



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal)  
DESHIDRATADA POR MÉTODO DE BANDEJAS A TRES TEMPERATURAS”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO**

**PRESENTADO POR**

**DAMIÁN FELIPE PAREDES VIQUE**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mis hijos: Santiago y Geremy,  
por ser lo mejor de mi vida y la fuente de  
inspiración del día a día.*

*A mi esposa y padres, por su ejemplo de  
trabajo, dedicación y sacrificio.*

*A mis hermanos por el apoyo brindado.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer a nuestro Poder Superior por su protección durante toda mi vida, dándome la oportunidad de culminar exitosamente una etapa importante de mi vida*

*Mi agradecimiento a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo y conocimiento para el desarrollo del presente trabajo de investigación, en especial a mi Director de Tesis, Dr. Carlos Pilamunga, a los miembros del tribunal, Dr. Galo Insuasti partícipes directos del éxito alcanzado*

*Un agradecimiento particular a mí amigo y maestro el Ing. Marcelo Heredia por la ayuda y comprensión prestada.*

*A la Empresa LA GAMBOINA, representada por su Director Lic. Antonio Espinoza por la ayuda brindada.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación:“EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE COCONA (*Solanum sessiliflorum Dunal*) DESHIDRATADA POR MÉTODO DE BANDEJAS A TRES TEMPERATURAS”, de responsabilidad del señor egresadoDamián Felipe Paredes Vique, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
---------------	--------------	--------------

Dra. Yolanda Díaz <b>DECANA FAC. CIENCIAS</b> -----	-----	-----
--	-------	-------

Dr. Luis Guevara <b>DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b> -----	-----	-----
---	-------	-------

Dr. Carlos Pilamunga <b>DIRECTOR DE TESIS</b> -----	-----	-----
--	-------	-------

Dr. Galo Insuasti <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b> -----	-----	-----
--	-------	-------

B.Q.F. Diego Vinueza <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b> -----	-----	-----
---	-------	-------

Sr. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b> -----	-----	-----
---	-------	-------

<b>NOTA DE TESIS</b> -----	-----	-----
----------------------------	-------	-------

Yo, Damián Felipe Paredes Vique soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

**DAMIÁN FELIPE PAREDES VIQUE**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	área
°C	grados centígrados
g	gramos
h	hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramo
L	Litro
Ms	Masa seca
min	minutos
mg	miligramo
mL	mililitro
mm	milímetro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	porcentaje
Pa	peso de la cocona en gramos
Pb	peso de bandeja en gramos
pH	potencial de Hidrógeno
p	promedio
ppm	partes por millón
S	peso de la cocona en kilogramos
S1	masa del producto inicial
S2	masa del producto final
t	tiempo
T	total

$t_c$	tiempo de secado crítico
$t_p$	tiempo de secado post crítico
$\mu$	Media muestral
UPC	unidades propagadoras de colonias
$\sigma^2$	Varianza
W	velocidad de secado
$X_i$	humedad inicial del producto
$X_f$	humedad final del producto
$W_c$	velocidad de secado crítico

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1	La cocona ( <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal).....	- 1 -
1.1.1	Origen e Historia.....	- 1 -
1.1.2	Taxonomía de la cocona.....	- 2 -
1.1.3	Morfología.....	- 3 -
1.1.3.1	Flores.....	- 3 -
1.1.3.2	Fruto.....	- 4 -
1.1.4	Propiedades nutricionales.....	- 5 -
1.1.5	Distribución.....	- 6 -
1.1.6	Usos.....	- 7 -
1.1.6.1	Medicinal.....	- 7 -
1.1.6.2	Cosmético.....	- 8 -
1.1.7	Almacenaje.....	- 8 -
1.1.8	Transporte.....	- 8 -
1.1.9	Industrialización.....	- 8 -
1.2	Ácido L-ascórbico (vitamina C).....	- 9 -
1.2.1	Características.....	- 9 -
1.2.2	Funciones.....	- 10 -
1.3	Carotenos.....	- 11 -
1.3.1	Función.....	- 13 -
1.3.2	Aplicaciones.....	- 14 -
1.3.3	Degradación en el procesamiento de alimentos.....	- 14 -
1.4	Deshidratación.....	- 14 -
1.4.1	Deshidratación.....	- 14 -
1.4.2	Ventajas de los Alimentos deshidratados.....	- 15 -
1.4.3	Secado y deshidratación.....	-16-
1.4.4	Mecanismos de la deshidratación.....	- 16 -
1.4.5	Curvas de Secado.....	- 17 -
1.4.6	Proceso de secado.....	- 19 -
1.4.7	Efectos de la deshidratación sobre los alimentos.....	- 21 -
1.4.7.1	Textura.....	- 21 -
1.4.7.2	Aroma.....	- 22 -
1.4.7.3	Color.....	- 22 -
1.4.7.4	Valor nutritivo.....	- 23 -
1.4.8	Deshidratación en bandejas.....	- 24 -

1.4.8.1	Ventajas.....	- 24 -
1.5	Análisis Proximal y/o Bromatológico.....	- 25 -
1.5.1	Contenido de Humedad.....	- 26 -
1.5.2	Contenido de Cenizas.....	- 27 -
1.5.3	Contenido de fibra.....	- 27 -
1.5.4	Contenido de proteína.....	- 28 -
1.5.5	pH.....	-28-
1.6	Métodos Cromatográficos.....	- 28 -
1.7	Métodos Espectrométricos.....	- 29 -
1.8	Evaluación Sensorial.....	- 29 -
1.8.1	Atributos Sensoriales.....	- 30 -
1.8.1.1	Gusto y Sabor.....	- 30 -
1.8.1.2	Aroma y Olor.....	- 31 -
1.8.1.3	Color y Apariencia.....	- 31 -
1.9	Análisis Microbiológico.....	- 32 -
1.9.1	Levaduras y mohos.....	- 32 -
1.9.2	Coliformes Totales.....	- 33 -
1.9.3	Coliformes totales y coliformes Fecales.....	- 34 -
1.9.4	Coliformes e Higiene de Alimentos.....	- 34 -
<b>2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>- 35 -</b>
2.1	Lugar de investigación.....	- 35 -
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	- 35 -
2.2.1	Material vegetal.....	- 35 -
2.2.2	Materiales.....	- 35 -
2.2.3	Equipos.....	- 36 -
2.2.4	Reactivos.....	-37-
2.2.5	Medios de cultivo.....	- 38 -
2.3	Métodos.....	- 38 -
2.3.1	Fase experimental.....	- 38 -
2.3.1.1	Análisis físico de la cocona.....	- 39 -
2.3.1.2	Análisis Bromatológico de la cocona.....	- 40 -
2.3.1.3	Análisis del valor nutraceútico de la cocona fresca y deshidratada:...	- 49 -
2.3.1.4	Análisis microbiológico de la cocona fresca y deshidratada.....	- 53 -
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>- 54 -</b>
3.1	Evaluación sensorial.....	- 54 -
3.2	Deshidratación de la cocona.....	- 55 -
3.3	CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES.....	- 62 -
3.4	CONTENIDO DE VITAMINA C.....	- 63 -
3.5	Resultados del Análisis físico – químico de la cocona.....	- 70 -
3.5.1	Determinación de humedad.....	- 71 -
3.5.2	Determinación de ceniza.....	- 71 -
3.5.3	Determinación de fibra.....	- 72 -
3.5.4	Determinación de proteína.....	- 73 -
3.5.5	Determinación de Azúcares Totales, Reductores y no reductores.....	- 74 -
3.5.6	Determinación de pH.....	- 75 -
3.6	Resultados del Análisis microbiológico de la cocona fresca y deshidratado.....	- 76 -

<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>-77-</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>-78-</b>
<b>RESUMEN</b>	.....	<b>-79-</b>
<b>SUMARY</b>	.....	<b>- 80-</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>- 81-</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Taxonomía de la cocona.....	-3-
TABLA No. 2	Composición química de la cocona.....	-5-
TABLA No. 3	Composición vitamínica y mineral de la cocona.....	-6-

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultado de Evaluación Sensorial de la cocona fresca y deshidratada.....	-54-
CUADRO No. 2	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la cocona a 60°C.....	-57-
CUADRO No. 3	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la cocona a 70°C.....	-58-
CUADRO No. 4	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la cocona a 80°C.....	-60-
CUADRO No. 5	Contenido de Carotenos Totales en base seca y base fresca en coconas deshidratadas.....	-62-
CUADRO No. 6	Contenido de carotenos totales (base seca) y % de pérdidas en coconas deshidratadas .....	-62-
CUADRO No. 7	Contenido de vitamina C en base fresca y base seca en coconas deshidratadas .....	-64-
CUADRO No. 8	Contenido de vitamina C (base seca) y porcentaje de pérdidas en coconas deshidratadas .....	-64-
CUADRO No. 9	ADEVA para el contenido de carotenos totales en la cocona deshidratada a tres temperaturas frente a una muestra de cocona fresca no deshidratada.....	-66-
CUADRO No. 10	Test de Tukey para el contenido de carotenos totales en la cocona deshidratada a tres temperaturas frente a una muestra de cocona fresca no deshidratada .....	-67-
CUADRO No. 11	ADEVA para el contenido de vitamina C en la cocona deshidratada a tres temperaturas frente a una muestra de cocona no deshidratada .....	-68-
CUADRO No. 12	Test de Tukey para el contenido de vitamina C en la cocona deshidratada a tres temperaturas frente a una muestra de cocona no deshidratada.....	-69-
CUADRO No. 13	Contenido Nutricional en muestras estudiadas de cocona.....	-70-
CUADRO No. 14	Contenido promedio de Hongos (mohos y levaduras) y Coliformes totales en muestras estudiadas de cocona.....	-76-

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la cocona a 60 °C.....	-58-
GRÁFICO No. 2.	Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la cocona a 70°C.....	-59-
GRÁFICO No. 3.	Curva del tiempo de proceso de deshidratación de la cocona a 80°C .....	-61-
GRÁFICO No. 4.	Relación de contenido de Carotenos Totales en la cocona fresca y deshidratada a 60°C, 70°C y 80° .....	-63-
GRÁFICO No. 5	Relación de contenido de Vitamina C en la cocona fresca y deshidratada a 60°C, 70°C y 80°C.....	-65-
GRÁFICO No. 6.	Relación del contenido de humedad en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-71-
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de ceniza en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-72-
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido fibra de la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-73-
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de proteína en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-74-
GRÁFICO No. 10	Relación de contenido de azúcares totales, azúcares reductores y no reductores en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-75-
GRÁFICO No. 11	Relación de contenido de pH en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-76-
GRÁFICO No. 12.	Relación de contenido promedio de hongos (mohos y levaduras) y coliformes totales en muestras estudiadas en la cocona fresca y deshidratada a 70 °C .....	-76-

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Distribución probable de la cocona.....	-6-
FIGURA No. 2	Estructura del ácido L- ascórbico.....	-9-
FIGURA No. 3	Estructura básica de los carotenoides.....	-11-
FIGURA No. 4	Estructuras de carotenoides.....	-12-
FIGURA No. 5	Degradación de carotenoides.....	-12-
FIGURA No. 6	Trayectoria del vapor del agua durante la deshidratación.....	-17-
FIGURA No. 7	Curva de secado. Humedad vs Tasa de secado.....	-18-
FIGURA No. 8	Perfil de secado de un sólido.....	-20-
FIGURA No. 9	Esquema general de un secador de bandejas.....	-25-

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	La cocona.....	1
FOTOGRAFÍA No. 2	Planta típica de cocona.....	3
FOTOGRAFÍA No.3	Variación en tamaño y forma de frutos de cocona.....	5

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Determinación de pH NTE INEN 389.....	-108-
ANEXO No. 2	Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE No. 1529-10:1998.....	-109-
ANEXO No. 3	Determinación de la cantidad de microorganismos Coliformes Totales. Recuento directo en placa de agar. NTE No. 158.....	-110-
ANEXO No. 4	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	-111-
ANEXO No. 5	Cromatograma de la muestra fresca de cocona de vitamina C	-111-
ANEXO No. 6	Cromatograma de la muestra deshidratada de cocona de vitamina C.....	-112-
ANEXO No. 7	Fotografías de la deshidratación	-112-
ANEXO No. 8	Fotografías del equipo de HPLC	-113-

## INTRODUCCIÓN

La industrialización alimentaria en el Ecuador crece a gran escala produciendo nuevos y llamativos productos que de una u otra manera intentan satisfacer las necesidades de un consumidor exigente que tiene la oportunidad de elegir de entre una gran variedad de productos.

En la actualidad, investigadores y tecnólogos de alimentos están realizando un gran esfuerzo para asegurar que los compuestos bioactivos o nutraceuticos presentes en los alimentos de origen vegetal se mantengan o se modifiquen mínimamente durante el tratamiento y almacenamiento, conservando su valor nutricional y sus propiedades nutraceuticas. Fruto de la innovación tecnológica en la industria alimentaria es el uso de la deshidratación que es un método de conservación de los alimentos que consiste en reducir el contenido de agua.

La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas-sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa. Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso de secado cesa.(18)

Entre las decenas de árboles o arbustos de frutos autóctonos del Amazonas, la cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) es el único herbáceo anual que había sido completamente domesticado por los pueblos indígenas nativos de la región antes de la llegada de los europeos. De este modo, la cocona fue pre-adaptada tanto a los sistemas agrícolas tradicionales del Amazonas, como a los sistemas agrícolas modernos.

Como la mayoría de los árboles de frutos autóctonos del Amazonas, la cocona es poco conocida fuera de su región de origen, en este caso en el Amazonas occidental.

Asimismo, se encuentra como planta de patio en todo el Amazonas y muchos lugares del trópico húmedo americano, y ha sido llevada también hacia otras partes del mundo. Por otra parte, el Amazonas es una parte del trópico húmedo mundial caracterizada por deficiencias nutricionales, principalmente en vitamina A, vitamina C, hierro y zinc. Debido a la elevada diversidad existente en esta región, muchas especies de plantas nativas son capaces de suplir estas carencias nutricionales. Entre ellas se encuentra la cocona.

Como gran parte de los árboles de frutos autóctonos del Amazonas, la no utilización de la cocona es una falla del mercado, pues reúne muchas características buscadas por los mercados nacionales e internacionales: es exótica, posee sabor característico y agradable, es altamente productiva, que harían posible su industrialización a mayor escala. Por ser anual y bien adaptada a los suelos de las llanuras del Amazonas, es posible producir la cocona con escasos o ningún insumo, permitiendo también su comercialización como alimento orgánico.

El consumo de cocona es importante por que tiene un contenido apreciable de carotenoides, que son antioxidantes, los cuales neutralizan la acción de los radicales libres que son nocivos para el organismo, con lo cual se producen efectos anti-cancerígenos, foto-protectores siendo muy apetecida por ser rica en minerales y vitaminas.

De allí la necesidad de una investigación que brinde un método optimizado de conservación de la cocona en la que se conserve sus propiedades nutritivas y nutraceuticas que sirva como una guía para la elaboración y producción industrial de este deshidratado que aun no se ha explotado en forma adecuada y que tendría un mercado muy amplio

Por ello, la finalidad del presente trabajo es evaluar la composición nutricional de la cocona deshidratada, siendo los objetivos específicos: caracterizar física, química y microbiológicamente la Cocona en fresco, deshidratar la Cocona a tres temperaturas para determinar el tiempo y la temperatura óptima mediante la utilización de indicadores de eficiencia del valor nutricional (contenido de vitamina C y contenido de carotenos totales), comparar el valor nutritivo del producto fresco y deshidratado en las condiciones óptimas de temperatura y tiempo.

Para este fin se utilizó tres diferentes temperaturas en el deshidratador de bandejas que son de 60°C, 70°C y 80°C. Se determinó que el tiempo de secado se ve influenciado por la temperatura es así que a 60°C la cocona se seco en un tiempo promedio de 4,67 horas. Mientras que el tiempo de secado a 70°C fue de 4,17 horas, y a 80°C el tiempo fue de 3,67 horas. Además se realizó el análisis físico, químico y microbiológico del deshidratado.

Desde el punto de vista comercial una importante ventaja de utilizar esta técnica, es que al convertir un alimento fresco en uno procesado (deshidratado) se añade valor agregado a la materia prima utilizada. Además se reducen los costos de transporte, distribución y almacenaje debido a la reducción de peso y volumen del producto en fresco (7).

Este trabajo permitió comprobar que el deshidratado conserva sus características sensoriales y que a mayor temperatura hay un menor tiempo de secado. Se determinó que de las tres temperaturas la más eficiente es la de 70°C ya que a esta temperatura existe una menor pérdida de vitamina C y carotenos totales.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal):

La cocona es un arbusto herbáceo de 1 a 2 m de altura, erecto, ramificado, que puede vivir hasta tres años en condiciones muy favorables (Foto 1). Las raíces laterales de las plantas pueden extenderse hasta 1,4 m del tronco. (11)



FOTOGRAFÍA No. 1. LA COCONA

#### 1.1.1 ORIGEN E HISTORIA

“*S. sessiliflorum* var. *sessiliflorum* probablemente se originó vía selección indígena en algún lugar de la distribución de *S. sessiliflorum* var. *georgicum* en el Amazonas ecuatoriano o colombiano. Schultes (1984) sugirió que la cocona se originó en el Amazonas Occidental, donde fue primitivamente cultivada por los amerindios precolombinos, sugerencia también aceptada por Whalen (1981). Brücher (1973) sugirió, más específicamente, que el origen de la cocona haya sido en el alto Río Orinoco. (3)(4)

“La cocona (*Solanum sessiliflorum*) parece ser nativa de las vertientes orientales de Los Andes del Perú, Ecuador y Colombia, especialmente del primero de estos países.

Esta especie se encuentra de manera natural entre los 200 y 1000 m de altitud; asimismo, se conoce que fue introducida al cultivo hace unos 50 años.

La cocona crece en zonas con temperaturas medias entre 18 y 30°C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial entre 1500 y 4500 mm anuales. Aparentemente, se beneficia de una sombra ligera durante sus primeros estados de desarrollo; requiriendo de buena radiación solar durante el período de fructificación. Esta adaptada tanto a suelos ácidos de baja fertilidad como a suelos neutros y alcalinos de buena fertilidad, con texturas desde arcillosa hasta arenosa. Se le encuentra cultivada en zonas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m”. (49)

#### 1.1.2 TAXONOMÍA DE LA COCONA

“La cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) pertenece a la familia Solanácea, la que contiene entre 2000 a 3000 especies con formas arbóreas, arbustivas, epífitas y trepadoras, algunas de las cuales son importantes invasoras de otros cultivos, venenos, medicinales, ornamentales y cultivos alimenticios. El género *Solanum* presenta el mayor número de especies, aproximadamente 1400, existente en casi todo el mundo, la mayor parte de ellas se encuentran en América Tropical. *S. sessiliflorum* es un componente de la sección *Lasiocarpa*, de modo que está filogenéticamente relacionada con la naranjilla (*Solanum quitoense Lam.*). (49)

La cocona es muy variable en cuanto a tamaño, forma, peso, contenido químico, etc.

Estas variaciones son plenamente reconocidas en las localidades donde existe en el Amazonas. *Solanum sessiliflorum* var. *sessiliflorum* es conocida vulgarmente como tupiro, topiro o cocona en los países de lengua española. En países de habla inglesa es conocida como Orinoco apple o peach tomato”. (49)

**TABLA No 1. TAXONOMÍA DE LA COCONA**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>S.sessiliflorum</i>

En la Tabla N°1 observamos la taxonomía de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal.)

### 1.1.3 MORFOLOGÍA

“La cocona es un arbusto herbáceo de 1 a 2 m de altura, erecto, ramificado, que puede vivir hasta tres años en condiciones muy favorables”. (9)



**FOTOGRAFÍA No. 2. PLANTA TÍPICA DE COCONA**

#### 1.1.3.1 FLORES

“Las inflorescencias son de tipo cimera de pedúnculo corto con cinco a nueve flores o botones. En una misma inflorescencia se encuentran flores hermafroditas y estaminadas, no obstante, entre dichas flores no se observan diferencias morfológicas marcadas, únicamente difieren por la presencia de un estilete reducido o un ovario rudimentario en las flores estaminadas. (49)

Las flores predominantemente alógamas miden entre 4 y 5 cm de diámetro y están dispuestas en racimos axilares. El cáliz posee 5 sépalos duros, triangulares y pubescentes en el lado externo; la corola exhibe 5 pétalos de color blancuzco, ligeramente amarillo o verdoso, y los estambres son amarillos. Las flores hermafroditas poseen estigma de tipo unido con estilete glabro.

De manera general, en los racimos se presenta apertura de una a dos flores por día. (11)

“Esta característica presenta una gran variación que va desde el blanco-amarillento hasta el púrpura-rojizo pasando por una gran gama de colores intermedios como el verdeamarillento, amarillo, amarillo-oscuro, amarillo-grisáceo, amarillo-anaranjado, naranja-pálido, naranja, naranja-rojizo, rojo-claro o rosado, y rojo.” (9) (48)

#### 1.1.3.2 FRUTO



**FOTOGRAFIA No. 3: VARIACIÓN EN TAMAÑO Y FORMA DE FRUTOS DE COCONA**

“El fruto de la cocona puede pesar entre 20 y 450 gramos y contener entre 200 y 500 semillas glabras, ovaladas y aplanadas (1000 semillas pesan entre 0,8 y 1,2 g). Los frutos son muy variables en su forma. Los frutos de forma cilíndrica tienen, en general, 4 lóculos y los cordiformes, redondos y aplanados de 6 a 8, aunque puede haber variación en el número de lóculos en frutos de una misma planta. El fruto es verde cuando no está maduro, amarillo-anaranjado cuando está maduro y finalmente café-rojizo cuando ya no es apto para el consumo humano. Los frutos generalmente están cubiertos de pelos cortos y quebradizos que son fácilmente removidos al restregarlos con las manos. Su piel es resistente, de gusto amargo. La pulpa es amarilla clara a crema amarillenta, midiendo entre 0,2 a 2,5 cm de espesor”. (11)

En un corte transversal del tubérculo de ulluco se distinguen claramente la zona cortical y el cilindro central. La zona cortical presenta colores variados pero, el amarillo, verde-amarillento y blanco-amarillento son los más frecuentes. En el cilindro central por otro lado predominan los colores verde-amarillento, blanco-amarillento y amarillo. (11) (49)

#### 1.1.4 PROPIEDADES NUTRICIONALES

“La humedad de la cocona, es del 88 a 93%, por lo que se puede considerar como un fruto succulento”. (11)

“La acidez elevada contribuye al sabor del fruto y permite un factor de dilución elevado en la formulación de jugos y consecuentemente, en su rendimiento industrial para esta finalidad. El contenido de sólidos solubles (°Brix) varía de 5 a 8 y está constituido, en su mayoría, por azúcares reductores” (11).

**TABLA 2.-COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA COCONA SEGÚN VARIOS AUTORES POR CADA 100 g (BASE HÚMEDA)**

COMPONENTE	Villachica	Pahlen	Andrade	Yuyama	Heredia	La Gamboina
Humedad en (g)	89	91	93	90	87.9	88.52
Energía (Kcal)	41	33	31	45	-	45
Proteína (g)	0,9	0,6	-	0,9	1.08	0.78
Lípidos (g)	-	1,4	-	1,9	9.9	1.21
Extracto Libre de Nitrógeno(g)	-	5,7	-	4,7	-	-
Fibra (g)	0,2	0,4	-	1,6	3.9	3.79
Cenizas (g)	0,7	0,9	-	0,9	0.7	0.69
Azúcares Totales (%)	-	-	4,6	-	-	2.087
Azúcares reductores (%)	-	-	3,9	1	-	-
Azúcares no reductores (%)	-	-	1,8	1	-	-
Sólidos Solubles (°Brix) (%)	-	5,0	8,0	-	-	-
Ácido Cítrico (%)	-	-	0,8	-	-	1.78
Brix/Acidez	-	-	5,9	-	-	-
Compuestos fenólicos (mg)	-	-	14,4	-	-	-
Tanino (mg)	-	-	142	-	-	-

FUENTE: DANILOFERNANDESDASILVA. COCONA CULTIVO Y UTILIZACIÓN; HEREDIA G.

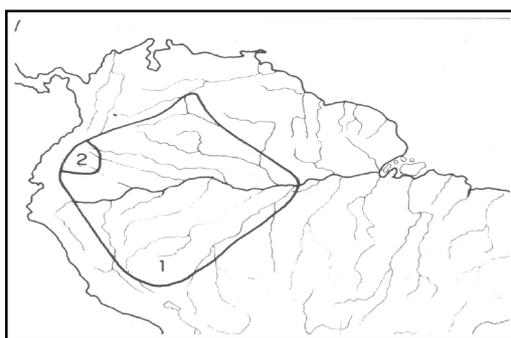
**TABLA. 3.-COMPOSICIÓN VITAMÍNICA Y MINERAL DE LA COCONA POR CADA 100 g (BASE HÚMEDA)**

COMPONENTE	Villachica	Pahlen	Andrade	Yuyama	Heredia	La Gamboina
Á. ascórbico (mg)	4,5	-	13,9	-	63,00	58,7±3,2
Niacina (mg)	2,3	2,5	-	-	-	-
caroteno (mg)	0,2	0,2	-	-	-	(β)0,06
Tiamina (mg)	0,1	0,3	-	-	-	-
Riboflavina (mg)	0,1	-	-	-	-	-
Calcio (mg)	16	12	-	-	-	-
Magnesio (mg)	-	-	-	23,7	-	-
Fósforo (mg)	30	14	-	-	-	-
Potasio (mg)	-	-	-	385,4	-	-
Sodio (ug)	-	-	-	371	-	-
Cobre (ug)	-	-	-	329	-	-
Hierro (ug)	-	-	-	324	-	-
Zinc (ug)	-	-	-	157	-	-
Manganeso (ug)	-	-	-	97	-	-

FUENTE: DANILO FERNANDES DA SILVA. COCONA CULTIVO Y UTILIZACIÓN; HEREDIA G.

### 1.1.5 DISTRIBUCIÓN

Actualmente, la cocona está distribuida en el Amazonas brasileño, peruano, ecuatoriano, colombiano y venezolano, como también en los Andes del Ecuador y Colombia hasta 1000 msnm, en los valles interandinos en Colombia y en el litoral Pacífico del Ecuador y Colombia". (36)



**FIGURA. 1: DISTRIBUCIÓN PROBABLE DE LA COCONA**

### 1.1.6 USOS

”La cocona tiene un sabor muy característico. Sus nombres en inglés, Orinoco apple y peach tomato, tampoco se refieren al sabor, pues no se parece al sabor de la manzana y del durazno. La mayor semejanza está en la forma y en el color de la pulpa”. (30)

La pulpa de la placenta es ligeramente más ácida y mucho más sabrosa que la pulpa adherida a la cáscara Debido a la baja relación sólidos solubles/acidez (s.s./acidez) (3,5 a 6,0), la cocona presenta poco grado de azúcar. Por esto, el fruto es raramente consumido in natura, excepto como complemento de bebidas alcohólicas.

La preparación de jugos, dulces, mermeladas y compotas es el principal uso de los frutos. Los frutos también pueden ser consumidos en forma de salsa para acompañar asado de corazón de vacuno (conocido en el Amazonas peruano como “anticucho”) y en las sopas de pescado (popularmente denominadas de “caldeirada” o “peixada” en el Amazonas brasileño). (11)

#### **1.1.6.1 Medicinal**

La cocona es valorizada por las poblaciones tradicionales del Amazonas Occidental por su capacidad de sanar enfermedades de la piel. Las hojas maceradas son utilizadas por los indios peruanos y brasileños para evitar la formación de ampollas en la piel en caso de quemaduras provocadas por fuego o agua hirviendo. El jugo de la cavidad locular de los frutos se utiliza para calmar la picazón de la piel. (28)

El jugo puro es utilizado para controlar colesterol, diabetes, exceso de ácido úrico y otras enfermedades causadas por el mal funcionamiento de los riñones y del hígado. (11)

La cocona es recomendada en la dieta de pacientes hipercolesterolémicos e hiperglicémicos. (31)

### **1.1.6.2 Cosmético**

Los mestizos e indios peruanos utilizan el jugo puro de la cocona para dar brillo a los cabellos. Probablemente algunas vitaminas y la pectina sean responsables de esta situación. (59)

### **1.1.7 ALMACENAJE**

Los frutos de la cocona recolectados en el estado de madurez ideal (color amarillo) son menos perecibles que los frutos de otras Solanáceas. Estos pueden conservarse a temperatura ambiente 27 a 30 °C a la sombra y con buena ventilación sin que se deteriore por un período de cinco a siete días. En refrigeradores de uso doméstico, el período de conservación puede alcanzar 30 días, sin que se altere el sabor original. (11)

Lógicamente, la pulpa congelada se puede conservar por un período prolongado hasta seis meses de conservación manteniendo el sabor muy agradable”. (17)

### **1.1.8 TRANSPORTE**

Los frutos de la cocona son muy resistentes al transporte. Esta resistencia mecánica es probablemente otorgada por la pulpa adherida a la cáscara, pues ésta es consistente y elástica al mismo tiempo. Cuando han sido acondicionados en cajas de 25 a 30 kg, los frutos pueden ser transportados por varias horas en caminos malos sin sufrir daños aparentes. (12)

### **1.1.9 INDUSTRIALIZACIÓN**

“La cocona es una especie de uso múltiple con sabor agradable. En el Amazonas Occidental, la cocona aún es usada solamente para jugo y raras veces para dulces, mermeladas y golosinas en general. Una forma de aumentar la aceptación de la cocona fuera de su área de distribución original es industrializándola, ya sea a nivel casero o a nivel empresarial (11)

## 1.2 ÁCIDO L- ASCORBICO (VITAMINA C)

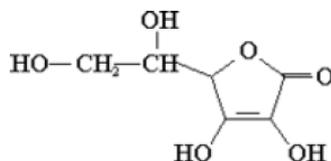


FIGURA No 2. ESTRUCTURA DEL ÁCIDO L- ASCÓRBICO

El **ácido ascórbico** es un ácido orgánico y un antioxidante, hidrosoluble sensible al calor. El ácido ascórbico tiene una estructura de lactona como se aprecia en la Figura No 2. La acidez no se debe a un grupo carboxílico, sino a la posibilidad que se ionice el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia. Su pK es de 4,04. Eventualmente puede incluso disociarse el hidroxilo situado en el carbono 2, formando un dianión, aunque su pK es mucho más alto (11,4), debido a que no está estabilizado por resonancia, como el del carbono 2. (27)

El ácido ascórbico es particularmente sensible a las reacciones de oxidación, destruyéndose con gran facilidad durante el procesamiento de los alimentos en presencia de oxígeno. La oxidación es dependiente del pH, ya que la forma ionizada es más sensible que la forma no ionizada. El di-anión es todavía más sensible, pero para que se forme en proporciones significativas es necesario un pH alcalino que no suele encontrarse en los alimentos. El ácido ascórbico es un potente agente reductor, capaz de reaccionar con el oxígeno, y utilizable por lo tanto como antioxidante. (39)

### 1.2.1 CARACTERÍSTICAS

- La vitamina C es soluble en agua, por lo que suele eliminarse en el agua de cocción.
- Se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de hierro, cobre o pH alcalino.
- El ácido ascórbico puede ser sintetizado a partir de glucosa y galactosa por las plantas y muchos mamíferos, pero no por el hombre.

- Se absorbe en intestino en un 90%. Las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que ésta puede aumentar por sustancias en extracto cítrico natural. Si la ingesta de vitamina C es muy alta (por ejemplo suplementos de 12 g), la absorción es sólo del 16%. Las cantidades ingeridas mayores del nivel de saturación de los tejidos se eliminan por orina. (40)

### 1.2.2 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.
- Es antibacteriana, por lo que inhibe el crecimiento de ciertas bacterias 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. (27)

Para proteger la vitamina C en los alimentos y aprovecharla al máximo, siempre será conveniente ingerir alimentos crudos siempre que el mismo lo permita, y evitar los enlatados. Esta vitamina se destruye fácilmente en contacto con el oxígeno, y al ser hidrosoluble, si cocinamos demasiado el alimento a través de hervidos, la vitamina pasa al medio de cocción, por lo tanto la cocción debe ser mínima y con poca agua, o beber el caldo siempre que se pueda. (27)

### 1.3 CAROTENOIDES

Los carotenoides son compuestos ubicuos en la naturaleza, cuya presencia en diversas estructuras de plantas y en gran variedad de animales, algas, hongos y bacterias se ha descrito desde hace décadas, este grupo se clasifica dentro de los pigmentos liposolubles. Debe su nombre debido al hecho de que el carotenoide  $\beta$ -caroteno fue aislado por primera vez de las zanahorias (*Daucus carota*) y caracterizados como derivados isoprenoides. La estructura básica de estos compuestos es poliénica de 40 átomos de carbono, formada por ocho unidades de isopreno, cuyo arreglo se hace inverso en el centro, y puede ser de cadena lineal o tener ciclos en los extremos. (46)



FIGURA Nº 3 ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS CAROTENOIDES

Se han dividido en dos grandes grupos de acuerdo a la estructura química: carotenoides y xantofilas. Los primeros tienen características de hidrocarburos, son solubles en éter de petróleo, tetrahydrofurano y entre ellos están  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno y licopeno. Por su parte, las xantofilas son la forma oxidada de los carotenoides y se presentan como aldehídos, ácidos, ésteres y alcoholes, son solubles en metanol y algunos ejemplos son  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -apo-8-carotenal. Luteína, fucoxantina etc. (47)

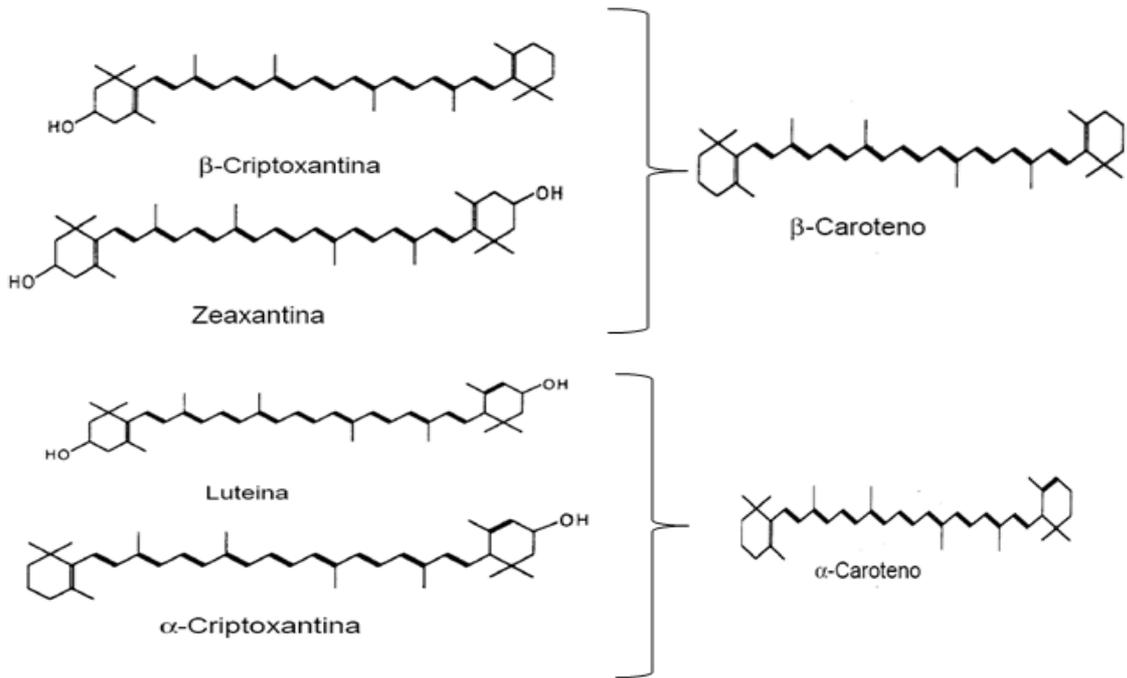


FIGURA Nº4 ESTRUCTURAS DE CAROTENOIDES

Los carotenoides son fácilmente oxidables por el gran número de dobles enlaces que posee en su estructura. Durante la oxidación se forman inicialmente epóxidos y compuestos carbonilos, mas tarde se producen compuestos mono y di-oxigenados de cadena corta incluyendo a la  $\beta$ -ionona. (47)

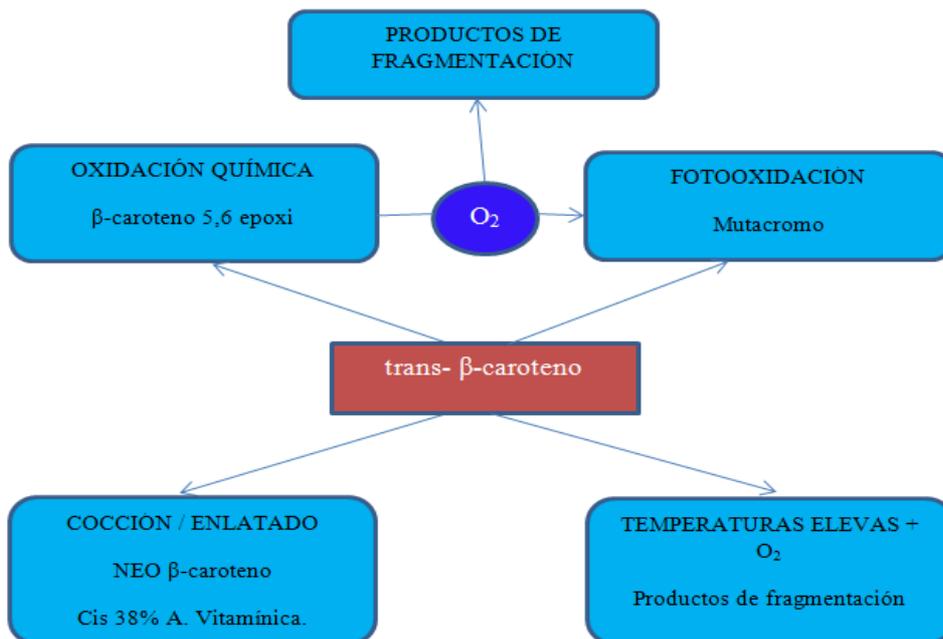


FIGURA Nº 5 DEGRADACIÓN DE LOS CAROTENOIDES

La degradación oxidativa también puede ser producida por la acción de las enzimas, particularmente lipooxigenasa, su oxidación ocurre por mecanismos indirectos. La lipooxigenasa primero cataliza la oxidación de ácidos grasos saturados y poliinsaturados para producir peróxidos, los cuales reaccionan con los pigmentos de los carotenoides disminuyendo el color de los mismos. (25) (47)

### 1.3.1 FUNCIONES DE LOS CAROTENOIDES

Papel importante en la fotosíntesis: Los carotenoides actúan como pigmentos antena en la captación de la energía solar en todos los tejidos que lleva a cabo el proceso de fotosíntesis y en ausencia de ello se destruye el aparato fotosintético por fotooxidación, ya que los carotenoides tienen un efecto fotoprotector por su habilidad de inactivar el oxígeno reactivo formado por exposición al aire y a la luz.(47)

Provitamínicos: Algunos carotenoides son precursores de vitamina A pues se transforman, con ayuda de algunas enzimas presentes en la mucosa intestinal, retinol (vitamina A). El principal carotenoide es  $\beta$ -caroteno que se oxida mediante una enzima específica,  $\beta$ -caroteno-15,15'-oxigenasa para formar un peróxido. La descomposición del peróxido da como resultado dos moléculas de retinal (la forma aldehídica de la vitamina A) y por reducción se convierte en retinol. (46) (25)

Nutracéutico y efecto fotoprotector: Un factor importante para cuantificar los carotenos en los alimentos y productos vegetales que lo contienen, es el demostrado por estudios recientes, los cuales han demostrado que un incremento en el consumo de vegetales y frutas elevan el nivel de  $\beta$ -caroteno en sangre, asociándolo a la reducción del riesgo de cáncer de cabeza, cuello, Esófago, pulmón y tracto digestivo.(25)

- Productos de desecho
- Metabolitos secundarios
- Por su color facilitan la polinización. (25)

### 1.3.2 APLICACIONES

1. Colorantes naturales
2. Colorante sintéticos: B-caroteno.
3. Provitamínicos (ingesta diaria de 5-6 mg/día)
4. Protectores solares.
5. Cosmética. (25)

### 1.3.3 DEGRADACIÓN EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

1. Relativamente resistentes al pH y al calor en ausencia de oxígeno.
2. Sensibles a la oxidación.
3. Oxidación a temperaturas elevadas, destrucción total.
4. Cocción y enlatado: isomerización cis-trans ( 0-40 % pérdida )
5. Fotooxidación
6. Pérdida en función del porcentaje de humedad
7. Afecta el color y valor nutritivo.
8. Estable a pH neutro o alcalino, inestable a pH ácido, luz, calor y oxígeno.(25)

## 1.4 DEHIDRATACIÓN

### 1.4.1 DESHIDRATACIÓN

La deshidratación, se define como aquella operación unitaria mediante la cual se elimina la mayor parte del agua de los alimentos, por evaporación, aplicando calor. (29)

El objetivo principal de la deshidratación consiste en prolongar la vida útil de los alimentos por reducción de agua.

En los alimentos deshidratados la inhibición del crecimiento microbiano y de la actividad enzimática se produce por descenso de su actividad de agua, ya que para ello, el tratamiento térmico que reciben es insuficiente. La deshidratación reduce también su peso y volumen, lo que reduce los gastos de transporte y almacenamiento. En algunos

casos sirve también para poner al alcance del consumidor una mayor variedad de alimentos de más cómoda utilización (15).

La deshidratación altera en cierto grado, tanto las características organolépticas, como el valor nutritivo de los alimentos. Uno de los objetivos en el diseño y manejo de las instalaciones de deshidratación consiste en conseguir reducir al mínimo las modificaciones que los alimentos experimentan durante el proceso, utilizando en el mismo los parámetros adecuados para cada alimento en particular. (15)

Los productos alimenticios pueden ser secados en aire, vapor sobrecalentado, en vacío, en gas inerte y por la aplicación directa del calor. (54)

Entre los alimentos deshidratados más importantes se hallan: el azúcar, el café, la leche, la patata, la harina (y mezclas de harinas), las legumbres, las nueces, los cereales para desayuno, el lo y las especias. (15)

#### 1.4.2 VENTAJAS DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

- Son más pequeños y pesan menos que en su estado natural.
- Requieren mínimo espacio para transportarlos y almacenarlos.
- Abaratan los costos de transporte y de espacios en almacenes.
- Conservan gran parte de su sabor, color, sabor, consistencia y aspecto durante largos periodos.
- Sólo requieren refrigeración a partir de que se hidratan para su consumo.
- Tiempo prolongado de conservación.
- Están disponibles en cualquier temporada.
- Son una buena opción para personas muy ocupadas.
- Durante el proceso de deshidratación sólo tienen una pérdida mínima de sustancias nutritivas. (48)

### 1.4.3 SECADO Y DESHIDRATACIÓN

Aunque ambos términos se aplican a la eliminación del agua de los alimentos, en la tecnología de los alimentos el término secado se refiere a la desecación natural, como la que se obtiene exponiendo el producto a la acción del sol y el de deshidratación designa el secado por medios artificiales, como la exposición del producto a una corriente de aire caliente. (37)

La deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de una cámara o el control de un micromedio circundante. El secado solar está a merced de los elementos. (15)

Los alimentos secados en una deshidratadora pueden tener mejor calidad que sus duplicados secados al sol. Se necesita menos terreno para la actividad deshidratadora.(14)

De acuerdo con King (1974) el objetivo del secado es reducir el contenido de humedad de un producto para lograr periodos de almacenamiento más largos. (52)

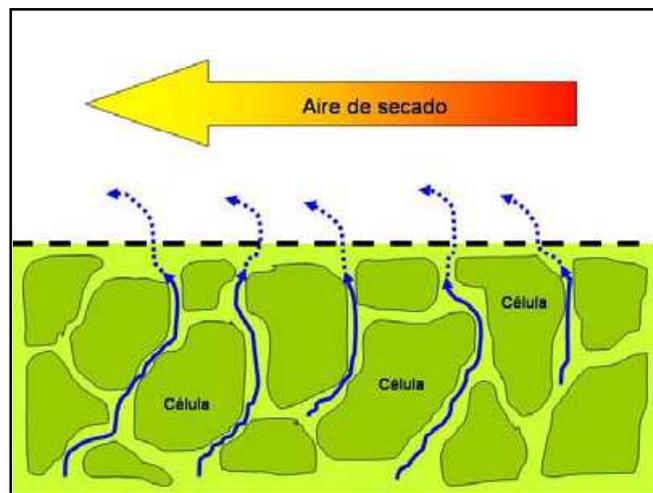
### 1.4.4 MECANISMO DE LA DESHIDRATACIÓN

En la operación de secado hay que eliminar la humedad sobre la superficie y la del interior del sólido. (32)

“Cuando el aire caliente entra en contacto con un alimento húmedo, su superficie se calienta y el calor transmitido se utiliza como calor latente de evaporación, con lo que el agua que contiene pasa a estado de vapor. El vapor de agua, que atraviesa por difusión la capa de aire en contacto con el alimento, es arrastrado por el aire en movimiento, generándose sobre aquél una zona de baja presión y creándose entre el aire y el alimento un gradiente de presión de vapor. Este gradiente proporciona la fuerza impulsora que permite eliminar el agua. (15)

El agua escapa de la superficie del alimento por los siguientes mecanismos:

- Por capilaridad.
- Por difusión, provocada por las diferencias en la concentración de solutos entre las distintas partes del alimento.
- Por difusión del agua, absorbida en diversas capas sobre la superficie de los componentes sólidos del alimento.
- Por difusión gaseosa provocada por el gradiente de presión de vapor existente en el interior del alimento". (15)



**FIGURA No 6: TRAYECTORIA DEL VAPOR DEL AGUA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN**

FUENTE: FELLOWS, PETER. TECNOLOGÍA DEL PROCESADO DE LOS ALIMENTOS.1994

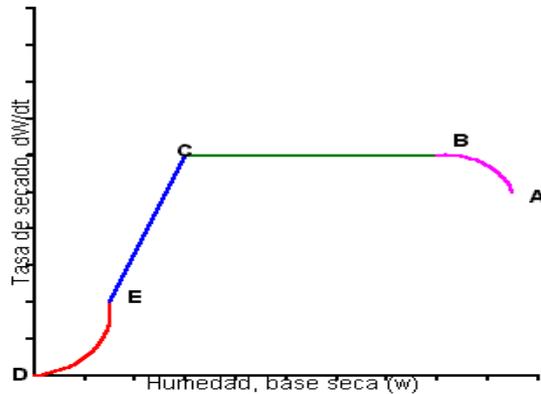
#### 1.4.5 CURVAS DE SECADO

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, con la propia humedad o las dimensiones del equipo.

La intensidad de evaporación se determina a través de la velocidad de secado, que es el cambio de humedad (Base seca) en el tiempo.

A partir de las curvas de cinética de secado ( $x$  vs  $t$ ,  $dx/dt$  vs  $x$ ) que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, pueden tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de calor y masa y de la influencia que tienen en -la velocidad de secado

las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, velocidad del aire, etc. (62)



**FIGURA No 7. CURVA DE SECADO. HUMEDAD VS TASA DE SECADO.**

En la Figura No 7 observamos que al inicio (AB) el producto experimenta un pequeño aumento de temperatura. Luego la tasa de remoción de agua se vuelve constante (BC), con el producto a la temperatura de bulbo húmedo del aire. En esta etapa, la velocidad de secado está limitada por la tasa de transferencia de calor desde el aire a la superficie líquida. Cuando se alcanza el contenido de humedad crítico (C) la velocidad de secado es decreciente (CE).

Puede existir un segundo período de velocidad decreciente (ED) en donde la humedad relativa de equilibrio para el material es menor del 100% ( $a_w < 1$ ). La velocidad de secado decreciente es controlada por la difusión de humedad hacia la superficie. En el punto D se alcanza el contenido de humedad de equilibrio y el producto deja de perder humedad. (62)

Con los datos obtenidos durante la prueba de secado o sea de la variación de humedad con el tiempo, puede hacerse un gráfico de contenido de humedad en función del tiempo, este será útil para la determinación directa del tiempo necesario en el secado discontinuo de grandes partidas bajo las mismas condiciones de secado. (62)

#### 1.4.6 PROCESO DE SECADO

Un proceso de secado involucra aporte de calor y transferencia de masa. El calor debe transferirse al material a secar para suministrar el calor latente requerido para la vaporización de la humedad. Luego la masa de agua se vuelve vapor que pasa a la corriente de aire. La velocidad total de transferencia de calor se expresa como la suma de las velocidades de transferencia por conducción, convección, y radiación. (62)

##### **Cantidad de humedad de los sólidos**

El contenido de humedad de los sólidos se puede expresar en base seca o en base húmeda. (62)

- **Pérdida por secado: (PS):** La humedad se expresa como porcentaje (p/p) de agua en el sólido seco. (62)

$\% \text{ PS} = (\text{W agua en la muestra} \times 100\%) / \text{W total de la muestra húmeda}$

PS= Pérdida por secado

- **Contenido de Humedad (CH):** La humedad se expresa como porcentaje (p/p) de agua en el sólido seco. (62)

$\% \text{ CH} = (\text{W agua de la muestra} \times 100\%) / \text{W muestra seca}$

CH= Contenido de Humedad

W=Peso

##### **- Comportamiento de los sólidos durante el secado**

El secado de un material se puede verificar haciendo uso de gráficos de perfiles de secado vs Tiempo de secado hallado experimentalmente como se observa en la Figura No. 3. La velocidad del secado de una muestra se puede determinar haciendo uso de las siguientes metodologías: (62)

- a) Por medio de una curva de contenido de humedad y tiempo de secado.
- b) Haciendo una curva de Velocidad (sacada por la diferencia del contenido de humedad de dos medidas dividido por el periodo de tiempo entre las éstas) vs contenido de humedad. (62)



FIGURA No. 8. PERFIL DE SECADO DE UN SOLIDO

FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos15/operacion-secado/operacion->

- **Período de inducción inicial:**

Cuando un sólido se coloca en una estufa de secado, comienza a absorber calor e incrementa su temperatura hasta la fijada para el secado. A medida que la temperatura aumenta, la humedad se evapora y se empieza a enfriar el sólido. Posteriormente la velocidad de enfriamiento y calentamiento se igualan y la temperatura se estabiliza. (62)

- **Período de velocidad constante:**

En el punto B la temperatura se estabilizará y permanecerá constante siempre y cuando haya una capa de humedad remanente en la superficie del sólido. Entre los puntos B y C la humedad de evaporación de la superficie se reemplaza por el agua de difusión del interior del sólido a una velocidad igual a la de evaporación, aquí la velocidad de secado/unidad de superficie es constante. (62)

- **Período de decaimiento de velocidad:**

En el punto C, el agua de la superficie no se reemplazará más para mantener la capa. Pequeñas manchas empiezan a parecer y la velocidad del secado comienza a decaer. A esto se le llama contenido de humedad crítica. (62)

- **Contenido de humedad crítica:**

En el punto D conocido como segundo punto crítico, es el punto donde finaliza el periodo de velocidad constante. Aquí, el agua de superficie del sólido esta totalmente evaporada y la velocidad de secado dependerá de la difusión de humedad a la superficie del sólido. Por lo anterior, este punto depende de la porosidad y del tamaño de partícula del sólido que se esta secando. Entre los puntos D y E la velocidad de secado cae rápidamente y el periodo se denomina segundo periodo de disminución de velocidad. En el punto E la velocidad del secado es cero y comienza la humedad de equilibrio poniéndose el sólido en equilibrio con su ambiente externo (la temperatura y % de humedad es constante). (62)

#### 1.4.7 EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE LOS ALIMENTOS

##### 1.4.7.1 Textura

El tipo de pretratamiento y la intensidad; la adición de cloruro cálcico al agua de escaldado, el tipo e intensidad con que se realiza la reducción de tamaños y el pelado, .son operaciones, todas ellas, que afectan a la textura de las frutas y verduras deshidratadas. En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de textura están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido en agua durante la deshidratación. Estas tensiones dan lugar a roturas y compresiones que provocan distorsiones permanentes en las células, rígidas, convirtiendo al alimento un aspecto arrugado. (15)

La temperatura y la velocidad de deshidratación ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de deshidratación rápidas y las

temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de deshidratación más lentas y temperaturas más bajas. A medida que el agua va eliminándose, los solutos se desplazan hacia la superficie del alimento. El mecanismo que rige este proceso y la velocidad de transferencia del agua son característicos de cada soluto y dependen del tipo de alimento y de las condiciones durante el proceso de deshidratación. La evaporación del agua hace que la concentración de los solutos en la superficie aumente. Las temperaturas elevadas provocan complejos cambios físicos y químicos en la superficie del alimento que conducen a la formación de una capa superficial dura e impenetrable. Este fenómeno que se denomina “acortezamiento” reduce la velocidad de deshidratación y da lugar a un alimento que es seco en su superficie y húmedo en su interior. (15)

#### **1.4.7.2 Aroma**

“El calor no sólo provoca el paso del agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. Su mayor o menor pérdida dependerá de la temperatura, de la concentración de sólidos en el alimento y de la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua. Por ello, alimentos especiales por sus características aromáticas hierbas y especias se deshidratan a temperaturas bajas.

La desecación también produce la oxidación de los pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento. Estas oxidaciones se producen por la presencia de oxígeno, como consecuencia de la estructura porosa que se desarrolla durante la deshidratación.

La velocidad a la que estos componentes se deterioran depende de la actividad de agua en el alimento y de la temperatura de almacenamiento. Las reacciones oxidativas influyen en la producción o destrucción de compuestos aromáticos”. (15)

#### **1.4.7.3 Color**

“La deshidratación afecta también al color por los cambios químicos que se producen en las clorofilas, carotenoides y otros pigmentos como antocianinas, betalainas etc.

Por lo general cuanto más largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas en estos pigmentos. La oxidación y la actividad enzimática residual favorecen el desarrollo del pardeado durante su almacenamiento. Ello puede evitarse usando el escaldado como tratamiento previo a la desecación o tratando la fruta con ácido ascórbico u otros compuestos”. (15)

#### **1.4.7.4 Valor nutritivo**

Las diferencias observadas en el valor nutritivo de los alimentos deshidratados se deben a los distintos sistemas de preparación, a la temperatura durante el proceso y a las condiciones durante el almacenamiento. Las pérdidas de valor nutritivo que se producen durante la preparación de frutas y verduras son generalmente mayores que las que ocasiona el propio proceso de deshidratación. (15)

A medida que el proceso de deshidratación avanza algunas (por ejemplo: la riboflavina) alcanzan su sobresaturación y precipitan. Las pérdidas, por tanto, son pequeñas. Otras, (por ejemplo: el ácido ascórbico) se mantienen disueltas hasta que el contenido en agua del alimento es muy bajo y reaccionan con los solutos a mayor velocidad a medida que el proceso progresa. La vitamina C es también sensible al calor y la oxidación. Por ello, los tiempos de deshidratación deben ser cortos, las temperaturas bajas y durante el almacenamiento, el contenido en agua y la concentración de oxígeno deben también mantenerse bajos para evitar posibles pérdidas que, de lo contrario, podrían llegar a ser importantes. La vitamina es también sensible al calor. Otras vitaminas liposolubles son más estables al calor y la oxidación, por lo que sus pérdidas durante la deshidratación (sin contar con las que se producen durante el escaldado) raras veces son superiores al 5-10%. (15)

Los nutrientes liposolubles (por ejemplo; los ácido grasos esenciales y las vitaminas A, D, E y K) se encuentran, en su mayor parte, en la materia seca del alimento, por lo que durante la deshidratación no experimentan concentración alguna. Las vitaminas liposolubles se pierden, ya que reaccionan con los peróxidos resultantes de la oxidación de las grasas. Las pérdidas que se producen durante el almacenamiento pueden reducirse

almacenando a los productos al abrigo de la luz, en refrigeración y con bajas concentraciones de oxígeno en el medio.

La deshidratación no cambia sustancialmente el valor biológico y la digestibilidad de las proteínas de la mayor parte de los alimentos. (15)

#### 1.4.8 DESHIDRATACIÓN EN BANDEJAS

Los deshidratadores de bandejas son los más antiguos y utilizados (17)

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de bandejas, en el caso de sólidos particulados o amontonados en repisas, en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta, utilizando repisas, serpentines de calefacción o paredes refractarias en el interior de la cubierta. (15)

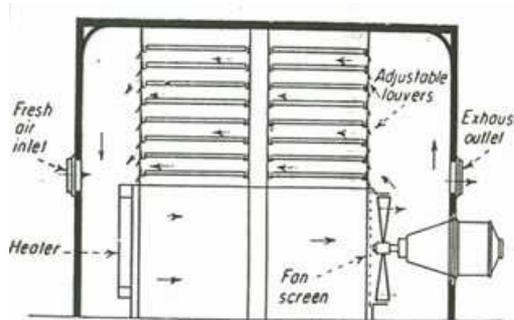
Es así que los secadores de bandeja son los más antiguos y aún los más utilizados. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas (4-20). Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio es de  $1.25 \text{ m}^2$ ; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad.(15)

##### 1.4.8.1 Ventajas:

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños entre 10 a 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas y la otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una

fuentes de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador como se aprecia en la Figura N° 9. (7) (8)



**FIGURA No 9. ESQUEMA GENERAL DE UN SECADOR DE BANDEJAS.**

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 kg del material es de 200 pies/min.

Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos. (26)

La fuente energética de estos secadores puede ser de: vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes(26).

## 1.5 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes

de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. (27)

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento. Cualquier error cometidos en las determinación es de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (27)

### 1.5.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (27)

En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. (27)

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.

- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. (27)

### 1.5.2 CONTENIDO DE CENIZAS.

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. (27)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc., como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (27)

### 1.5.3 CONTENIDO DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y

ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales.(27)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”.La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (27)

#### 1.5.4 CONTENIDO DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. (27)

#### 1.5.5 pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros.(27)

#### 1.6 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La cromatografía es un método de separación con alta resolución. Es un método físico de separación, donde los componentes se distribuyen en dos fases: una fase estacionaria y una fase móvil, que se va moviendo y transporta a los componentes a distintas velocidades por el lecho estacionario. Los procesos de retención se deben a continuas

adsorciones y desorciones de los componentes de la muestra a lo largo de la fase estacionario. (1).

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida (HPLC).
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. (1).

## 1.7 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

La mayoría de estas técnicas se basan en la interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de una radiación mayor es la energía asociada. Dependiendo de la longitud de onda tenemos distintas radiaciones. (57)

Las técnicas que se basan en estas propiedades pueden ser:

- Espectrometría de UV visible.
- Espectrofotometría de fluorescencia.
- Espectrofotometría infrarroja.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Fotometría de llama.
- Espectrometría de masas.
- Resonancia magnética nuclear (RMN) y Resonancia de spin electrónico (RSN). (57)

## 1.8 EVALUACIÓN SENSORIAL

La "Evaluación Sensorial" es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos.

Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. (58)

Los sentidos clásicos son el olfato, gusto, vista, tacto y cinestético. Son diversos los criterios reportados en la literatura con relación al peso e importancia de cada una de las propiedades sensoriales en la calidad y aceptación de un producto alimenticio. En este sentido hay que considerar que la evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, por tanto no debe absolutizarse que una propiedad en particular es la que define la calidad de un producto dado; sino que existe una interrelación entre ellas, que no permite por tanto menospreciar el papel de ninguno de estas. (58)

### 1.8.1 ATRIBUTOS SENSORIALES

- Gusto y sabor
- Aroma y olor
- Color y apariencia

#### 1.8.1.1 Gusto y sabor

Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. El resto de las sensaciones gustativas proviene de mezclas de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.

Se define "sabor" como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor.(58)

### **1.8.1.2 Aroma y olor**

Olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato, por eso en el lenguaje común se confunden y usan como sinónimos.

El sentido del olfato se ubica en el epitelio olfatorio de la nariz. Está constituido por células olfatorias ciliadas, las que constituyen los receptores olfatorios. Es un órgano versátil, con gran poder de discriminación y sensibilidad, capaz de distinguir unos 2000 a 4000 olores diferentes. La importancia de los aromatizantes radica en la función que desempeñan. Y así por ejemplo, puede mezclarse con el aroma propio del alimento al que se agrega; anulándolo; puede generarse una mezcla íntima de ambos, produciéndose un nuevo aroma; o bien puede resultar una, mezcla parcial, manteniéndose las características aromáticas de ambos y desarrollándose además un nuevo aroma. (58)

### **1.8.1.3 Color y apariencia**

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. Todos estos factores determinan el color que se aprecia: longitud de onda, intensidad de luz y grado de pureza.

El sentido de la visión es estimulado por impresiones luminosas o radiantes que pueden provenir de grandes distancias, éstas pasan por las lentes de los ojos y son enfocadas como imágenes en la retina. (58)

La visión es de importancia fundamental para la evaluación de aspecto y color. El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad.

El consumidor espera un color determinado para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc. (58)

## 1.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un alimento permite: Conocer la fuente de contaminación del producto en examen. Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.

Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor. Establecer en que momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su período de conservación. Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. (8)

### 1.9.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen mas lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productoscerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. (8)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y

hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. (8)

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (8)

### 1.9.2 COLIFORMES TOTALES

La definición generalmente aceptada para el término “coliformes” describe a estos microorganismos como bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas, aunque algunos pueden ser fermentadores tardíos o no fermentadores, como *Citrobacter* y *Serratia*, respectivamente.

La mayoría de los coliformes pueden encontrarse en la flora normal del tracto digestivo del hombre o animales, por lo cual son expulsados especialmente en las heces, por ejemplo *Escherichiacoli*. Por esta razón, su presencia constante en la materia fecal, los coliformes son el grupo más ampliamente utilizado en la microbiología de alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas. Como los coliformes también pueden vivir en otros ambientes, se distingue entre coliformes totales y coliformes fecales (27).

El uso de los coliformes como indicador sanitario puede aplicarse para:

- La detección de prácticas sanitarias deficientes en el manejo y en la fabricación de los alimentos.
- La evaluación de la calidad microbiológica de un producto, aunque su presencia no necesariamente implica un riesgo sanitario, cuando los coliformes son de origen no-fecal.
- Evaluación de la eficiencia de prácticas sanitarias e higiénicas en el equipo.
- La calidad sanitaria del hielo y los distintos tipos de agua utilizados en las diferentes áreas del procesamiento de alimentos.

La demostración y la cuenta de microorganismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivos líquidos o sólidos con características selectivas o diferenciales. Para la cuenta en placa se usa el agar-lactosa-bilis-rojo violeta. (27)

### **1.9.3 Coliformes totales y coliformes fecales**

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los *coliformes fecales* aquellos de origen intestinal.

Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal (27)

### **1.9.4 Coliformes e Higiene de alimentos**

En la higiene de alimentos los coliformes no se consideran indicadores de contaminación fecal sino solamente indicadores de calidad. Los coliformes totales se usan para evaluar la calidad de la leche pasteurizada, leche en polvo, helados, pastas frescas, fórmulas para lactantes, fideos y cereales para el desayuno. Los *coliformes fecales* se usan para evaluar los mariscos frescos. Por último, la *E. coli* se usa como indicador en quesos frescos, quesillos, cereales, masas con relleno, alimentos infantiles, cecinas cocidas y verduras frescas (27).

## CAPÍTULO II

### 2. PARTE EXPERIMENTAL

#### LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia de Tecnología Ambiental. CESSTA-ESPOCH.

#### 2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

##### 2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) suministrado por la ONG LA GANBOINA de la ciudad del Coca.

##### 2.2.2 MATERIALES

- Balones aforados de 1000mL, 250 mL y 500 mL
- Balones Kjeldahl
- Baño María
- Bureta de 50 mL
- Caja de guantes estériles

- Caja de mascarillas
- Caja de parafilm
- Caja de tiras indicadoras de pH
- Cajas petri E140 x 15 mm
- Cápsula de porcelana
- Crisol
- Desecador
- Embudo
- Erlenmeyer 250 mL
- Espátula
- Fundas plástica de 10 x 15 pulgadas
- Gradillas
- Mechero
- Pinza de bureta
- Pinza de cápsula
- Pliegos de papel filtro
- Refrigerante
- Reverbero eléctrico
- Rollos de papel aluminio
- Tubos de ensayo
- Varillas
- Vasos de precipitación de 100, 250, y 500mL

### 2.2.3 EQUIPOS

- Autoclave
- Balanza de precisión( Scientech)
- Bomba de vacío (Ruchi)
- Cámara fotográfica
- Computadora
- DeanStar
- Desecador

- Deshidratador de Bandejas
- Equipo de MicroKjeldhal
- Equipo Soxhlet
- Estufa ( Memmet)
- HPLC (Shimadzu)
- Mufla ( Memmet)
- Potenciómetro
- Refrigeradora ( Electrolux)
- pHmetro ( Hanna )
- Selladora (PFS)

#### 2.2.4 REACTIVOS

- Ácido acético al 5%
- Ácido clorhídrico al 10%
- Ácido Fosfórico 0,5 M
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Alcohol
- Azul de metileno
- Desinfectante
- Estándar de Ácido ascórbico
- Etanol
- Éter etílico
- Hexano
- NaOH hidróxido de sodio
- Silica gel
- Solución de Fehling A y B
- Solución de Carrez I y II
- Tolueno

### 2.2.5 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Saboraud
- Agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta o eosina.

## 2.3 MÉTODOS

pH NTE INEN 389: Potenciometría

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES (Técnica NTE INEN 382)

DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049)

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método De Fheling)

DETERMINACIÓN DE VITAMINA C (HPLC)

DETERMINACIÓN DE CAROTENOS TOTALES (Técnica AOAC 970-64)

### 2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

#### 2.3.1.1 DESHIDRATACIÓN DE PULPA DE COCONA A TRES TEMPERATURAS DIFERENTES (60,70 Y 80 °C)

Se deshidrató la pulpa de cocona a tres temperaturas diferentes (60, 70 Y 80 °C) para lo cual se uso un deshidratador de bandejas construido por Rene Rolando Capelo y Jorge Javier Maji en el año 2008, este presenta las siguientes características:

La cámara de secado de sustancias sólidas, tiene un volumen de 0.120 m<sup>3</sup>, dispone de cinco bandejas rectangulares con un área individual de 0.192 m<sup>2</sup>; las bandejas son de acero inoxidable con perforaciones de 1 cm de diámetro por donde circula y fluye en el aire caliente sobre el material a secar; un caldero cuya función es calentar el aire; una puerta frontal de vidrio que permite visualizar el material a secar.

El procedimiento de deshidratado de la cocona consta de:

1. Lavar las bandejas con solución de cloro diluida.
2. Secar las bandejas.

3. Se procede a encender el deshidratador, se programa la temperatura (60,70 Y 80 °C) a la cual el producto va a ser deshidratado.
4. Pesar cada bandeja con cuatro platos de espumafión en una balanza técnica, registrar el peso.
5. Añadir 50 g de pulpa de cocona en cada plato (200 g/bandeja); registrar el peso.
6. Cuando el deshidratador alcance la temperatura programada introducir las bandejas y tomar lecturas de la variación de masa cada 10 minutos.
7. Una vez obtenidas masas constantes se retiran las bandejas del deshidratador y se procede a empaquetar los platos de espumafión con la muestra al vacío en fundas especiales.
8. Se construye una grafica de humedad en función del tiempo para determinar el tiempo óptimo de secado.

La pulpa de cocona fue analizada en condición fresca carotenos totales y vitamina C. Las muestras deshidratadas a 60, 70 y 80°C que contienen una cantidad de humedad límite se someten al análisis de los indicadores del valor nutricional (carotenos totales y vitamina C).

Las concentraciones de los productos deshidratados serán comparados con la pulpa de cocona fresca.

Se realiza el análisis físico, bromatológico y microbiológico de la pulpa de cocona y del deshidratado seleccionado.

#### 2.3.1.1 Análisis físico de la cocona:

- **pH NTE INEN 389** : Potenciometría
- **Color:** Organoléptica
- **Sabor:** Organoléptica
- **Olor** : Organoléptica

La evaluación sensorial consiste en determinar características organolépticas por medio de los sentidos; en la presente investigación el análisis se lo realiza mediante apreciación

de color, olor y sabor; para lo cual se reúne el Ing. Marcelo Heredia, delegado de La Gamboina y el Sr. Felipe Paredes, investigador y determinan los parámetros descritos por consenso.

### **2.3.1.2 Análisis Bromatológico de la cocona fresca y deshidratada:**

#### **DETERMINACIÓN DE pH.**

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 389. Ver Anexo N°1

#### **DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES(Técnica NTE INEN 382)**

##### **Principio.**

Consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante, el secado tiene una duración de 2-3 horas.

##### **Procedimiento.**

- Pesarse de 1 a 10g de muestra (previamente realizado el demuestre) en papel aluminio, papel aluminio; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
- Colocar en la estufa a  $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por un lapso de 2 a 3 horas.
- Saque el crisol de la estufa y colóquela en el desecador, para enfriar a temperatura ambiente.
- La determinación debe realizarse por duplicado

##### **CÁLCULOS.**

$$SS(\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Donde:

SS=sustancia seca en porcentaje en masa.

m= masa de la cápsula en g.

m<sub>1</sub>=masa de la cápsula con la muestra en g.

m<sub>2</sub>=masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g.

## **DETERMINACIÓN HUMEDAD HIGROSCÓPICA**

La muestra desecada a 70°C de temperatura, aun contienen cierta cantidad de agua llamada humedad higroscópica; la humedad higroscópica químicamente esta enlazada con sustancias de la muestra y depende de la composición e higroscopia de la misma.

Se determina la humedad higroscópica de las muestras en la estufa a 105 °C por un tiempo de 12 horas.

$$\text{Humedad}(\%) = 100 - \% \text{SS}$$

## **DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)**

### **Principio**

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 550°C ± 25°C., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO<sub>2</sub>, agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

### **Procedimiento**

- Colocar la cápsula en la mufla y calentarla durante 550°C ±25°C; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0,1 mg.
- Pesar en la cápsula, 10 g con aproximación al 0,1 mg colocar sobre la fuente calórica a 105 °C ±25°C para evaporación.
- Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en un mechero y en la sorbona, para calcinar hasta ausencia de humos.
- Colocar la cápsula con su contenido en la mufla a 550°C ±25°C, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.

- Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcina nuevamente en la mufla a  $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de cuatro horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de ese tiempo se saca al desecador por 30 minutos
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a  $500^{\circ}\text{C} - 550^{\circ}\text{C}$ , hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (esto se obtiene al cabo de 2 a 3 h).
- Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0,1 mg.

## CÁLCULOS

Porcentaje de Ceniza:

$$C(\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Donde:

%C = Porcentaje de cenizas.

m = masa de la cápsula vacía en g

m1 = masa de cápsula con la muestra húmeda en g.

m2 = masa de la cápsula con las cenizas en g.

## DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

### Principio

Se basa en la sucesiva separación de minerales , proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo el tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

## Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. ( $W_1$ )
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. ( $W_2$ )
- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de  $H_2SO_4$  al 7% mas 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20mL de NaOH al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración, colocar los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.
- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C.
- Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia. ( $W_3$ )

- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas.(W4)
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

### Cálculos

Porcentaje de Fibra en muestra seca y desengrasada:<sup>3421</sup>

$$\%F.B.SD. = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

F = fibra

W<sub>1</sub> = peso del papel solo

W<sub>2</sub> = peso del papel más muestra húmeda

W<sub>3</sub> = peso del crisol más muestra seca y desengrasada

W<sub>4</sub> = peso del crisol más cenizas

### Fibra bruta en base seca:

$$\%F.B.S. = \frac{100 * \%FB}{\%MS}$$

Donde:

%F.B.S =% Fibra en Base Seca.

%FB =% Fibra Bruta

%M.S =% Matéria Seca.

## **DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA** (Técnica AOAC 2049)

### **Principio**

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar  $\text{CO}_2$  y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.

### **Procedimiento**

- Pesar exactamente alrededor de 40 mg de muestra e introducirla en el balón de digestión Kjeldahl.
- Anadir: 1.5g de Sulfato de Potasio o Sulfato de Sodio; 40mg de HgO y 3 mL de Ácido Sulfúrico concentrado procurando no manchar las paredes del mismo.
- Colocar el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido transparente
- Enfriar el balón y su contenido, adicionar 4 mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica.
- Verter lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4mL de agua destilada para enjuagar el balón.
- Cerrar la llave y añadir 8mL de Hidróxido de Sodio al 40% y 2mL de Tiosulfato de Sodio al 5% dejando pasar lentamente al balón de destilación.
- Recibir el destilado en un vaso conteniendo 6mL de Ácido Bórico 4%, al que se le añade una o dos gotas de indicador mixto rojo de metilo y Bromocresol, (400mg de rojo de metilo mas 250mg de verde de Bromocresol. Disuelto en 250mL de Etanol al 95%).
- El tubo de salida del destilador debe estar sumergido en el vaso que contiene los reactivos.
- Destilar hasta obtener unos 15mL de destilado

- Titular el destilado con HCl N/10
- La determinación debe hacerse por duplicado.

### **Cálculos**

Porcentaje de Proteína:

$$\%P = (1.4)(F)\{V1N1/m\}$$

Donde:

% P = Contenido de Proteína en porcentaje en masa.

F= Factor para transformar el N<sub>2</sub> en proteína, que es específico para cada alimento

V1 = Volumen de HCl N/10 empleado para titular la muestra en mL

N1 = Normalidad del HCl.

m = peso de la muestra en gramos

### **Proteína en Base Seca:**

$$\%P.B.S = \frac{100 \times \%PB}{\%M.S.}$$

Donde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%PB = % Proteína Bruta

%M.S.= %Materia Seca.

### **DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método De Fheling)**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la

medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

## **Azúcares Totales**

### **Procedimiento**

- Pesar 5g de muestra previamente preparada (desmuestra).
- Colocar en un balón volumétrico de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo 20 minutos.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.
- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un Erlenmeyer de 250mL colocar 5 mL de solución del Fehling A y 5 mL de solución del Fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calórica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0.5mL de solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al primer minuto y cincuenta y cinco segundos de ebullición adicionar 3 gotas de solución indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0.1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0,5mL.
- Titular al ritmo de 0,05mL cada 10 segundos.
- El tiempo final debe alcanzar en un periodo de ebullición de dos a tres minutos.

## Cálculos

Porcentaje de Azúcares Totales:

$$\%AT = ((A)(a)(100) / (W)(V))$$

Donde:

% AT = Porcentaje de Azúcares Totales.

A =Aforo de la muestra.

a = Título de Fehling.

W=Peso de la muestra en gramos.

V =Volumen gastado en la titulación.

## Azúcares Reductores

### Procedimiento

- Pesar 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en balón de 500mL, adicionar 15mL de solución de Carrez I y 15mL de solución de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 500mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.
- En un Erlenmeyer de 250mL colocar 5 mL de solución del Fehling A y 5 mL de solución del Fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calórica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeña cantidad de 0.5mL de solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al primer minuto y cincuenta y cinco segundos de ebullición adicionar 3 gotas de solución indicadora de azul de metileno al 1% y continuar la titulación a ritmo de 0.1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0,5mL.
- Titular al ritmo de 0,05mL cada 10 segundos.

- El tiempo final debe alcanzar en un periodo de ebullición de dos a tres minutos.

### **Cálculos**

Porcentaje de Azúcares Reductores:

$$\%AR = ((A)(a)(100) / (W)(V))$$

Donde:

% AR = Porcentaje de Azúcares Reductores

A = Aforo de la muestra

a = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

### **Azúcares no Reductores**

Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales con la siguiente fórmula.

$$\% ANR = \%AT - \%AR$$

### **2.3.1.3 ANÁLISIS DEL VALOR NUTRACEÚTICO DE LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA:**

#### **DETERMINACIÓN DE VITAMINA C**

Para este ensayo se utilizó el método de: Cromatografía líquida de alta resolución.

#### **Principio**

Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254 nm.

### **Condiciones del Equipo del HPLC**

Columna= C18 25cm

Flujo= 1mL / min

$\lambda$  Detección = 254nm

Fase móvil = Ácido fosfórico 0.05 M

### **Preparación del estándar de Vitamina C (5 ppm)**

- Pesar exactamente 0.0025 g de Ácido ascórbico estándar.(50 ppm)
- Aforar a 50 mL con ácido fosfórico 0.05M
- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10mL con ácido fosfórico 0.05M (Solución estándar de Vitamina C).(5 ppm)
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo de la pulpa de cocona fresca**

- Pesar exactamente 1 g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M.
- Colocar en el ultrasonido por 5 minutos.
- Filtrar por filtro la solución.
- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10 mL con ácido fosfórico 0.05 M.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo de la cocona deshidratada**

- Pesar exactamente 1g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M.
- Colocar en el ultrasonido por 5 minutos.

- Tomar una alícuota de 1mL de la solución y aforar a 10 mL con ácido fosfórico 0.05 M.
- Filtrar por filtro la solución.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Cuantificación de Vitamina C**

$$\text{Concentración de vitamina C } \left( \frac{\text{ug}}{\text{g}} \right) = \frac{A.M \times C.E \times F.D}{A.E}$$

Donde:

Vit.C(ug/g)= Concentración de vitamina C

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

### **DETERMINACIÓN DE CAROTENOS TOTALES (AOAC 960.74)**

Para este ensayo se uso el método de espectrofotometría

#### **Principio**

Consiste en la determinación de la absorbancia en el campo visible a una longitud de onda de 436 nm.

#### **Preparación del estándar de Carotenos Totales.**

**Solución stock**-1,0 mili molar (mM).(Phenylazol)-2-naphthol(solvente amarillo 14; Sudan I)

- Recristalice el estándar procedente del alcohol absoluto caliente.

- Secar los cristales en una estufa al vacío a 70°C.
- Disolver 0,1241 g en 500 mL de acetona-isopropanol (1 + 1).

#### **Solución de trabajo 0.04 mM**

- Diluya 20 mL de solución stock a 500 mL con *acetona-isopropanol*(1 + 1). Almacenar en oscuridad.

#### **Extracción del principio activo de la muestra**

- Con precisión pese 2 g de la porción de la prueba en un matraz de 100 mL. Test de ejemplo pasar por el tamiz N° 40.
- Pipetear 30 ml de solvente (Hexano-acetona-alcohol-tolueno (10 + 7 + 6 + 7)) en un matraz, taparlo, y agitar 1 min.

**Saponificación en caliente.**-Pipetear 2 ml de KOH 40 % metanólico en el matraz, mezclar por un minuto y colocarlo en un baño de agua a 56°C por 20 min. Enfriar el matraz para evitar la pérdida del solvente. Mezclar en frío y deje reposar en la oscuridad 1 h. Pipetear 30 mL de hexano en el matraz., mezcle por un minuto, diluya a volumen con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%: agite vigorosamente por 1 min y deje en la oscuridad por una hora antes de la cromatografía. La fase usada tiene un volumen de 50 mL y es la más alta en el tubo cromatográfico.

**Separación en el tubo Cromatográfico.**- Coloque en el fondo del tubo cromatográfico algodón o lana de vidrio para tapar el fondo y agregue una capa de 12 cm del Adsorbente (silica gel G y tierra de diatomeas Hyflo Supercel 1:1). Aplicar vacío y agregar una capa más de adsorbente de 7 cm.

Aplane el adsorbente. Coloque una capa de 2 cm de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sobre el adsorbente y presione firmemente.

**Carotenos totales.**-Con un matraz de 25 mL como reservorio, pipetear 5 mL de la fase más alta que está sobre la columna y ajuste el vacío para que fluyan de 2 a 3 gotas, controlar el flujo todo el tiempo. Agregar eluyente (Hexano-acetona (96:4) hasta completar el volumen del matraz. Libere el vacío. Coloque la solución en la oscuridad

hasta alcanzar la temperatura ambiente, y diluya a volumen con el eluyente. Mezcle e inmediatamente lea la absorbancia

### **Extracción del principio activo de la muestra**

- Con precisión pese 2 g de la porción de la prueba en un matraz de 100 mL. Test de ejemplo pasar por el tamiz N ° 40.
- Pipetear 30 ml de solvente (Hexano-acetona-alcohol-tolueno (10 + 7 + 6 + 7)) en un matraz, taparlo, y agitar 1 min.
- Agregar 1 mL de agua.

Repetir los pasos de saponificación en caliente, separación en tubo cromatográfico y de carotenos totales.

### **Cuantificación de Carotenos Totales**

$$\text{Carotenos Totales } \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{Abm} * \text{Cst} * \text{f}}{\text{Abst}}$$

Donde:

Carotenos Totales (  $\mu\text{g/g}$ )= Concentración de Carotenos Totales

Abm = Absorbancia de la Muestra

Abst = Absorbancia del Estándar

Cst = Concentración del Estándar

f = Factor de Dilución

#### **2.3.1.14. Análisis microbiológico de la cocona fresca y deshidratada:**

##### **DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras)**

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10. VER ANEXO 2

##### **DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES**

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 158 VER ANEXO 3.

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL

En la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la cocona con los mismos, permitiendo un control del producto fresco y deshidratado. Como se ve en el Cuadro N° 1 Los parámetros tanto para la cocona fresca como para la cocona deshidratada, son iguales a la percepción de los sentidos, es decir conserva sus características sensoriales.

**CUADRO No. 1. RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA.**

<b>Aspectos sensoriales</b>	<b>COCONA</b>	
	<b>Fresca</b>	<b>Deshidratada</b>
Color	Amarillo	Amarillo
Olor	Agradable	Agradable
Sabor	Característico	Característico

### 3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA

En el proceso de deshidratación se uso un secador de bandejas de capacidad de 3 Kg por cada bandeja.

Se realizaron cálculos específicos para las curvas de deshidratación a tres temperaturas de secado (60, 70 y 80°C) y estos son:

Cálculo de la humedad del sólido

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f}$$

Donde:

$X_i$  = Humedad del sólido

$W_s$  = Peso del sólido

$W_f$  = Peso final del sólido

Cálculo del área expuesta al secado

$$A = a \times h$$

Donde:

A = Área de secado

a = Ancho de la bandeja = 0,403m

h = Largo de la bandeja = 0,477m

Para el efecto se empezó con la temperatura de 60°C.

**Peso de la bandeja**= 1248.1 g

**W<sub>s</sub>**= 1448,1 g

**W<sub>f</sub>**= 1266,3 g

Cálculos

Ms = Bandeja con muestra (g) – peso de la bandeja vacía (g)

$$Ms = 1448.1 - 1248.1 \text{ g}$$

$$Ms = 200 \text{ g}$$

$$Xi = \frac{Ws - Wf}{Wf}$$

$$Xi = \frac{1448.1\text{g} - 1266.3\text{g}}{1266.3}$$

$$Xi = 0.1436$$

Donde:

Tiempo (min) = tiempo de secado en minutos

Bandeja (g) = Peso de la bandeja mas la muestra en gramos

Ms = Masa seca en gramos

X<sub>i</sub> = Humedad del sólido (Kg agua/ Kg sólido)

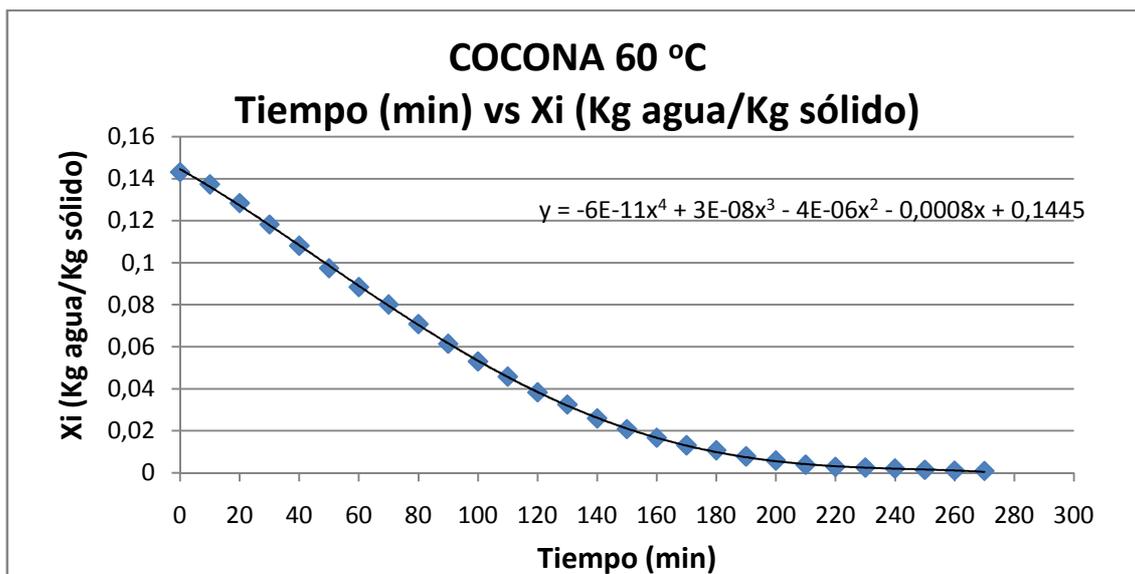
W<sub>s</sub>= Peso inicial del sólido

W<sub>f</sub>= Peso final del sólido

Se evidencio que a un tiempo de 280 minutos es decir 4.67 horas el peso de la cocona es constante, tal como se observa en el Cuadro No. 2 y Gráfico No.1.

**CUADRO No. 2. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 60 °C**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Bandeja+Muestra(g)</b>	<b>Ms (g)</b>	<b>Xi Kg agua/ Kg sólido</b>
0	1448,1	200,0	0,1436
10	1440,2	191,5	0,1373
20	1428,9	180,2	0,1284
30	1416	167,3	0,1182
40	1403,2	154,5	0,1081
50	1389,7	141,0	0,0974
60	1378,3	129,6	0,0884
70	1367,7	119,0	0,0801
80	1356,0	107,3	0,0708
90	1344,1	95,4	0,0614
100	1333,4	84,7	0,0530
110	1324,3	75,6	0,0458
120	1314,8	66,1	0,0383
130	1307,4	58,7	0,0325
140	1299,1	50,4	0,0259
150	1292,7	44,0	0,0208
160	1287,4	38,7	0,0167
170	1282,9	34,2	0,0131
180	1279,9	31,2	0,0107
190	1276,2	27,5	0,0078
200	1273,7	25,0	0,0058
210	1271,1	22,4	0,0038
220	1269,9	21,2	0,0028
230	1269,5	20,8	0,0025
240	1268,8	20,1	0,0020
250	1268,1	19,4	0,0014
260	1267,6	18,9	0,0010
270	1267,5	18,8	0,0009
280	1267,4	18,7	0,0009



**GRÁFICO No 1. CURVA DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 60°C**

Con la temperatura de 70°C se evidencio que al tiempo 250 minutos, es decir de 4.17 horas el peso de la cocona es constante, tal como se observa en el Cuadro No. 3 y Gráfico No.2

**CUADRO No 3. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 70 °C**

**Peso de la bandejavacia= 1252,1 g**

**W<sub>s</sub>= 1452,1 g**

**W<sub>f</sub>= 1269,9 g**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Bandeja+Muestra(g)</b>	<b>Ms (g)</b>	<b>Xi Kg agua/ Kg sólido</b>
0	1452,1	200,0	0,1435
10	1444,4	192,3	0,1374
20	1435,3	183,2	0,1302
30	1424,6	172,5	0,1218
40	1414,1	162,0	0,1136
50	1402,4	150,3	0,1043
60	1390,9	138,8	0,0953
70	1380,8	128,7	0,0873
80	1367,8	115,7	0,0771
90	1356,6	104,5	0,0683
100	1341,7	89,6	0,0565
110	1332,0	79,9	0,0489

120	1320,6	68,5	0,0399
130	1312,2	60,1	0,0333
140	1305,4	53,3	0,0280
150	1298,7	46,6	0,0227
160	1292,1	40,0	0,0175
170	1286,9	34,8	0,0134
180	1282,4	30,3	0,0098
190	1278,9	26,8	0,0071
200	1277,4	25,3	0,0059
210	1275,8	23,7	0,0046
220	1273,2	21,1	0,0026
230	1272,8	20,7	0,0023
240	1272,1	20,0	0,0017
250	1272,0	19,8	0,0017

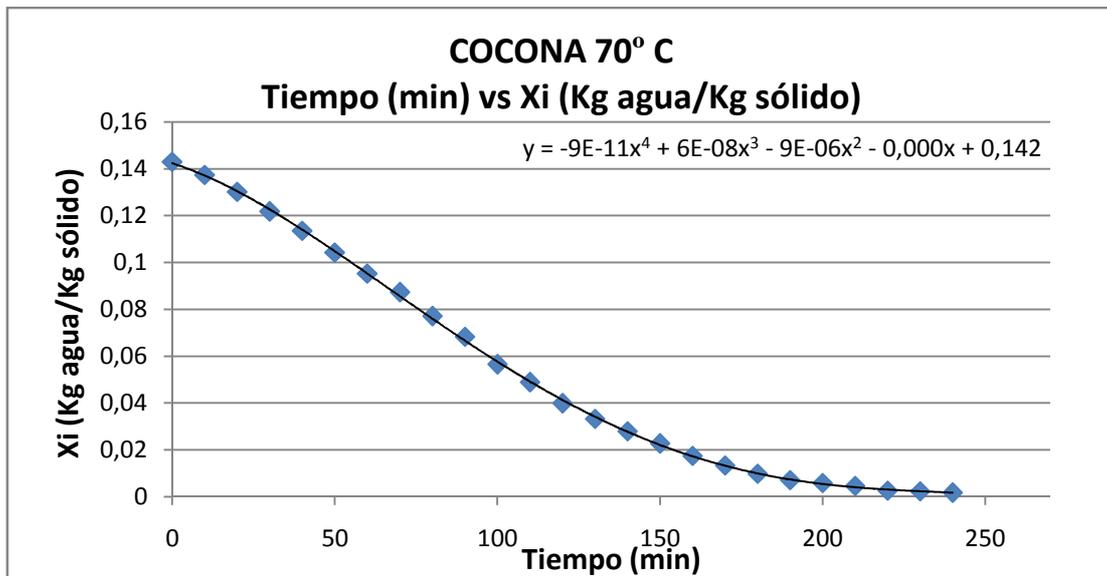


GRÁFICO N°2 . CURVA DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 70 °C

Y en la temperatura de 80°C el tiempo en el cual el peso de la cocona se vuelve constante fue de 220 minutos es decir de 3.67 horas, tal como se observa en el Cuadro No 4. Y en el Gráfico No 3.

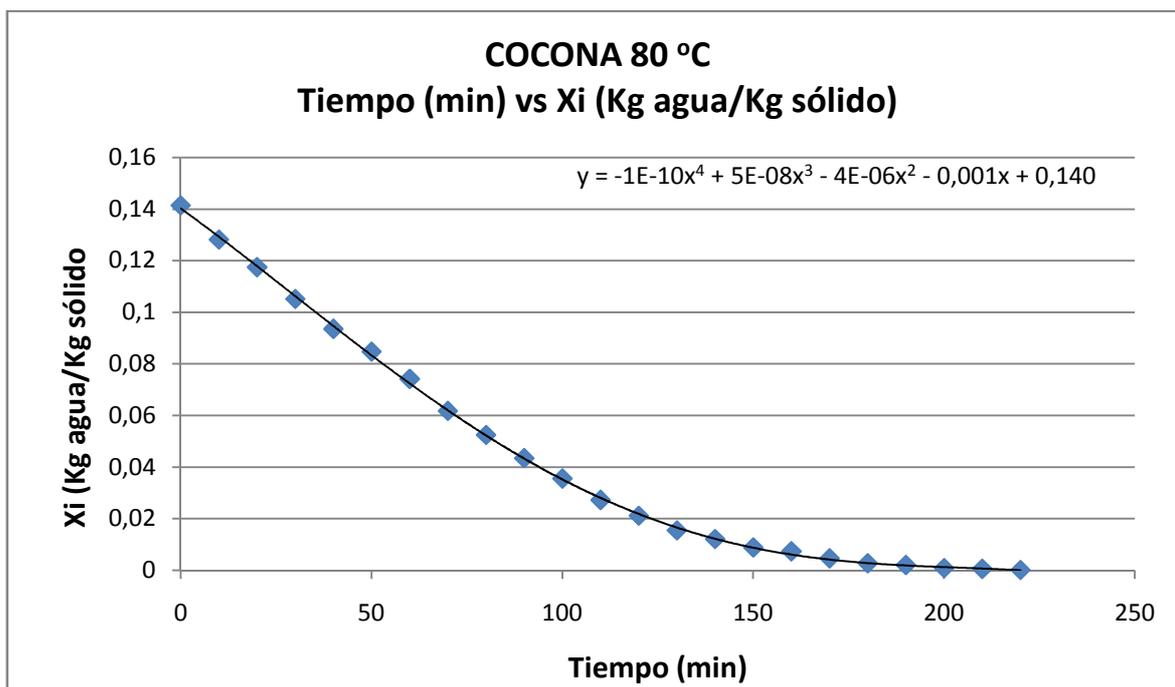
**CUADRO No 4. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 80 °C**

**Peso de la bandeja= 1250.7 g**

**W<sub>s</sub>= 1450,7 g**

**W<sub>f</sub>= 1270,2 g**

<b>Tiempo(min)</b>	<b>Bandeja+Muestra (g)</b>	<b>m.s (g)</b>	<b>Xi (Kg agua/ Kg sólido)</b>
0	1450,7	200,0	0,1421
10	1433,0	182,3	0,1282
20	1419,5	168,8	0,1175
30	1403,8	153,1	0,1052
40	1389,1	138,4	0,0936
50	1377,9	127,2	0,0848
60	1364,5	113,8	0,0742
70	1348,7	98,0	0,0618
80	1336,9	86,2	0,0525
90	1325,5	74,8	0,0435
100	1315,4	64,7	0,0356
110	1304,9	54,2	0,0273
120	1297,1	46,4	0,0212
130	1289,9	39,2	0,0155
140	1285,7	35,0	0,0122
150	1281,5	30,8	0,0089
160	1279,6	28,9	0,0074
170	1276,2	25,5	0,0047
180	1273,7	23,0	0,0028
190	1272,9	22,2	0,0021
200	1271,4	20,7	0,0009
210	1271,0	20,3	0,0006
220	1270,9	20,2	0,0006



**GRÁFICO No 3. CURVA DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA A 80 °C**

Como se evidencia en los cuadros anteriores, a las tres temperaturas que fue sometida la cocona, existe una marcada diferencia en lo que corresponde al tiempo de deshidratación, determinándose experimentalmente que a mayor temperatura menor tiempo de secado, siendo así que para una temperatura de 60°C el tiempo de secado es de 280 minutos es que corresponde a 4,67 horas, mientras a 70°C el tiempo es de 250 minutos, es decir de 4,17 horas y para la temperatura final de 80°C el tiempo es de 220 minutos es decir de 3,67. Cabe recalcar que a las temperaturas de 60°C y 70°C la cocona conserva sus características sensoriales, no así a 80°C donde el color cambia drásticamente. En los tres casos el peso final de la cocona varía notablemente del deshidratado, afectando la textura del mismo debido lógicamente a la pérdida de agua.

### 3.3 CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES

Obtenida la cocona deshidratada, se procedió a realizar el análisis del contenido de carotenos totales en muestras deshidratadas a 60, 70 y 80 °C.

No se reportan valores de carotenos totales de cocona en fuentes bibliográficas.

**CUADRO No.5 CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES EN BASE FRESCA Y BASE SECA EN COCONAS DESHIDRATADAS.**

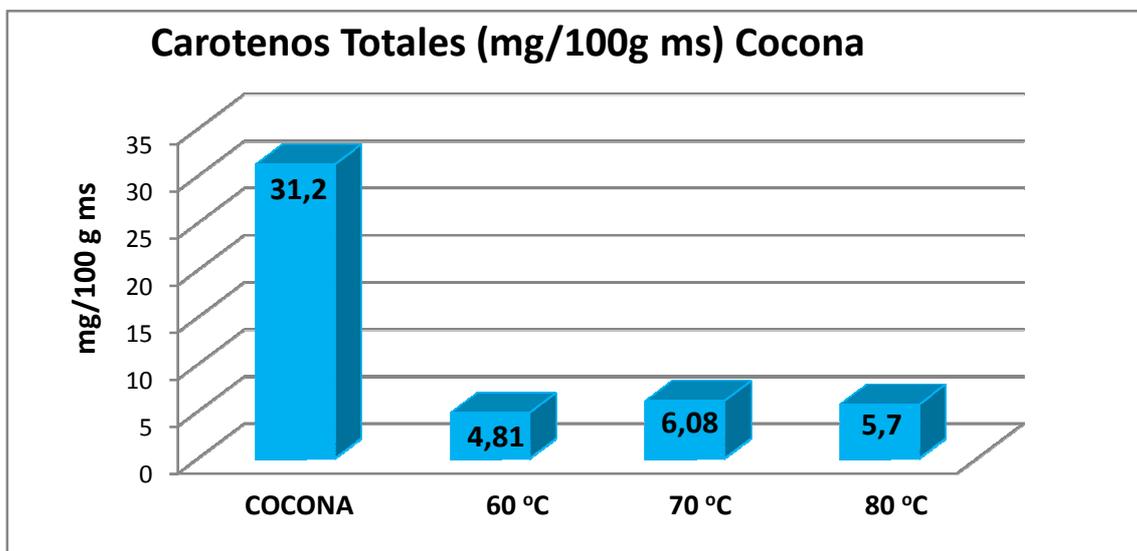
COCONA	CAROTENOS TOTALES (mg/100g)		
	Base fresca	% Humedad	Base seca
Muestra no deshidratada	3,78	87,90	31,20
Deshidratada a 60°C	4,13	14,33	4,81
Deshidratada a 70°C	5,24	13,89	6,08
Deshidratada a 80°C	4,98	12,57	5,70

**CUADRO No.6 CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES (BASE SECA) Y % DE PÉRDIDAS EN COCONAS DESHIDRATADAS.**

COCONA	TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN (min)	CAROTENOS TOTALES (mg/100g) BASE SECA	
		Base seca	% Pérdidas
Muestra no deshidratada	-	31,20	-
Deshidratada a 60°C	280	4,81	84,6
Deshidratada a 70°C	250	6,08	80,5
Deshidratada a 80°C	220	5,70	81,7

Determinándose que el contenido de carotenos totales de la muestra de cocona en base seca es de 31,20 mg/100g, siendo este el valor referencial para con las muestras deshidratadas a diferentes temperaturas; mientras que a una temperatura de 60°C el contenido de carotenos totales es de 4,81 mg/100g en base seca con una pérdida de 84,6 %; a una temperatura de 70°C el contenido de carotenos totales es de 6,08 mg/100g base seca con una pérdida de 80,5%; mientras que a 80°C el contenido de carotenos totales

es de 5,70 mg/100g base seca con una pérdida de 81.7% tal como se observa en el Cuadro N° 5 y Cuadro N° 6. Las pérdidas de carotenos totales son altas a las tres temperaturas de deshidratación (60,70 y 80°C) pero a la temperatura de 70°C los carotenos totales tienen un menor porcentaje de pérdidas (80,5%).



**GRÁFICO No. 4 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES (BASE SECA) EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 60°C, 70°C Y 80°C**

Existe una pérdida considerable de carotenos totales debido a la oxidación y temperatura donde los carotenos totales se degradan; es así que a la temperatura de 70°C existe 6.08 mg/100g m.s, en segundo lugar se encuentra el deshidratado a la temperatura de 80°C con 5.70 mg/100g m.s; demostrando una pérdida significativa a la temperatura de 60°C correspondiente a 4.81 mg/100g m.s como se observa en el Gráfico No 4.

### 3.4 CONTENIDO DE VITAMINA C

Obtenida la cocona deshidratada, se procedió a realizar el análisis del contenido de vitamina C en muestras deshidratadas a 60, 70 y 80 °C.

**CUADRO No.7CONTENIDO DE VITAMINA C EN BASE FRESCA Y BASE SECA EN COCONAS DESHIDRATADAS.y VALOR DE REFERENCIA DE LA MUESTRA**

COCONA	VITAMINA C (mg/100g)		
	Base fresca	% Humedad	Base seca
Muestra no deshidratada	60,37	87,90	498,90
Valor de referencia**	58.7 ± 3.2	88,52	511,3 ±27.9
Deshidratada a 60°C	61,72	14,33	72,04
Deshidratada a 70°C	72,74	13,89	84,47
Deshidratada a 80°C	68,27	12,57	78,08

\*\* FUENTE: HEREDIA, G.

En el Cuadro N° 7 se observa el contenido de vitamina C referencial y práctico; cuyo valor teórico en la muestra de cocona es de 511,3 ±27.9 mg/100g en base seca y 58.7 ± 3.2 en base fresca; por lo que el valor obtenido (498.90 mg/100g ms y 60,37mg/100gmf) en la presente investigación esta dentro de los límites permisibles del valor bibliográfico.

**CUADRO No.8CONTENIDO DE VITAMINA C (BASE SECA) Y PORCENTAJE DE PÉRDIDAS EN COCONAS DESHIDRATADAS.**

COCONA	TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN (min)	VITAMINA C (mg/100 g) BASE SECA	
		Base seca	% Pérdidas
Muestra no deshidratada	-	498,90	
Deshidratada a 60°C	280	72,04	85,6
Deshidratada a 70°C	250	84,47	83,1
Deshidratada a 80°C	220	78,08	84,3

Determinándose que el contenido de vitamina C de la muestra de cocona en base seca es de 498.90 mg/100g, siendo este el valor referencial para con las muestras deshidratadas a diferentes temperaturas; mientras que a una temperatura de 60°C el contenido de vitamina C es de 72,04 mg/100g base seca con una pérdida de 85,6 %; a una temperatura de 70°C el contenido de vitamina C es de 84,47 mg/100g base seca con una pérdida de 83,1% respectivamente, mientras que ha 80°C el contenido de vitamina C es de 78,08 mg/100g base seca con una pérdida de 84,3% tal como se observa en el

Cuadro N° 7 y Cuadro N° 8; Las pérdidas de vitamina C son altas a las tres temperaturas de deshidratación (60,70 y 80°C) pero a la temperatura de 70°C la vitamina C tienen un menor porcentaje de pérdidas (83,1%).

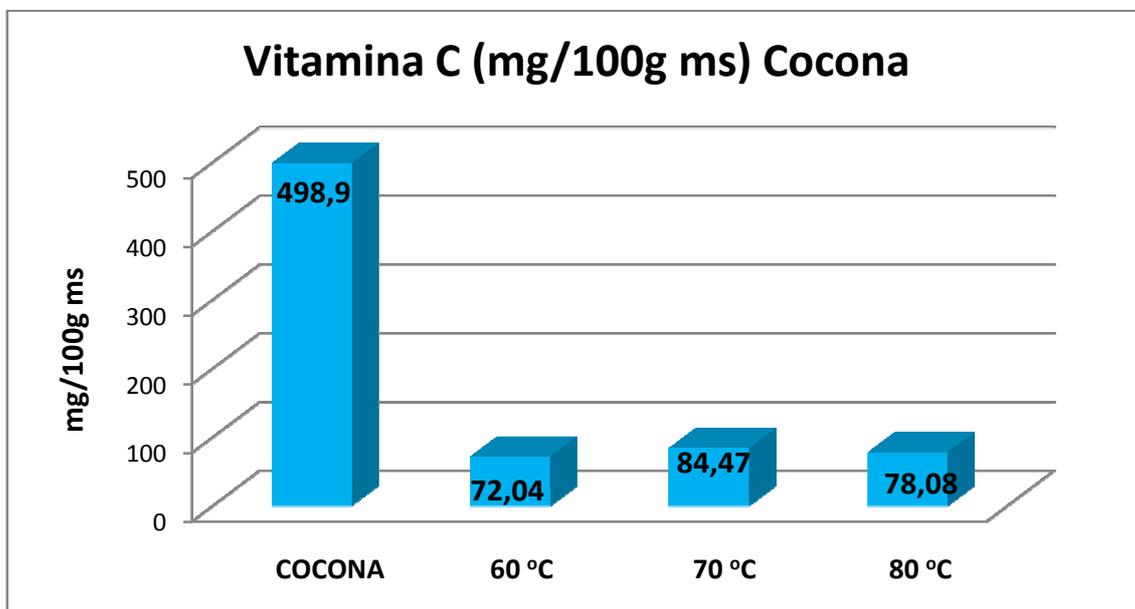


GRÁFICO No 5. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C (BASE SECA) EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 60°C, 70°C Y 80°C

Existe una pérdida considerable de vitamina C debido a la oxidación y a la temperatura lo cual produce su degradación; según la temperatura es así que a 70°C existe una concentración del 84.47 mg/100g m.s, donde existe una menor pérdida; a la temperatura de 80°C existe 78.08 mg/100g m.s; demostrando una pérdida considerable de vitamina C a la temperatura de 60°C correspondiente a 72.04 mg/100g m.s como se observa en el Gráfico No 5.

Para fines comparativos se uso el test ADEVA, que constituye una prueba estadística para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro de o más conjunto de datos.

Para este fin se comparo el contenido de vitamina C y carotenos totales de la cocona fresca expresado en base seca con el contenido de vitamina C y carotenos totales de la cocona deshidratada a las tres temperaturas (60 °C, 70 °C y 80 °C)

En los datos del Cuadro N° 5, 6, 7, 8,9 se puede apreciar las diferencias de contenido, obtenidas de los resultados a través del promedio.

La temperatura a la cual se perdió menor cantidad de estos componentes fue la de 70°C en el cual el valor promedio del contenido de carotenos totales (base seca) en la muestra de cocona varia de 31.20 mg/100g a 6,08 mg/100g en la cocona deshidratada a 70°C y de vitamina C (base seca) varia de 498,90 mg/100g a 84,47 mg/100g; de tal forma que el promedio de la cocona fresca y la deshidratada a 70°C no son las mismas existiendo un 80,5 % de pérdida de carotenos totales y un 83,1 % de pérdida de vitamina C.

### **TEST DE ADEVA PARA LA CONCENTRACIÓN DE CAROTENOS TOTALES EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA**

Para determinar la temperatura óptima en donde exista una menor perdida de carotenos totales se utilizó el Análisis de Varianza y el Análisis de Test de Tukey con los cuales se determino que es a 70°C donde existe menor pérdida de carotenos totales en la cocona

**CUADRO No.9ADEVA PARA EL CONTENIDO EN BASE SECA DE CAROTENOS TOTALES EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS (60, 70, 80 °C) FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA NO DESHIDRATADA**

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR**

##### **RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
MUESTRA	4	124,7933884	31,19834711	0,025043827
60	4	19,25995097	4,814987744	0,011036401
70	4	24,31773313	6,079433283	0,030434084
80	4	22,79537916	5,69884479	0,009277423

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>PC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	1979,790975	3	659,930325	34828,61684	6,72477E-24	3,490294819
Dentro de los grupos	0,227375205	12	0,018947934			
Total	1980,01835	15				

SC = Suma de cuadrados.

gl = Grados de libertad.

PC = Promedio de cuadrados.

P = probabilidad.

Con los resultados del ADEVA podemos comprobar que existe una diferencia significativa en el contenido de carotenos totales entre la cocona fresca y deshidratada a las tres temperaturas debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 34828,61684 es mayor que el valor teórico 3,490294819.

**CUADRO No.10 TEST DE TUKEY PARA EL CONTENIDO EN BASE SECA DE CAROTENOS TOTALES EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS (60, 70, 80 °C) FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA NO DESHIDRATADA.**

<b>CAROTENOS TOTALES</b>					
HSD de Tukey					
<b>TEMPERATURA</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
60,0000	4	4,814988			
80,0000	4		5,698845		
70,0000	4			6,079433	
,0000*	4				31,198347
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

\*COCONA FRESCA

De acuerdo con los resultados de Tukey podemos ratificar lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de carotenos totales entre la cocona fresca y deshidratada a las tres temperaturas correspondientes, debido a que cada muestra forma un subconjunto diferente es decir ninguna se superpone, pero por existir un contenido mayor de carotenos totales en la muestra elegida será la muestra número 3 correspondiente al de la cocona deshidratada a la temperatura de 70°C.

## TEST DE ADEVA PARA LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA

Para determinar la temperatura óptima en donde exista una menor pérdida de vitamina C se utilizó el Análisis de Varianza y el Análisis de Test de Tukey con los cuales se determino que es a 70°C donde existe menor pérdida de vitamina C en la cocona

**CUADRO No.11 ADEVA PARA EL CONTENIDO EN BASE SECA DE VITAMINA C EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS (60, 70, 80 °C) FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA NO DESHIDRATADA.**

### ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Muestra	4	1995,619835	498,9049587	28,30578512
60	4	288,1755574	72,04388934	0,402578854
70	4	337,8701661	84,46754152	0,812100042
80	4	312,3298639	78,08246597	0,838685578

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>PC</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	531291,8964	3	177097,2988	23333,63103	7,43435E-23	3,490294821
Dentro de los grupos	91,07744879	12	7,589787399			
Total	531382,9738	15				

SC = Suma de cuadrados.

gl = Grados de libertad.

PC = Promedio de cuadrados.

P = probabilidad.

Con los resultados del ADEVA podemos comprobar que existe una diferencia significativa en el contenido de vitamina C entre la cocona fresca y deshidratada a las tres temperaturas debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 23333,63103 es mayor que el valor teórico 3,490294821

**CUADRO No.12 TEST DE TUKEY PARA EL CONTENIDO EN BASE SECA DE VITAMINA C EN LA COCONA DESHIDRATADA A TRES TEMPERATURAS (60, 70, 80 °C) FRENTE A UNA MUESTRA DE COCONA NO DESHIDRATADA.**

VITAMINAC					
HSD de Tukey <sup>a</sup>					
TEMPERATURA	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
60,0000	4	72,043889			
80,0000	4		78,082466		
70,0000	4			84,467542	
,0000*	4				498,904959
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.\*COCONA FRESCA

De acuerdo con los resultados de Tukey podemos ratificar lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de vitamina C entre la cocona fresca y deshidratada a las tres temperaturas correspondientes, debido a que cada muestra forma un subconjunto diferente es decir ninguna se superpone, pero por existir un contenido mayor de vitamina C en la muestra elegida será la muestra número 3 correspondiente al de la cocona deshidratada a la temperatura de 70°C.

### 3.5 RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA MUESTRA DE COCONA Y DE SU DESHIDRATADO A 70°C

Todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron por duplicado de las dos variedades tanto para la cocona fresca como para el cocona deshidratada a 70°C; cuyos valores se encuentran expresados en peso seco.

**CUADRO No 13. CONTENIDO NUTRICIONAL EN BASE SECA EN MUESTRAS ESTUDIADAS DE COCONA**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>COCONA (mg/100g ms)</b>	<b>COCONA DESHIDRATADA A 70°C(mg/100g ms)</b>
HUMEDAD (%)	87,9	13,9
CENIZAS (%)	6,1	8,3
AZÚCARES TOTALES (%)	43,1	46,7
AZÚCARES REDUCTORES (%)	6,6	6,8
AZÚCARES NO REDUCTORES (%)	36,4	38,9
FIBRA (%)	5,5	6,0
PROTEÍNA (%)	8,8	9,0
pH	3.55	4.38

### 3.5.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

Como se aprecia en el Gráfico No 6 un promedio de humedad de 87,9 % en la cocona fresca y 13,9 % en su respectivo deshidratado; la pérdida de humedad se debió a que en el proceso de deshidratación el agua contenida en el alimento fue eliminada en forma de vapor mientras se aplica calor; de esta forma al haber menor cantidad de agua se garantizaría una conservación adecuada.

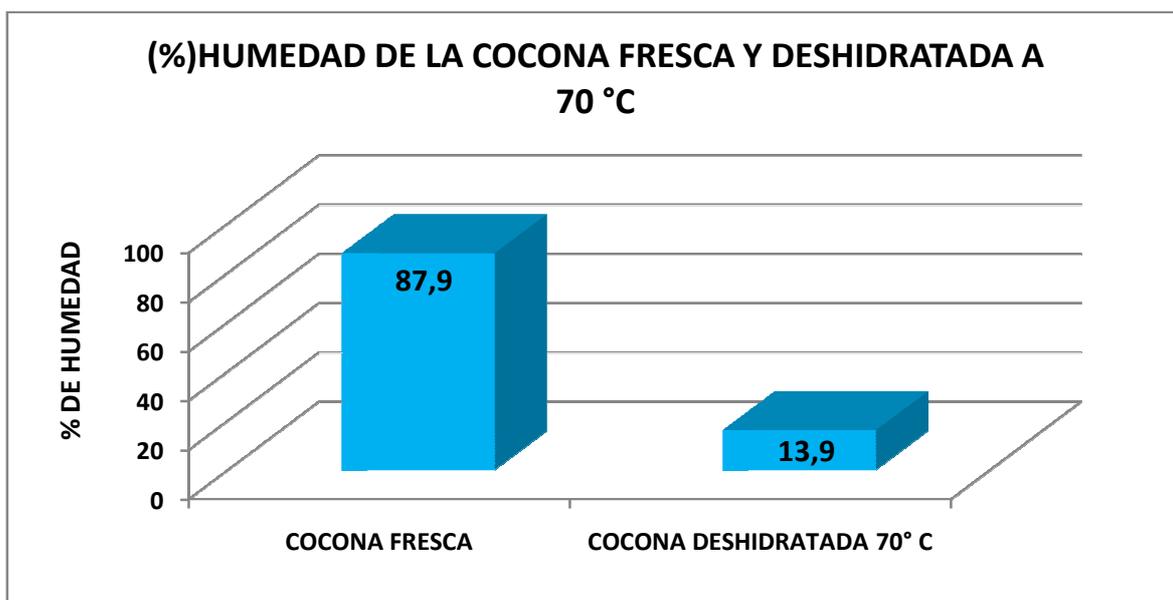
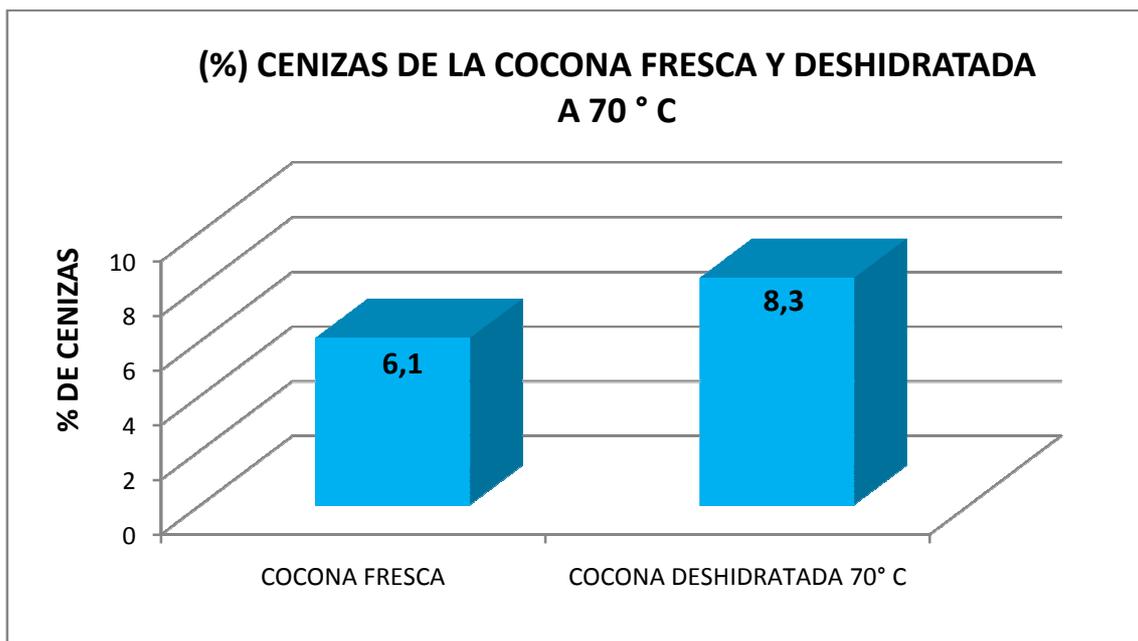


GRÁFICO No 6. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (BASE SECA) DE LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.

### 3.5.2 CONTENIDO DE CENIZAS

En la determinación de cenizas, se obtuvieron los siguientes resultados expresados en base seca que se pueden apreciar en el Gráfico No. 7; el porcentaje de cenizas de la cocona fresca es de 6,1% y de su deshidratado a 70°C corresponde a 8.3%.

Este aumento en el deshidratado se debe a que la cocona en el proceso de deshidratación perdió un porcentaje de agua permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración.

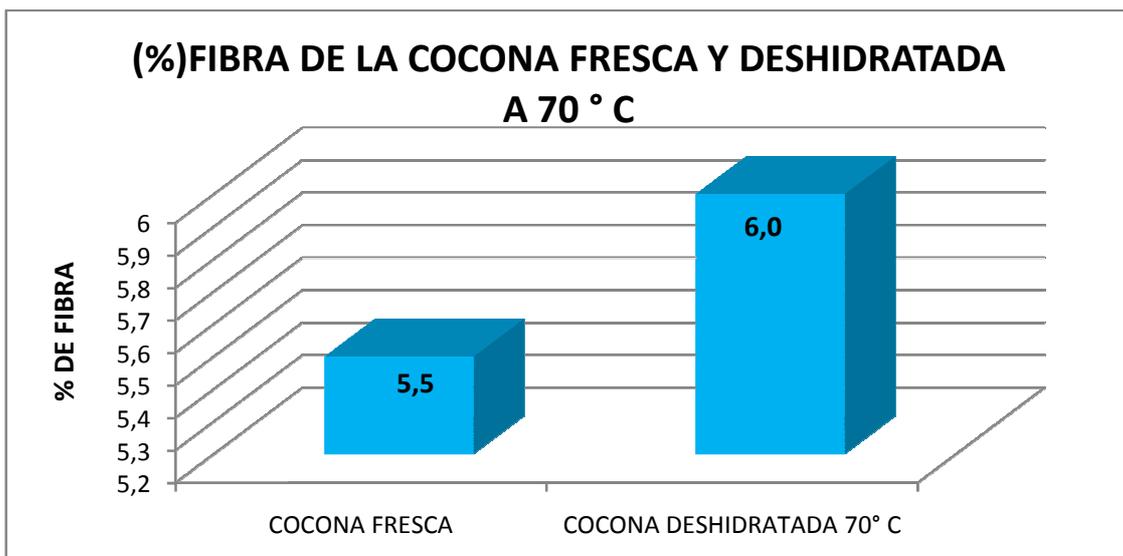


**GRÁFICO No 7. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS EXPRESADOS EN BASE SECA DE LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.**

### 3.5.3 CONTENIDO DE FIBRA

En el análisis de laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico No.8; que el porcentaje de fibra en base seca contenida en la cocona fresca (5,5 %) es menor con respecto al contenido de fibra en base seca de la cocona deshidratada a 70° C (6.0%).

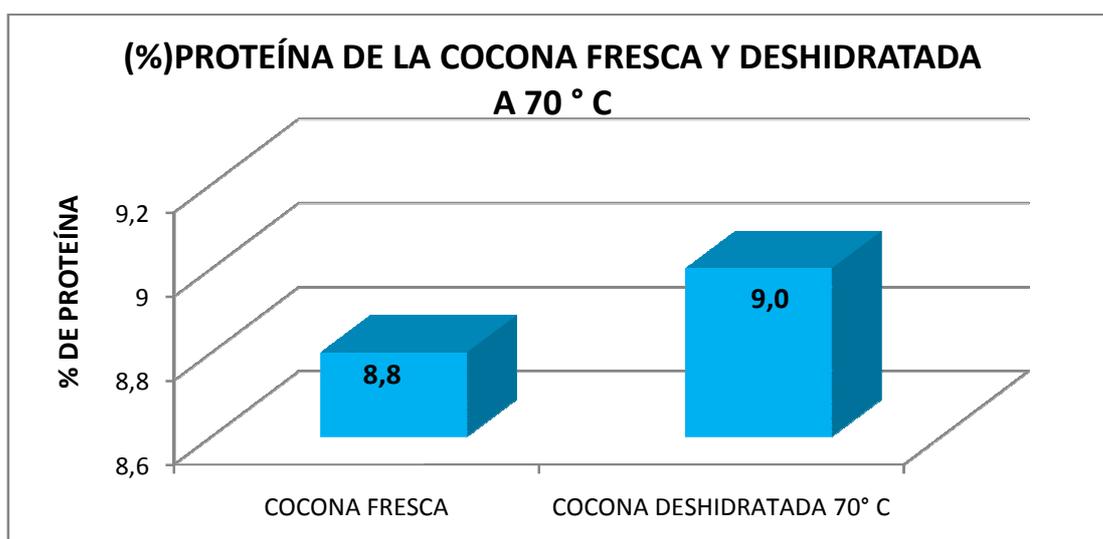
Este aumento se debe a que a medida a que el agua va eliminándose, la concentración de solutos es mayor desplazándose hacia la superficie del alimento, el mayor contenido de fibra en estos productos nos lleva a creer a que podrían usarse en la dieta alimenticia no únicamente como alimentos nutritivos si no también como alimentos dietéticos.



**GRÁFICO No 8. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EXPRESADOS EN BASE SECA EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C**

### 3.5.4 CONTENIDO DE PROTEÍNA

Como se observa en el Gráfico No.9 la determinación de proteína expresados en materia seca en la cocona fresca fue de 8.8 % mientras que en el deshidratada a 70°C es de 9,0 %, este aumento se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

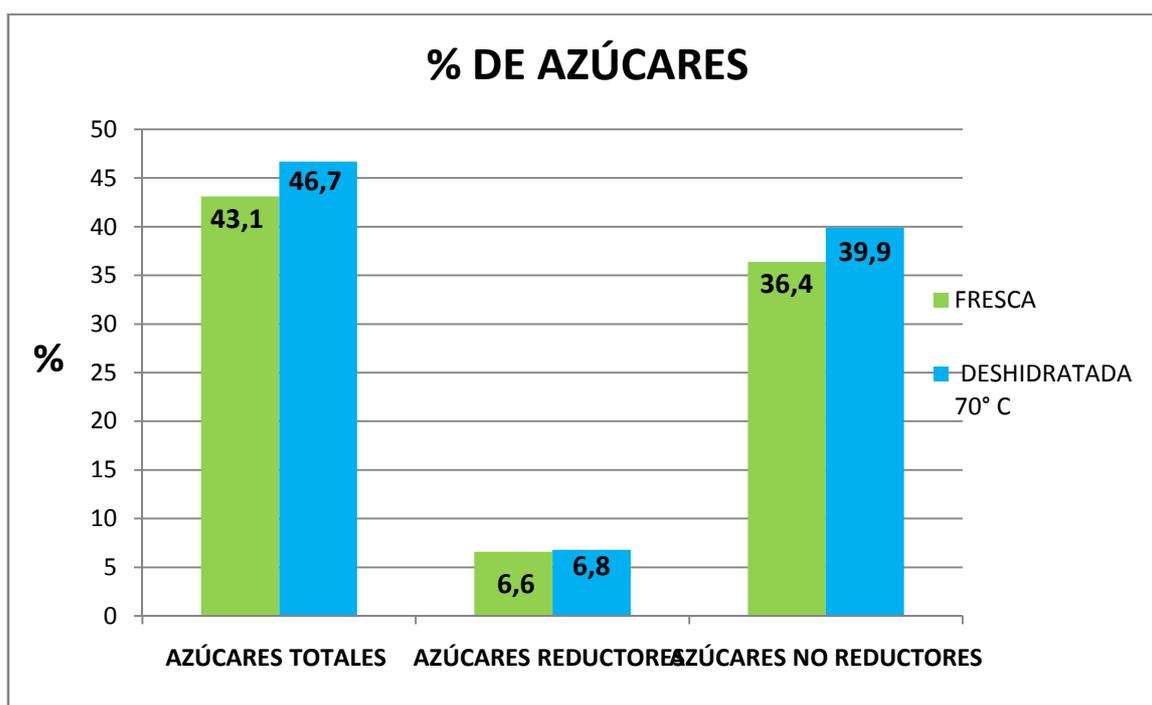


**GRÁFICO No 9. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEINA EXPRESADOS EN BASE SECA EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.**

### 3.5.4.1 CONTENIDO DE AZÚCARES

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio expresados en base seca se puede apreciar en el Gráfico N° 10, que el porcentaje de azúcares totales aumenta en el deshidratado (46,7%) con respecto a la cocona fresca (43,1%), el porcentaje de azúcares reductores va de 6,6 % en la cocona fresca a 6,8% en el deshidratado y el porcentaje de azúcares no reductores va de 36,4% en la cocona fresca a 39,9% en el deshidratado.

El porcentaje de azúcares es mayor en el deshidratado que en la cocona fresca, debido a que los azúcares son solubles en agua y mientras progresa la desecación estos son arrastrados hacia el exterior del alimento donde se concentran y terminan por cristalizar.



**GRÁFICO N° 10. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y AZÚCARES NO REDUCTORES EXPRESADOS EN MUESTRA SECA EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.**

### 3.5.5 pH

De acuerdo al análisis de laboratorio se puede apreciar en el Gráfico N° 11, que el pH en la cocona fresca (3.55) es menor al de la cocona deshidratada a 70 °C ( 4.38 ), la diferencia es concordante ya que el uno esta en su estado natural y el otro fue sometido a la deshidratación, en donde disminuye la acidez por la presencia de ciertos ácidos que se convierten en azúcar.

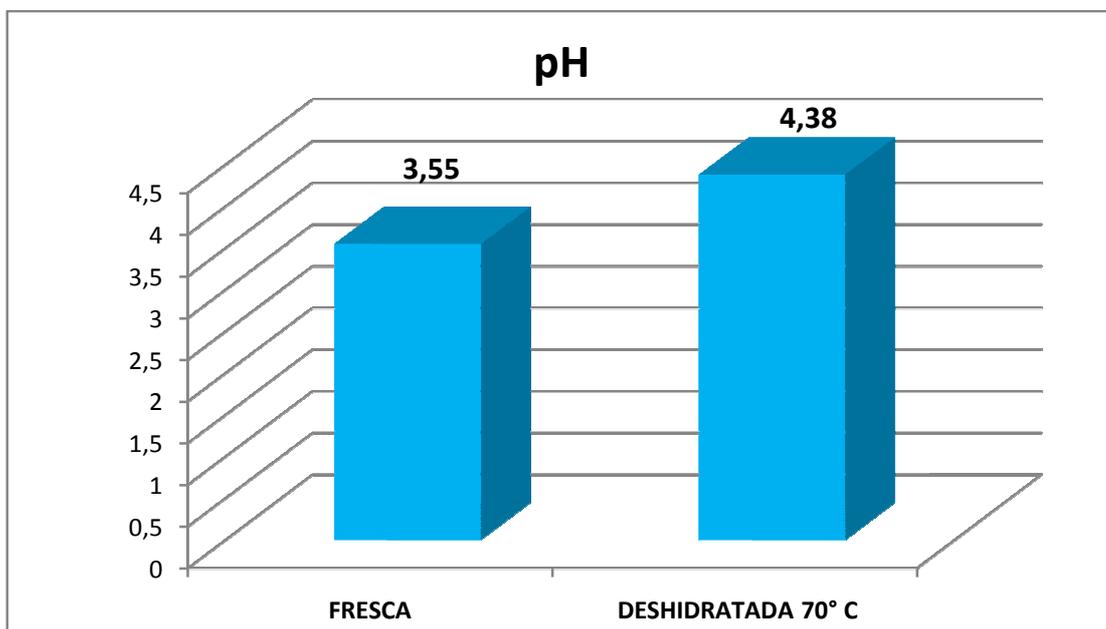


GRÁFICO N° 11. RELACIÓN DE pH ENTRE LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.

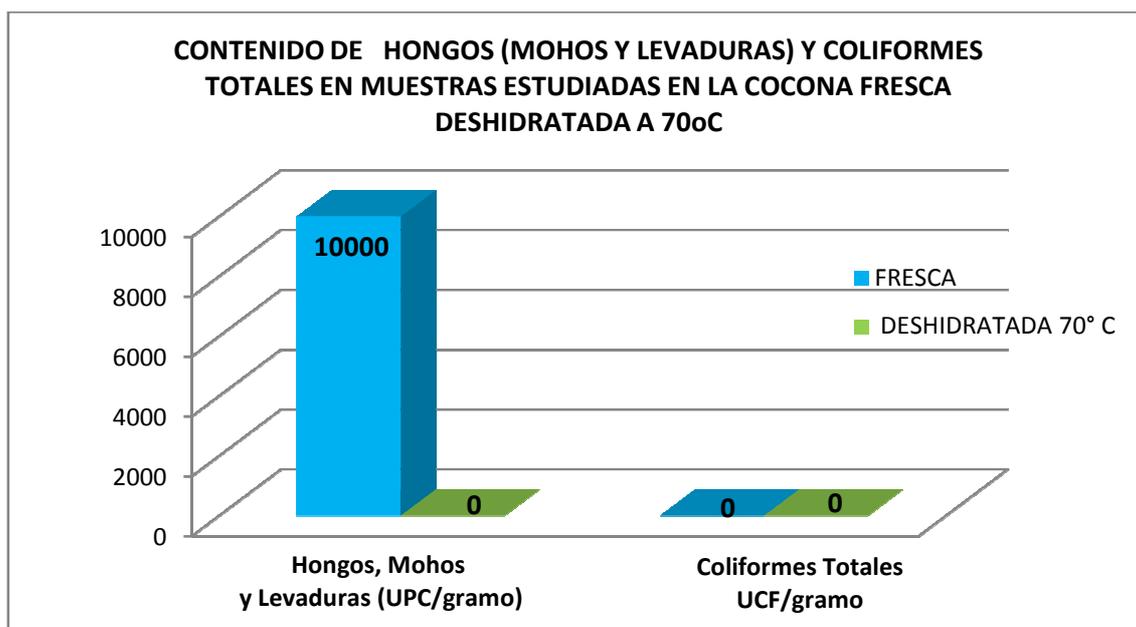
### 3.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DELA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70° C.

En el análisis microbiológico para determinar la presencia de hongos: mohos y levaduras y de coliformes totales se realizó por duplicado tanto en la cocona fresca como en la deshidratada a 70°C que es la temperatura que conserva mayor cantidad de vitamina C y carotenos totales.

**CUADRO No 14. RELACIÓN DEL CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) Y COLIFORMES TOTALES EN MUESTRAS ESTUDIADAS EN LA COCONA FRESCA Y DESHIDRATADA A 70°C.**

<b>COCONA</b>		
	<b>FRESCA</b>	<b>DESHIDRATADA A 70°C</b>
Hongos, Mohos y Levaduras (UPC/gramo)	$1 \times 10^4$	0,00
Coliformes Totales UCF/gramo	0,00	0,00

Se evidencia que la cocona deshidratada no presenta Hongos, Mohos y Levaduras debido que en el proceso de deshidratación el producto final presenta una actividad de agua reducida, lo cual inhibe el desarrollo de microorganismos.



**GRÁFICO Nº 12. CONTENIDO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) Y COLIFORMES TOTALES EN MUESTRAS ESTUDIADAS EN LA COCONA FRESCA DESHIDRATADA A 70**

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

1. Del análisis del producto fresco como deshidratado se demuestran que existen grandes variaciones entre los dos, pero el deshidratado a 70°C presenta un menor porcentaje de pérdidas en los indicadores del valor nutricional (carotenos totales y vitamina C).
2. Luego de someter al proceso de deshidratación a la cocona en el secador de bandejas se deduce que el tiempo de secado más eficiente es a la temperatura de 70°C con un tiempo de 250 minutos, es decir de 4.17 horas, dado a que a esta temperatura la vitamina C y los carotenos totales se pierden en menor cantidad.
3. Los carotenos totales en la cocona deshidratada a 70 °C sufrieron una pérdida del 80,5 % y la vitamina C sufrió una pérdida del 83,1%; las pérdidas son grandes, debido a que en el proceso de deshidratación estos dos indicadores son bastantes sensibles al calor y a la oxidación.
4. La cocona deshidratada a 70 °C conserva sus características sensoriales en grado óptimo.
5. El proceso de deshidratación al ser rápido y debido a la disminución de la actividad del agua reduce drásticamente el nivel de hongos y levaduras siendo de  $1,0 \times 10^4$  UPC/gramo en la cocona fresca y eliminándose en el producto deshidratado; los coliformes totales se encuentran ausentes en la cocona fresca y deshidratada.

## **CAPÍTULO V**

### **5. RECOMENDACIONES**

1. Al producto final que es la cocona deshidratada para fines de comercialización y para prolongar el periodo de vida útil se recomienda un empaque al vacío para impedir la oxidación del producto por el oxígeno del aire y para evitar la hidratación del producto deshidratado
2. Este producto deshidratado puede servir como materia prima para la producción industrial de nuevos productos.
3. En razón que para este trabajo de investigación no se cuentan con Normas Técnicas Específicas para la cocona deshidratada, se recomienda realizar otros parámetros de control de calidad como son los minerales; esto con la finalidad de lograr una información más apropiada de la calidad del producto inicial y final tanto nutricional como toxicológica ( elementos tóxicos, Pb, Cd )

## CAPÍTULO VI

### 6. RESUMEN

Se realizó la evaluación nutricional de la cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) frescas y deshidratadas, con el fin de reducir al máximo la pérdida de nutrientes y prolongar el período de vida útil teniendo como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación a la vitamina C y carotenos totales, al ser compuestos sensibles al oxígeno y a la temperatura.

Se utilizó cocona fresca, secador de bandeja, espectrofotómetro, HPLC para la investigación, utilizando el método científico y experimental, en el cual se aplicó diferentes técnicas como son: determinaciones físicas, composición bromatológica, determinaciones microbiológicas, obteniendo como resultado la cocona deshidratada a tres temperaturas, es así que a 70 °C el tiempo de deshidratación fue de 250 minutos, presentando una concentración de 6,08 mg/100g de carotenos totales y 84,47 mg/100g/100g de vitamina C; mientras que a 60 °C el tiempo fue de 280 minutos, la concentración de carotenos totales es de 4,81 mg /100g y 72.04 /100g de vitamina C y a 80 °C el tiempo de deshidratación fue de 220 minutos, obteniéndose una concentración de carotenos totales de 5,70 mg /100g y 78,08mg/100g de vitamina C; la cantidad de mohos y levaduras se redujeron totalmente en el deshidratado.

Determinándose que a la temperatura de 70°C existe menor cantidad de pérdidas de vitamina C y carotenos totales y por consiguiente se reduce la pérdida de nutrientes; logrando en el deshidratado un periodo de vida útil mayor que en la muestra fresca; conservando las características sensoriales.

## SUMMARY

Nutritional assessment was conducted of Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) fresh and dried, in order to minimize nutrients loss and prolong the life span based on an indicator of efficiency of the dehydration process to vitamin C and carotenes total, being made sensitive to oxygen and temperature.

Cocona used fresh, tray dryer, spectrophotometer, HPLC for the investigation using the scientific method and experimental, which applied different techniques such as: physical measurements, chemical composition, microbiological determination, resulting in dehydrated Cocona three temperatures, so that at 70 °C the drying time was 250 minutes, giving a concentration of 6.08 mg/100 g total carotene and vitamin C 84.47 mg/100 g; whereas at 60 °C the time was 280 minutes, total carotene concentration is from 4.81 mg/100 g and 72.04 mg/100 g of vitamin C and 80 °C the drying time was 220 minutes, yielding a total carotene concentration of 5.70 mg/100 g and 78.08 mg/100 g of vitamin C, the amount of mold yeast was reduced completely in the dehydrator.

Determining that a temperature of 70 °C there is less loss of vitamin C and total carotenes and therefore reduces the loss of nutrients, making the dehydrated over a period of life than in the fresh sample, preserving the sensory characteristics.

## CAPITULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

1. **AMERICAM OFFICIAL ANALYSIS CHEMYSTRY (A.O.A.C.).** Official Methods of Analysis.12 a.ed.Washington, D.C: AOAC, 1970
2. **ARTHEY, D.** Procesado de Frutas.Zaragoza-España, Acribia. 1997. pp.108
3. **BRAUER, O.**Fitogenética Aplicada.México,Limusa. 1976. pp. 518
4. **BRÜCHER, H.** Plant Genetics and Development in Tropical Zones. Brasil. Documento. 1973. pp. 85-95.
5. **CABANZO, A.** Manual Curativo con Frutas y Plantas Medicinales. Colombia. Grupo Latino.2005. pp. 92-93.
6. **CABEZAS, M.** Evaluación Nutritiva y Nutracéutica de la Mora de Castilla (*Rubusglacus*) Deshidratada a Tres Temperaturas por el Método de Secador en Bandejas. (Tesis) (Bioq. Farm.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.2009.
7. **CAIZA, K.**Determinación del Potencial Nutritivo y Nutracéutico de Ají (*Capsicum chúmense*) Deshidratado. (Tesis) (Bioq. Farm.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.2007.

8. **CALLE M., ORTEGÓN A.**, Técnicas Para el Análisis Microbiológico de Alimentos. México. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. 2009.
9. **CARVAJAL, T;** y otros. “Cultivo de Cocona”. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 2000.
10. **CHEFTEL JEAN-CLAUDE, CHEFTEL HENRI, BESACON PIERRE,** Introducción a la bioquímica de los alimentos, España. Volumen II. Acribia.1999.
11. **DA SILVA FILHO, D.** Cocona: Cultivo y Utilización. Caracas: Documento. 1998, pp. 9, 10-13, 17-19, 63-65, 70.
12. **EHLERS, E.** Agricultura Sustentable: Orígenes y Perspectivas de un Nuevo Paradigma. São Paulo. 1996, pp. 178.
13. **ESPINOZA, M.** Texto Básico de Bioquímica. Riobamba. ESPOCH. 2006. pp. 92,178.
14. **ESPINOSA, P. CRISSMAN, C.** Frutales Andinos: Consumo, Aceptabilidad, Procesamiento. AbyaYala. 1997. pp. 75, 97.
15. **FELLOWS, P.** Tecnología del Procesado de Alimentos. España. Acribia. 1994. pp. 287-321.
16. **FRAZIER, W.** Microbiología de los Alimentos. España. 4ª Ed. Acribia, 1999. pp.89-91.
17. **JIMENEZ, J.** Apuntes Sobre el Cultivo de Naranjilla (*Solanum quitoense*). Quito. INIAP. 1982. pp. 15-25

- 18. HEREDIA, M.** Construcción de un Deshidratador a Base de GLP Para la Agroindustria La Gamboina”. (Tesis) (Ing. Quím.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Química. 2009.
- 19. HERRERO, A.** Conservación de Frutos. España. Mundi Prensa. 1992.
- 20. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**  
Determinación de pH. Quito: INEN, 1997. p. Norma Técnica Ecuatoriana 389.
- 21. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**  
Determinación de la Cantidad de Microorganismos Mohos y Levaduras. Quito: INE 1998. p. Norma Técnica Ecuatoriana 1529-10.
- 22. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**  
Determinación de la Cantidad de Microorganismos Coliformes Totales. Quito: INEN, 2003. p. Norma Técnica Ecuatoriana 158.
- 23. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**  
Determinación de Cenizas. Quito: INEN, 2003. p. Norma Técnica Ecuatoriana 401.
- 24. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.**  
Determinación de Sólidos Totales. Quito: INEN, 2003. p. Norma Técnica Ecuatoriana 382.
- 25. LUCERO, O.** Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos. Xerox, Riobamba-Ecuador, 2005. 74p.

- 26. MACAS, M.** Evaluación Nutricional del Tomate (*Lycopersicum sculentum L*) Deshidratado.(Tesis) (Dr. Bioq. Farm.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2007.
- 27. NORMAN W.** Conservación de Alimentos. México. Ed. Continental.1964.
- 28. PATIÑO, V.** Plantas Cultivadas y Animales Domésticos en América Equinoccial. Colombia. Imprenta Departamental Cali.1963. pp. 408
- 29. PERRY, R.** Manual del Ingeniero Químico. Madrid. 7ma Ed. McGraw Hill, 2001. pp. 12-40.
- 30. RENFGIFO, E.**Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana Estudio De su Uso y Cultivo”. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP. Iquitos-Perú.1997.
- 31. SALICK, J.**Cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal* ), an. Overview of Productions and Breeding Potentials.USA. Documento.University Southampton, 1989, pp. 125-129
- 32. SCHULTES, R.** Edible Fruits of Solanum in Colombia. USA. Documento. HawardUniversity..1962. pp.235-286.
- 33. TOLEDO, R.**Dehydration Fundamentals of FoodProcess Engineering. Inglaterra. 2ndEd. Chapman& Hall, pp.456-506.
- 34. VARGAS, M.** Diferentes Métodos de Conservación de Pulpas de Frutas Tropicales. Ecuador. Documento. 1983. pp.24,34-38.
- 35. VILLACHICA, H.**Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonía. Lima. Documento. 1996.

**36. WAHLEN, T.** Taxonomy of Section *Lasiocarpa*. 1981. pp2-12, 41-129

**37. WELTY, J.** Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y masa.  
México. Limusa.1994.

**38. YAUCEN, S.** Elaboración y Evaluación Nutricional de la Harina de Zanahoria (*Daucus Carota*) obtenida por proceso de deshidratación. (Tesis) (Bioq. Farm.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.2007.

#### **BIBLIOGRAFÍA-INTERNET**

**39. ÁCIDO ASCÓRBICO**

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>2008071  
20080702

**40. ÁCIDO ASCÓRBICO**

[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_asc%C3%B3rbico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_asc%C3%B3rbico)  
20080702

**41. ANÁLISIS DE VARIANZA**

<http://es.wikipedia.org/wiki/ANOVA>  
20080622

**42. ANTECEDENTES DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS**

<http://www.economiachiapas.gob.mx/cicv/PDF>  
20080622

**43. ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/fruta-sin-agua>

20100215

**44. ALIMENTOS DESHIDRATADOS SEGÚN LA FAO**

<http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s08.htm#TopOfPage>

20091205

**45. CAICADO, C. “Producción Agroecológica”**

<http://www.cipotato.org>

20091205

**46. CAROTENOIDES**

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html>

20100215

**47. CAROTENOIDES**

<http://www.zeusquimica.com/ftp/noticias/Consumo/NOTICIAS%20ZQ%20-%20CAROTENOIDES.pdf>

20100215

**48. CIENCIAS APLICADAS**

<http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/convocatoria/memorias.pdf>

20050107.

**49. COCONA**

<http://www.iiap.org.pe/focal/mercados/descripcion/cocona.htm>

20050107.

## **50. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

[http://www.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/alimentica1/metodos  
\\_combinados.pdf](http://www.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/alimentica1/metodos_combinados.pdf)

20100215

## **51. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

[www.bioconservacion.com](http://www.bioconservacion.com)

20080308

## **52. DESHIDRATACIÓN**

[http://www.upv.es/pis/sreg/ofe\\_bus.bus\\_info?pestilo=300&s.p\\_](http://www.upv.es/pis/sreg/ofe_bus.bus_info?pestilo=300&s.p_)

20091208

## **53. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc>

20091205

## **54. DINERO CON ALIMENTOS PROCESADOS**

[http://www.hoy.com.ec/notidiner.asp?row\\_id=256462](http://www.hoy.com.ec/notidiner.asp?row_id=256462)

20091207

## **55. DUEÑAS J. “Deshidratación”**

<http://www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>

20091207

## **56. EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS**

[http://www.cinvestav.mx/Portals/0/Publicaciones%20y%20Noticias/Revista  
s/Avance%20y%20perspectiva/epoct02/12%20DESHIDRATACION.pdf](http://www.cinvestav.mx/Portals/0/Publicaciones%20y%20Noticias/Revistas/Avance%20y%20perspectiva/epoct02/12%20DESHIDRATACION.pdf)

20100518

**57. ESPECTROFOTOMETRÍA**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Espectrofotometría>  
20100518

**58. EVALUACIÓN SENSORIAL**

[https://www.ucursos.cl/medicina/2008/2/NUAQYSAL2/1/material\\_alumnos/previsualizar.php?id\\_material=21441](https://www.ucursos.cl/medicina/2008/2/NUAQYSAL2/1/material_alumnos/previsualizar.php?id_material=21441)  
20081016

**59. FRUTA DESHIDRATADA**

[http://www.pncta.com.mx/pages/pncta\\_investigaciones\\_03g.asp?](http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_03g.asp?)  
20091205

**60. LA COCONA**

<http://wikipedia.com/cocona>  
20100215

**61. MÉTODOS APLICADOS PARA b-CAROTENO.** Taller FAO 2008

<http://www.fao.com/content/carotenospdfs/articulos/>  
2010021

**62. NÚMERO DE BANDEJAS.**

<http://www.monografias.com/trabajos15/operacion-secado/operacion->  
20100214

**63. PASO A PASO ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

<http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055s02.htm>  
20091205

**64. PPI COCONA**

<http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/espanol/inicio.htm>  
20091220

**65. SECADOR DE BANDEJAS**

[http://www.ucursos.cl/ingenieria/2008/2/iq53D/material\\_docente/objeto](http://www.ucursos.cl/ingenieria/2008/2/iq53D/material_docente/objeto)  
20100218

**66. TUKEY**

[http://www.proz.com/kudoz/english\\_to\\_spanish/medical\\_general/3453845-  
post\\_hoc\\_tukey\\_test.html#7812994](http://www.proz.com/kudoz/english_to_spanish/medical_general/3453845-post_hoc_tukey_test.html#7812994)  
20100218

**67. VITAMINA C - Acido ascórbico**

<http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-c.htm>  
20100218

## ANEXOS

### **ANEXO No1 Determinación de pH NTE INEN 389.**

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100 mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposos el recipiente para que el líquido se decante.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas.

**ANEXO No2 Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad.**

**NTE No. 1529-10:1998**

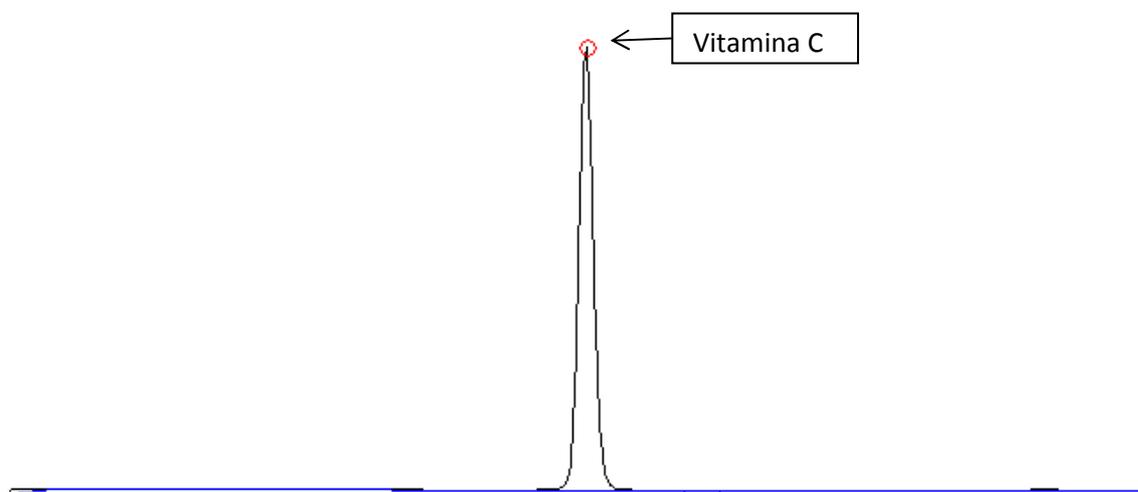
- Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de 1mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa petri adecuadamente identificadas.
- Iniciar por la disolución menos concentrada.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 mL de Saboraud dextrosa fundido y templado a  $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
- Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.
- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25°C por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo.

### **ANEXO No 3 Determinación de la cantidad de microorganismos Coliformes**

#### **Totales. Recuento directo en placa de agar. NTE No. 158**

- Preparar el homogenizado del alimento.
- Se puede utilizar el homogenizado y diluciones del recuento de microorganismos aerobios mesófilos.
- Pipetear en las placas de petri, por duplicado alícuotas de 1 mL de cada una de las diluciones.
- A cada placa de petri conteniendo el inóculo adicionar 10 – 15 mL de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta, fundido y a 45°C.
- Mezclar el contenido de las placas con movimientos de balanceo y rotación. Dejar solidificar la mezcla (5 – 10 minutos) sobre una superficie nivelada. A continuación adicionar otros 3 – 4 mL de medio fundido, para formar una capa que cubra la superficie del medio solidificado.
- Incubar las placas invertidas a 35 – 37°C durante 24 horas
- Elegir las placas que presente menos de 150 U.F.C. características; las colonias características son de color oscuro, diámetro mínimo 0,5 mm
- Calcular el recuento de U.F.C.

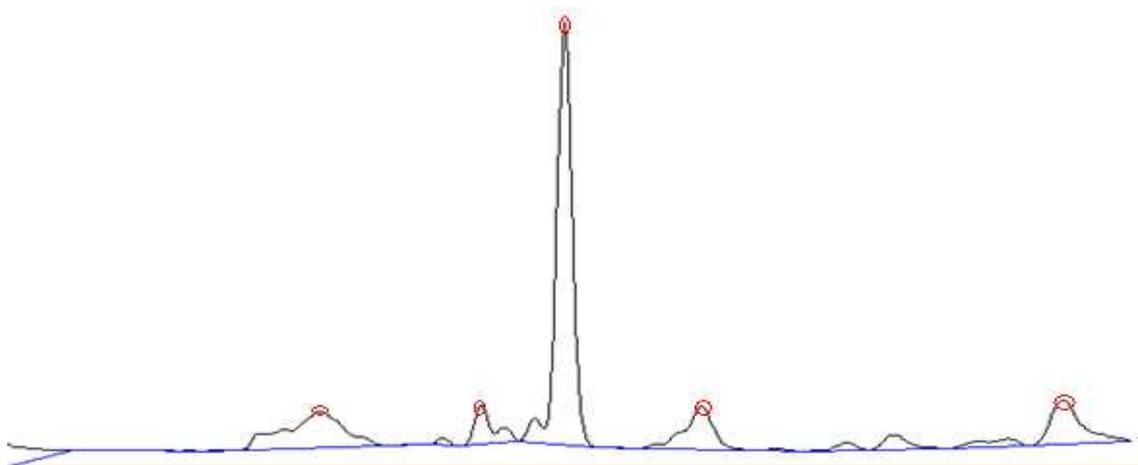
**ANEXO N°4 Cromatograma del estándar de Vitamina C**



**Eje X: Tiempo de Retención:3.41 min**

**Eje Y: Área: 151.3255**

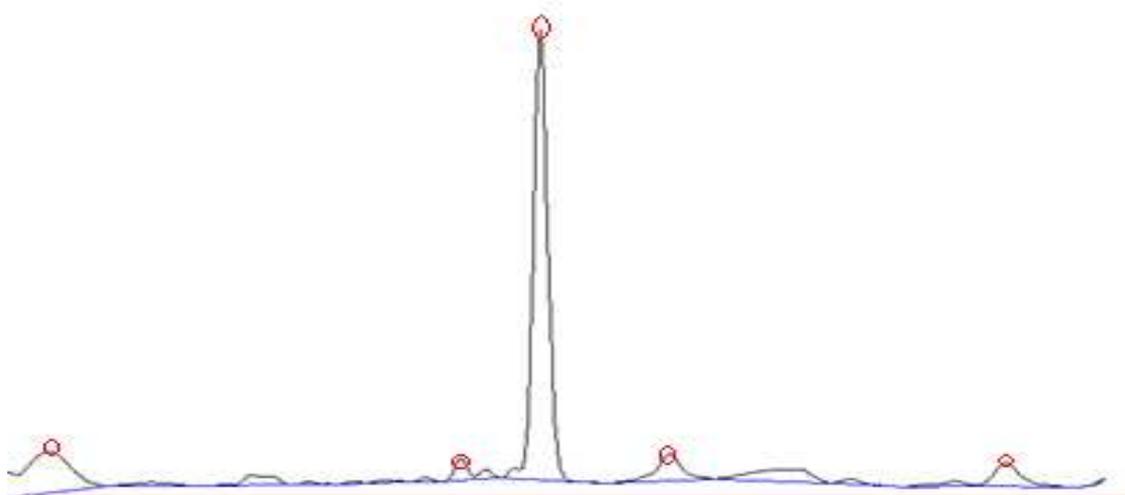
**ANEXO N°5 Cromatograma de Vitamina C de muestra de cocona no deshidratada**



**Eje X: Tiempo de Retención:3.33 min**

**Eje Y: Área: 74.0250**

**ANEXO N°6 Cromatograma de la Muestra deshidratada de cocona de Vitamina C**



**Eje X: Tiempo de Retención: 3.40 min**

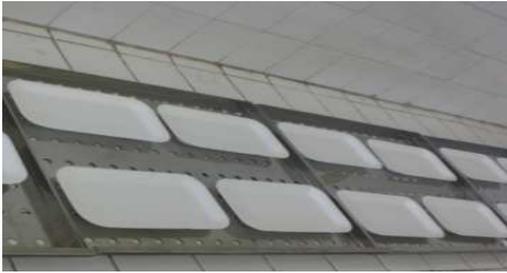
**Eje Y: Área: 89.1975**

**ANEXO N°6 FOTOGRAFÍAS**

- **DESHIDRATACIÓN DE LA COCONA FRESCA**



Bandejas con platos de espumaflón.



Muestra de cocona



Bandejas en el deshidratador



Producto procesado(deshidratado)



## ANEXO N°7 FOTOGRAFÍAS

- EQUIPO DE HPLC

