo en el campo experimental.

Pucallpa, Perú, 2 005.

Características	Resultados de profundidad de suelo
	0 - 150 cm
Arena	25,50 %
Arcilla	18,60 %
Limo	55,80 %
Textura	Franco limoso
pH	5,95 H <sub>2</sub> O
Fósforo	25,49 ppm
Acidez	0,3 Cmol(+)/kg
Potasio	0,15 Cmol(+)/kg
Calcio	4,07 Cmol(+)/kg
Magnesio	2,37 Cmol(+)/kg
CICE	6,87 Cmol(+)/kg
Sat. Al	4,03 %
CO	1,31 %

**METODOLOGIA:**

pH : Suelo/agua 1: 2,5

Ca, Mg: Extrac. KCl.

CO: Nelson &amp; Sommers

K, P, Zn: Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA- SURFLOC

P : Olsen Modificado

K, Ca, Mg, Zn: Absorción atómica.

Fuente: Laboratorio de suelos y tejidos vegetales, INIA – Pucallpa. 2 002

**Cuadro 3A.** Características entre *Myrciaria dubia* y *Myrciaria sp*, en estado natural.

Características	<i>Myrciaria dubia</i>	<i>Myrciaria sp</i>
Porte de planta	Arbusto	Árbol
Época de cosecha	Diciembre – marzo	Marzo - mayo.
Peso del fruto	10 g a 20 g	23 g a 40g
Color de fruto	R rojo intenso a morado	Morado a marrón
Cáscara del fruto	Apergaminado	Semi leñosa.
Color de semilla	Amarillenta.	Rosada.
Tamaño de semilla.	Generalmente grande	Pequeña y pilosa.
Forma de la semilla	Chata, reniforme	Ovalada, dura.
Sección de la semilla	Ovalada	Plana
Semillas por fruto.	1 a 4	1 a 2
Diámetro de tronco.	Hasta 1,0 cm.	Hasta 0,5 cm.
Corteza	Rojiza. Se desprende en grandes placas.	Rojiza, lisa.
Ramificación.	Copa baja, glosa y densa.	Copa muy alta.
Fruto	Menor tamaño.	Mayor tamaño.
Contenido de ác. ascórbico.	Mayor.	Menor.

Fuente: Villachica, H. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K en la amazonía peruana.

1 996.

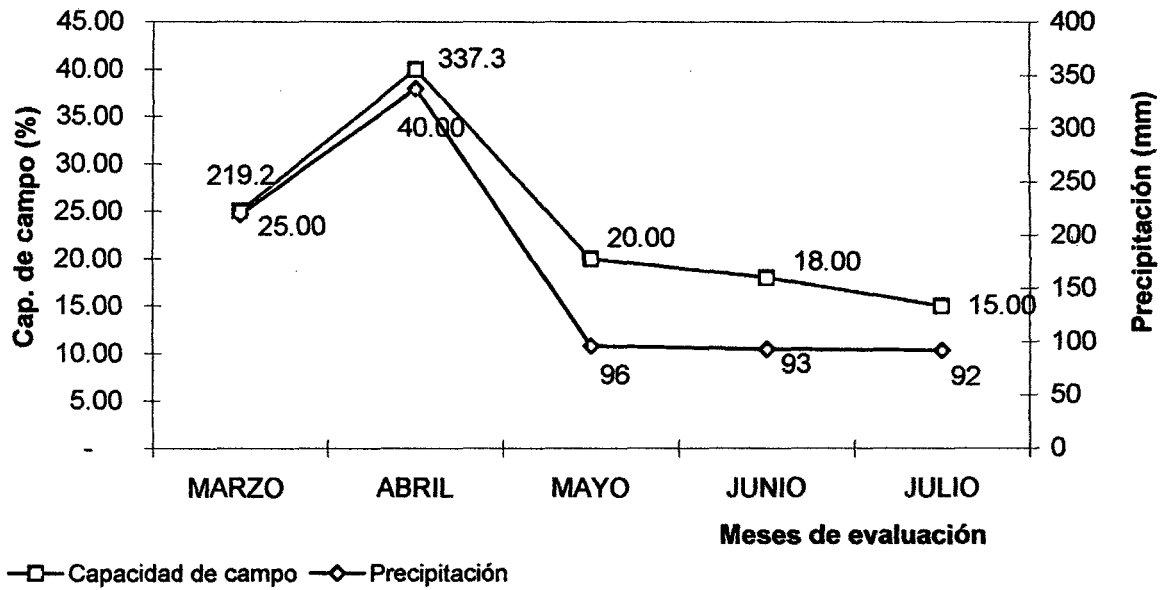
**Cuadro 4A.** Valor Nutricional de 100 g de pulpa de Camu camu.

Componente	Unidad	Valor
Agua	g	94,4
Valor energético.	Cal.	17,0
Proteínas	g	0,5
Carbohidratos.	g	4,7
Fibra	g	0,6
Ceniza	g	0,2
Calcio	mg	27,0
Fósforo	mg	17,0
Fierro	mg	0,5
Tiamina	mg	0,01
Riboflavina	mg	0,04
Niacina	mg	0,062
Ácido ascórbico reducido.	mg	2 780,0
Ácido ascórbico total.	mg	2 994.0

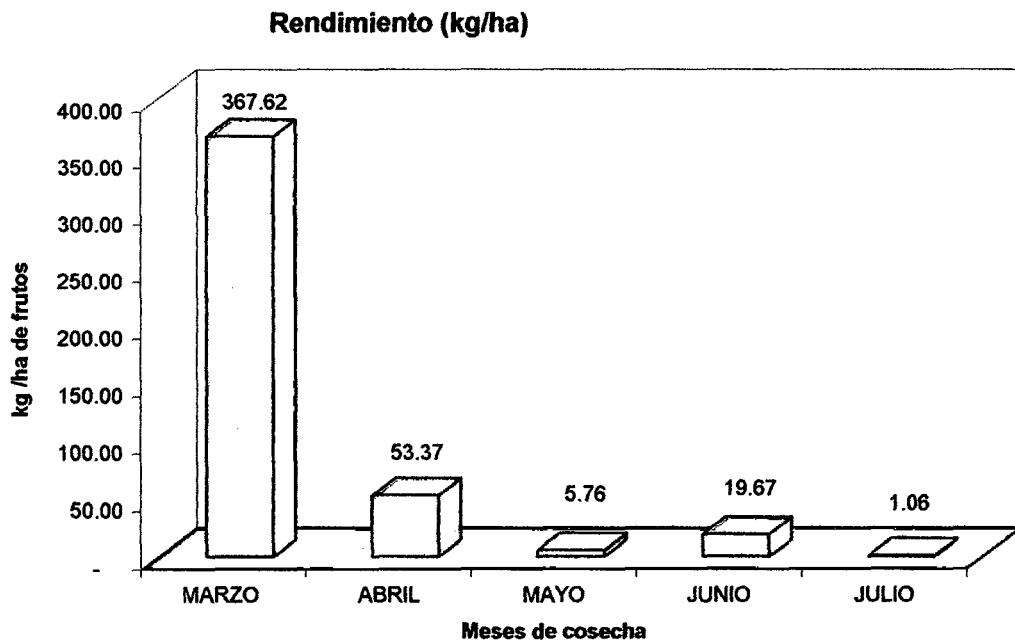
Fuente: Villachica, H. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K en la amazonía peruana.

1 996.

### Relación entre la precipitación y capacidad de campo.



**Figura 2A.** Relación entre la precipitación y capacidad de campo durante los meses de evaluación. Pucallpa, Perú, 2 005.



**Figura 3A.** Rendimiento de frutos por hectárea. Pucallpa, Perú, 2 005.

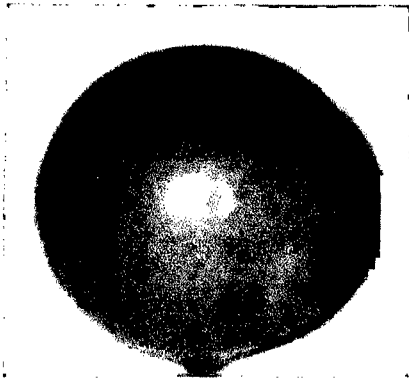
**Cuadro 5A.** Peso y tamaño de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.

No. de muestra.	Peso /frutos (g).	Diámetro /fruto (mm).
1	10,0	27,0
2	10,0	26,0
3	10,0	25,0
4	9,0	26,0
5	9,0	25,0
6	9,0	24,0
7	8,0	23,0
8	7,0	22,0
9	6,0	23,0
10	5,0	22,0
Sumatoria:	83,0	243,0
Promedio:	8,30	24,30
Desv. Stand.	1,77	1,77

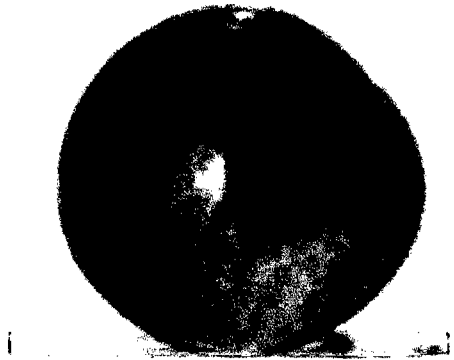
**Cuadro 6A.** Cantidad de ácido ascórbico en diferentes estados de maduración de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.

Estados de maduración	Ácido ascórbico (mg/100 g de pulpa)
100% verde	1 700
25% maduro	1 827
50% maduro	1 849
75% maduro	2 042
100% maduro	1 870
Sobre maduro	1 650

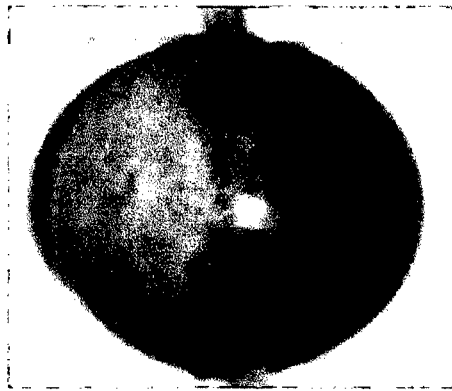
Fuente: Villachica, H. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K en la amazonía peruana. 1 996.



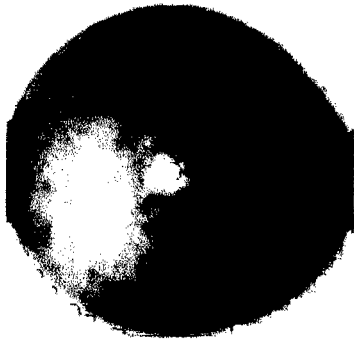
FRUTO VERDE



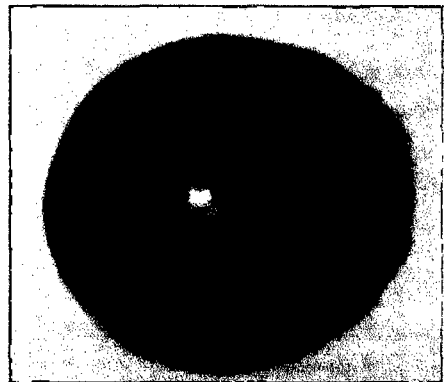
FRUTO SEMI VERDE



FRUTO VERDE PINTON

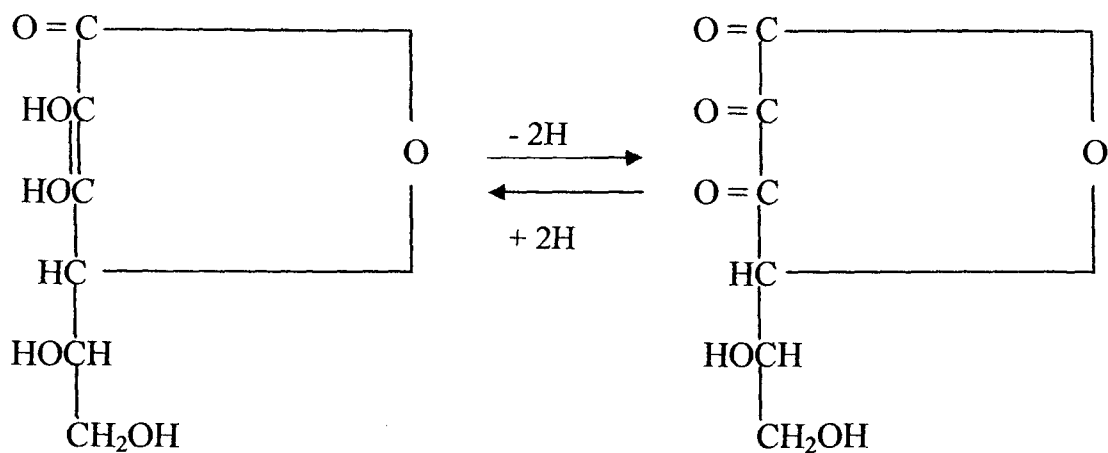


FRUTO PINTON MADURO



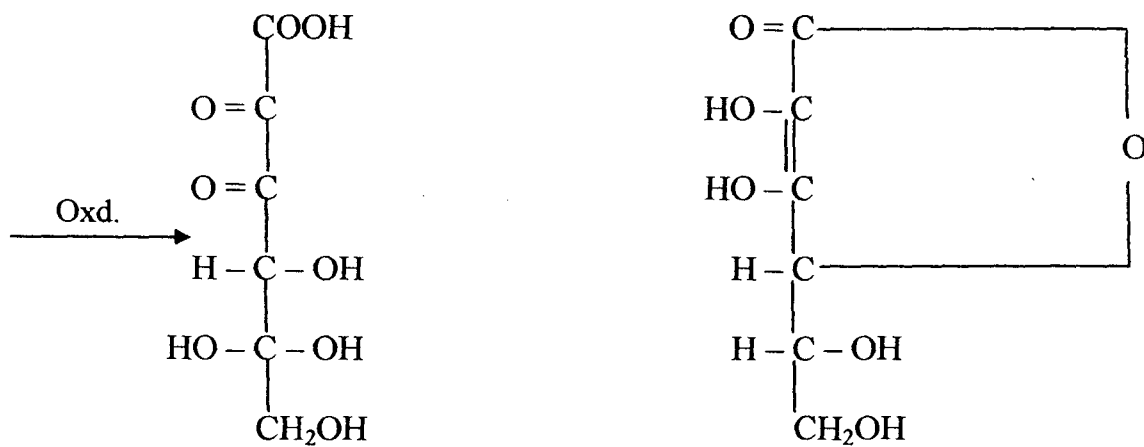
FRUTO MADURO

**Figura 4A.** Tabla de colores para la selección de frutos. Pucallpa, Perú, 2 005.



Ácido L - ascórbico.

Ácido L - deshidroascorbico



Ácido D - cetagulónico

Ácido D - ascórbico

**Figura 5A.** Estructura química del ácido ascórbico. Pucallpa, Perú, 2 005.



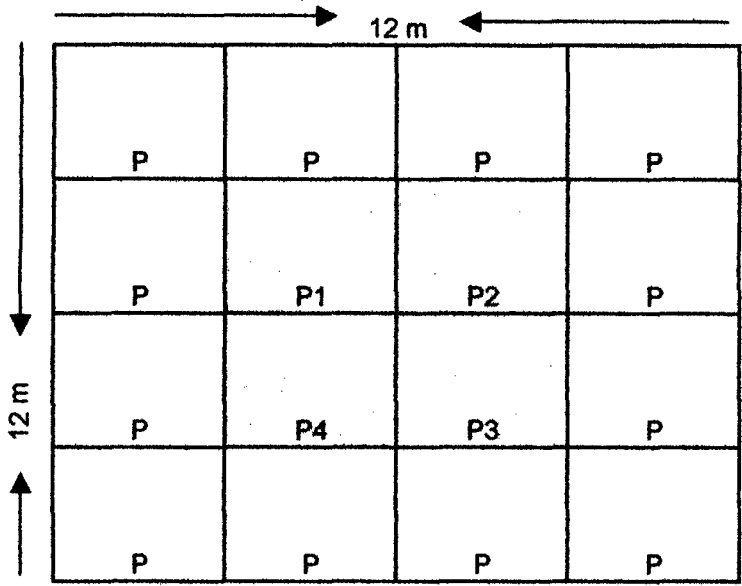


Figura 6A. Croquis de la parcela experimental. Pucallpa, Perú, 2 005.

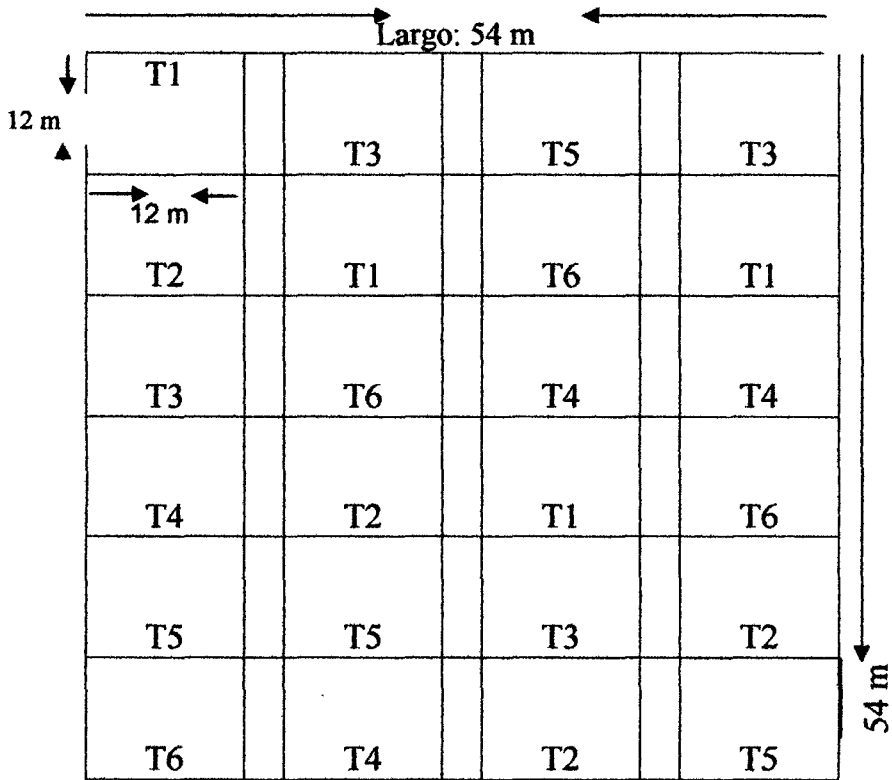


Figura 7A. Croquis del campo experimental. Pucallpa, Perú, 2 005.

## Glosario

- **Arbusto**  
Que puede alcanzar entre 6 y 8 metros de altura, crece en las orillas inundables de los ríos.
- **Camu camu**  
Es un frutal nativo de la Amazonía, crece en estado silvestre en las nacientes del Río Amazonas.
- **Flores**  
Son axilares, con pétalos blancos de 3 a 4 mm de largo, los botones florales nacen en mayor porcentaje en las ramas crecidas en el año. A los 15 días se abren, se polinizan y dan origen al fruto.
- **Frutos**  
Después de la fertilización de la flor se origina el fruto, que a los 5 a 7 días presenta el tamaño de la cabeza de un alfiler, el cual se desarrolla alcanzando un peso de 2 a 20 gramos, convirtiéndose luego en un atractivo fruto globoso, de coloración verde claro al principio, para tornarse posteriormente en granate intenso, coloración que indica la cosecha.
- **Hojas**  
Simples y opuestas, aovadas, elípticas o lanceoladas, de 3 a 6 cm de largo por 1,5 cm de ancho, ápice acuminado, base redondeada, bordes enteros y ligeramente ondulados, nervio central aplanado en el haz y ligeramente prominente en el envés, pecíolo de 3 a 8 milímetros de longitud y de 1 a 2 mm de diámetro.
- **Raíz**  
Presenta raíz tipo cónica, 50 cm de longitud promedio, con ramificaciones secundarias.
- **Semi-acuática**  
Especie que puede permanecer hasta 7 meses debajo del agua, en periodos de grandes inundaciones, con temperaturas de 20 a 30 grados y con precipitaciones anuales de 1 700 a 3 000 milímetros.
- **Semilla**  
El fruto contiene de 1 a 4 semillas reniformes de 8 a 15 mm de largo por 5,5 a 11 mm de ancho, aplanados y cubiertos por una lámina de fibrillas blancas.
- **Tallo**  
El tallo y las ramas principales son glabros.

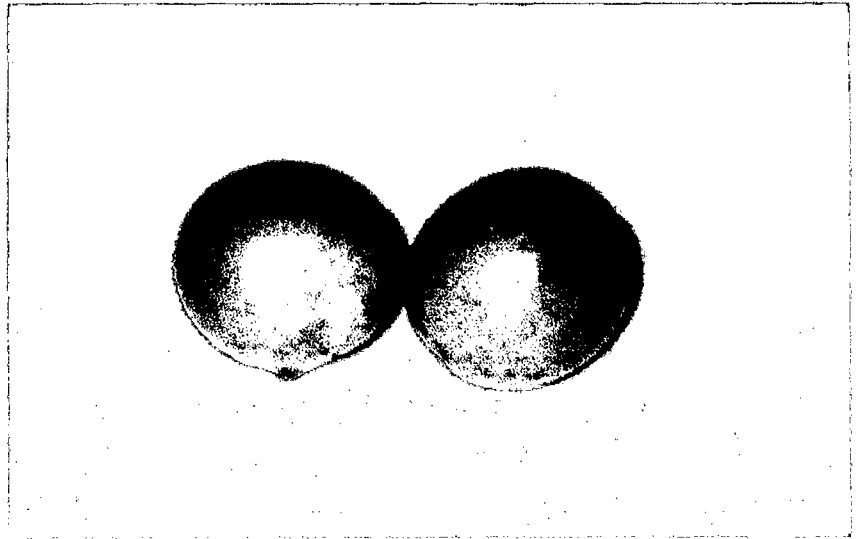
## **X. ICONOGRAFÍA**



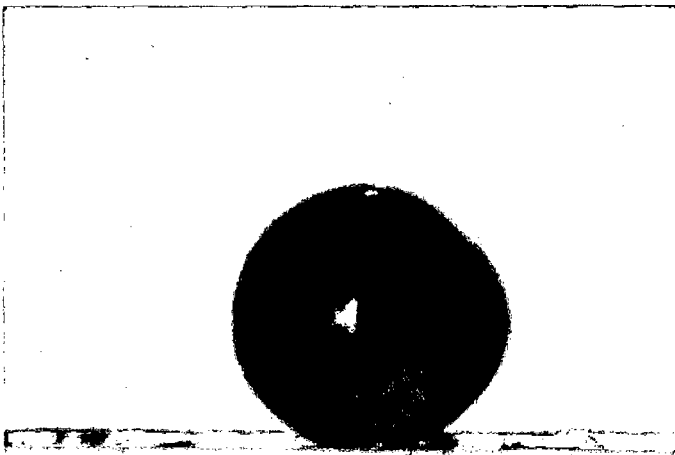
**Foto 1.** Vista del campo experimental del proyecto agrícola San Juan. Pucallpa, Perú, 2 005.



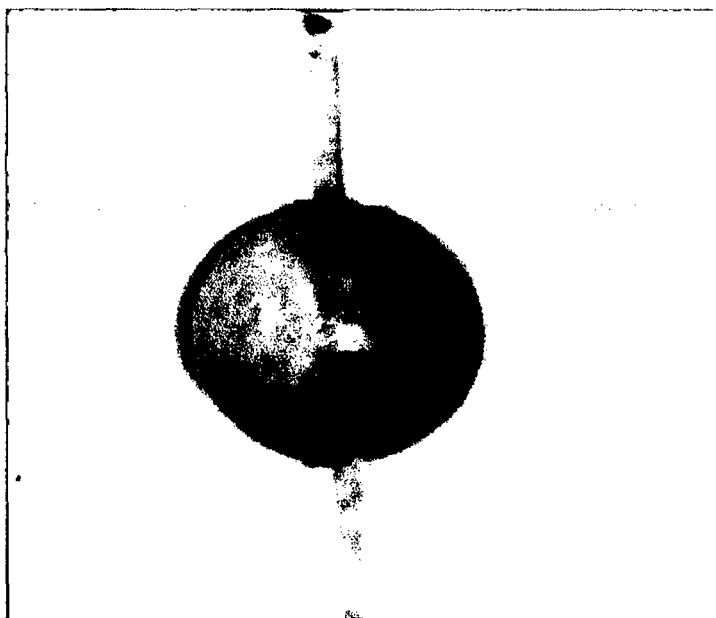
**Foto 2.** Vista de plantas de alta producción de frutos de camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.



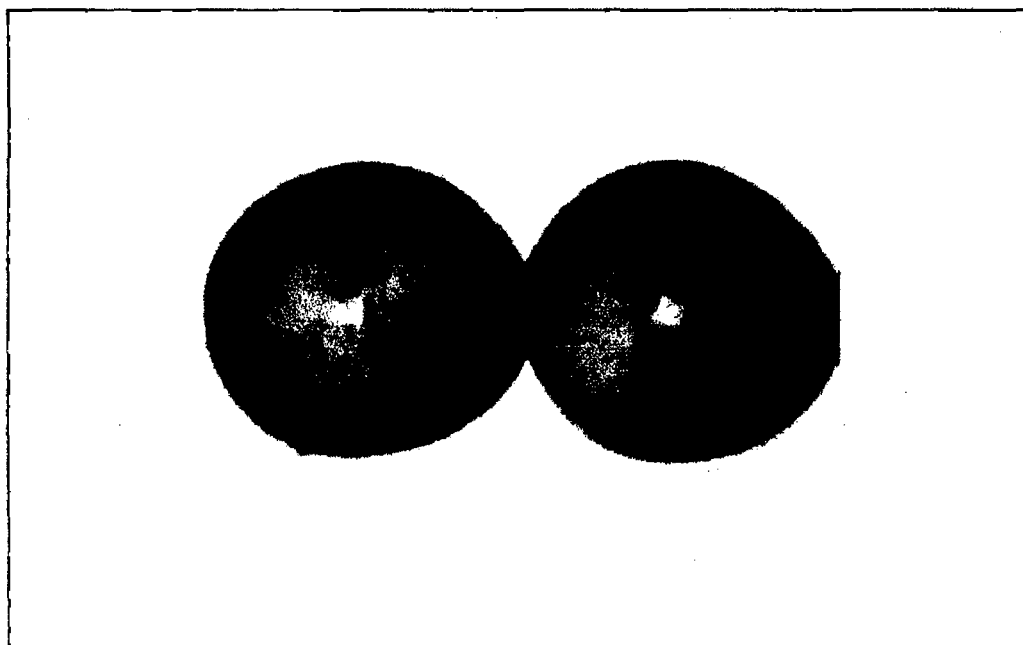
**Foto 3.** Vista de frutos de estado en maduración verde. Pucallpa, Perú, 2 005.



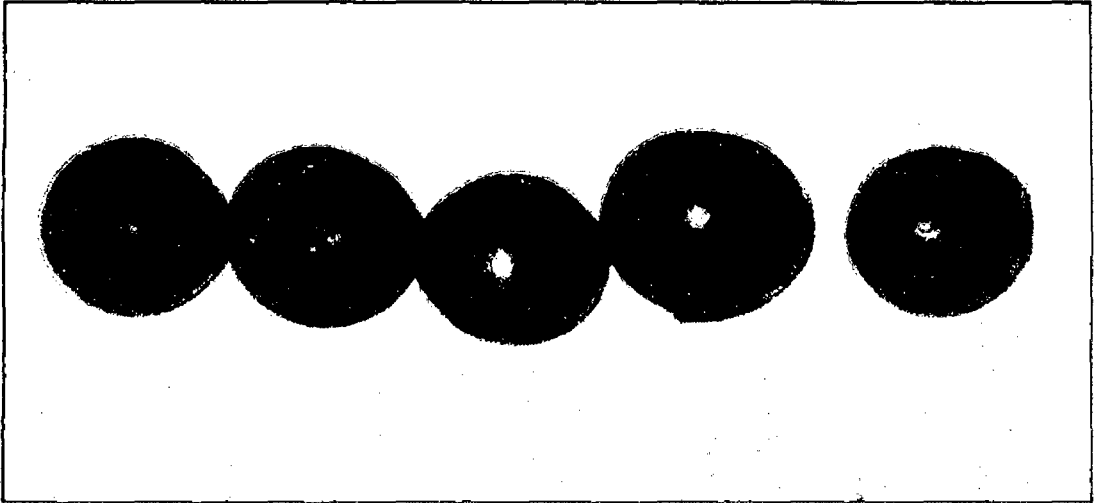
**Foto 4.** Vista del fruto camu camu de estado en maduración estado del 25% . Pucallpa, Perú, 2 005.



**Foto 5.** Vista del fruto camu camu de estado en maduración estado del 50%. Pucallpa, Perú, 2 005.



**Foto 6.** Vista del frutos camu camu de estado en maduración de 75%. Pucallpa, Perú, 2 005.

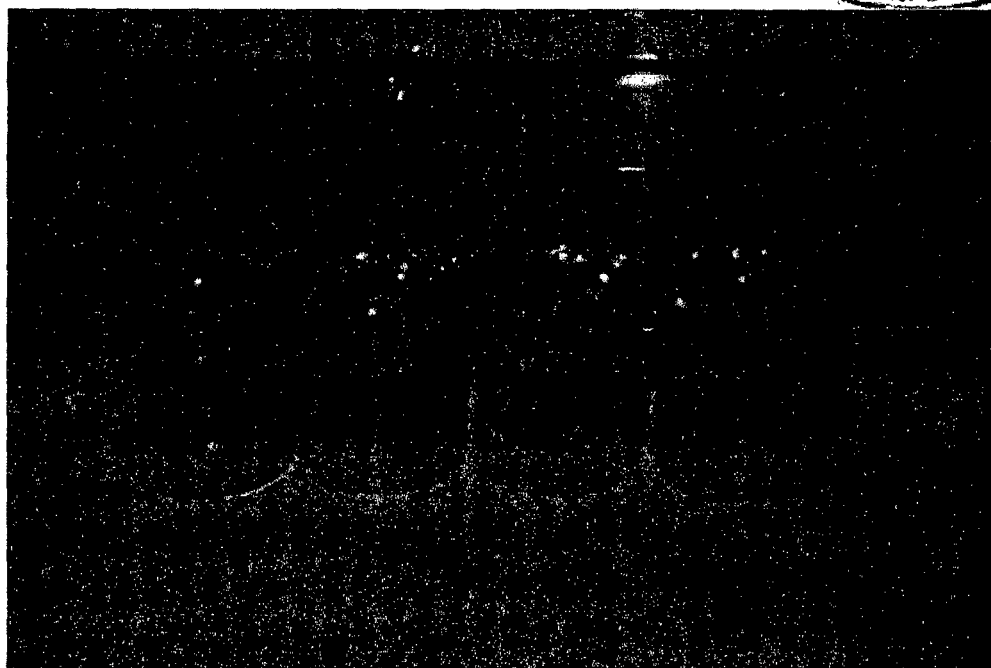


**Foto 7.** Vista del frutos camu camu de estado en maduración de 100%.  
Pucallpa, Perú, 2 005.

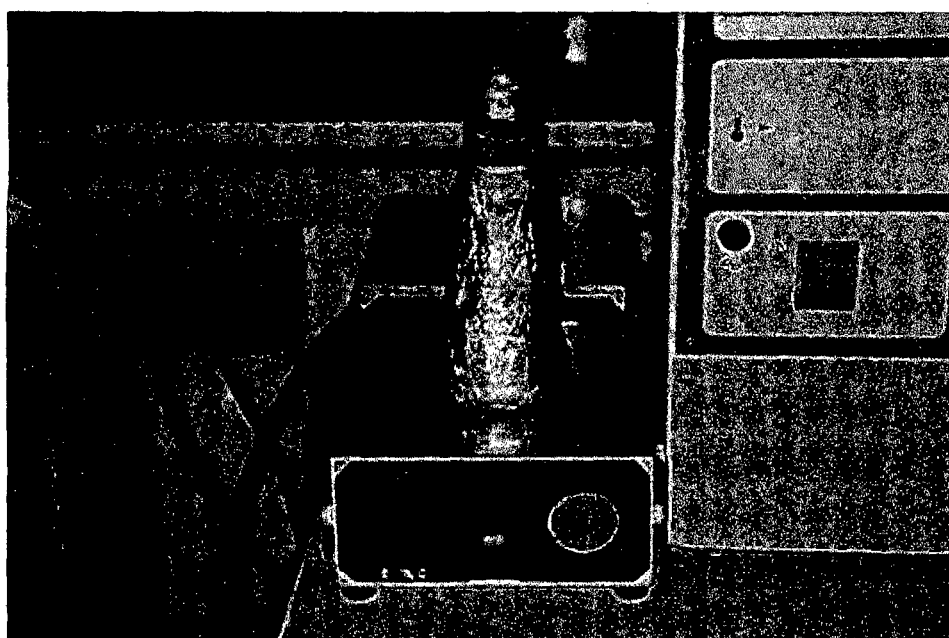


**Foto 8.** Vista de frutos maduros en ramas fruteras listos para ser recolectados. Pucallpa, Perú, 2 005.

19283



**Foto 9.** Vista de la pulpa del fruto de camu camu en diferentes estados de maduración en laboratorio. Pucallpa, Perú, 2 005.



**Foto 10.** Vista del equipo de agitación para obtención del ácido ascórbico del frutos camu camu. Pucallpa, Perú, 2 005.