

T
664.028
Ch94

NO SALE A
DOMICILIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**Propuesta Tecnológica para la Conservación de la
pulpa de Camu-Camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc
Vaugh) por Concentración al Vacío**

**MEMORIA DESCRIPTIVA PRESENTADA POR:
BACH. ENRIQUE CHUNG VÁSQUEZ
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

IQUITOS - PERÚ

DONADO POR:
Enrique Chung Vásquez y otros
Iquitos, 20 de 09 de 2011

2010



Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Nauta 5ta cdra. Telf. 065 - 234458 - Fax 065 - 242001
IQUITOS - PERU



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Iquitos, siendo las **11:25 a.m.** horas del **22 de Julio del 2009** en el **Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Departamental de Loreto**, se dio inicio a la Sustentación Publica de la Memoria Descriptiva "**PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA PULPA DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) POR CONCENTRACIÓN AL VACIO**", presentado por el Bachiller **ENRIQUE CHUNG VASQUEZ**, estando el Jurado Calificador conformado por los siguientes miembros, según **Resolución Decanal N° 032-FIA-UNAP-2009 del Martes 18 de Febrero del 2009**:

ING. JORGE AUGUSTO TORRES LUPERDI	Presidente
ING. PEDRO ROBERTO PAREDES MORI	Miembro
ING. JUAN ALBERTO FLORES GARAZATÚA	Miembro
ING. CARLOS ANTONIO LI LOO KUNG	Suplente

Siendo las **12:50 p.m.** horas del mismo día, se dio por concluida la Sustentación, habiendo sido **APROBADO** con la nota de **12** y el calificativo de **BUENO**, estando el Bachiller apto para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

Ing. Jorge Augusto Torres Luperdi
PRESIDENTE

Ing. Juan Alberto Flores Garazatúa
MIEMBRO

Ing. Pedro Roberto Paredes Mori
MIEMBRO

Ing. Carlos Antonio Li Loo Kung
MIEMBRO

DEDICATORIA

A DIOS mil gracias por concederme la vida, salud y sabiduría para culminar con éxito mi carrera profesional.

A Gaby y mi pequeño Sean Xu personas muy especiales, que se encuentran ocupando un lugar muy importante en mi vida y que han sido la razón de este gran paso.

Este logro con todo mi amor, cariño y gratitud se los debo a mis queridos padres Enrique y Priscila y por todo el apoyo, paciencia y la ayuda incondicional durante mi formación y culminación de mi carrera profesional.

A José Carlos, Víctor, Keuson, Piero, Rudigher y Orlando mis amigos y colegas que siempre estuvieron presente con cualquier motivación y consejo, y por todos los momentos compartidos dentro y fuera de las aulas.

ENRIQUE CHUNG

AGRADECIMIENTO

- Quiero agradecer sinceramente y de todo corazón a los docentes de la FIA por las enseñanzas impartidas en las aulas universitarias. En especial al Ingeniero Jorge Torres Luperdi por la motivación para ser un buen profesional de éxito y correcto, por lo que decidí enrumbar en el camino del aprendizaje consiente y competitivo siempre con el buen propósito sano del profesionalismo.
- Al Ingeniero Carlos López Panduro, quien con su apoyo desinteresado influencio en la decisión de formarme como profesional.
- A Piero Vásquez y José Carlos Miranda por la guía y los consejos para el desarrollo de este trabajo.

INDICE GENERAL

Contenido	
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	5
IV. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	6
4.1 VITAMINA C	
4.1.1 Generalidades	
4.1.2 Funciones	7
4.1.3 Estructura Química	8
4.1.4 Propiedades	9
4.2 MATERIA PRIMA: CAMU-CAMU	11
4.2.1 Reseña Histórica	13
4.2.2 Aspectos Botánicos	14
4.2.3 Morfología	15
4.2.4 Biología Floral	16
4.2.5 Distribución Geográfica	17
4.2.6 Ecología	20
4.2.7 Fase de cosecha	
a. Época de Cosecha	
b. Momento de Cosecha	
c. Manipuleo, Embalaje y Transporte	
4.2.8 Factores de Calidad del Fruto	22
4.2.9 Utilización del Camu-Camu	23
4.3 CARACTERISTICAS RELACIONADAS A LA COMPOSICIÓN FISCOQUIMICA DEL CAMU-CAMU	24
4.3.1 Pigmentos	26
4.3.1.1 Pigmentos Carotenoides	27
4.3.1.2 Pigmentos Antocianinas	29
4.4 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	31
4.4.1 Generalidades sobre la Conservación	
4.4.2 Técnicas de Conservación de Alimentos	32
4.4.2.1 Técnicas de Conservación por calor	
a. Pasteurización	
b. Esterilización	33
c. Escaldado	
4.4.2.2 Técnicas de Conservación por Frío	34
a. Refrigeración	
b. Congelación	
c. Ultracongelación	35
4.4.2.3 Técnicas de Conservación por Separación y Eliminación de Agua	36
a. Deshidratación	
b. Concentración o Evaporación	
4.4.3 Generalidades sobre la Concentración de Alimentos	37
4.4.3.1 Evaporación	
4.4.3.2 Tipos Generales de Evaporadores	42
a. De un solo Efecto	

b. De Efectos Múltiples	44
c. Evaporadores de Circulación Natural	
d. Evaporadores de Circulación Forzada	45
4.4.3.3 Aplicación de la Evaporación en la Industria Alimentaria	46
4.4.3.4 Efectos sobre los Alimentos	
a. Alteración del Aroma	
b. Alteración del Color	47
4.5 INDUSTRIALIZACIÓN DEL CAMU-CAMU	48
4.5.1 Descripción de Procesos Industriales	50
4.5.1.1 Flujo del Proceso para la Elaboración de Pulpa Refinada	51
4.5.2 Elaboración de Néctar de Camu-Camu	53
4.5.2.1 Flujo del Proceso para la Elaboración de Néctar de Camu-Camu	54
4.5.3 Elaboración de Refrescos de Camu-Camu	55
4.5.4 Elaboración de Polvo Liofilizado de Camu-Camu	
4.5.4.1 Flujo del Proceso para la Obtención de Polvo Liofilizado de Camu-Camu	
V. METODOLOGIA	57
5.1 CONCENTRACIÓN DE LA PULPA DE CAMU-CAMU	
5.1.1 Descripción del flujo de Operaciones para la Concentración al vacío	58
5.1.1.1 Flujo del proceso para la Concentración de Pulpa de Camu-Camu	69
VI. DISEÑO EXPERIMENTAL	60
6.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	61
VII. CONCLUSIONES	64
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66

RESUMEN

El presente trabajo de recopilación bibliográfica ha conceptualizado la importancia y la preservación de la Vitamina C presente en el fruto de Camu-Camu y los procesos que se empelan para la conservación de esta propiedad presente dentro de la pulpa. Se detalla las características del Camu-Camu, la composición tanto química, física y bioquímica, en una cantidad determinada de pulpa.

La forma de transporte y el manejo desde la zona de abasto hasta la zona donde será aprovechada ya sea naturalmente o industrialmente.

Se detalla los pigmentos presentes y la forma de conservar a través de técnicas y procesos aplicados industrialmente, haciendo énfasis de los tratamientos minuciosos con el propósito de preservar el valioso contenido de ácido ascórbico (Vitamina C). Se describe las diversas variedades para la elaboración de productos a partir de la pulpa, productos existentes en muchos mercados extranjeros al fruto como pulpa.

Teniendo en cuenta muchos de los factores de procesos se plantea la propuesta para la conservación de la pulpa de Camu-Camu por concentración al vacío mediante el uso de equipos de Evaporación a Vacío, los pasos que se deben tener en cuenta tanto en la metodología como para el diseño experimental, tomando como referencia procesos similares de concentración con frutos de idéntico contenido vitamínico pero de menor proporción, como es la Toronja.

La concentración de la pulpa de Camu-Camu es una propuesta aún reciente, por lo que se desconoce el comportamiento físico y organoléptico de la pulpa.

I. INTRODUCCIÓN

La región amazónica es un importante centro de frutales nativos, que producen excelentes frutas de características únicas en sabor y aroma. Algunos de ellos tienen en la actualidad importancia mundial y se cultivan en casi todas las zonas tropicales del mundo, como la papaya, la anona, el copoazú, la piña y el maracuyá. Sin embargo, la mayor parte de estos frutales son conocidos y consumidos a nivel local, y son prácticamente desconocidos fuera de la región. (*Villachica, 1996*)

El Camu-Camu es uno de los frutales amazónicos que está mereciendo cada vez más atención por sus características peculiares y su introducción muy reciente en los mercados mundiales, especialmente de Japón. La causa está en el altísimo contenido de vitamina C, que llega a 2 700 mg por 100g de pulpa, que equivale a casi 40 veces el de la pulpa de naranja.

En el Perú, durante los últimos 15 años, se ha realizado un gran esfuerzo de investigación de la especie, lo que ha permitido no sólo su domesticación, sino también la adaptación de su cultivo de las zonas inundables o de várzea a las zonas no inundables, con excelentes resultados. Hoy en día el camu-camu se presenta como una especie muy promisoriosa por la alta productividad por área; por la posibilidad de su cultivo en zonas intervenidas, con la ventaja de mejorar la producción en zonas ya colonizadas, y por la demanda creciente en los mercados mundiales. (*Villachica, 1996*).

Con el Camu-Camu está ocurriendo lo que en otras épocas sucedió con otros productos de la diversidad amazónica, un boom que podría modificar la economía de la Amazonía. Se trata de un pequeño fruto de color rojo y de fuerte y ácido sabor, que ha sido conocido y consumido desde siempre por los pueblos indígenas de la cuenca amazónica y que

crece a orillas de los ríos ubicados entre los departamentos de Pucallpa e Iquitos.

Es a partir del reconocimiento de la demanda mundial, particularmente del mercado japonés, que los empresarios y el gobierno peruano inicia acciones destinadas al estudio, la extracción y manejo de esta especie con fines de exportación.

La gran demanda actual proviene del Japón, que es el quinto importador de frutas del mundo. En 1994 compró frutas por un monto de 450 millones de dólares. Debido a ello la importancia del estudio de nuevas tecnologías de conservación, siendo el proceso de concentración uno de gran importancia en la ingeniería alimentaria. (*Rodríguez, 1994*).

II. ANTECEDENTES

La concentración es una práctica común en la industria de alimentos, con la finalidad de aumentar la vida de anaquel, y funcionalidad de los alimentos, además de disminuir los costos de empaque, transporte y almacenamiento. Los métodos más comunes para concentrar alimentos líquidos son la evaporación, la filtración por membranas y la crioconcentración. Con la evaporación se alcanzan concentraciones del orden de los 80° Brix; mientras que los dos últimos procesos, debido a problemas de transferencia de masa, están limitados a proporcionar productos con niveles de concentración por debajo de los 60° Brix. *(Avilés, 2008)*

Cuando se habla de evaporar alimentos líquidos, como la leche, zumos, sopas, hablamos de evaporación que consiste en el empleo de temperaturas relativamente bajas y vacío para concentrar un sólido disuelto en un líquido, la disolución se pone a temperatura de ebullición, de manera que el líquido se volatilice y se deja al sólido más concentrado en la solución remanente. Para lograrlo se suministra calor a las soluciones y se separan los vapores formados.

Entre los muchos productos típicos de procesos de evaporación están la concentración de soluciones acuosas de azúcar, cloruro de sodio, hidróxido de sodio, glicerina, gomas, leche, jugo de naranja, jugo de maracuyá, jugo de toronja, etc. En estos casos, la solución concentrada es el producto deseado y el agua evaporada suele desecharse. En otros, el agua que contiene pequeñas cantidades de minerales se evapora para obtener agua libre de sólidos que se emplea para alimentación a calderas, para procesos químicos especiales o para otros propósitos.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Conservación de la pulpa de Camu-Camu a través de la Concentración al vacío por medio de un concentrador para alimentos líquidos.

3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar parámetros precisos a partir de valores teóricos referenciales para el proceso de concentración a vacío aplicable a la pulpa de Camu-Camu de tal modo que la composición bioquímica no sufra cambios porcentuales altos alterando el valor nutritivo y calidad del fruto.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

4.1 VITAMINA C

4.1.1 Generalidades

Es necesaria para la formación de colágeno, para la correcta cicatrización de heridas, reparación y mantenimiento de los tejidos de las diferentes partes del cuerpo y también para la síntesis o producción de hormonas y neurotransmisores. Al igual que otras vitaminas, es un poderoso antioxidante. Puesto que nuestro cuerpo no produce vitamina C, debemos incorporarla a través de los alimentos. (*Licata, M.*)

La Vitamina C interviene en el mantenimiento de huesos, dientes y vasos sanguíneos por ser buena para la formación y mantenimiento del colágeno. Protege de la oxidación a la vitamina A y vitamina E, como así también a algunos compuestos del complejo B (tiamina, riboflavina, ácido fólico y ácido pantoténico). Desarrolla acciones anti-infecciosas y antitóxicas y ayuda a la absorción del hierro no hémico en el organismo.

No es sintetizable por el organismo, por lo que se debe ingerir desde los alimentos que lo proporcionan: Vegetales verdes, frutas cítricas y papas.

La vitamina C se oxida rápidamente y por tanto requiere de cuidados al momento de exponerla al aire, calor y agua. Por tanto cuanto menos calor se aplique, menor será la pérdida de contenido. Las frutas envasadas por haber sido expuestas al calor, ya han perdido gran contenido vitamínico, lo mismo ocurre con los productos deshidratados. En los jugos, la oxidación afecta por exposición prolongada con el aire y por no conservarlos en recipientes oscuros.

Las dosis requeridas diarias de vitamina C no están definidas exactamente, sin embargo la FDA de Estados Unidos comprueba que con 60 mg/día se mantiene un total corporal de un gramo y medio, cantidad suficiente para servir las demandas corporales de un mes. Por tanto, el consumo de una fruta cítrica por día, cumple con tales requerimientos. (*Licata, M.*)

4.1.2 Funciones:

- Mejora la visión y ejerce función preventiva ante la aparición de cataratas o glaucoma.
- Es antioxidante, por lo tanto neutraliza los radicales libres, evitando así el daño que los mismos generan en el organismo.
- Su capacidad antioxidante hace que esta vitamina elimine sustancias tóxicas del organismo, como por ejemplo los nitritos y nitratos presentes en productos cárnicos preparados y embutidos. Los nitratos y nitritos aumentan la probabilidad de desarrollar cáncer. Su virtud como antioxidante nos protege ante el humo del cigarrillo, y como mejora el sistema inmune, es también utilizada en pacientes sometidos a radio y quimioterapia. (*Ramos, 2002*).
- Es antibacteriana, por lo que inhibe el crecimiento de ciertas bacterias *in vitro*, dañinas para el organismo.
- Reduce las complicaciones derivadas de la diabetes tipo II
- Disminuye los niveles de tensión arterial y previene la aparición de enfermedades vasculares.
- Tiene propiedades antihistamínicas, por lo que es utilizada en tratamientos antialérgicos, contra el asma y la sinusitis.
- Ayuda a prevenir o mejorar afecciones de la piel como eccemas o soriasis.
- Es cicatrizante de heridas, quemaduras, ya que la vitamina C es imprescindible en la formación de colágeno.

- Aumenta la producción de estrógenos durante la menopausia, en muchas ocasiones esta vitamina es utilizada para reducir o aliviar los síntomas de sofocos y demás.
- Mejora el estreñimiento por sus propiedades laxantes.
- Repara y mantiene cartílagos, huesos y dientes. (*Licata, M.*)

4.1.3 Estructura Química

La vitamina C corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles, y como la gran mayoría de ellas no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo y se elimina en pequeñas cantidades a través de la orina. Por este motivo, es importante su administración diaria, ya que es más fácil que se agoten sus reservas que las de otras vitaminas.

Es una sustancia o polvo de color blanco, estable en su forma seca, pero en solución se oxida con facilidad, más aún si se expone al calor. Un pH alcalino (mayor a 7), el cobre y el hierro, también aceleran su oxidación. Su estructura química recuerda a la de la glucosa (en muchos mamíferos y plantas, esta vitamina se sintetiza a partir de la glucosa y galactosa). Se llama con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del ácido ascórbico. (*Ramos, 2002*).

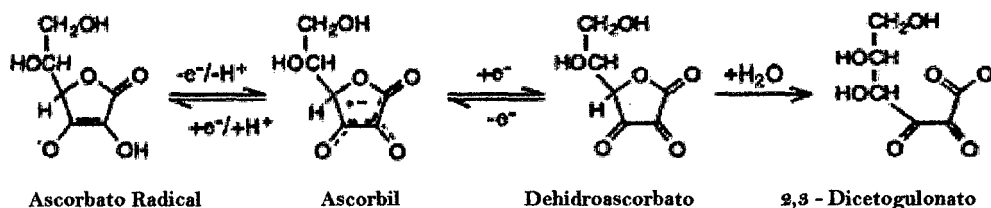
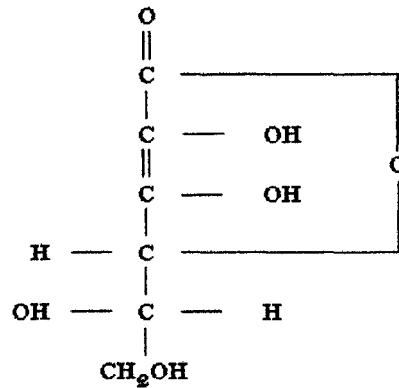


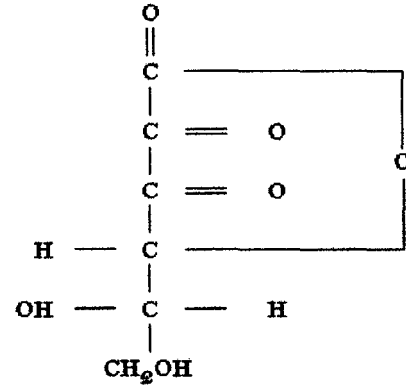
Figura 1. Estructura química del ácido ascórbico.

El ácido dehidroascórbico es el primer grado de la oxidación del ácido ascórbico, pero en realidad ya no es ácido, por no poseer oxidrilos enólicos y puede ser nuevamente reducido a ácido ascórbico posee también actividad biológica, debido a que en el cuerpo se reduce para formar ácido ascórbico. (Ver Figura 1)

La fórmula bruta del ácido ascórbico es $C_6H_8O_6$, su peso molecular 176.12. Su estructura química demuestra la interrelación que existe entre el ácido ascórbico y las hexosas. (*Gonzales, 1987*).



Ácido L - ascórbico (Vitamina C)



Ácido Deshidroascórbico

El ácido L - ascórbico fue la primera vitamina obtenida por síntesis total. En la actualidad se conocen varios procedimientos para obtener artificialmente la vitamina C y otros compuestos de estructura análoga, miles de kilos de vitamina C se sintetizan anualmente para añadir a los alimentos y a las preparaciones farmacéuticas, pero día a día a aumentado la preferencia y el consumo por vitaminas naturales a sintéticas. (*Gonzales, 1987*).

4.1.4 Propiedades

En estado seco el ácido ascórbico es bastante fijo al aire, pero en solución se descompone fácilmente al contacto con el aire. Es, pues, un componente relativamente inestable y se destruye por oxidación al cocinar los alimentos si no se toman precauciones para evitar la aireación acción. A causa también de su fácil solubilidad se pierden cantidades grandes de vitamina si se tiran las aguas de cocción. En las frutas y verduras que se almacenan por algún tiempo, puede haber también pérdidas de vitamina, disminución que se atenúa con la refrigeración. Se conocen en la actualidad procesos de refrigeración y de

enlatado que permiten conservar gran parte de la vitamina por mucho tiempo.

La marcada acción reductora y la facilidad con que puede oxidarse es una de las propiedades importantes del ácido ascórbico. Esta acción reductora parece ser esencial para su actividad biológica y su oxidación más allá de la etapa del ácido deshidroascórbico resulta en una pérdida total de su actividad vitamínica. (*Gonzales, 1987*).

La oxidación de la vitamina C tiene lugar en presencia de oxígeno molecular y es muy acelerada incluso por vestigios de metales, especialmente cobre. Esta oxidación también es catalizada por la enzima específica la ascorbinasa (ácido ascórbico - oxidasa). La ascorbinasa es una de las enzimas del grupo de las polifenolasas y contiene como grupo prostético cobre.

El ácido L-ascórbico (Vitamina C), aunque existe en una forma oxidada y una forma reducida, el nombre de "ácido ascórbico" es dada la forma reducida, y a la forma oxidada es conocido como ácido deshidroascórbico.

La primera fase de la oxidación de la vitamina C, en los alimentos tales como los jugos de frutas implica la formación de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). (*Ramos, 2002*).



Sin embargo, en condiciones totalmente anaeróbicas y después de la inactivación completa de la ascorbinasa, la auto oxidación del ácido ascórbico se verifica lentamente. (*Gonzales, 1987*).

4.2 MATERIA PRIMA: CAMU-CAMU

La Amazonía constituye una enorme fuente de biodiversidad aún no utilizada por la humanidad. El Camu-Camu, arbusto cuya fruta tiene el más alto contenido de ácido ascórbico conocido, es un claro ejemplo de ello.

Existen dos tipos de Camu-Camu: el arbustivo y el arbóreo. El Camu-Camu arbustivo fue identificado por Mc Vaugh (1958) inicialmente como *Myrciariaparaensis* Berg, pero el mismo Mc Vaugh (1963) revisó posteriormente y cambió la nomenclatura a *Myrciaria dubia* H.B.K. Este Camu-Camu arbustivo es el que será descrito. El segundo tipo de Camu-Camu, el arbóreo, no ha sido investigado ni clasificado taxonómicamente. Es posible que se trate de *Myrciaria floribunda*.

El Camu-Camu arbustivo está más difundido en la Amazonía peruana, normalmente crece en las orillas (llanura de inundación) de los ríos, riachuelos, cochas y lagunas, permaneciendo cubierto por agua hasta cinco meses. El Camu-Camu tipo arbóreo generalmente se encuentra en los pantanos de aguas negras y zonas con mal drenaje que se ubican en la segunda posición fisiográfica sobre el río (terrazas inundables y no inundables), y la parte inferior de su tallo queda sumergida solamente en las crecientes de mayor intensidad. (*Villachica, 1996*).

En comparación con las naranjas, el Camu-Camu proporciona 10 veces más hierro, 3 veces más niacina, dos veces más riboflavina, y el 50% más fósforo. El Camu-Camu contiene aproximadamente 13 veces más vitamina C que el casho (219mg/100g), 63 veces más que el limón (44,2mg/100g) y 1,6 veces más vitamina que la acerola (1790mg/100g) es también una fuente significativa del potasio y proporciona el magnesio. (*Ramos, 2002*).

Mientras que otros frutos como la cocona tienen un contenido de vitamina C de 4,50 mg de vitamina C/100g, el maracuyá contiene 20 mg, los ubos aproximadamente 28 mg por cada 100g de pulpa. Es de conocimiento que el Camu-Camu ya se sabía de hace 3 décadas su existencia, mas lo que no se sabía era los técnicas para su cultivación, fuera de su ambiente natural, de las llanuras inundables de los ríos Ucayali y Amazonas y sus afluentes. (*Ramos, 2002*).

Tiene frutos de forma globosa, con un peso oscilante entre 5 a 20g, de cáscara color verde a oscuro, de acuerdo a su estado de maduración. De pulpa ácida y fibrosa de color blanco en todos los estados de maduración, de semillas reniformes de color verde a marrón. (*Iman, 2002*).

Además la cáscara de este fruto al estado maduro presenta una considerable concentración del pigmento antocianina ideal para la utilización como colorante natural, además de ser la primera especie de importancia económica que “mantiene ocupado el suelo mientras que el agua lo cubre”. (*Ramos, 2002*).



Figura 2. Frutos de Camu-Camu

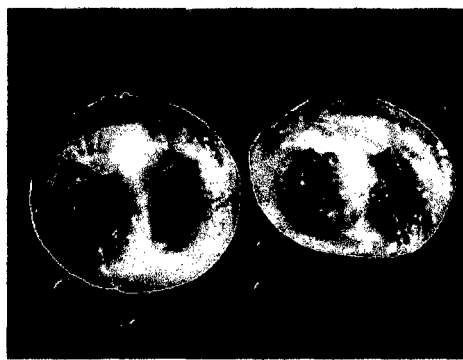


Figura 3. Semilla de Camu-Camu

4.2.1 Reseña Histórica

Por mucho tiempo se considero que el Camu-Camu era un solo ecotipo, es decir, se creía que al mercado llegaba un solo tipo. Inicialmente el Camu-Camu arbustivo fue identificado en 1958 por el investigador Mac Vaughn como *Myrciaria paraensis* Berg, pero más tarde al hacer una revisión de la nomenclatura fue cambiado por *Myrciaria dubia*. Es así que en la actualidad se conocen 2 tipos del frutal nativo de Camu-Camu muy semejantes en la forma del fruto, pero con diferente forma vegetativa.

La diferencia en estas especies de Camu-Camu radica en que el; arbustivo denominado *Myrciaria dubia* se cosecha entre diciembre y marzo; el color de sus frutos va de rojo intenso a morado; cáscara apergaminada; color de semilla amarillenta; tamaño de semilla grande, de 1 a 4 semillas por fruto; ramificación con copa baja, globosa y densa; de menor tamaño de fruto, y contenido de vitamina C (ácido ascórbico) mayor. Y el arbóreo *Myrciaria sp*, se cosecha de marzo a mayo; el color de sus frutos va de morado a marrón; de cáscara semi-leñosa; semilla rosada; tamaño de semilla pequeña y pilosa, de 1 a 2 semillas por fruto; ramificación de copa muy alta; de mayor tamaño de fruto y de contenido de vitamina C menor. (*Ramos, 2002*)

Los primeros análisis de Vitamina C en Camu-Camu, se iniciaron con el primer reporte sobre composición nutricional de los alimentos nativos realizada por Collazos en 1957. Luego en 1959, el Instituto de Nutrición del Ministerio de Agricultura reporta el análisis bromatológico del Camu-Camu, obteniéndose 2800 mg de ácido ascórbico en 100 g de pulpa. Luego de 20 años, es decir en 1985, el centro de Investigaciones Jenaro Herrera, en convenio con el jardín Botánico de New York, realizó un análisis bromatológico del fruto de Camu-Camu obteniéndose el siguiente resultado; fruto maduro 1100 mg de ácido ascórbico por 100 g de pulpa y el fruto verde de 1330 mg de ácido ascórbico por 100 g de pulpa. Utilizándose para este efecto el dosaje de vitamina C, por el método del 2,6-diclorofenol-indofenol, en extractos coloreados.

4.2.2 Aspectos Botánicos

El Camu-Camu pertenece a la familia botánica Myrtaceae, género *Myrciaria*. A pesar que este género no es muy amplio, poco se ha estudiado de la taxonomía del Camu-Camu. Se ha clasificado como *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh y como *Myrciaria paraensis* Berg (Mc Vaugh 1958, 1963), pero los taxónomos han optado por *M. dubia* debido a que está fue la primera denominación válida utilizada. (*Villachica, 1996*).

Se conoce por Camu-Camu a dos tipos de frutal muy semejantes con la forma de este fruto, pero con diferente forma vegetativa; uno es un arbusto y el otro es un árbol y, aparentemente, no son de la misma especie.

MYRCIARIA DUBIA

Porte de planta	:	arbusto
Época de cosecha	:	diciembre-marzo
Peso de fruto	:	10 g hasta 20 g
Color de fruto	:	rojo intenso a morado
Cáscara del fruto	:	apergaminada
Color de semilla	:	amarillenta
Tamaño de semilla	:	generalmente grande
Forma de semilla	:	chata, reniforme
Sección de la semilla	:	ovalada
Semillas por fruto	:	1 a 4
Diámetro tronco	:	Hasta 1,0 m
Corteza	:	rojiza, se desprende en grandes placas
Ramificación	:	copa baja, globosa, densa
Fruto	:	menor tamaño
Ctdo. Ac. Ascórbico	:	mayor

MYRCIARIA SP.

Porte de planta	:	árbol
Apoca de cosecha	:	marzo-mayo
Peso de fruto	:	23 g hasta 40 g
Color de fruto	:	morado a marrón
Cáscara del fruto	:	semi leñosa
Color de semilla	:	rosada
Tamaño de semilla	:	pequeña y pilosa
Forma de semilla	:	ovalada, dura
Sección de la semilla	:	plana
Semillas por fruto	:	1 a 2
Diámetro tronco	:	hasta 0,5 m
Corteza	:	rojiza, lisa.
Ramificación	:	copa muy alta
Fruto	:	mayor tamaño
Ctdo. Ac. Ascórbico	:	menor

4.2.3 Morfología

El Camu-Camu es un arbusto que logra alcanzar hasta 4 m de altura; se ramifica desde la base formando varios tallos secundarios que a su vez ramifican en forma de vaso abierto. El tallo y las ramas son glabros, cilíndricos, lisos, de color marrón claro o rojizo y con corteza que se desprende de forma natural. Las raíces son profundas y con muchos pelos absorbentes. (*Villachica, 1996*).

Las hojas varían entre 4,5 y 12,0 cm de longitud y el ancho entre 1,5 y 4,5 cm; ápice muy puntiagudo y base redondeada, a menudo algo asimétrico.

El fruto es globoso de superficie lisa y brillante, de color rojo oscuro, hasta negro púrpura al madurar; puede tener 2 a 4 cm de diámetro; con una a cuatro semillas por fruto, siendo lo más común dos a tres semillas. Peso promedio alrededor de 8,4 g por fruto. Las semillas son reniformes, aplanadas con 8 a 11 mm de longitud y 5,5 a 11 mm de ancho, aplanadas, cubiertas por una vellosidad blanca rala de menos de un mm de longitud.

El peso de 1000 semillas secas está entre 650 y 760 g, mientras que cuando solamente han sido escurridas y oreadas a la sombra pesan entre 1000 y 1250 g/1000 semillas. (*Villachica, 1996*).

4.2.4 Biología Floral

La floración generalmente empieza cuando la planta alcanza un diámetro basal de 2,0 cm. La floración no está sincronizada en cada planta, ya que ocurre en varios ciclos durante el año. Las yemas florales se producen primero en la parte distal de las ramas más altas y después que éstas han abierto y ha pasado la polinización, otras yemas salen de un lugar más próximo sobre la rama. La floración continúa de esta manera desde las ramas de arriba hacia las ramas de abajo y, por lo tanto, un individuo puede presentar simultáneamente yemas florales, flores y frutos en varios estados de desarrollo. En cada nudo se observan hasta 12 flores. También se presenta formación de flores directamente en el tronco y en las ramas gruesas de los individuos grandes.

Las flores individuales de *M. dubia* son hermafroditas. La antesis ocurre temprano en la mañana y las flores están receptibles a la polinización por un período de cuatro a cinco horas. Después de la polinización los estambres empiezan a marchitarse y toda la corola seca se cae al día siguiente.

Este mecanismo es muy efectivo en evitar la autogamia. Aparentemente, en el momento que emergen los estambres para liberar polen, el estigma ya no está receptible a la polinización. La dicogamia que muestra *M.*

dubia, sin embargo, no descarta la posibilidad de autofecundación por geitonogamia debida a la falta de sincronía floral. Polen de otras flores sobre la misma planta puede efectuar hasta 91% de polinización. Aunque una proporción de la polinización del Camu-Camu puede ser efectuada por el viento, los polinizadores más importantes para la especie son pequeñas abejas. Las flores contienen néctares y exudan una fragancia dulce y agradable, por lo que en la mañana están cubiertas por abejas.

4.2.5 Distribución Geográfica

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



Figura 4. Plantación de Camu-Camu sumergida en el agua.

La prospección de germoplasma efectuada por el INIA, Perú (Mendoza et al., 1989) concluye que las zonas donde se observa la mayor concentración de poblaciones son la quebrada del Supay, tributario del Bajo Ucayali, y el río Nanay, tributario del Alto Amazonas.

Se distribuye desde el Oeste Brasileiro hasta el Este del Perú, también se encuentra en los ríos Orinoco, Casiquiare, Oreda, Pargueni y Caura en Venezuela; así como en el río Inírida en Colombia. La concentración de poblaciones naturales de Camu-Camu tiende a disminuir en el curso del río Amazonas del Perú hacia el Brasil. (*Iman, 2000*).

Además es notoriamente abundante en la Amazonía Peruana, formando densos agregados en cursos de agua asociados con el río Napo, Nanay, Ucayali, Marañón y Tigre. También se encuentra en el río, Yarapa, Tahuayo, Pintuyacu, Itaya, Ampiyacu, Apayacu, Manití, Orosa y el caño Boyador y cocha Nuñez en el río Napo. (*Asociación Trópicos, 2009*).

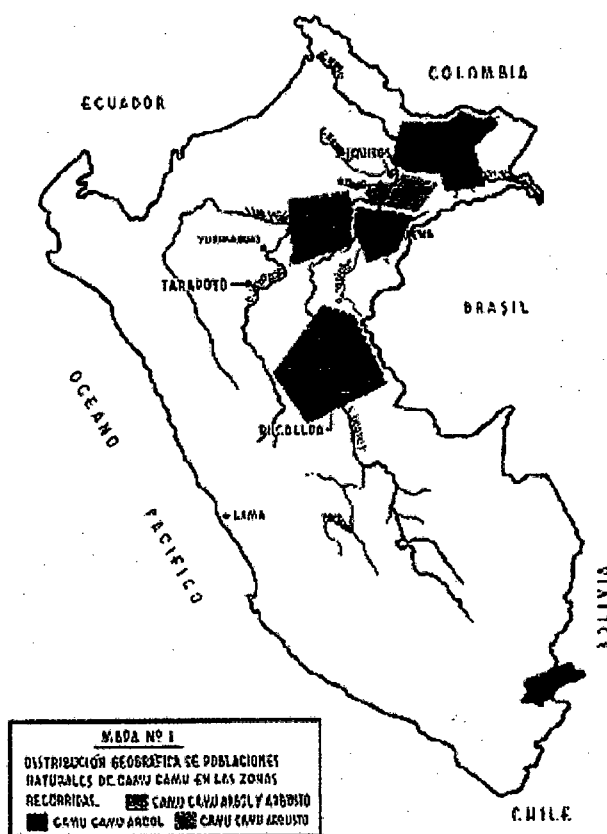


Figura 5. Distribución Geográfica de Poblaciones de Camu-Camu

Hasta la fecha, la oferta exportable se basó en la extracción de los rodales naturales. Sin embargo, a partir del 2005 y considerando que existen plantaciones que ya producen fruta, se estima que se empezará a ofertar y exportar el Camu-Camu proveniente de parcelas manejadas por los productores. (CEDECAM, et al).

En el mapa se puede visualizar la ubicación geográfica de las plantaciones.

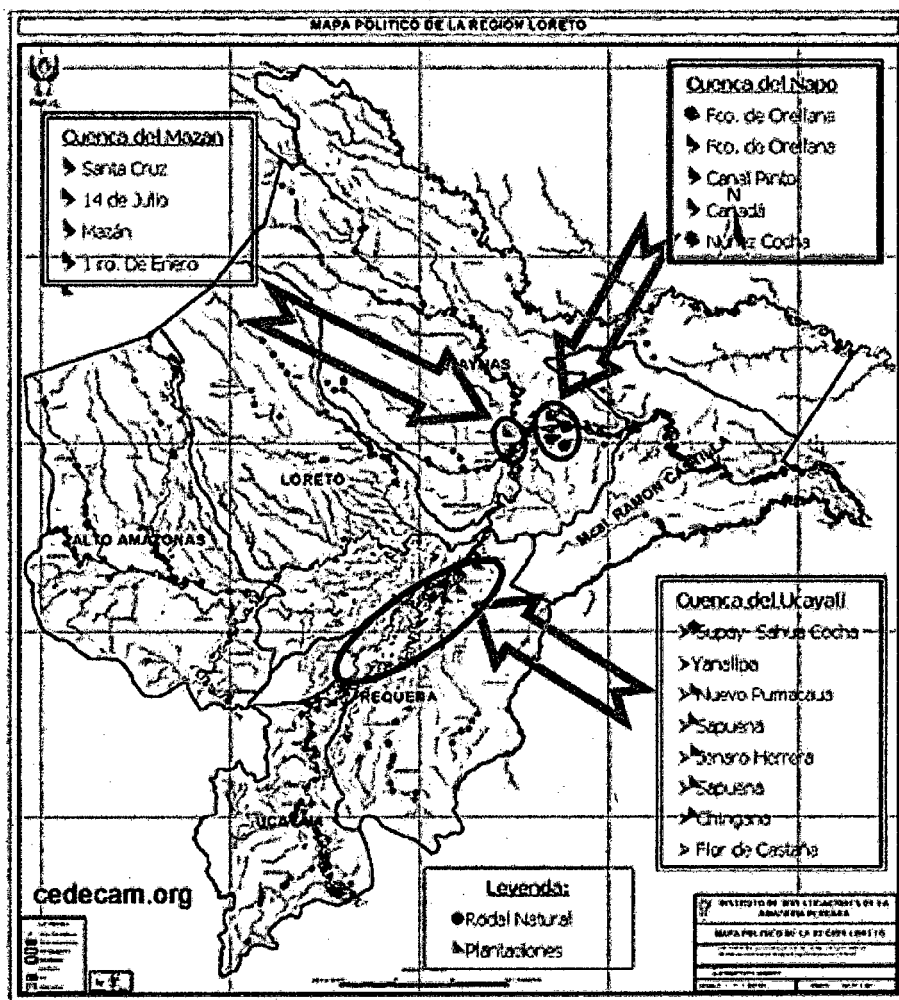


Figura 6. Plantaciones de Camu-Camu

Fuente CEDECAM

4.2.6 Ecología

El Camu-Camu es una planta hidrófila (amante del agua). La planta guarda una interrelación entre el agua y el suelo y la incidencia de la luz, que se juega un papel importante. En su medio natural, la planta permanece bajo agua entre 4 a 6 meses, manteniéndose en un estado de letargo. Los cultivos de Camu-Camu prosperan en terrenos inundables con suelos aluviales fértiles, de pH entre 4 a 4,5. Tolera inundaciones de 4 a 5 meses, que cubren hasta las dos partes del tallo, y hasta 2 meses de sequía. Se adapta a terrenos no inundables, es decir terrenos de altura de suelos húmedos para lo cual requiere una fertilización constante. (*Ramos, 2002*).

4.2.7 Fase de cosecha y post cosecha

a. Época de cosecha

Esta es variable. En los rodales naturales, se efectúa entre los meses de diciembre y marzo, cuando el río crece.

En plantaciones menguadas de restingas (Pucallpa), la cosecha se realiza entre octubre y mayo; destacando que entre febrero y abril hay mayor producción. En suelos altos y drenados, la época de cosecha se realiza entre noviembre y julio.

b. Momento de cosecha

Los frutos se colectan manualmente cuando empiezan a madurar y se conoce el momento de cosecha cuando van tomando color verde a granate. Luego de cosechados, aproximadamente a los 3 días, toman el color más intenso, completando su madurez.

c. Manipuleo, embalaje y transporte

Es recomendable que cuando se colecte la fruta, esta sea colocada bajo sombra, en recipientes consistentes, de madera o plástico, para evitar el aplastamiento. (*Asociación Trópicos, 2003*).

En caso de ser madera, preparar embalajes para 10 Kg (26 cm x 42 cm x 15 cm) con orificios para aireación. Si no se cuenta con este embalaje, utilizar material plástico, pero teniendo en cuenta que el producto no debe permanecer por mucho tiempo en este tipo de envase, ya que no tiene aireación.

El transporte después de la cosecha debe de ser inmediato para que la fruta sea seleccionada, lavada y oreada. Si se colocan los envases superpuestos, es necesario colocar tapas a fin de que no se deteriore el producto por aplastamiento. (*Asociación Trópicos, 2003*).

La fruta más conveniente para la obtención de pulpa es la que está al estado semi maduro, que llega a madurar en el período que transcurre entre la cosecha y la industrialización. Esta fruta es preferida porque se obtendrá néctar de color rosado, proveniente de los pigmentos que se encuentran en la cáscara: pigmento rojo-morado en la fruta madura y verde en la fruta verde.

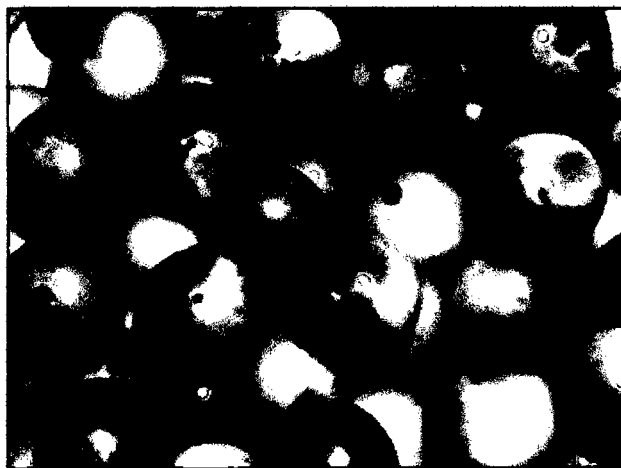


Figura 7. Camu-Camu semi maduro

Hasta unos años atrás, los colectores, transportaban la fruta hasta los centros de consumo, donde intervenían los intermediarios (rematista y minorista) antes de llegar el producto al consumidor.



253

Esta situación varió drásticamente, por la presencia de los empresarios dedicados a exportación de pulpa congelada, ya que ellos van a los lugares donde están las poblaciones naturales, contactando con los colectores y acordando la compra de la fruta puesta en el lugar de colecta. (*Mendoza, et al*).

4.2.8 Factores de Calidad del Fruto

El estado de maduración más conveniente para el aprovechamiento industrial de la fruta es el semi maduro, debido a que en dicho estado posee el mayor contenido de ácido ascórbico (Cuadro 1). La fruta que está verde o la que está completamente madura tiene 17 y 9% menos de ácido ascórbico que la fruta semi madura (75% madura), respectivamente, mientras que la fruta sobre madura tiene 20% menos. Esto se debe a que al igual que en otras frutas ácidas, conforme avanza la madurez del Camu-Camu, el porcentaje de sólidos solubles aumenta y disminuye la acidez cítrica. (*Villachica, 1996*).

Cuadro 1. Variación en las principales características de la pulpa de Camu-Camu en relación al estado de Maduración

Estado de Maduración	Vitamina C (mg)	Sólidos Solubles	pH
100 % Verde	1700	5,60	2,60
25 % Maduro	1827	6,10	2,60
50 % Maduro	1849	6,50	2,50
75 % Maduro	2052	6,50	2,50
100 % Maduro	1870	6,20	2,50
Sobremaduro	1650	5,50	2,60

Fuente: Villachica (1996)

La pulpa del fruto debe estar en buenas condiciones para industrializar. La descomposición o su contaminación por agentes externos (hongos, bacterias) reducen su calidad. Asimismo, será conveniente la selección de clones con mayor contenido de ácido ascórbico y mayor porcentaje de pulpa. La pulpa refinada representa entre 50 y 55% del peso de la fruta

(Cuadro 2). Evidentemente que cuanto mayor sea el porcentaje de pulpa refinada mayor será el rendimiento con la industrialización.

Cuadro 2. Rendimiento de pulpa refinada en 100 g de fruta de Camu-Camu

Componente	Peso (g)
Fruta fresca	100,0
Cascara y Semilla	38,0 – 40,0
Pulpa Total	60,0 – 62,0
Pulpa Refinada	50,0 – 55,0
Fibras y Pérdidas	7,0 – 10,0

Fuente: Villachica (1996)

4.2.9 Utilización del Camu-Camu

Se emplea para fabricar néctares, jugos, mermeladas y para la obtención de ácido ascórbico. Del ácido ascórbico se obtiene la vitamina C natural; que es utilizada para balancear dietas deficitarias en este componente. Así mismo, tiene la ventaja de que esta vitamina obtenida del Camu-Camu, no presenta cuadros alérgicos en niños, pudiendo su consumo ser a discreción. Su potencial resalta cuando se considera que es la especie silvestre que tiene mayor contenido de ácido ascórbico que cualquier otro frutal, habiéndose *reportado* valores de hasta 4000 mg de ácido ascórbico por 100 g de pulpa, es decir 4%.

La fruta da una pulpa color rosado natural cuando se extrae de frutos maduros, cuanto más maduro el fruto, más intenso el color. Contrariamente a otros frutales, el contenido de ácido ascórbico en el Camu-Camu aumenta hasta que la fruta está pintona o semi madura, después de lo cual disminuye solamente 5 a 10% cuando la fruta madura completamente. Debido a su alta acidez, la pulpa no es apropiada para preparar mermeladas puras, sino que debe mezclarse con pulpa de otras frutas, ejemplo 1:1 con pulpa de piña, sin necesidad de agregar ácido cítrico. La fruta también es uno de los alimentos de la gamitana, pez nativo de la Amazonía. (*Mendoza, et al*).

4.3 CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL CAMU-CAMU

La pulpa del fruto maduro es comestible, de agradable sabor ácido, parecido a la cereza y el limón.

La principal característica de la fruta es su alto contenido de ácido ascórbico. El Camu-Camu contiene más vitamina C que cualquier otra fruta conocida en el planeta. El contenido de vitamina C oscila entre 1800 y 2780 mg por 100 g de pulpa de Camu-Camu.

Cuadro 3. Contenido de vitamina C (mg/100 grs.) en la pulpa de frutas seleccionadas

Fruta	Ácido ascórbico
Piña	20
Maracuyá	22
Fresa	42
Limón	44
Guayabana	60
Naranja	92
Casho	108
Acerola(total)	1300
Camu-Camu	2780

Fuente: Tratado de Cooperación Amazónica

Adicionalmente, el Camu-Camu posee pequeñas cantidades de calcio, hierro, niacina, tiamina, riboflavina y otros poderosos elementos fitoquímicos. Estas y otras propiedades medicinales lo convierten en un poderoso antioxidante, antidepresivo, utilizándose también en el alivio del stress y en procesos antigripales. (*CEDECAM, et al*).

A continuación se presenta el valor nutricional y la composición de 100 g de pulpa de Camu-Camu:

Cuadro 4. Composición química de 100 g de pulpa de Camu-Camu

Componente	Unidad	Valor
Agua	Gramos	94,4
Valor energético	Cal.	17,0
Proteínas	Gramos	0,5
Carbohidratos	Gramos	4,7
Fibra	Gramos	0,6
Ceniza	Gramos	0,2
Calcio	Miligramos	27,0
Fosfato	Miligramos	17,0
Fierro	Miligramos	0,5
Tiamina	Miligramos	0,01
Riboflavina	Miligramos	0,04
Niacina	Miligramos	0,062
Acido ascórbico reducido	Miligramos	2780
Acido ascórbico	Miligramos	2994

Fuente: Tratado de Cooperación Amazónica

Cuadro 5. Análisis Fisicoquímico de 100 g pulpa de Camu-Camu

Componentes	Contenido
Sólidos Solubles	6,5 %
pH	2,49
Acidez Cítrico	2,75 %
Vitamina C	1748,92 mg
Azúcares reductores	Trazas
Calcio	28,0 mg
Fósforo	15,0 mg
Cenizas	0,168 %
Humedad	90,172 %
Sólidos Totales	9,87 %
Pectina	0,3 %
Densidad	0,97 g/ cm ³

Fuente: Gonzales (1987)

Cuadro 6. Análisis Físicoquímico de la cáscara y semilla de Camu-Camu

Determinaciones g/ 100 g muestra	Componentes	
	Cáscara Fresca	Semillas Frescas
Carbohidratos	10,2	38,3
Cenizas	0,2	0,9
Energía Total (Kcal)	56,9	180,3
Fibra	1,6	2,2
Grasa	1,7	1,9
Humedad	87,1	56,4
Proteína	0,2	2,5
Vitamina C	1142,9	9,5

Fuente: Ramos (2002)

4.3.1 Pigmentos

La calidad de un alimento, a parte del aspecto microbiológico, se basa, por lo general, en el color, gusto, textura y valor nutritivo. Sin embargo, uno de los factores sensoriales de calidad más importante de un alimento es el color. Esto se debe a que un alimento por muy nutritivo, aromático o bien texturizado que sea, sólo se comerá cuando posea su verdadero color. Además la aceptación se halla reforzada por un precio económico, ya que en muchos casos las materias primas se valoran por el color.

Es pues evidente que el color de los alimentos se debe a los pigmentos naturales que poseen, excepto en aquellos casos en los que se ha adicionado colorantes.

Con respecto a la coloración, se tiene que las frutas inmaduras son de color verde intenso, similar a las hojas, debido a que su cáscara contiene grandes cantidades de clorofila. Conforme avanza el desarrollo de la fruta, la cantidad de estos pigmentos verdes de clorofila comienza a disminuir, dejando en evidencia pigmentos carotenoides o antocianinas, que dan a la fruta un color amarillo o naranja y rojo en el caso de las antocianinas. (*Gonzales, 1987*).

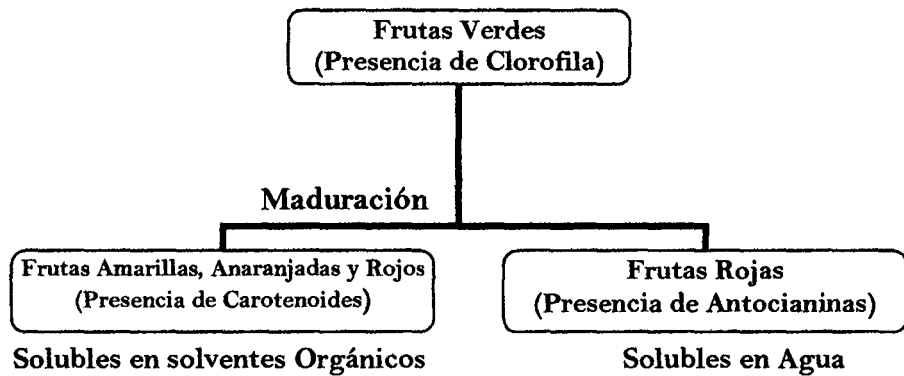


Figura 8. Proceso de Coloración de las Frutas

4.3.1.1 Pigmentos Carotenoides

Los carotenoides son los pigmentos responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados. (ALAN, 2009).

Están presentes en todos los tejidos fotosintéticos, junto con las clorofilas, así como en tejidos vegetales no fotosintéticos, como componentes de cromoplastos, que pueden ser considerados como cloroplastos degenerados.

Los dobles enlaces conjugados presentes en los carotenoides son los responsables de la intensa coloración de los alimentos que contienen estos pigmentos. Así, por ejemplo, los colores naranja de la zanahoria y rojo del tomate, se deben a la presencia de β -caroteno y licopeno, respectivamente (Figura 9).

Otros compuestos más saturados y de estructura similar son incoloros, como les sucede al fitoeno y al fitoflueno (Figura 10) que también se presentan en algunas plantas comestibles.

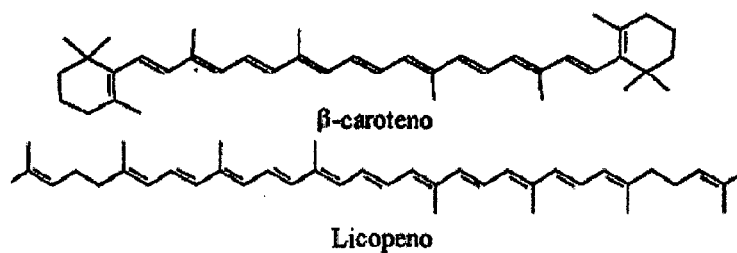


Figura 9. Estructuras Químicas De β-Caroteno y Licopeno

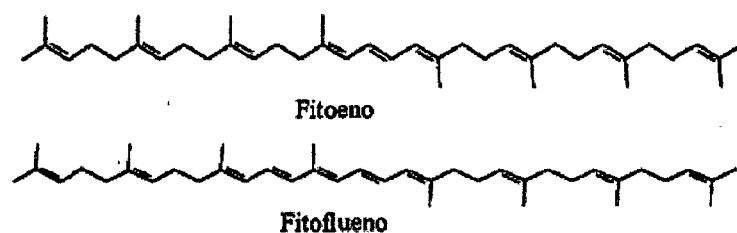


Figura 10. Estructuras Químicas de Fitoeno y Fitoflueno

Debido a su estructura, los carotenoides están sujetos a muchos cambios químicos inducidos por las distintas condiciones de procesamiento que se emplean en la industria alimentaria. Por ello, desde un punto de vista nutricional, es de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de estos compuestos, ya que su pérdida, además de producir cambios en el color del alimento, conlleva una disminución de su valor nutritivo. (ALAN, 2009).

La degradación de los carotenoides se debe fundamentalmente a reacciones de oxidación, ya sean no enzimáticas o debidas a enzimas como las lipoxigenasas, y se presenta generalmente durante el secado de frutas y vegetales. Los primeros datos que existen sobre oxidación de carotenoides son los de Cole y Kapur, quienes conjugan las variables oxígeno y temperatura en la degradación del licopeno. La interacción de los carotenoides con algunos constituyentes de los alimentos ejerce un efecto protector contra dichas reacciones, de tal forma que se oxidan más rápidamente cuando se extraen del fruto o se

purifican. Es decir, la intensidad de la oxidación de los carotenoides depende de si el pigmento se encuentra in vivo o in vitro y de las condiciones ambientales. Por ejemplo el licopeno, pigmento responsable de la coloración de los tomates, es muy estable en ese fruto, pero extraído y purificado es muy lábil. Al igual que con los lípidos, la oxidación de los carotenoides se acelera por la temperatura, la presencia de metales, luz y enzimas y se reduce por la adición de antioxidantes. (ALAN, 2009).

Los alimentos que contienen antioxidantes, como tocoferoles o vitamina C, conservan mejor los carotenoides y por tanto, su color.

4.3.1.2 Pigmentos Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las flores y a los frutos.

Desde el punto de vista químico pertenecen al grupo de los flavonoides y sus funciones en las plantas son múltiples, desde la de protección de la radiación ultravioleta hasta la de atracción de insectos polinizadores.

Las antocianidinas están basadas en el ion benzopirilio. En particular, las antocianidinas son sales derivadas del catión flavilio, también denominado 2-fenilcromenilio.

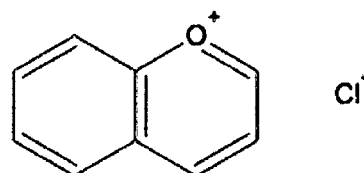


Figura 11. Benzopirilio

Las antocianinas son los derivados glicosilados de las antocianidinas. Debido a su carga positiva, las antocianidinas difieren de los demás flavonoides. (ALAN, 2009).

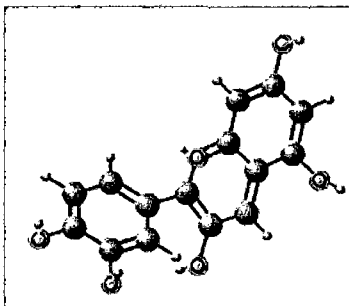


Figura 12. Molécula en 3D de la antocianidina

El pH tiene efecto en la estructura y la estabilidad de las antocianinas. La acidez tiene un efecto protector sobre la molécula. En soluciones acuosas a valores de pH inferiores a 2, básicamente 100% del pigmento se encuentra en su forma más estable de ión oxonio o catión flavilio de color rojo intenso.

A valores de pH más altos ocurre una pérdida del protón y adición de agua en la posición 2, dando lugar a un equilibrio entre la pseudo-base carbinol o hemicetal y la forma chalcona, o de cadena abierta. Tanto el hemicetal como la chalcona, son formas incoloras y bastante inestables. A valores de pH superiores a 7 se presentan las formas quinoidales de color púrpura que se degradan rápidamente por oxidación con el aire.

Incrementos de temperatura resultan en pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo con la consecuente producción de chalconas incoloras. El efecto degradativo del oxígeno y el ácido ascórbico sobre la estabilidad de las antocianinas está relacionado.

4.4 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

4.4.1 Generalidades

Todos los alimentos, si no se mantienen en determinadas condiciones especiales, con el paso del tiempo dejan de ser aptos para el consumo. Las razones de su descomposición son diversas. Por un lado, tarde o temprano, se contaminan por microorganismos procedentes del exterior, con lo cual pueden ocasionar una intoxicación alimentaria; por otro lado, la acción de diferentes factores altera la estructura química, por lo cual pueden perder el sabor, la textura y la coloración natural e incluso puede alterarse el estado natural y perder valor nutritivo. (*Conservación de Alimentos, 2009*).

La contaminación de los alimentos se puede producir básicamente por dos mecanismos. El más frecuente es la llegada y el desarrollo de diferentes tipos de gérmenes que provienen del medio ambiente, en general bacterias y mohos. El otro mecanismo es el desarrollo de colonias importantes de gérmenes a partir de microorganismos que ya están presentes en sus propias estructuras desde su obtención o elaboración, si bien, en condiciones normales, es decir si están frescos o bien conservados, se trata de cantidades muy pequeñas e inocuas.

El factor más importante que intervienen en la alteración química de los alimentos es la presencia de diferentes tipos de enzimas propios de tejidos orgánicos, la función de los cuales es acelerar los procesos metabólicos. Estas enzimas pueden continuar actuando aunque los tejidos estén muertos y pueden alterar la estructura química de los nutrientes y modificar el sabor, la textura o la coloración natural de los alimentos. Por otro lado, la exposición al aire, la luz, la humedad o temperaturas elevadas provocan modificaciones físicas y químicas en los alimentos, a consecuencia de las cuales también pueden perder cualidades nutritivas o su sabor, textura o coloración natural.

En general los alimentos son perecederos, por lo que necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación.

4.4.2 Técnicas de Conservación de los Alimentos

Los métodos de preservación de la comida se basan principalmente en una transferencia de energía o de masa que tienen por objeto prolongar la vida útil de los alimentos (pasteurización y esterilización, secado, la deshidratación osmótica, la refrigeración y la congelación) o la transformado por el juego de reacciones bioquímicas o cambio de estado (la cocina, la fermentación, la obtención del estado cristalino). (*Conservación de Alimentos, 2009*).

4.4.2.1 Técnicas de conservación por calor:

El proceso de conservación de alimentos por calor es ahora el método más utilizado y la técnica que consigue una larga duración de conservación. Su objetivo es destruir, total o parcial las enzimas, los microorganismos y las toxinas, cuya presencia o su proliferación podrían alterar el alimento en cuestión o hacerlos no consumibles para el ser humano. Dentro de las técnicas están presentes la pasteurización y la esterilización. Se denomina pasteurización cuando la calefacción es inferior a 100 ° C y esterilización cuando la temperatura es superior a 100 ° C.

a. Pasteurización: Tiene por objeto destruir los agentes patógenos y evitar por tanto la corrupción del alimento. Este tratamiento térmico debe ser seguido por un repentino enfriamiento, ya que de este modo todos los microorganismos son eliminados y es necesario para frenar el desarrollo de los gérmenes que siguen presentes. Una vez pasteurizados los alimentos, son generalmente mantenidos en frío (4 ° C).

Fuera de la refrigeración, otros conservantes pueden ser utilizados para contrarrestar el desarrollo paralelo de los microorganismos supervivientes añadiendo conservantes químicos, envasando al vacío y mediante la reducción de la actividad del agua. Esta técnica, por ejemplo, es muy utilizada en la leche, en los productos lácteos, en zumos de frutas, cerveza, vinagre, miel.

- b. Esterilización:** Libera los alimentos de gérmenes y esporas. Se aplica en el producto una temperatura que promedia los 115 grados. Se pierden vitaminas hidrosolubles (grupo B y vitamina C) en mayor o menor cantidad, según la duración del tratamiento de calor. Puede originar cambios en el sabor y el color original del alimento.

El tratamiento (UHT), ultra alta temperatura, se utiliza para calentar el producto a una temperatura lo suficientemente alta, 135 ° C y 150 ° C durante un tiempo muy corto, entre 1 a 5 segundos. Este proceso se lleva a cabo por contacto directo entre el producto y vapor a baja presión. El producto se esteriliza y luego se enfría envasándose asépticamente. Este proceso se utiliza para esterilizar productos líquidos (leche, zumos de frutas, etc.) y productos de consistencia espesa (postres, nata, el zumo de tomate, sopa, etc.).

- c. Escaldado:** Es un calentamiento de corta duración destinada a inactivar las enzimas propias de un alimento de forma que se detenga su actividad metabólica y cese la degradación del alimento. Entre las enzimas que producen estas degradaciones se encuentran la catalasa, lipoxigenasa y la peroxidasa. Si estas enzimas están en la piel del alimento, basta un calentamiento superficial en el que se produzca un calentamiento muy localizado.

Por otra parte a veces es necesario que el calor penetre más profundamente, para alcanzar temperaturas del orden de los 60 – 65 °C en el centro de un alimento, y así inactivar enzimas que se encuentran repartidas por todo la masa del alimento.

4.4.2.2 Técnicas de Conservación por frío:

El frío es una técnica de conservación de los alimentos en la que se detiene o ralentiza la actividad celular, las reacciones enzimáticas y el desarrollo de los microorganismos.

Se alarga la vida de los productos frescos, las plantas y los animales mediante la limitación de su alteración celular.

El frío no destruye los microorganismos o toxinas; y estos microorganismos pueden reanudar sus actividades en el momento que retornen a una temperatura favorable. Hay dos procesos que son empleados y utilizan esta técnica, la refrigeración y congelación. (*Conservación de Alimentos, 2009*).

a. **Refrigeración:** La refrigeración se utiliza para almacenar los alimentos a baja temperatura cerca del punto de congelación, pero sin llegar a congelarse. En general, en la refrigeración la temperatura es de alrededor de 0 ° C a 4 ° C. A estas temperaturas, la velocidad de desarrollo de los microorganismos en los alimentos es mucho más lento. Permite la conservación de los alimentos perecederos en un corto o medio plazo. Gracias al descenso de la temperatura se reduce la velocidad de las reacciones químicas y disminuye la actividad de los microorganismos.

b. **Congelación:** La congelación mantiene la temperatura de los alimentos hasta -18 ° C. Este proceso provoca la cristalización en hielo del agua contenida en los alimentos. El resultado es un descenso significativo de la actividad del agua, que frena o detiene la actividad enzimática y la actividad microbiana. Por lo tanto, la conservación mediante la congelación de los alimentos puede mantenerse a largo plazo. Cuando el producto se descongela, los gérmenes pueden volver a reproducirse, por ello conviene una manipulación higiénica y un consumo rápido del

alimento. Es importante efectuar la congelación en el menor tiempo y a la temperatura más baja posible, para que la calidad del producto no se vea afectada. La temperatura óptima de conservación de los productos congelados en casa es de -18 grados o inferior.

Una rápida congelación permite la formación de pequeños cristales de hielo que deterioran en menor cantidad la comida. Una lenta congelación que se aplica a los productos que, por su apariencia o su método de cosecha, no pueden cumplir con los requisitos de una rápida congelación, produce como resultado la formación de cristales de hielo de tamaño relativamente grande en comparación con las células del producto. Estos cristales de hielo pueden penetrar y desgarrar las paredes de las células y por tanto provocar una rápida descomposición tras la descongelación.

- c. **Ultra congelación:** La sobre congelación o ultra congelación consiste en una congelación en tiempo muy rápido (120 minutos como máximo), a una temperatura muy baja (inferior a -40°C), lo que permite conservar al máximo la estructura física de los productos alimenticios. Dado que éstos conservan inalteradas la mayor parte de sus cualidades, solo deben someterse a este proceso aquellos que se encuentren en perfecto estado. Los alimentos ultra congelados una vez adquiridos se conservan en las cámaras de congelación a unos -18 a -20°C . Se desciende rápidamente la temperatura del alimento mediante aire frío, contacto con placas frías, o inmersión en líquidos a muy baja temperatura.

La congelación y ultra congelación son los métodos de conservación que menos alteraciones provocan en el producto.

4.4.2.3 Técnicas de conservación por separación y eliminación de agua:

a. **Deshidratación Secado:** Es una técnica de conservación de los alimentos naturales. Se utiliza para eliminar parcial o totalmente, el agua contenida en los alimentos. Este proceso tiene dos intereses principales:

1.- Reducir la actividad de agua del producto lo suficientemente baja para inhibir la proliferación de microorganismos y detener la reacción enzimática.

2.- La reducción de peso y de volumen es un importante ahorro para el envasado, transporte y almacenamiento.

Dentro de los métodos de deshidratado se puede considerar el ahumado, la liofilización, el salado, etc.

b. **Concentración:** La concentración tiene como finalidad la eliminación de solo una parte de agua de los alimentos, quizás una o dos terceras partes, como en la preparación de jarabes, leches evaporadas o pasta de tomate. Aquí también se reduce el peso y el volumen que resultan en algunas ventajas inmediatas. Casi todos los alimentos líquidos que se van a deshidratar se concentran antes de ser sometidos a la deshidratación. Los alimentos concentrados más comunes incluyen productos como los jugos y néctares de frutas, jarabes, mermeladas y jaleas, pasta de tomate, y otros. Estos últimos son bastante estables debido a las altas presiones osmóticas que los caracterizan.

Los métodos más comunes para concentrar alimentos son la evaporación, filtración por membranas y la criocentración.

4.4.3 Generalidades sobre la Concentración de Alimentos

La concentración de alimentos líquidos es una operación muy importante de los procesos de la industria alimentaria. Se diferencia de la deshidratación en el contenido final de agua y en las características de los productos obtenidos. Generalmente los alimentos que se concentran permanecen en estado líquido, mientras que el secado produce alimentos sólidos o semi sólidos, con un contenido de agua significativamente mas bajo. (*Casp; et al, 1999*)

Los alimentos se concentran para proporcionarles un aumento de la vida útil y/ o incrementar su valor. Además, la concentración permite una reducción de los costes de transporte, cuando el producto final se obtiene por restitución del agua hasta su nivel inicial.

Aunque existen muchas formas para concentrar líquidos, la evaporación es la técnica más utilizada en el procesado de alimentos. Los desarrollos recientes en los procesos por membranas y por congelación, han llevado a ampliar el uso de estas técnicas, y con las mejoras tecnológicas que aún continúan, se espera que sus aplicaciones se incrementen todavía más.

4.4.3.1 Evaporación

La evaporación ha sido la operación unitaria más importante para la concentración de alimentos líquidos. En este proceso un solvente volátil (normalmente agua) es eliminado por ebullición de un alimento líquido, hasta que su contenido en sólidos alcance la concentración deseada. Se lleva a cabo suministrando un flujo de calor (generalmente por medio de vapor de agua) para vaporizar parcialmente el disolvente y obtener una solución final con el grado de concentración deseado.

Se emplea para eliminar parcialmente por ebullición agua de los alimentos líquidos. La separación de agua o concentración de sólidos se logra por la diferencia en cuanto a volatilidad entre el agua (disolvente) y el soluto. La pre concentración de alimentos

como jugo de frutas, leche y café es deseable antes del secado, congelación o esterilización a fin de reducir el peso y el volumen. El incremento de sólidos por evaporación reduce la actividad del agua, como en jaleas o melazas, y en consecuencia ayuda a la conservación. (*Sharma; et al, 2003*).

La evaporación también se utiliza para que un producto adquiera sabor y color, como en el caso de los jarabes caramelizados para productos de panadería.

Durante la evaporación el calor latente se transfiere del medio de calentamiento al alimento para elevar la temperatura desde éste al punto de ebullición. La velocidad de evaporación es determinada por la velocidad de transferencia de calor a los alimentos y la velocidad de transferencia de masa de vapores a partir de los alimentos. La evaporación a menudo se lleva a cabo en condiciones de vacío a fin de aumentar la velocidad de evaporación y reducir el punto de ebullición de la solución de modo que se reduzca al mínimo la degradación del producto ocasionado por el calor.

Los requisitos para conseguir una evaporación adecuada óptima incluyen:

1.- *Transferencia de calor adecuada.* La velocidad en la transferencia de calor determina el tiempo requerido para conseguir una buena evaporación. La transmisión de calor en la evaporación depende de factores tales como el tipo de alimento a concentrar (propiedades físicas), el tipo de evaporador utilizado (eficiencia del diseño) y el tamaño de la superficie de transmisión de calor.

2.- *Eficiencia de la separación vapor-líquido.* La separación del vapor en ebullición, del líquido es crucial para la eficiencia del diseño del evaporador.

3.- *Uso eficiente de la energía.* El evaporador debe hacer un perfecto uso del calor disponible y de las fuentes de energía. Esto se consigue usualmente por medios tales como la recuperación del calor residual para precalentar el producto; evaporación multiefecto, donde los vapores que se producen en un efecto se utilizan para calentar otro, y recompresión térmica, para incrementar el contenido de energía de los vapores producidos durante la evaporación.

4.- *Tratamiento del producto.* Los alimentos plantean a los evaporadores ciertos problemas específicos, que deben resolverse para asegurar una concentración óptima. Por ejemplo, la necesidad de una operación higiénica exige un diseño adecuado y ciertos requisitos en los materiales de construcción. Además, la sensibilidad al calor de muchos productos plantea restricciones de temperatura y de tiempo de permanencia en el evaporador.

La evaporación presenta varias ventajas sobre la concentración por congelación y los procesos por membrana. Las plantas modernas de evaporación son muy efectivas en la utilización de pequeñas cantidades de vapor para producir una elevada eliminación de agua. Técnicas tales como la evaporación de múltiple efecto y la recompresión térmica reducen de forma importante el vapor requerido para conseguir un grado determinado de concentración. Una segunda ventaja de la evaporación es el grado de concentración que se puede alcanzar.

La evaporación con frecuencia supera concentraciones de 80 – 85 % de sólidos, mientras que los procesos de membrana y la concentración por congelación están limitados, por efectos de transferencias de masa, a niveles de concentraciones más bajas.

En la figura 13 el diagrama de un evaporador simple de tipo caldera. Las varias características de las calderas son como sigue:

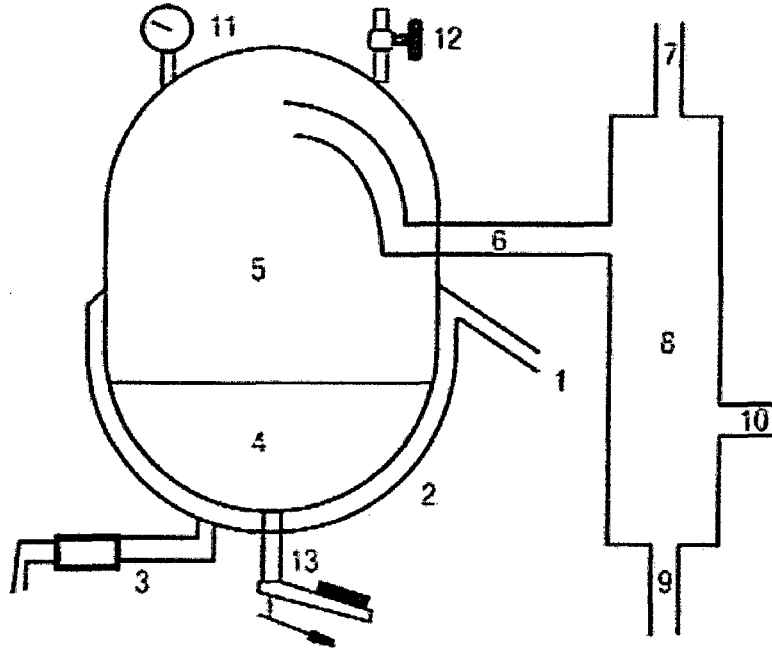


Figura 13. Diagrama de una caldera evaporadora. 1, entrada del suministro del vapor; 2, camisa externa; 3, salida del condensado; 4, producto; 5, vapores; 6, salida de vapores; 7, entrada de agua fría; 8, cámara del condensador; 9, entrada de la bomba del condensador; 10, entrada de la bomba de vacío; 11, medidor de presión; 12, válvula de alivio de vacío; 13, válvula de muestreo.

1. El vapor proveniente del suministro principal entra al cuerpo encamisado de la caldera en el punto 1.
2. La cubierta externa donde se condensa cede calor al jugo que se halla en la caldera.
3. El vapor condensando drena a través de una trampa que mantiene la presión de vapor. La descarga se dirige hacia el piso.
4. El jugo se calienta por el vapor en condensación, y se evapora a una temperatura que depende del vacío aplicado y la concentración de las moléculas de azúcar disueltas en él. Conforme aumenta la concentración de azúcar, aumenta el punto de ebullición.

5. Los vapores provenientes del jugo ocupan el espacio abierto exterior de la caldera.
6. Salida de vapor que permite que los vapores salgan de la caldera y sean conducidos al condensador.
7. Entra agua fría por la parte superior del condensador.
8. Cámara del condensador donde el agua fría se mezcla con los vapores condensándolos a líquido. Puesto que la condensación reduce el volumen, se crea un vacío parcial, lo que reduce la presión en la caldera y con ello la temperatura de ebullición.
9. Entrada a una bomba que elimina la mezcla de vapores de jugo condensados y agua de enfriamiento, y la descarga en el piso.
10. Entrada a la bomba de vacío que se emplea para aumentar el vacío del condensador y reducir la temperatura de ebullición.
11. Un medidor de presión en la parte superior del tanque indica la presión de la cámara de evaporación.
12. Una válvula en la parte superior del tanque que se abre para permitir la entrada de aire y reducir el vacío en la cámara de evaporación.
13. Una válvula de muestreo en el fondo de la cámara de evaporación permite la toma de muestras para el análisis cuando el evaporador está funcionando. (*Sharma; et al, 2003*).

Un evaporador es, por tanto, un aparato en el que se evapora el disolvente de un producto líquido diluido, para conseguir otro líquido más concentrado. El producto que alimenta al evaporador puede ser una solución o una emulsión de materiales sólidos en un líquido. El calor necesario para esta vaporización se consigue por condensación de vapor contra una superficie metálica. Por lo tanto, la operación de evaporación básicamente implica transferencia de energía (calor para la evaporación y la condensación), transferencia de masa

(eliminación del disolvente) y flujo de fluidos (alimentación y flujo de vapor). (*Casp; et al, 1999*).

El flujo caloportador que, como se ha dicho generalmente es vapor de agua, se llama vapor primario, cede su calor latente al producto a evaporar. La superficie de contacto entre el vapor primario y el producto separa el aparato en dos partes: un evaporador, donde se elimina el vapor secundario (producido en la evaporación) y un condensador del vapor primario. Por lo tanto, se trata de un intercambiador de calor latente.

4.4.3.2 Tipos Generales de Evaporadores

El tipo de equipo usado depende tanto de la configuración de la superficie para la transferencia de calor como de los medios utilizados para lograr la agitación o circulación del líquido. (*Geankoplis, 1998*).

A continuación se analizan algunos tipos generales de equipo.

a. De un solo Efecto. Evaporador de tubos cortos Baratos de construcción y mantenimiento, útiles para alimentos poco viscosos. Poca circulación del alimento (peligro de chamuscado).

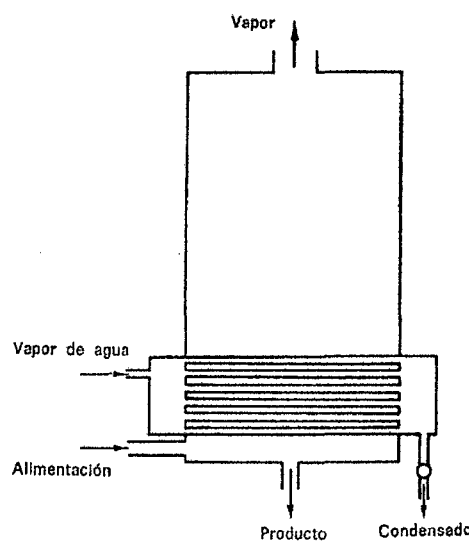


Figura 14. Evaporador de Tubos Horizontales

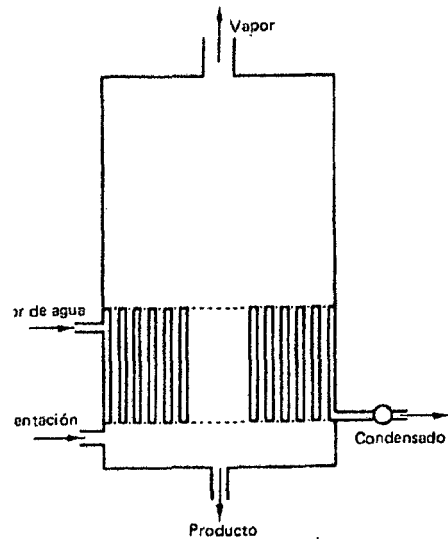


Figura 15. Evaporador de Tubos Verticales.

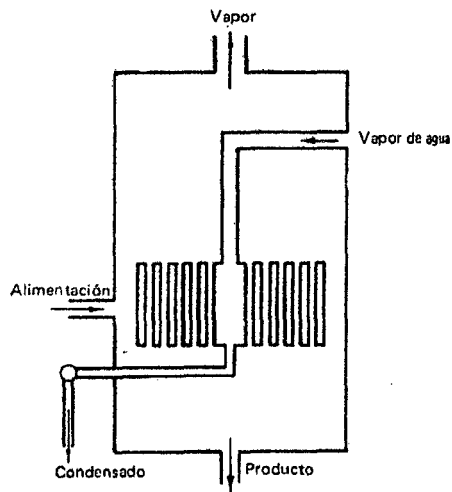


Figura 16. Evaporador de Tubos Cortos Verticales con calandria

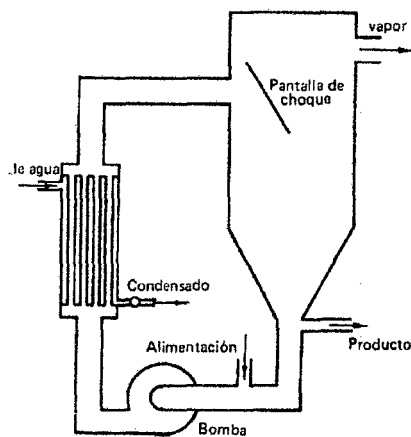


Figura 17. Evaporador de Tubos Verticales con calandria externa

b. **Efectos Múltiples (disposición de flujo).** El agua evaporada de un efecto sale como vapor y sirve para calentar el efecto siguiente. Normalmente alrededor de 3 - 6 efectos.

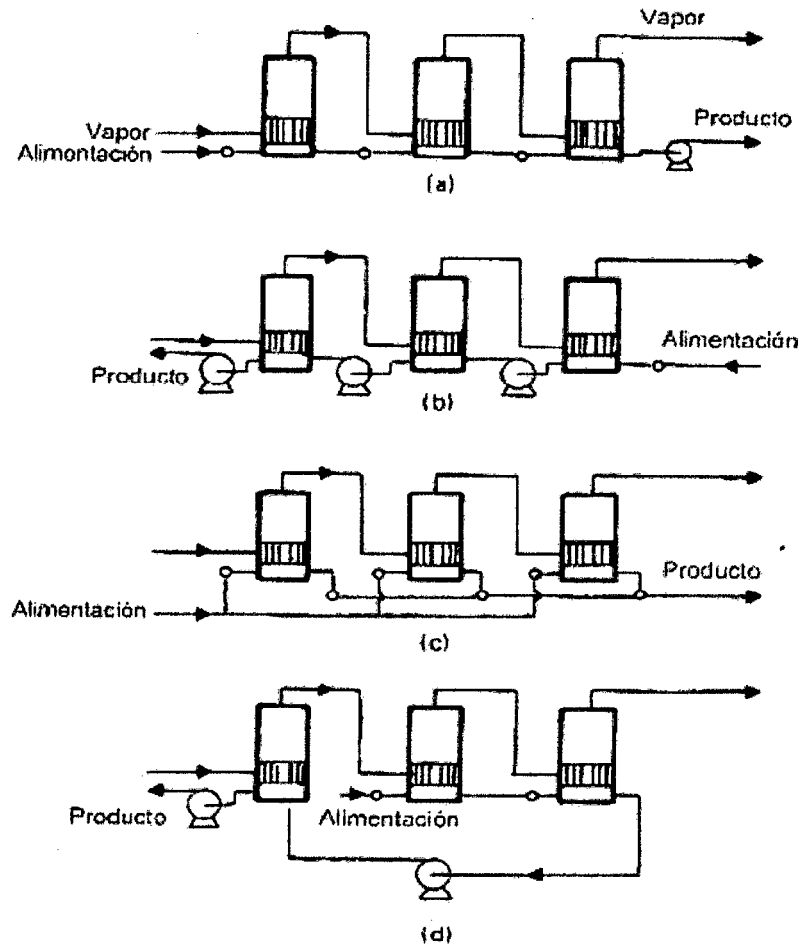


Figura 18. Evaporación por múltiples efectos; diversas formas de disponer los efectos: (a) directa; (b) contracorriente; (c) paralelo; (d) mixta.

c. **Evaporadores de Circulación Natural (Tubos largos)**

Película ascendente: La alimentación se introduce por abajo, sirven para alimentos poco viscosos (por ejemplo, leche).

Película descendente: La alimentación se produce por arriba, sirven para alimentos viscosos (por ejemplo, zumos de fruta).

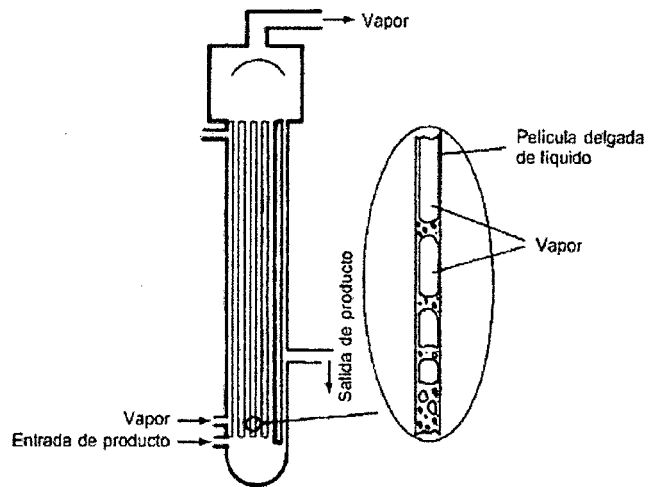


Figura 19. Evaporador de Tubos largos de película ascendente

- d. **Evaporadores de Circulación Forzada (de placas, de fluido expandido, de película delgada).** Poseen bombas para distribuir el fluido en una fina película, de modo que se logran altas velocidades de intercambio de calor y tiempos de permanencia cortos (alimentos muy termosensibles - productos de mucha calidad).

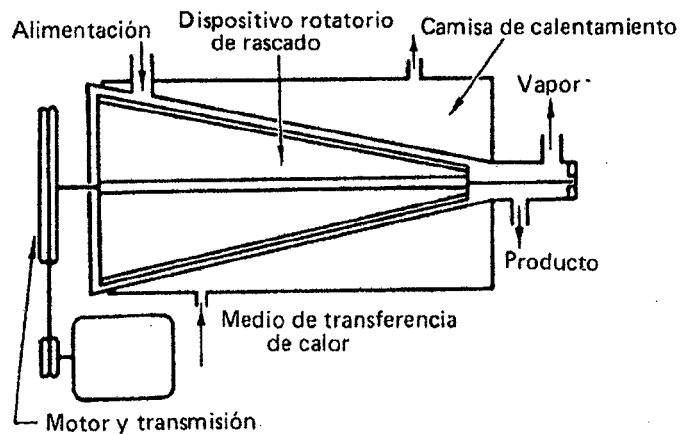


Figura 20. Evaporador de película delgada

4.4.3.3 Aplicación de la Evaporación en la Industria Alimentaria

Se puede decir que más del 60 % de la energía consumida en la Industria de alimentos se invierte en eliminar agua.

1. Reducir el volumen de alimentos líquidos para reducir los gastos de transporte, almacenamiento y distribución.
2. Aumento del contenido de sólidos totales del alimento para mejorar su conservabilidad por reducción de la actividad del agua (por ejemplo, leche condensada).
3. Elaboración de nuevos productos más cómodos para el consumidor (concentrados de fruta, leche, sopas para diluir).
4. Preparación de materias primas para otros procesos de elaboración de alimentos (atomización, cristalización, etc.)
(*Conservación de Alimentos, 2009*).

4.4.3.4 Efectos sobre los Alimentos

El principio de la concentración consiste en el aporte de energía de vaporización alrededor de 100°C (presión atmosférica) para que el solvente más abundante (agua) sea eliminado del producto, lográndose fabricar productos con concentraciones hasta de 80° Brix pero la utilización de altas temperaturas puede provocar daños térmicos severos, y perjudicar las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos.
(*Avilés, 2008*)

Desafortunadamente durante la concentración ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad y cantidad el contenido de nutrientes básicos para la dieta humana y cambian las características sensoriales de los productos.

- a. Alteración del aroma:** La mayor parte de los compuestos aromáticos de los alimentos son más volátiles que el agua, por lo tanto durante la evaporación se pierden. Esto, en general resiente la calidad organoléptica del producto (por

ejemplo, zumos de fruta). Sin embargo, en algunos casos se mejora la calidad del producto por eliminación de compuestos volátiles desagradables (por ejemplo, cacao y leche).

b. Alteración del color: Intensificación del color debido a la concentración de sólidos y porque hasta alcanzar $A_w < BET$ se producen reacciones de Maillard y por tanto pardeamiento del alimento.

4.5 INDUSTRIALIZACIÓN DEL CAMU-CAMU

El jugo y los helados de Camu-Camu son producidos y consumidos de manera tradicional en las poblaciones donde se encuentra esta fruta. Debido a su alto contenido de ácido ascórbico la pulpa tiene que ser diluida previamente a su consumo. (*Mendoza, 2008*).

Teniendo en cuenta los puntos anteriores es importante destacar las posibilidades que presenta el Camu-Camu considerando las propiedades nutraceuticas dado su alto contenido de vitamina C. Se presenta una oportunidad como componente en el segmento de bebidas, energéticas y con propiedades funcionales. Para el desarrollo de esta fruta como un componente para bebidas refrescantes es necesario adaptar el producto a las necesidades del cliente. Esto es desarrollando tecnologías para que el procesamiento de la fruta pueda ser extraído como polvo, pulpa o extracto conservando sus propiedades naturales y su % vitamínico.

Actualmente el Camu-Camu es comercializado en los Estados Unidos y en muchos otros países como un suplemento dietario. Asimismo las propiedades del Camu-Camu son desconocidas en el mercado americano.

La pulpa se emplea para fabricar néctares, jugos, mermeladas y para la obtención de ácido ascórbico. Del ácido ascórbico se obtiene la vitamina "C" natural; que es utilizada para balancear dietas deficitarias en este componente. Así mismo, tiene la ventaja de que esta vitamina obtenida del Camu-Camu, no presenta cuadros alérgicos en niños, pudiendo su consumo ser a discreción. (*Díaz, 2007*)

El Camu-Camu se consume tanto en la industria de alimentos como en la farmacéutica. En la primera, la pulpa de Camu-Camu se usa para producir principalmente:

- Jugo
- Néctar

- Mermelada
- Helado
- Yogurt

Los néctares y mermeladas son otra manera como la pulpa de la fruta es utilizada. Estas formas de utilización son limitadas. En el caso de las mermeladas, la pulpa de Camu-Camu debe ser diluida con pulpa de otra fruta, por su alto contenido de acidez.

Recientemente se ha reiniciado la producción de tabletas de ácido ascórbico natural en base a la extracción de este producto del Camu-Camu. Se producen tabletas de polvo deshidratado de Camu-Camu, que contienen 50% de vitamina C, a las cuales se les agrega algún otro producto naturista para hacerlo más atractivo, como por ejemplo el propolio producido por las abejas. Esta es otra forma en la cual posiblemente se utilicen altas cantidades de pulpa de fruta de Camu-Camu. Las cápsulas de vitamina C se recomiendan en este caso para situaciones de intensa actividad física y para convalecientes, entre otros.

Las investigaciones en el campo de la medicina han determinado que las personas con alto nivel de vitaminas antioxidantes en la sangre tienen menos posibilidad de desarrollar enfermedades degenerativas. Sin embargo, el aumento en el consumo de frutas y verduras puede no conducir al nivel adecuado de vitaminas antioxidantes para proporcionar el beneficio esperado. Adicionalmente, en los pacientes con riesgos especiales, el aumento en el consumo masivo de estos alimentos puede no ser recomendable. Por esta razón la medicina está verificando que las vitaminas antioxidantes sean seguras. Las evidencias tienden a indicar que una dosis de 1000 mg diario de vitamina C parece ser adecuado, excepto en los pacientes con hemacromosis, quienes deben evitar dosis altas de vitamina C. En la actualidad en muchos países industrializados se producen cápsulas con 1000 mg de vitamina C. Las cápsulas producidas empleando pulpa de Camu-Camu pueden ser utilizadas para este mismo propósito.

4.5.1 Descripción de Procesos Industriales

Dos procesos industriales serían los principales para la utilización del Camu-Camu. El primero se refiere a la obtención de pulpa refinada para la producción de néctares, bebidas y derivados, mientras que el segundo sería el relacionado a la producción de cápsulas. (*Mendoza, 2008*).

Flujograma de Procesos para la industrialización del Camu-Camu:

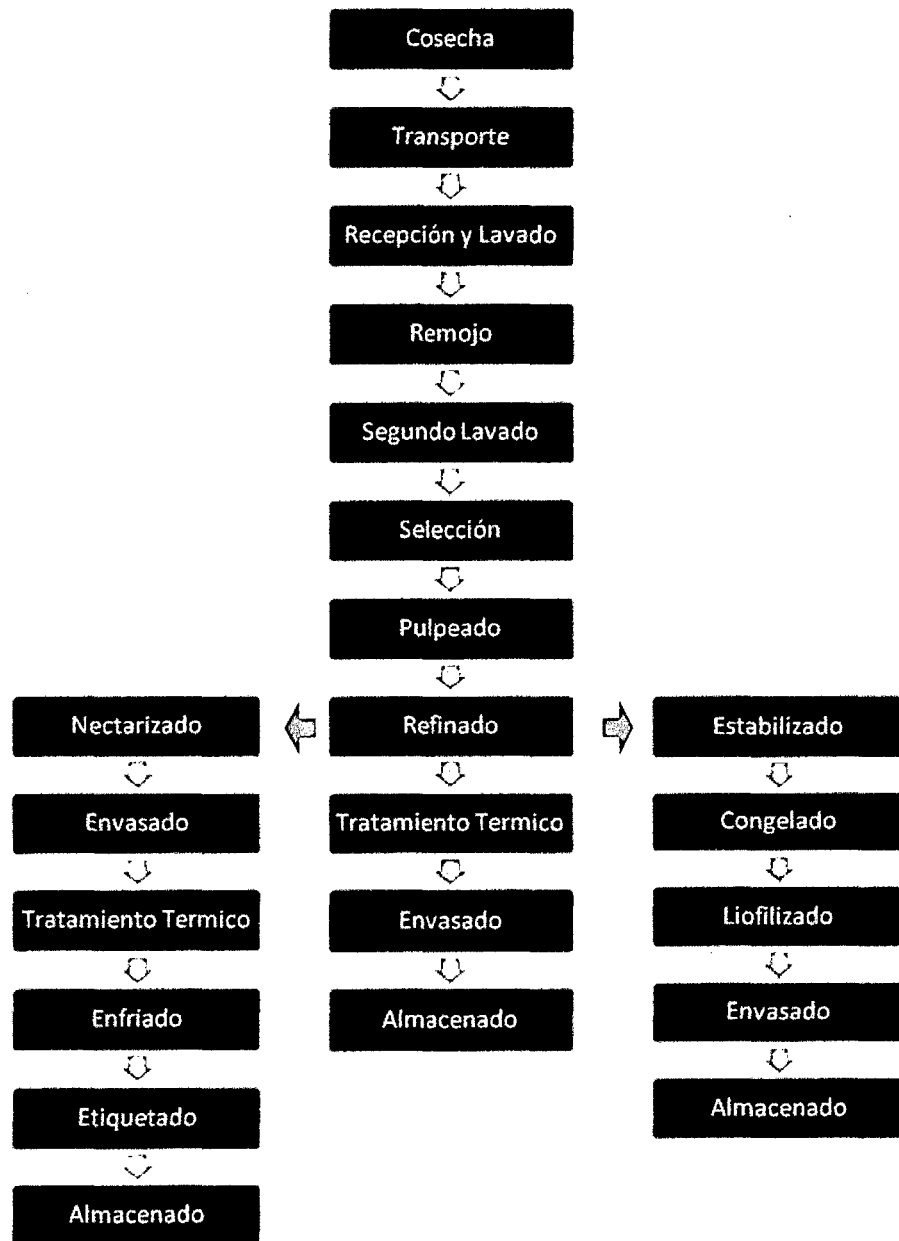


Figura 22. Flujo para Obtención de Pulpa Refinada, Néctar y Liofilizado de Camu-Camu

4.5.1.1 Flujo del proceso para la obtención de pulpa refinada de Camu-Camu

El proceso para la producción de pulpa refinada de Camu-Camu comprende las siguientes etapas: cosecha, transporte, recepción en planta, lavado y selección, pulpeado y refinado, estabilizado de la pulpa, envasado, y almacenado. En la Figura 22 se presenta el Flujo de Proceso, cuyas etapas se describen a continuación. (*Villachica, 1996*).

1.- COSECHA DE LA FRUTA

La fruta más conveniente para la obtención de pulpa refinada de Camu-Camu es la que está al estado semi maduro, que llega a madurar en el período que transcurre entre la cosecha y la industrialización. Esta fruta es preferida porque se obtendrá néctar de color rosado, proveniente de los pigmentos que se encuentran en la cáscara: pigmento rojo-morado en la fruta madura y verde en la fruta verde.

2.- TRANSPORTE

Generalmente la fruta cosechada debe acomodarse en recipientes de hasta 10 kg de capacidad. Colocar la fruta más verde (de mayor consistencia) en el fondo del recipiente y la más madura encima. No utilizar envases muy grandes, para evitar el aplastamiento de la fruta. La fruta debe transportarse en condiciones frescas, sin exponerse al sol, para disminuir el riesgo de fermentación de la fruta madura.

3.- RECEPCIÓN Y PRIMER LAVADO

La fruta es recepcionada en la planta industrial, pesada y luego lavada. Este primer lavado tiene por objetivo eliminar la tierra, polvo, hojas y ramillas que estén presentes en cada embalaje y en la fruta. La fruta puede ser almacenada hasta tres días, si el período transcurrido desde la cosecha es menor de 24 horas. La fruta debe ser almacenada a la sombra

y en zonas con flujo de aire para favorecer la evaporación del agua de lavado.

4.- REMOJO

La fruta lavada se remoja en una solución de agua potable conteniendo un desinfectante. Puede utilizarse Tecto al 0,2% por cinco minutos, metabisulfito de sodio al 0,5% por diez minutos, o algún desinfectante natural biodegradable.

5.- SEGUNDO LAVADO

Se efectúa con agua potable y tiene por objetivo eliminar los residuos de fungicida en ella. Este lavado puede hacerse con chorros a presión.

6.- SELECCIÓN

La fruta lavada es pasada por una faja transportadora en la cual se eliminan las malogradas y las que no reúnen las características deseadas. En esta etapa también se puede clasificar las frutas, de requerirlo el proceso.

7.- PULPEADO

La fruta seleccionada de acuerdo a las características especificadas para el producto es pasada a una pulpeadora. La pulpeadora normalmente trabaja a baja velocidad y tiene una malla alrededor de 5 mm. En esta etapa puede ser conveniente que el proceso de pulpeado se realice sobre fruta que ha pasado por un ligero calentamiento con vapor de agua, para liberar mayor cantidad de color rojo natural de la pulpa. La pulpa se colecta en un recipiente, mientras que las semillas y cáscaras se colectan aparte. Las cáscaras pueden ser sometidas nuevamente a la extracción del color rojo mediante agua caliente u otros medios.

8.- REFINADO

La pulpa así obtenida es pasada a través de una refinadora, la cual trabaja a alta velocidad y con una malla menor a 0.8 mm.

9.- TRATAMIENTO TERMICO

Se puede dar una pasteurización rápida con temperaturas alrededor de 80°C por tres a cinco minutos, para luego enfriar la pulpa.

10.- ENVASAR

Se pueden utilizar múltiples tipos de envase, teniendo cuidado que no transfieran sabor ni olor a la pulpa refinada. Si la pulpa será guardada en congelación, tener precaución de no llenar mucho el envase, para evitar rotura por aumento de volumen al congelarse.

11.- ALMACENAJE

La pulpa debe guardarse a temperaturas que varían entre menos 18 y menos 20 °C, para exportación.

4.5.2 Elaboración de Néctar de Camu-Camu

El néctar es un producto constituido por pulpa de fruta finamente tamizado, agua potable, azúcar, ácido cítrico, preservante y estabilizante. Sometido a un adecuado tratamiento en envases herméticos de tal forma que asegure su conservación. Es un producto no fermentado ni gasificado, el porcentaje mínimo de pulpa debe no ser menor del 50%.

(Villachica, 1996).

Para la producción de néctar de Camu-Camu se debe obtener primero la pulpa refinada, de acuerdo al flujo de proceso descrito en la Figura 22. Las etapas siguientes comprenden el nectarizado, envasado, sellado, tratamiento térmico, enfriado, etiquetado y almacenaje. El flujo de este proceso se describe a continuación:

4.5.2.1 Flujo del proceso para la obtención de Néctar de Camu-Camu

1.- OBTENCIÓN DE PULPA REFINADA

La pulpa refinada se obtiene de acuerdo a la metodología descrita en el proceso anterior. La pulpa recién refinada o la almacenada pueden ser utilizadas para producir néctar.

2.- NECTARIZAR

La pulpa refinada es extremadamente ácida y tiene demasiado ácido ascórbico para ser utilizada directamente. Por este motivo tiene que ser diluida en la proporción que indique el panel de degustadores. Este factor de dilución puede estar alrededor de 1:5 a 1:6, dependiendo de factores como el sabor, olor, color y presentación del producto. La acidez disminuirá a 0,3 a 0,4% y deberá elevarse el Brix a 14.

3.- ENVASAR

El néctar puede ser envasado en recipientes de vidrio, de aluminio, hojalata u otros. En el caso de recipientes metálicos debe tenerse cuidado de emplear un barniz adecuado para evitar la corrosión del recipiente.

4.- SELLADO

Puede ser manual o automático, dependiendo del recipiente utilizado.

5.- TRATAMIENTO TERMICO

Pruebas preliminares han indicado que puede hacerse a 90° C por dos minutos.

6.-ENFRIADO

El envase conteniendo el néctar debe ser enfriado en agua potable u otro medio.

7.- ETIQUETADO Y ALMACENADO

Los recipientes son etiquetados y luego almacenados. Generalmente el almacenaje se efectúa en ambientes frescos, de preferencia adecuadamente refrigerados.

4.5.3 Elaboración de Refrescos de Camu-Camu

La pulpa refinada puede ser empleada para elaborar refrescos de Camu-Camu. Al igual que en la elaboración del néctar se debe obtener primero la pulpa refinada, de acuerdo al flujo de proceso descrito. En este caso la pulpa debe ser más fina que la indicada para elaborar néctar, o en su defecto se puede utilizar polvo deshidratado de Camu-Camu. Las etapas podrían ser las siguientes: pulpa refinada, dilución y estabilización, endulzar, envasar, tratamiento térmico, enfriado, etiquetado y almacenaje. El flujo de este proceso sería similar, con las modificaciones pertinentes, al presentado para el néctar.

4.5.4 Elaboración de Polvo Liofilizado de Camu-Camu

Teniendo en cuenta el proceso para la obtención de pulpa refinada, se sigue la secuencia de proceso para continuar con el liofilizado.

4.5.4.1 Flujo del proceso para la obtención de Polvo Liofilizado de Camu-Camu

1.- ESTABILIZADO Y ALMACENAJE ANTES DE LIOFILIZAR

Para estabilizar la pulpa se puede utilizar sorbato de potasio al 5 a 10 por mil. La muestra estabilizada se almacena a temperatura de menos 20 °C.

2.- LIOFILIZAR

Pruebas experimentales indican que la liofilización puede realizarse a menos 44 °C y 250 nanómetros de presión de mercurio. Evidentemente que estos factores son solamente

referenciales y que variarán de acuerdo a las características del equipo y de la pulpa a utilizar y de la cantidad de pulpa a liofilizar.

10.- ENVASAR

Se prefiere utilizar envases de color ámbar que dificulten el paso de la luz. Asimismo, tener cuidado que no transfieran sabor ni olor al producto liofilizado.

11.- ALMACENAJE

No se conoce si se requieren características especiales de almacenaje, pero, por precaución debe guardarse en cajas de cartón y en lugares frescos.

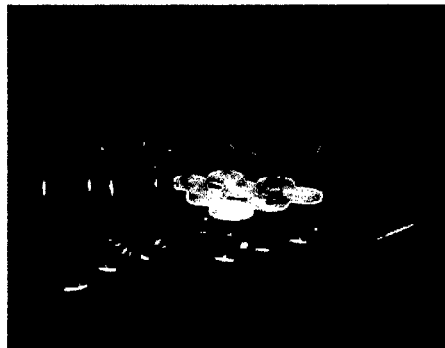


Figura 23. Productos elaborados con pulpa de Camu-Camu

V. METODOLOGÍA

5.1 CONCENTRACIÓN DE LA PULPA DE CAMU-CAMU

La concentración es una práctica común en la industria de alimentos que como se menciona tiene la finalidad de aumentar la vida de anaquel y funcionalidad de los alimentos. (*Avilés, 2008*). Para reducir los costos de: almacenamiento, empaque y traslado, los jugos de frutas son usualmente concentrados por evaporación al vacío. Sin embargo por medio de este método se modifican propiedades sensoriales y nutricionales debido a la pérdida de compuestos volátiles del aroma. Además de una degradación del color. (*Acevedo, 2004*).

El Camu-Camu es considerado el fruto con mayor contenido de Vitamina C, su jugo tiene característica de contener pigmentos antocianinicos que le confieren su color característico rojo morado.

Dado el alto rendimiento en Vitamina C de sus frutos, y la característica particular de su coloración, es objetivo del presente trabajo analizar la posibilidad de concentrarlo al vacío, principalmente para disminuir el contenido de agua en ella, lo que permitirá reducir los costos de almacenamiento y congelado de la pulpa, que es un gasto bastante significativo, y por ende su utilización industrial sólo o en mezclas para la preparación de concentrados o bebidas.

Debido a que no existen estudios acerca de la concentración al vacío de pulpa de Camu-Camu, para la aplicación de esta técnica se puede tomar en cuenta procesos de concentración al vacío de frutos similares con contenido de vitamina C relativamente significativos como es el caso de la Toronja (*Citrus Paradisi*), la Lima Rangpur (*Citrus Limonio Osbeck*) y el Maracuyá.

5.1.1 Descripción del flujo de operaciones para la concentración al Vacío

Se establece la secuencia para la concentración de la pulpa de Camu-Camu, basándose en los procesos ya mencionados como es la obtención de la pulpa refinada, y continuar hasta la operación de concentrado el cual se da mediante equipos de evaporación a vacío.

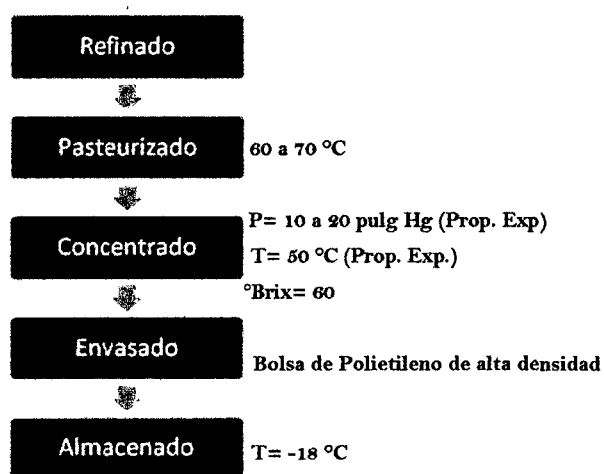


Figura 24. Flujograma para la Concentración al Vacío de la pulpa de Camu-Camu

4.5.2.1 Flujo del proceso para la Concentración de Pulpa de Camu-Camu

Partiendo desde la obtención de la pulpa refinada se continúa con el proceso de:

1.- PASTEURIZACIÓN

Por medio de un choque térmico que se logra incrementado la temperatura y luego reduciéndola rápidamente. Con esto se inactivan las enzimas que causan la degradación del jugo (tratamiento térmico de 70 °C a 80 °C bajando luego a 10°C).

2.- CONCENTRACIÓN

Se realiza por medio de concentradores o evaporadores; a partir de calor se logra evaporar parte del agua que posee el jugo (80%) concentrándolo hasta 65° Brix. Es muy importante el control de tiempo y temperatura para que no

se afecten las propiedades organolépticas del producto; por lo general se hace a baja presión, para utilizar bajas temperaturas.

3.- ENVASADO

Se pueden utilizar múltiples tipos de envase, teniendo cuidado que no transfieran sabor ni olor al concentrado. Lo primordial si la pulpa concentrada será guardada en congelación, tener precaución de no llenar mucho el envase, para evitar rotura por aumento de volumen al congelarse.

4.- ALMACENADO

Generalmente se realiza a temperaturas inferiores a 0 °C en rangos que van de menos 18 a menos 20 °C con el propósito de prolongar su tiempo de vida.

VI DISEÑO EXPERIMENTAL

En la Industria Alimentaria los creadores de productos y los ingenieros de proceso a menudo llevan a cabo experimentos para desarrollar nuevos productos y procesos, así como mejorar los ya existentes. Los experimentos se realizan para saber cómo una serie de variables afecta a otra. Por ejemplo podría hacerse un experimento para averiguar cómo los distintos tipos de concentraciones de azúcares afectan la textura o como las temperaturas de procesamiento afectan el contenido de humedad del producto. La información obtenida hace posible manipular una o más variables a fin de controlar otras durante el proceso de concentración. (*Sharma; et al, 2003*).

Se comprende factores para la concentración en vacío de la pulpa de Camu-Camu que se debe tener en cuenta:

- **Factores Controlables**

Materia Prima

Presión

Temperatura

Tiempo

- **Factores no controlables**

Clima

- **Variables Respuesta:**

Apariencia (color)

°Brix

Cantidad de Acido Ascórbico

6.1 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El tipo de Evaporador a utilizar conveniente en este proceso es un Evaporador de caldera de un solo efecto conocido como "Evaporador Hamilton" como se muestra en la Figura 13, en ella se concentra a vacío y se puede regular las variables que afectan el proceso. (*Sharma; et al, 2003*).

Durante el ciclo de operación:

- 1.-Se determina la cantidad de producto a concentrar lo cual está sujeto según el tamaño y diseño del equipo, que por lo general puede estar entre 150 a 200 litros.
- 2.-Se toma una muestra inicial para comparar con muestras posteriores
- 3.-Durante el ciclo operacional:
 - a. Monitorea la temperatura del vapor (110 – 115.5 °C). Para lo cual se cuenta por lo general con dos válvulas y un medidor temperatura-presión como se indica en la figura 13. La temperatura se regula haciendo girar la válvula de vapor y así controlar la presión de vapor.
 - b. Monitoreo del vacío observando el manómetro en la parte superior del tanque y se ajusta la válvula en la parte superior cuanto sea necesario, tratando de mantener un vacío constante aun valor en algún punto entre 10 y 20 pulgadas de mercurio. Registre el vacío en intervalos de 10 minutos.
 - c. Deje durante algunos minutos que el vapor arrastre el agua, luego colecte todo el condensado de vapor en cada parte del experimento. Al final del experimento pese la cantidad total del condensado colectado.
 - d. Comience a medir el tiempo cuando el producto comience a hervir (Tiempo 0). Tome una muestra de producto cada 10 minutos durante una hora. Para tomar una muestra del evaporador, levante la manija de la válvula de muestreo a fin de permitir que el jugo de la pulpa de Camu-Camu entre en la cámara de colecta.

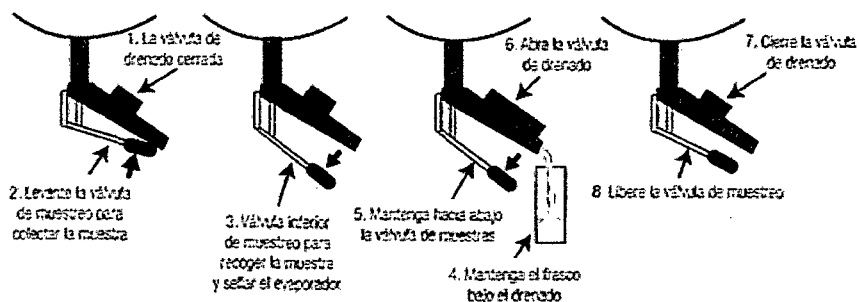


Figura 25. Válvula de Muestreo

Baje la manija para recoger la muestra y sellar la cámara. Mantenga la manija firmemente hacia abajo, coloque un frasco debajo de la salida de la muestra y abra la válvula de drenado para colectar una muestra. Cierre la válvula de drenado antes de liberar la válvula de muestras. Coloque cualquier jugo extraño en otra cubeta e inclúyalos al calcular la pérdida de producto. Asegúrese de registrar la presión de vacío y la temperatura de los vapores, el condensado y el producto.

- e. Determine los grados Brix, el índice de refracción, el pH y la actividad de agua de la muestra.
- f. Evalúe el color y el aroma de la muestra.

En el momento de arranque:

- 1.-Fije la cubierta a presión.
- 2.-Conecte las mangueras de entrada de agua y de vapor.
- 3.-Verifique a válvula al condensador este semiabierto. Ábrala al agua de entrada.
- 4.-Encienda la bomba de vacío y la bomba de eliminación de agua de enfriamiento.
- 5.-Cierre la válvula de alivio de vacío en la parte superior y drene la válvula para sellar la caldera y aislarla de la atmósfera.

- 6.-Cierre la entrada de agua y apague la bomba de vacío, cuando el medidor de vacío indique aproximadamente 15 pulgadas de mercurio de vacío.
- 7.-Asegurese de que la válvula de vapor a la camisa del evaporador esté completamente abierta. Ábrala al vapor y deje que alcance alrededor de 104 °C. Monitoree el vapor cada 10 minutos y compense en cuanto a las desviaciones de la temperatura especificada.

La vitamina más sensible o lábil es el Acido Ascórbico o Vitamina C, que se pierde fácilmente por parámetros tales como, oxidación, interacción con otros metales, temperatura, etc. Por esta razón es considerada como índice de retención de vitaminas. Se puede tomar en cuenta parámetros utilizados para trabajos realizados sobre concentración como es el caso del maracuyá, en los cuales se concentra a valores de temperatura de 27, 40, 60 y 90 °C. En base a ello se puede trabajar y conocer el comportamiento de la vitamina a estos valores. (*Acevedo, 2004*).

La constante de degradación es específica para cada producto y es necesario determinarla experimentalmente, para establecer un modelo matemático para la cinética de degradación de la Vitamina C. Para el estudio de la cinética de degradación de la vitamina C en la pulpa de Camu-Camu, es necesario realizar el diseño experimental. El diseño del experimento consiste en la determinación de:

- Las variables que pueden intervenir en el proceso de degradación de la vitamina C.
- El número de corridas experimentales que se van a realizar.
- Los métodos que se van a utilizar.
- Los materiales necesarios.
- La cuantificación de contenidos.

Todo esto nos llevará a planificar el diseño experimental con el fin de obtener la ecuación y conocer de la cinética de degradación de la vitamina C en la pulpa de Camu-Camu.

VII CONCLUSIONES

- Es evidente que uno de los retos más grandes en la concentración de alimentos líquidos es lograr eliminar una cantidad considerable de agua del producto sin dañar sus propiedades nutricionales y organolépticas, como sucede con el método de evaporación. Con los procesos basados en la utilización de membranas, se han logrado productos con concentraciones de hasta 60 °Brix y de calidad inigualable, sin la utilización del calor. Sin embargo, los costos de operación y la inversión de capital de los métodos de membrana aún son altos, la tecnología se encuentra en vías de desarrollo, los flujos de procesos son muy bajos y difíciles de implementar a escala industrial.
- En los últimos años el Camu-Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) viene siendo investigado principalmente tanto en el Perú como en Brasil, pero el mayor porcentaje de estas investigaciones se encuentra en el Brasil (São Paulo y Manaus) ya que ya se incrementó un sin número de trabajos recientes que contribuyen para mejorar la tecnología y aprovechamiento del fruto. Estos dos países están descubriendo técnicas para mejorar el aprovechamiento de la fruta, ya que muchos autores relatan que la vida útil en forma natural del Camu-Camu es máximo de 3 a 4 días. Debido este hecho es que el objetivo principal de este trabajo fue proponer el estudio y la manera de conservar el producto mediante la concentración al vacío de la pulpa de Camu-Camu en equipos de Evaporación, de tal modo que sea un producto de mucha factibilidad.
- La principal razón por la que no se ha realizado trabajos de evaporación o concentración al vacío de Camu-Camu es debido a su alto contenido de Vitamina C, y pigmentos presentes como la antocianina, es que son inestables a temperatura ambiente existiendo

perdidas mínimas, debido a factores como la oxidación, y ello lo lleva a ser propensos a degradarse a temperaturas moderadamente elevados.

- La oxidación de la Vitamina C es acelerada por la acción de las enzimas (ascorbato oxidasa o peroxidasa), durante el almacenamiento de los frutos y hortalizas. Las enzimas actúan de forma intensa, cuando hay ruptura de los tejidos vegetales o frutos, o también cuando los mismos son mantenidos sobre congelamiento inadecuado. El corte de los tejidos aumenta la actividad enzimática, resultando una pérdida rápida de la vitamina C por productos mínimamente procesados.
- Uno de los principales problemas del Camu-Camu es que, los frutos son cogidos en la crecencia de los ríos lo cual lleva a una mayor absorción de humedad. Aun no existe una buena orientación de manipulación, estocado y almacenamiento del fruto, dando lugar a una fermentación acelerada e infección por microorganismo debido al rompimiento de la cáscara, haciendo que el fruto sea procesado y congelado inmediatamente para prologar el tiempo de vida útil de pulpa.
- La idea de concentrar al vacío es lograr la menor disminución posible del contenido de ácido ascórbico al orden de 1,7% en promedio (promedios: 2760 inicial; 2713 final) y sin perder ostensiblemente el color inicial de la pulpa. Es interesante mencionar que los grados Brix son indicadores de la cantidad de sólidos totales, siendo también utilizados para expresar la cantidad de azúcares presentes en la muestra.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACEVEDO, B; MONTIEL, M; AVANZA, J; 2004. "Estudio Cinético de la degradación de la actividad antioxidante hidrosolubles de jugos cítricos por tratamiento térmico".
- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN, 2009.
http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-2/estabilidad_pigmentos_carotenoides_alimentos.asp
- ASOCIACIÓN TROPICOS, 2003. "Cartilla para la Instalación y Manejo de Viveros y Plantaciones de Camu-Camu". Centro de Investigación en Recurso Géticos y Biotecnología Vegetal. UNALM, La molina – Lima.
- CARLOS AVILÉS AVILÉS, 2009.
http://www.pnctacoca-cola.com.mx/pages/pncta_investigaciones3.asp
- CASP, A; ABRIL, J; 1999. "Procesos de Conservación de Alimentos".
- CEDECAM.
<http://www.camucamuperu.com/cedecam.htm>
- CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS, 2009.
<http://www.alimentos-proteinas.com/conservacion-alimentos.html>
- GEANKOPLIS C, J, 1998. "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias" Compañía Editorial Continental S.A. 3º Edición. México.
- HELEN BRIGITTE MENDOZA ALAYO, 2008.
<http://www.red-alimentos.com.ar>

- IMÁN, S. 2000. "Cultivo de Camu-Camu *Myrciaria dubia* HBK en la región Loreto". INIA, Serie Manual 01-00.
- MARCELA LICATA.
<http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-c.htm>
- RAMOS, C, Z, 2002. "Evaluación de Factores de Procesamiento y Conservación de la Pulpa de Camu-Camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) que reducen el contenido de Vitamina C". UNAP. Iquitos – Perú.
- RIOS, A; GARCÍA, R; 2001. "Uso de la Pulpa Refinada de Camu-Camu y Arazá en la Elaboración de Paletas Congeladas de Plátano". UNAP. Iquitos – Perú.
- RODRIGUEZ, ACHUNG, Martha; 1994. "Amazonía hoy. Política pública, factores sociales y desarrollo sostenible.
- SHARMA; MULVANEY; RIZVI, 2003."Ingeniería de Alimentos – Operaciones Unitarias y Practicas de Laboratorio". Editorial LIMUSA, S.A. México D.F.
- VÍCTOR EDUARDO DÍAZ PAREDES, 2007.
<http://www.siamazonia.org.pe>
- VILLACHICA, H, 1996, "El cultivo del Camu-Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Amazonia Peruana". Tratado de Cooperación Amazónica. PRO-TEMPORE