

**NO SALE A
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

**"PROPUESTA TECNICA PARA LA INDUSTRIALIZACION DE
COLORANTES Y SABORIZANTES NATURALES DE LA REGION
POR ATOMIZACION."**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
PEDRO MARTIN FLORES CUESTA.**

IQUITOS - PERU.

2 0 1 3.

DONADO POR: PEDRO M. FLORES CUESTA Iquitos, 28 de 01 de 2013



Miembros del Jurado

Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Departamento Académico de ciencia y tecnología de Alimentos de la FIA-UNAP, llevado a cabo el día 02 de Febrero del 2013, a las 7:00 pm. Siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:



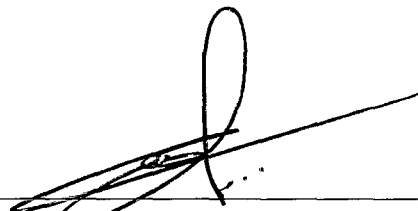
Ing° Jorge A. Torres Luperdi
Presidente



Ing° Msc. Elmer Trevejo Chávez
Miembro



Ing° Juan Flores Garazatua
Miembro



Dr. Carlos A. Li Loo Kung
Miembro Suplente.

DEDICATORIA.

Al mejor de los maestros de hoy mañana y siempre, Dios, por darme las fuerzas necesarias para afrontar los momentos difíciles y no dejarme caer ni ceder ante la adversidad, y por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera profesional por ser mi fuerza e inspiración para hacer realidad mis sueños.

Desde lo más profundo de mi corazón a mi adorada madre **Gemita**, quien con tanto esfuerzo, sacrificio, buenos consejos, ejemplo de sencillez, humildad y perseverancia han hecho posible mi formación profesional.

A **Nilsen Steyner** mi hijo que ocupa un lugar especial en mi corazón, le dedico este esfuerzo por entender mis largas ausencias aun siendo muy pequeño, y que su sonrisa y cariño me hicieron olvidar muchas veces las dificultades de este largo recorrido. A **Floria del Carmen**, mi eterna gratitud y su invaluable apoyo y confianza que hicieron posible la culminación de mi carrera.

A mis hermanos **José Fernando**, **Jheen Christopher** y mis sobrinas **Yamileth**, **Reyna Yamileth**, por el apoyo moral que me brindaron en los momentos difíciles de mi carrera profesional.

Agradecimientos.

A la gloriosa Universidad Nacional de la Amazonia Peruana por haberme acogido y formado en sus claustros

Al Dr. Alenguer Alva Arévalo por sus constantes orientaciones, apoyo, paciencia y comprensión incondicional, que hicieron posible la culminación satisfactoria del presente trabajo descriptivo.

A los miembros del jurado calificador, por sus orientaciones y consejos desinteresados, con los que no hubiera sido posible el término del presente trabajo.

A mi querida Facultad de Industrias Alimentarias, a través de sus autoridades, docentes y personal administrativo, por haberme brindado las facilidades para el desarrollo del presente trabajo descriptivo.

A todos mis queridos compañeros y compañeras que me ayudaron incondicionalmente en el transcurso de mi carrera.

A todas las personas que en algún momento me brindaron apoyo para la culminación del presente trabajo.

INDICE

LISTA DE CUADROS.	
LISTA DE FIGURAS.	
RESUMEN.	
INTRODUCCIÓN.....	01
I. ANTECEDENTES	03
II. OBJETIVOS.....	04
2.1. Objetivo General	04
2.2. Objetivos Específicos	04
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	05
3.1. COLORANTE	05
a) DEFINICION	05
b) FUNCION DE LOS COLORANTES EN LOS ALIMENTOS.....	05
c) CLASIFICACION DE LOS COLORANTES.....	06
1) Colorantes Naturales	06
2) Colorantes Artificiales.....	06
d) QUINONAS	07
e) CAROTENOIDES.....	07
f) FLAVONOIDES.....	08
1) ANTOCIANINAS	09
2) ESTRUCTURA QUIMICA.....	11
3.2. SABORIZANTES	14
3.3. TECNICAS DE OBTENCION DE COLORANTES Y SABORIZANTES..	16
a) De extracción	16
b) Reacciones de color	16
c) Técnicas espectrométricas.....	17
3.4. SECADO POR ATOMIZACION	19
3.4.1. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ATOMIZACION	22
a) Sistema calefactor del aire	22
b) Sistema de atomización	23
c) Cámara de secado.....	24

d) Sistema de separación de polvo y sistema de impulsión del aire.....	24
3.4.2. TIPOS DE SECADORES.....	26
a) Secador de Co-corriente.....	26
b) Secador de Contra corriente	27
c) Secador de Flujo mixto.....	28
d) Secador en atmosferas de bajo contenido de oxigeno.....	29
3.4.3. CLASES DE ATOMIZADORES.....	31
a) Atomizadores neumáticos o de dos fluidos.....	32
b) Atomizadores inyectoros de presión o de un solo fluido	33
c) Atomizadores provistos de un disco centrifugo.....	34
3.4.4. FENOMENOLOGIA DEL PROCESO DE ATOMIZACION.....	35
a) Balance de materia	36
b) Balance de energía.....	36
3.4.5. RECONSTITUCION DE PRODUCTOS ATOMIZADOS.....	38
a) Humectabilidad.....	38
b) Sumergibilidad.....	38
c) Dispersabilidad.....	38
d) Solubilidad.....	38
3.4.6. MICROESTRUCTURA	39
3.4.7. ATOMIZACION ESPUMANTE.....	39
3.4.8. APLICACIONES A LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	40
3.4.9. VENTAJAS DEL SECADO POR ATOMIZACION.....	41
3.4.10. DESVENTAJAS DEL SECADO POR ATOMIZACION	42
3.4.11. ENCAPSULANTES.....	43
a) Gelatina	45
b) Carboximetil Celulosa Sódica (CMC).....	46
c) Malto dextrina.....	46
3.5. MATERIA PRIMA (Bixa Orellana), para la obtención de colorante.....	47
3.6. MATERIA PRIMA (Syzygium jambos), para la obtención de colorante	50
3.7. MATERIA PRIMA (Cúrcuma longa L), para la obtención de saborizante...53	
3.8. MATERIA PRIMA (Zingiber officinale), para la obtención de saborizante .55	

3.9. METODOLOGIA	56
3.10. ANÁLISIS REALIZADOS A LA MATERIA PRIMA.....	57
a) Determinación de peso	57
b) Determinación de tamaño	57
c) Determinación de la composición macromolecular	57
1) Determinación de humedad.....	57
2) Determinación de cenizas.....	57
3) Determinación de lípidos	58
4) Determinación de proteínas	58
5) Determinación de carbohidratos.....	58
6) Determinación de calorías	58
7) Determinación de materia seca	58
d) Determinación de sólidos totales.....	59
e) Análisis realizados al producto final	59
1) Determinación de humedad	59
2) Reacción química	59
3) Reacción de Bornträger	59
4) Método espectrométrico	59
5) Rendimiento de flavonoides.....	59
3.11. TIPOS DE EMPAQUES	69
a) Polietileno	69
b) Polipropileno	69
IV. CONCLUSIONES.....	70
V. REMENDACIONES.....	71
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
GLOSARIO DE TERMINOS.....	75

LISTA DE CUADROS.

Cuadro N° 01. Color y distribución de las principales antocianidinas	10
Cuadro N° 02. Antocianinas comunes en frutas y vegetales	10
Cuadro N° 03. Valores de absorción para flavonoides BI y BII, varios tipos. 17	

LISTA DE FIGURAS.

Figura N° 01. Flavonoides, estructura básica y tipos.....	08
Figura N° 02. Grupo flavilio	12
Figura N° 03. Antociniadinas y antocianinas	13
Figura N° 04. Espectros de absorción uv-vis de varios tipos de flavonoides. .18	
Figura N° 05. Diagrama del proceso de atomización.....	23
Figura N° 06. Co-corriente.....	26
Figura N° 07. Contra corriente	27
Figura N° 08. Flujo mixto.	28
Figura N° 09. Bajo contenido de oxígeno.....	29
Figura N° 10. Atomizado de un extracto acuoso	31
Figura N° 11. Clasificación de atomizadores	32
Figura N° 12. Esprea a presión de un solo fluidos.....	33
Figura N° 13. Atomizador provisto de disco centrífugo	34
Figura N° 14. Diagrama de flujo para la obtención del extracto acuoso.	60
Figura N° 15. Diagrama de Flujo del atomizado de extracto acuoso	63
Figura N° 16. Unidad de atomización. Planta piloto FIA - UNAP.....	67
Figura N° 17. Diagrama de Flujo del secado por atomización del extracto acuoso.	68

RESUMEN.

El presente trabajo descriptivo fue desarrollado en los ambientes de la biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias y de la biblioteca central de la Universidad Nacional de Amazonia Peruana.

El colorante, es cualquier sustancia capaz de teñir o colorear un material. Tienen gran importancia en casi todas las ramas de la industria.

Los Saborizantes son preparados de sustancias que contienen los principios sávido-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio (inherente del alimento) o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso pero no necesariamente con este fin.

El flujo de procesamiento para la obtención del extracto acuoso que proponemos en la presente Memoria descriptiva es el siguiente: materia prima, selección, lavado, cortado, secado, enfriado, extracción, filtrado, pasteurizado, envasado, almacenado. Las materias primas a utilizarse en la presente propuesta son las siguientes: para la extracción del colorantes Achiote (*Bixa Orellana*) y de la Pomarrosa (*Syzygium jambos*), y para la extracción de saborizantes Guisador (*Cúrcuma Longa*) y el Jengibre o kion (*Zingiber officinale*),

El solvente a utilizarse es agua destilada, la cantidad del solvente adicionado al recipiente con materia seca es hasta llegar a la superficie del material. El secado de la materia prima se lleva acabo a 60 °C durante 5 horas consecutivas con la finalidad de eliminar agua en forma de vapor. El enfriado de las muestras por espacio de media hora a temperatura ambiente y con ventilación natural. La pasteurización del extracto se lleva acabo a una temperatura de 85°C x 2 minutos., con el objeto de conservar en refrigeración para posterior uso.

El flujo de procesamiento de secado por atomización del extracto acuoso es el siguiente: extracto acuoso, homogenización, enfriado, secado por atomización, envasado, almacenado del producto final. La concentración del encapsulante es de 0.1%, 0.2% o 0.3% por cada encapsulante.

INTRODUCCIÓN.

La Amazonía peruana posee una gran reserva biológica, por su gran diversidad en recursos fitogenéticos, además porque presenta una gran extensión de ecosistemas que la sitúan como el almacén más abundante de recursos genéticos. Los aportes científicos de esta vasta región al mundo actual son muchos, sin embargo a la fecha sólo se ha logrado conocer una pequeña parte de los potenciales biológicos que alberga.

La historia de la Amazonía es la historia del auge y la decadencia de una u otra materia prima, en función a las necesidades de los grandes mercados que antes de consumirlas las transforman con base en la información tecnológica de que disponen; sin embargo la economía actual depende cada vez menos de las materias primas, pues el avance de la química fina, la bioingeniería y la ciencia de los materiales, hace con que las economías de mayor porte, cuenten cada vez más con otras opciones derivadas del desarrollo tecnológico. Ante esta realidad, es de vital urgencia el desarrollo de investigaciones que contribuyan a otorgar un mayor valor agregado y opciones alternativas de uso racional para los recursos naturales de la región.

En nuestra Amazonía los colorantes y saborizantes son ampliamente utilizados en la preparación de alimentos y bebidas y continúan haciendo a nivel mundial una contribución significativa en la preparación y procesamiento del mismo. Los conocimientos tradicionales nos muestran una gran variedad de componentes vegetales como: hojas, flores, frutos, cascaras, raíces etc., muchos con una alta concentración de sustancias capaces de dar color a los tejidos, artesanías, alimentos y bebidas (GARCIA, 2012)

En los años recientes se ha renovado el interés en colorantes naturales por crecientes limitaciones en el uso de algunos sintéticos en alimentos, medicamentos y en productos cosméticos debido a su toxicidad.

Son Frecuentes las denuncias por el uso de colorantes no adecuados en estos productos de uso humano, como por ejemplo la presencia de colorantes sintéticos nocivos como Rhodamina β y Naranja Permanente en lápices de labios, o de otros colorantes no permitidos en caramelos, refrescos y gelatinas (LOCK, 1997).

Por otra parte la atomización es un tipo de secado que permite obtener un producto deshidratado utilizando temperaturas altas pero con tiempos cortos, es un método de secado que se viene utilizando desde mediado del siglo XX en la atomización de la leche. Hoy en día se está utilizando mucho en la industria alimentaria, en la obtención de productos instantáneos como refresco, café, colorantes, leche en polvo.

En la presente memoria descriptiva se pretende contribuir en la recopilación bibliográfica, y presentar una propuesta técnica para la industrialización de colorantes y saborizantes naturales de la región.

I. ANTECEDENTES.

En el mundo actual hay una creciente demanda de saborizantes para adicionar al alimento y a las bebidas, a fin de sustituir sabores sintéticos que están compuestos de potentes productos químicos aromáticos (TREVEJO, 2001).

(ARZUBIALDES, 2009) en su trabajo de investigación de tesis, titulado "obtención y caracterización de colorantes de la especie *Brosimum rubescens* tuabert (palisangre)", determinó la mezcla de quinonas, naftoquinonas y antraquinonas α - y β -hidroxilados, también una mezcla de flavonoides tipo chalconas y auronas y así mismo encontró flavonoides del tipo flavonas.

(COLOME, 2007), en su trabajo de investigación de tesis titulado "Extracción del colorante de sachapapa morada (*Dioscòrea trifida*)", utilizo como equipo de secado, el atomizador, a partir de un extracto acuoso para luego ser atomizado, obteniendo un producto en polvo. Para el calentamiento del aire de entrada se utilizó temperaturas de 165, 175 y 185 °C, cada una con diferentes condiciones respecto al acondicionamiento de la muestra con encapsulantes y concentraciones, teniendo una eficiencia térmica global de 66,42 % y una pérdida de calor de 8335.17 kJ/h. A través de la determinación de humedad y valores de absorbancia sometidos a un programa estadístico se obtuvo el mejor tratamiento, con los parámetros con temperatura de 165 °C, encapsulante CMC y concentración de encapsulante 0.1 %, cuyo producto tuvo como humedad 13.22% que luego fue sometido a una evaluación a través de la isoterma de adsorción consiguiendo un valor de la monocapa de 0.04 g/g de materia seca. El tiempo de solubilización obtenido del colorante en polvo fue de 246 segundos.

II. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

- **Encontrar la tecnología adecuada para la obtención e industrialización de colorantes y saborizantes de la región.**

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- **Recopilar información sobre la industrialización de colorantes y saborizantes naturales.**
- **Proponer los parámetros técnicos para la atomización de colorantes y saborizantes de la región.**
- **Recopilar información sobre los diferentes tipos de secadores.**
- **Proponer los empaques adecuados para conservar los productos atomizados.**

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1 COLORANTE.

Cualquier sustancia capaz de teñir o colorear un material. Tiene gran importancia en casi todas las ramas de la industria (OCEANO, 1995).

a) DEFINICIÓN.

Son aquellas sustancias que añaden o devuelven color a un alimento e incluyen componentes naturales de sustancias alimenticias y otras fuentes naturales que no son normalmente consumidos como alimentos por sí mismo y no son habitualmente utilizados como ingredientes característicos en alimentos (Madrid, 2000).

b) FUNCIÓN DE LOS COLORANTES EN LOS ALIMENTOS.

Los colorantes pueden ser añadidos a los alimentos para:

- Dar al alimento la apariencia original que ha perdido en los procesos de fabricación.**
- Asegurar la uniformidad de color.**
- Intensificar el color natural si este es muy débil con respecto a lo esperado por el consumidor.**
- Provocar un efecto pantalla para así ayudar a la protección de aroma y de las vitaminas sensibles a la luz.**
- Dar una apariencia atractiva al alimento.**
- Permitir la identificación de un producto.**
- Ofrecer una impresión visual de calidad.**

c) CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES.

1) Naturales.

Son pigmentos coloreados obtenidos de materia prima vegetal. Según la legislación de los Estados Unidos no necesitan el certificado de pureza FDA.

Según su composición química se puede clasificar en: flavonoides, carotenoides, melanoidinas, porfirinas, betaninas, quinoides y otros. (BUENO, 2000).

2) Artificiales.

Son sustancias que se obtiene a partir de compuestos inorgánicos. Las ventajas, que tiene los colorantes sintéticos frente a los naturales son: que tiene mayor intensidad de coloración, que dan una mayor gama de colores, y son más estables tanto a la luz como a la temperatura.

El interés creciente por los productos naturales se dirige a aquellas partes de las plantas que presentan algunas características visibles. Una de ellas es el color, por lo que las investigaciones se han evocado hacia el aislamiento y análisis de las sustancias que determinan esas características. (BUENO, 2000).

Dentro de los artificiales tenemos:

- ❖ Los colorantes para superficies. Estos colorantes se utilizan fundamentalmente para el recubrimiento de grageas y confites, de chicles y de bolitas y otras piezas empleadas en la decoración de productos de pastelería, mezclados con azúcar o con otros aglutinantes como la goma arábica.
- ❖ Los colorantes azoicos. Estos colorantes forman parte de una familia de sustancias orgánicas caracterizadas por la presencia de un grupo peculiar

que contiene nitrógeno unido a anillos aromáticos. Todos se obtienen por síntesis química, no existiendo ninguno de ellos en la naturaleza.

d) QUINONAS.

Las quinonas naturales son un grupo de compuestos cuya coloración puede ser desde el amarillo hasta el casi negro, siendo la mayoría de color amarillo a rojo y muy raros los de color verde y azul.

Se encuentran frecuentemente en la corteza y/o en el corazón de la madera o de la raíz, y en algunos pocos casos en las hojas y flores, donde su color esta enmascarado por otros pigmentos.

En general están ampliamente distribuidas, pero constituyen en una pequeña extensión a la coloración de las plantas superiores, a diferencia por ejemplo a los carotenoides y antocianinas; en cambio hacen mayor contribución en las bacterias, hongos y líquenes. (LOCK, 1997).

e) CAROTENOIDES.

Son un grupo de compuestos solubles en lípidos. Están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, cumpliendo dos funciones principalmente: En la fotosíntesis, y como materia colorante en las flores y frutos, en los que Aparecen mayormente como colores amarillos en los primeros, y naranja o rojizo en los segundos. (LOCK, 1997).

La principal función de los pigmentos carotenoides, tanto en vegetales como en bacterias, es captar energía luminosa, energía que es luego transferida a las clorofilas para ser transformada durante la fotosíntesis.

Son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos, presentes en los alimentos vegetales, y también de los colores anaranjados de varios alimentos animales.

f) FLAVONOIDES.

Flavonoide (del latín *flavus*, "amarillo") es el término genérico con que se identifica a una serie de metabolitos secundarios de las plantas.

Una clasificación preliminar del tipo de flavonoide en un extracto de planta, puede hacerse basado inicialmente en un estudio de sus propiedades de solubilidad y de comportamiento ante reacciones de color. La separación puede hacerse por procedimientos cromatográficos, y la identificación de los componentes individuales por comparaciones cromatográficas y espectroscopia con compuestos estándares o con la literatura. (LOCK, 1994).

Dentro de los flavonoides, se reconocen 6 y quizás 7 clases principales, según los grupos funcionales que posean: las chalconas, las flavonas, los flavonoles, los flavandioles, las antocianinas, los taninos condensados, y algunos autores consideran también a las auronas, que otros integran a las chalconas. También hay otros derivados de los flavonoides que poseen modificaciones tales que no entran dentro de ninguna de estas clases principales. (MARTINEZ, 2002).

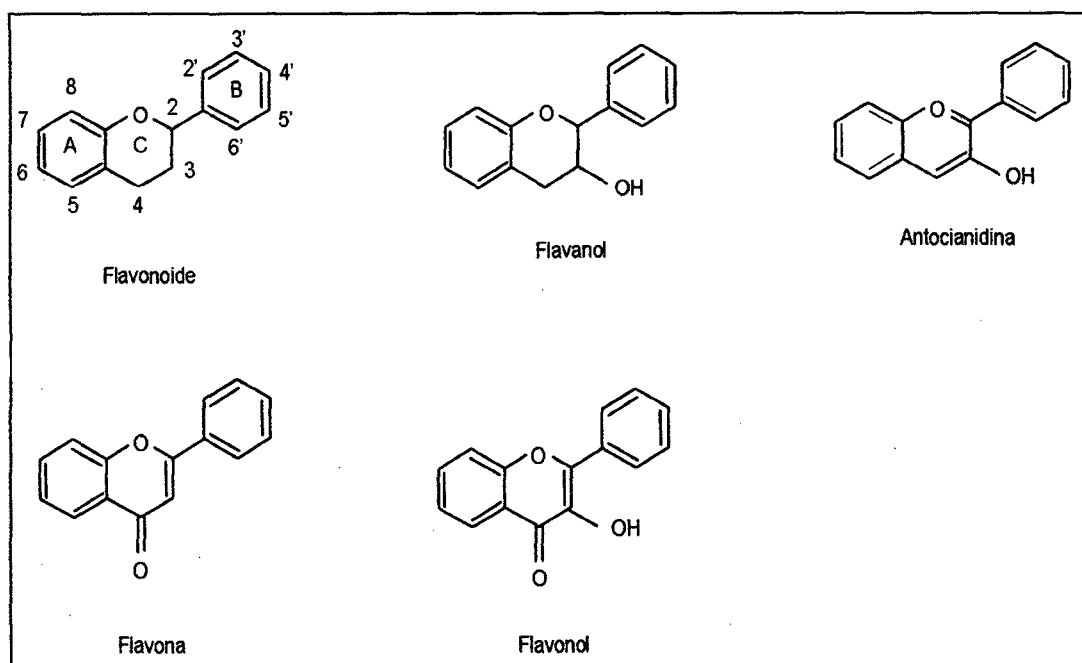


Figura N° 01: Flavonoides, Estructura básica y tipos.

Fuente: (KUHNAU, 1996).

Los flavonoides se emplearon duramente mucho tiempo como colorantes de lana, y actualmente se usan en la conservación de grasas o jugos de frutas debido a las propiedades antioxidantes de algunas polihidroxi flavonas. (LOCK, 1997).

1) ANTOCIANINAS.

Proviene del griego *anthos* = flor; *kyanos* = azul oscuro. Son flavonoides (tipo flavanos) comúnmente encontrado en la naturaleza, más tarde se descubrió que no solo el color azul, sino también el púrpura, violeta y magenta, y que todos los tonos de rojo, rosado, escarlata, que aparecen en muchas flores, frutos y algunas hojas y raíces de plantas, se deben a pigmentos químicamente similares a los antocianinas (LOCK, 1997).

Las antocianinas son uno de los numerosos pigmentos que se hallan en solución en la savia alveolar. La amplia variedad de sus colores se deben a ligeras alteraciones en la molécula básica, sin afectar la estructura molecular fundamental. (FERNÁNDEZ, 1995).

Son sensibles a las variaciones de pH, a pH 3 el pigmento está presente como sales de flavilo de color rojo, a pH 8 es color violeta y a pH 11 es de color azul.

En general en el reino vegetal el número de antocianinas es variable, pudiendo variar desde 1 hasta 15 por cada fruto (FERNÁNDEZ, 1995).

Cuadro N° 01. Color y distribución de las principales antocianidinas en algunas frutas y vegetales comunes.

Compuest	Color	Frutas y vegetales
Delfinina	Rojo azulado	Uva concordia, mirtillo, bilberry, grosella negra.
Cianidina	Rojo naranja	Fresa, mora, ruibarbo, grosella negra, cereza, col roja, bilberry, arándano, saúco, uva concordia, maíz, ciruela, frambuesa, cebolla roja.
Pelargonidi	Naranja	Fresa, maíz.
Malvidina	Rojo azulado	Uva, mirtillo, bilberry.
Peonidina	Rojo	Cereza, arándano, camote morado ciruela.

Fuente: (OIEDA, 2003).

Cuadro N° 02. Antocianinas comunes en frutas y vegetales

Nombre botánico	Nombre común	Antocianina
Malus pumila	Manzana	Cn-3-galactosido Cn-3-arabinosido Cn-7-arabinosido Cn-3-monosido
	Higos Naranja	Cn-3-glucosido Cp-3-glucosido Cp-3-glucosido
Ficus carica	Granadilla	Cp-3-diglucosido
Citrus sinensis	Ciruela	3-glucosido y 3-rutinosido de Cn y Pn
Pasiflora edulis	Fresa	Pg-3-glucosido, Pg-3-galactosido, Cn-3-glucosido, Pg-3-biosido. Cn-3-(diferulosilsoforosido)-5-glucosido.
Prunus domestico		Cn-3-laminariobiosido
Fragarias spp	Repollo rojo	Cn-3-monosido. Pg-5-glucosido, Pg-3-(pcoumarilsoforosido)-5-glucosido.
	Cebolla	
Brassica olearaceae	Rabano	
Allium cepa		
Raphanus sativus		

Fuente: (FERNANDEZ, 1995).

Las antocianinas como pigmentos naturales inocuos tienen considerable potencial en la industria alimentaria; pero a diferencia de los pigmentos rojos sintéticos que se utilizan actualmente, las antocianinas no son estables especialmente en soluciones neutras y alcalinas, ocurriendo fácilmente cambios durante el procesamiento del material crudo y el almacenaje, los que se manifiestan en pérdida de color, oscurecimiento del producto y formación de precipitados en los extractos.

Las antocianinas juegan un rol importante en la producción de vinos, siendo la fuente comercial más antigua de antocianinas la "enocianina", extracto coloreado frecuentemente extraído de las uvas y comercializado en Italia desde 1879; originalmente fue utilizada para intensificar el color de los vinos, pero en los últimos años ha encontrado aplicaciones como colorante de alimentos. Asimismo se está haciendo importante la extracción de antocianinas de otras fuentes naturales como el maíz morado, la col y el camote morado (LOCK, 1997).

2) ESTRUCTURA QUÍMICA.

La estructura química básica de las antocianinas es el ion flavilio que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B), por su posición trivalente del oxígeno, el flavilio normalmente funciona como un catión.

Los hidratos de carbono que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, la xilosa y la arabinosa y ocasionalmete, la gentiobiosa, la rutinosa y la sofrorsa; todos ellos se unen a la antocianidina principalmente por medio del hidroxilo de la posición 3, y en segundo término, de la 5 o de la 7.

Las antocianinas también pueden tener una o más moléculas de ácido p-cumárico, ferúlico, cafeico, acético y parahidroxibenzoico unido a la molécula de azúcar por esterificación (FERNÁNDEZ, 1995).

Cuando en una misma molécula se encuentran dos azúcares, éstos se localizan en los hidroxilos 3 y 5, produciendo una estructura que generalmente es más estable que cuando sólo contienen un solo monosacárido. (BADUI, 1995).

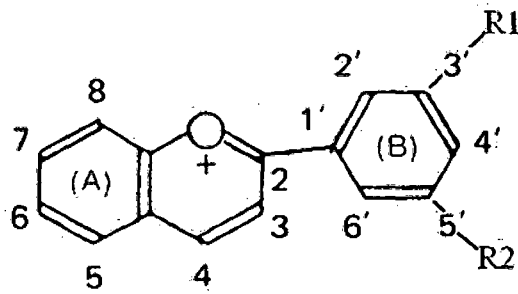


Figura N° 02. Grupo Flavilio.

Fuente: (BADUI, 1995).

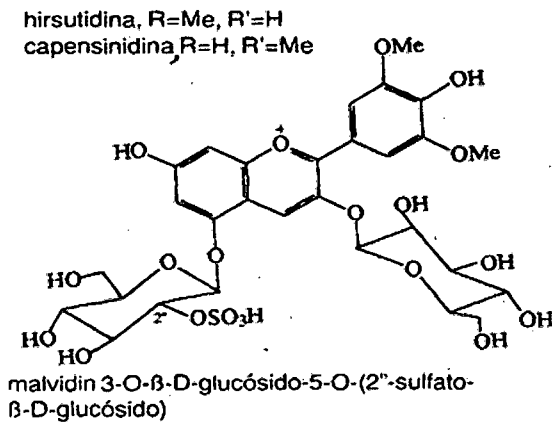
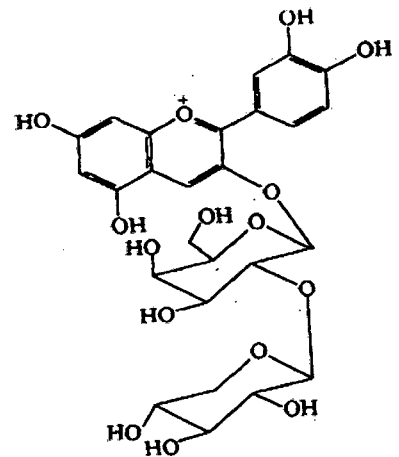
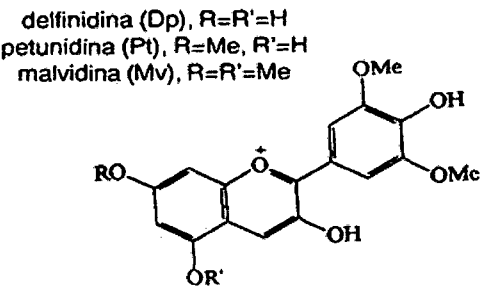
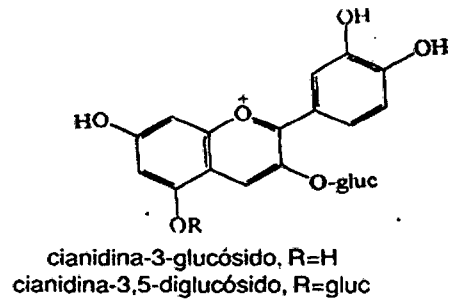
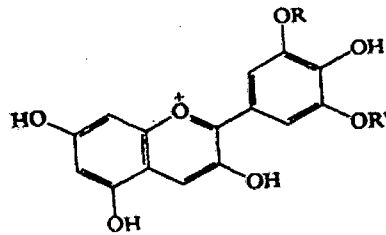
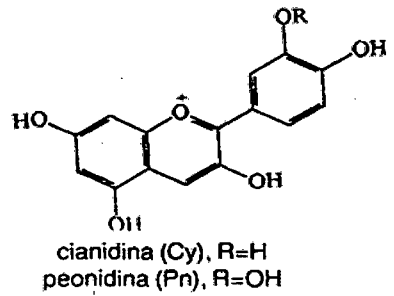
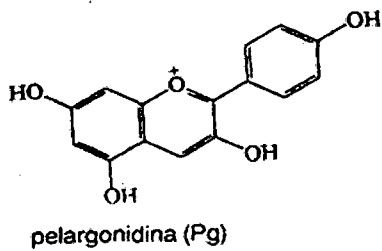


Figura N° 03. Antociniadinas y Antocianinas.

Fuente: (BADUL, 1995).

3.2 SABORIZANTES.

Los Saborizantes son preparados de sustancias que contienen los principios sávido-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio (inherente del alimento) o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso pero no necesariamente con este fin.

Suelen ser productos en estado líquido, en polvo o pasta, que pueden definirse, en otros términos a los ya mencionados, como concentrados de sustancias.

Es de uso habitual la utilización de las palabras sabores, esencias, extractos y oleorresinas como equivalentes a los saborizantes.

Otro concepto de saborizante es el de considerarlos parte de la familia de los aditivos.

En la amazonia existen diversidad de especies vegetales que contienen aceites esenciales en sus hojas, raíces, cortezas; y muchas frutas que tienen saborizantes en la parte comestible (TREVEJO, 2001).

Aun así, con todo estos esfuerzos, hay ingredientes que los pasamos por alto. Cuántos de nosotros leemos los términos “saborizante natural” o “saborizante artificial” sin pensar dos veces cuál es su significado.

Si te preguntaran escoger entre estos dos ¿Cual escogerías? Muchos escogeríamos natural, ya que lo relacionamos con sano, bueno, de la naturaleza y el término artificial lo relacionamos con algo dañino o malo. Esta respuesta es muy normal, pero ¿estamos en lo correcto?. Lo que significan para nosotros, no necesariamente significan lo mismo para los productores de estos alimentos.

La FDA creó una definición oficial.

- **Saborizantes Naturales**

Son sustancias obtenidas de fuentes naturales (animal y vegetal) y por lo general son de uso exclusivamente alimenticio por métodos físicos tales como extracción, destilación y concentración.

- **Saborizantes Artificiales**

Al contrario, son cualquier sustancia que no entre en la definición de saborizantes naturales.

Ultimadamente la diferencia entre estos dos está relacionada solamente en la fuente original de ese químico. El producto final es siempre un compuesto hecho por el hombre.

Los flavoristas o ingenieros del sabor, combinan docenas o a veces cientos de químicos diferentes en el laboratorio para obtener un sabor similar a cierto alimento.

Los productores de estos alimentos llevan el término “natural” más allá ya que saben que es un término que el público quiere oír.

- **Entonces ¿por qué tenemos saborizantes naturales y artificiales?**

Muchos de los sabores que se encuentran en la naturaleza son difíciles de copiar y ni se diga caro.

Las frutas y verduras contienen muchísimos compuestos químicos para tener ese sabor que las distinguen unas a las otras. La naturaleza es sabia. Como consumidores, es un poco preocupante no saber que está en la comida que comemos. Desafortunadamente no hay forma de identificar si el saborizante o aditivo es de origen animal o vegetal, a menos que el producto lo especifique.

3.3 TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES Y SABORIZANTES.

a) DE EXTRACCIÓN.

Los solventes empleados en la extracción de estos compuestos son muy variados y pueden ser desde muy polares como agua y etanol para glucósidos o agliconas muy hidroxiladas, hasta menos polares como éter y cloroformo para flavonas altamente metoxiladas. Es recomendable emplear una sucesión de dos o más solventes, usualmente en el orden de lipofílico a hidrofílico; ejemplo: éter de petróleo, benceno, éter etílico, acetato de etilo, alcoholes y finalmente agua (LOCK, 1994).

La cartera de extractos de saborizantes naturales comprende desde la naranja, mandarina, lima y limón hasta frutas exóticas como piña y guayaba. También incluye frutas como manzana, cereza y grosella. Dependiendo del tipo de producto, los extractos de fruta se pueden utilizar directamente como saborizante FTNJ o para la composición de saborizantes FTNF- y FTNJ. Los saborizantes FTNJ (From The Named Juice) se pueden obtener del 100% del jugo de la fruta. Se utilizan después para hacer una reinfusión en el sabor de los jugos de fruta.

b) REACCIONES DE COLOR.

Reacción de Shinoda: al extracto alcohólico incoloro o ligeramente amarillo se le coloca un pequeño trozo de magnesio y unas pocas gotas de HCL conc., el desarrollo inmediato de coloración es indicativo de la presencia de: flavonas y flavonoles (amarillo a rojo), flavanonoles (rojo a magenta), flavanonas (rojo, magenta, violeta, azul), isoflavonas (amarillo); isoflavononas, chalconas y auronas no dan coloración (MARKHAM, 1982).

c) TÉCNICAS ESPECTROMÉTRICAS.

Los espectros de los flavonoides son determinados usualmente en solución metanólica. El espectro típicamente consiste de dos máximos de absorción en los rangos 240-285 nm (Banda II, BII) y 300-550 nm (Banda I, BI). Podría indicarse como característica que en dihidroflavonas, dihidroflavonoles e isoflavonas la banda 1 es de baja intensidad (más baja que la banda II). En la Cuadro 03 se dan los rangos de los valores de absorción para las BI y BII de los diferentes tipos de flavonoides y en la figura N°04 se observan los espectros UV-Vis característicos (MARKHAM, 1982).

CUADRO N° 03: Valores de absorción para las de flavonoides BI y BII de los diferentes tipos.

Banda II, nm	Banda I, nm	Tipo de flavonoide
250-280	310-350	Flavonas
250-280	330-360	Flavonoles (3-OH substituido)
250-280	350-385	Flavonoles (3-OH libre)
245-275	310-330h	Isoflavonas (5-deoxi-6,7-dioxi)
275-295	300-330h	Isoflavonas, dihidroflavonoles
230-270 (baja intensidad)	340-390	Chalconas
230-270 (baja intensidad)	380-430	Auronas
270-280	465-560	Antocianidinas, antocianinas

Fuente: (MARKHAN, 1982).

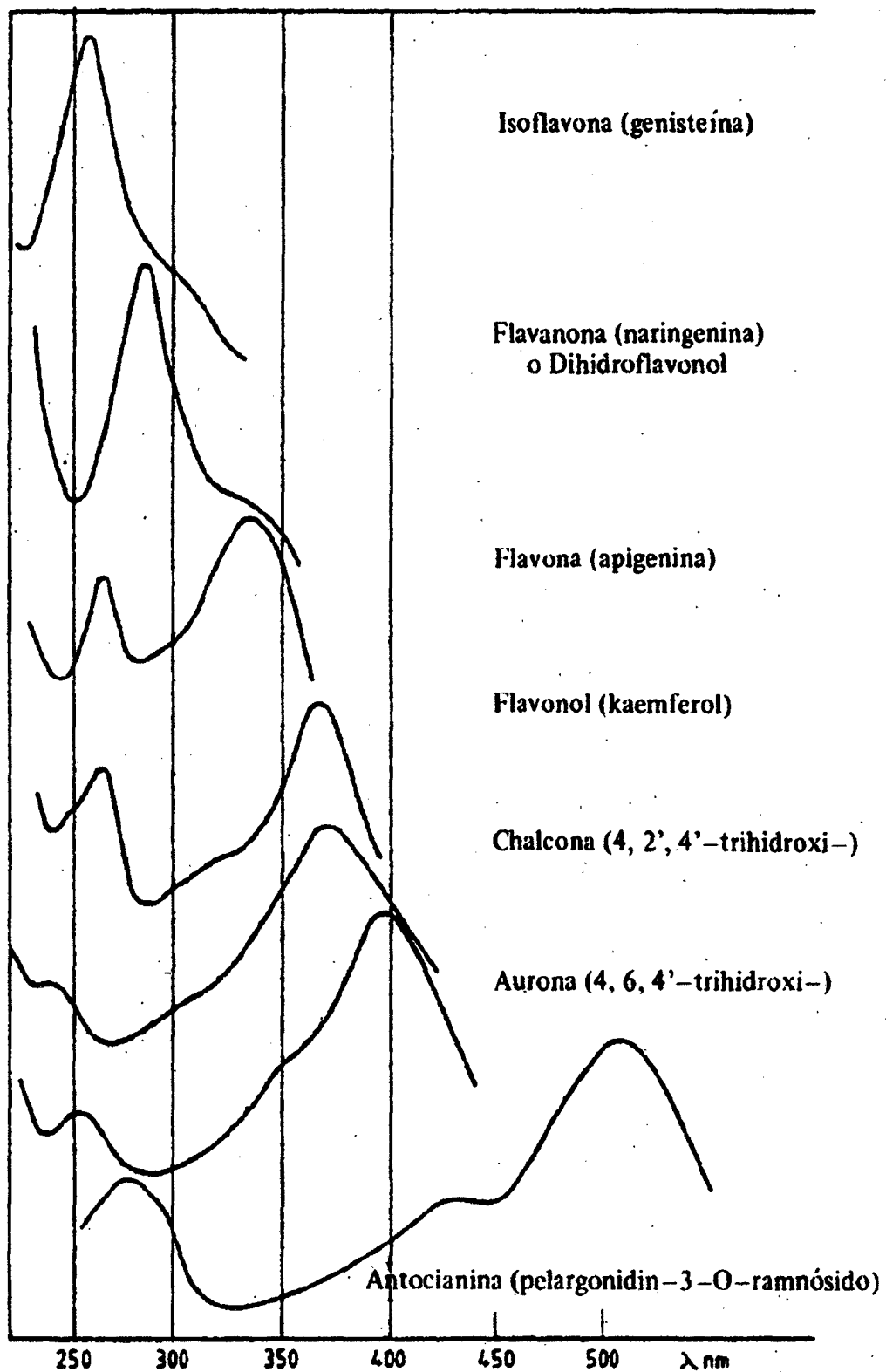


Figura N° 04: Espectros de absorción UV-Vis de diferentes tipos de flavonoides con modelos de hidroxilación equivalentes.

Fuente: (MARKHAN, 1982).

3.4 SECADO POR ATOMIZACIÓN.

El secado por atomización (Spray Dry, pulverización, aspersión o rociada), es una operación unitaria de transferencia de masa y energía en la industria procesadora de alimentos.

Según WARREN (2002) define a un atomizador como un secadero donde: "se dispersa una solución o suspensión en una corriente de gas caliente formando una niebla de gotas muy finas".

Según GEANKOPLIS (1999) clasifica a los atomizadores dentro de los equipos de secado como secadores para disoluciones y suspensiones y son secadores adiabáticos o llamados también secaderos directos.

Consiste en deshidratar un producto en un tiempo mínimo, de tal manera evitar el deterioro del mismo. El producto al ser atomizada adquiere mayor superficie de intercambio, generando de esta forma, un aumento significativo en lo referente a la transferencia de calor y de masa, con el aire caliente que ingresa a la cámara.

La evaporación del agua de las gotas es prácticamente instantánea, transformándose cada gota en una partícula seca que es transportada por el aire de secado (BRENNAN, 1980).

Una vez que las gotitas de líquido dejan el atomizador, caen a través del gas caliente en la cámara de secado, si la carga fuere agua pura, la gotita se evaporaría en la temperatura de bulbo húmedo del aire secante hasta su desaparición completa (FOUST, 1978).

En el secado por atomización se introduce el alimento líquido en forma de rocío o llovizna fina a una torre o cámara junto con el aire caliente (POTTER, 1973).

Durante el secado el equilibrio alcanza cuando la mezcla de solución-gas esté a la temperatura de bulbo húmedo del aire, que corresponde a la temperatura de equilibrio del aire y agua. Este equilibrio se mantendrá constante durante la etapa de secado y evaporación. Es posible que al

terminar la evaporación, el sólido seco y la corriente de gas ahora húmeda, permanezcan todavía en la cámara de secado, por lo que se sobrecalentarán tanto como mayor sea el tiempo de residencia dentro del secador.

La temperatura de sobrecalentamiento en estas condiciones, se aproxima a la temperatura de bulbo húmedo del aire a la salida del secador. El secado será más efectivo cuanto más se acerque la humedad de salida del producto a la humedad de equilibrio, pero siempre ha de ser menor para que toda la longitud del secadero sea útil, es decir, siempre esté secando a lo largo de su longitud, ya que no se alcanza el equilibrio (KNEULE, 1973).

La etapa más importante del secado por atomización es la formación de gotas, el intercambio de materia y calor empieza justo después de realizada la pulverización y continúa mientras la gota está en el seno del aire caliente, la gota, que consta de agua y sólidos en la misma proporción como el alimento líquido, empieza a perder agua en forma de vapor y así empieza la formación de una partícula. Al final de la etapa de secado dentro del atomizador la partícula está completamente formada, principalmente con sólidos.

Según KNEULE, (1976) menciona que el contacto de la solución con la corriente de aire es crítico en lo referido al rendimiento y calidad del secado, en donde las condiciones como el flujo de aire, temperatura de entrada y salida del mismo, temperatura de la alimentación, diámetro de la gota, velocidad de aire, etc. determinan las propiedades del producto final.

Cuando las partículas están secas no se adhieren a la pared, pero (POTTER, 1973) afirma que esto no es cierto en el caso especial de sustancias termoplásticas como los jugos con un contenido elevado de azúcar. Aun cuando están secos, éstos se derriten, se adhieren y forman costras en la pared.

Además menciona un tipo de secador por aspersión que ha sido desarrollado especialmente para manejar materiales termoplásticos y otros alimentos muy sensibles al calor. Este se conoce como el secador por aspersión BIRS. El secador BIRS emplea aire fresco seco a unos 30 °C y con una humedad relativa del 3% a contracorriente. A fin de dar a las gotitas, introducidas por aspersión a la parte superior de la torre, el tiempo que requieren para secarse a esta temperatura relativamente baja, se construye una torre secadora excepcionalmente alta. Puede tener 67 metros de altura y 15 de diámetro.

Las gotitas que van descendiendo tardan unos 90 segundos en secarse. Los productos como jugos de naranja, limón y tomate, difíciles de secar por aspersión en otros sistemas, debido a su termo plasticidad, pueden secarse de este modo sin detrimento de su calidad; ya que el vapor no se escapa rápidamente de las partículas en este proceso a temperaturas relativamente bajas, las partículas salen menos infladas y más densas que las de muchos productos secados por los métodos de aspersión más convencionales. La temperatura baja también contribuye a la retención del sabor.

También informa de un secador que tiene pared doble dentro de la cual se circula agua fría a fin de enfriar la parte baja sobre la cual el jugo seco tendería a acumularse. Al prevenir de este modo que las partículas se derritan y se una, se hace posible que estos jugos también se sequen por aspersión y que sean recogidos en forma de partículas.

No cabe duda de que el tipo más importante de secador por convección del aire es el que se seca por aspersión. Estos secadores procesan más toneladas de productos alimenticios deshidratados que todos los demás tipos juntos, y varios de ellos han sido diseñados especialmente para un producto determinado. Su uso está limitado a los que pueden ser asperjados, como los líquidos y purés de viscosidad baja.

3.4.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ATOMIZACIÓN.

a) Sistema calefactor del aire.

Se sitúa entre la cámara y el ventilador que impulsa el aire y está diseñado para alcanzar la temperatura deseada (que puede estar comprendida entre 90 y 650 °C). El ventilador debe ser suficientemente potente para proporcionar al aire de la cámara la velocidad requerida, corrientemente de 15 a 30 m/s (RANKEN, 1993).

El sistema calefactor puede ser:

- **Por combustión directa de un gas o fuel-oil en el seno de la corriente del aire, que si bien proporciona el máximo rendimiento no se utiliza en la industria alimentaria pues los productos pueden contaminarse o adquirir sabores y olores extraños.**
- **En cambiadores de calor con vapor de agua a presión, que es el procedimiento más utilizado, si se requieren temperaturas muy elevadas es más económico recurrir a quemadores especiales de aceite, donde el aire se calienta indirectamente. Este sistema de gran eficiencia térmica es muy utilizado en industrias lácteas.**
- **Por resistencias eléctricas, sistema que se reserva para su uso en instalaciones de pequeña capacidad o piloto (CASP Y ABRIL, 1999)**

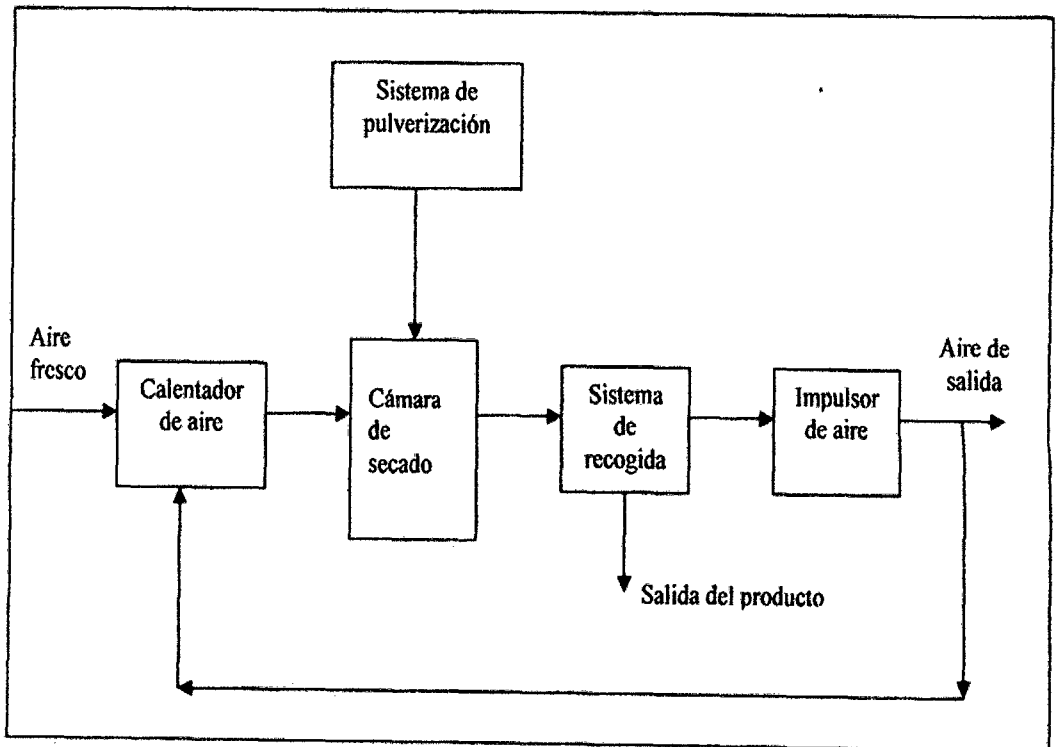


Figura N° 05. Diagrama del Proceso de atomización.

Fuente: (CASPY ABRIL, 1999).

b) Sistema de atomización.

El objetivo de los sistemas de atomización es transformar el alimento líquido en un gran número de finas gotitas de una distribución de tamaños bien definida. Industrialmente existen tres sistemas de dispersión o atomización (CASPY ABRIL, 1999).

- **Boquillas o toberas de alta presión.** El líquido pasa a gran presión (800 - 2400 kipá) a través de un estrecho orificio y forma una aspersión de partículas finas: 180 -250 '.
- **Discos rotativos de alta velocidad.** La atomización se logra bombeando el líquido a un disco giratorio (150 - 350 mm de diámetro, 15000 rpm). Se caracteriza por lograr una aspersión de gotas pequeñas y muy uniforme (50- 60 μ m). El tamaño de las gotas depende de las características del líquido (viscosidad y tensión superficial) y de la velocidad de giro del disco.

- **Toberas de dos fluidos.** El líquido se bombea a baja presión, tan solo para inducir su movimiento, introduciéndose al mismo tiempo un chorro de aire comprimido que provoca una fuerte turbulencia y la atomización deseada del líquido.

c) Cámara de secado.

La cámara de secado adopta diferentes formas, y en ella se trata de conseguir la mezcla íntima del aire caliente con las gotas finamente dispersas del producto a secar (CASP y ABRIL, 1999).

Las cámaras para productos alimenticios generalmente están recubiertas de aluminio o de acero inoxidable y son de superficie fina.

Sus dimensiones, especialmente el diámetro, tienen gran importancia. Para un grado dado de atomización el diámetro debe ser suficientemente grande para asegurar que las gotas no choquen con la pared antes de estar secas y por otra parte que no sea tan grande como para la atomización y el flujo paralelo de gas caliente no estén bajo control, asegurando, por lo tanto, una interacción uniforme entre el aire y las partículas (RANKEN, 1993).

Se clasifican según las direcciones de los flujos de aire y de producto:

- ❖ **horizontal paralelo.**
- ❖ **vertical paralelo descendente de flujo lineal de aire.**
- ❖ **vertical paralelo descendente de flujo helicoidal de aire.**
- ❖ **vertical paralelo ascendente.**
- ❖ **vertical en contracorriente.**

d) Sistema de separación de polvo y sistema de impulsión del aire.

A pesar del cuidadoso diseño de los sistemas de dispersión o atomización es inevitable la formación de un amplio espectro de partículas de distintos diámetros. En los sistemas modernos se produce una separación parcial de la cámara de secado, la fracción de polvo constituida por las partículas de gran tamaño sedimenta en el fondo de la misma de donde se retira por

mecanismo adecuado. El aire que sale contiene entre un 5 - 50 % de polvo producido, a esta parte del polvo se le conoce como finos y está compuesta por la fracción de tramado más pequeño.

La separación de los finos se realiza con separadores de dos tipos:

Ciclón y saco.

- **Ciclón.** Es un separador centrífugo de polvo, de forma cónica en el que el chorro de aire que contiene el polvo entra tangencialmente por la parte superior, gira en forma helicoidal descendente y finalmente asciende por el centro y sale al exterior. El polvo arrastrado por el aire es lanzado, por la acción de la fuerza centrífuga, contra las paredes del ciclón, donde debido al rozamiento pierde su energía cinética y cae al fondo del mismo, de donde se retira continuamente por medio de dispositivos especiales. La eficacia de la separación del ciclón depende de muchos factores, tales como el tipo de producto, tipo de proceso y tamaño y parámetros de diseño del ciclón. El ciclón es el separador primario más utilizado (CASP y ABRIL, 1999).
- **Saco.** Son filtros de tejido burdo que retienen el polvo; Normalmente se requieren varios filtros de este tipo, en serie o en paralelo, montados en una cabina especial. Los separadores tipo saco pueden ser utilizados como separadores de polvo primarios o secundarios, aunque esta última opción es la más común, especialmente en instalaciones situadas en zonas pobladas, donde se requiere un estricto control de la polución ambiental (CASP y ABRIL, 1999).

3.4.2 TIPOS DE SECADORES.

a) Secador de Co-corriente.

El aire de secado y las partículas del producto se mueven en la misma dirección dentro de la cámara de secado. Las temperaturas en la descarga de producto del secador son más bajas que las del aire de salida, por ende este proceso es ideal para el secado de productos termo sensibles.

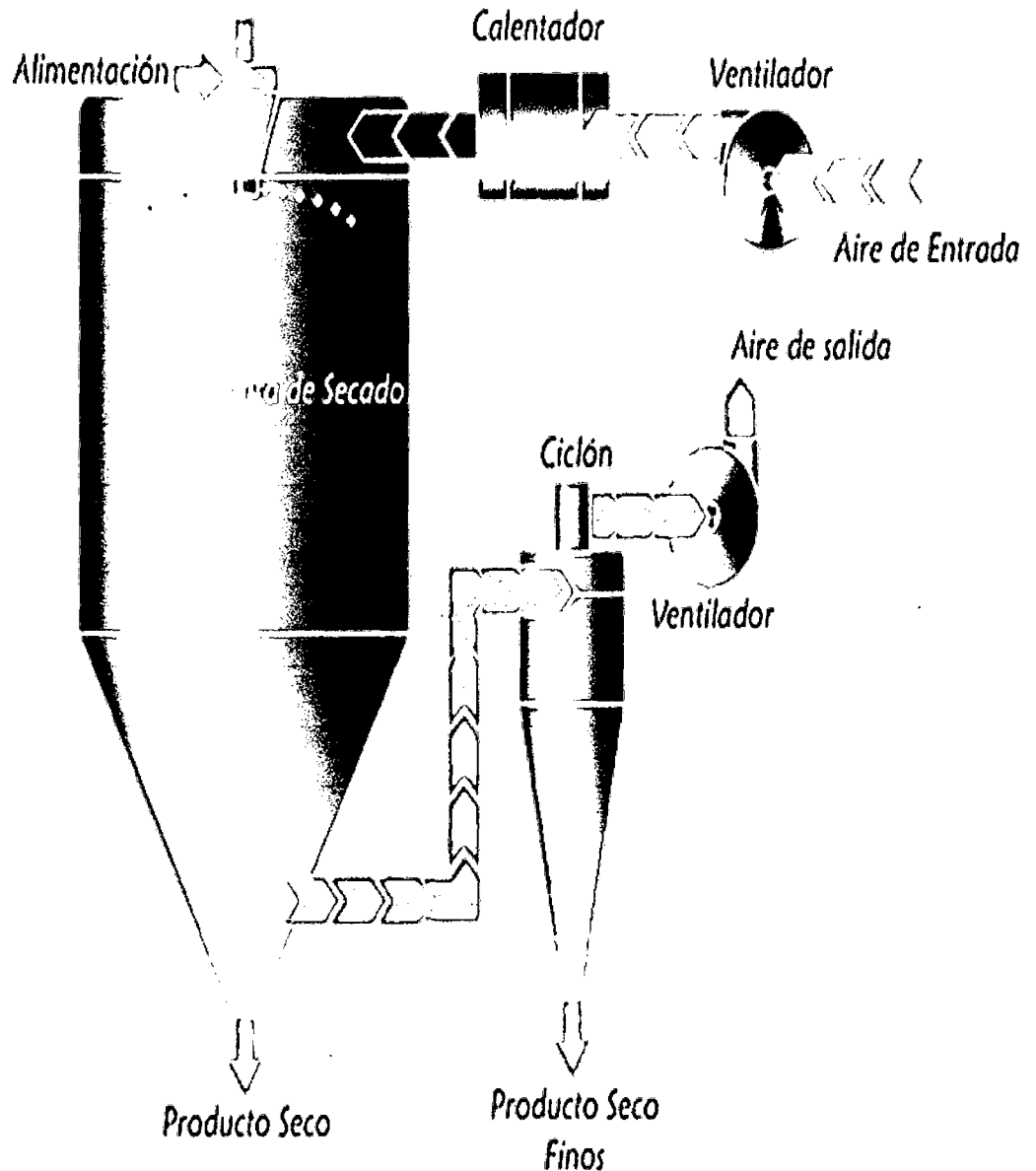


Figura N° 06. Co-corriente. Fuente: Spray Process. Secado spray 2013.

b) Secador de Contra Corriente.

El aire de secado y las partículas de producto se mueven en direcciones opuestas. Este modo es apto para productos que requieren temperatura o tratamiento térmico durante el secado. Las temperaturas en la descarga de producto del secador son usualmente más altas que las del aire de salida.

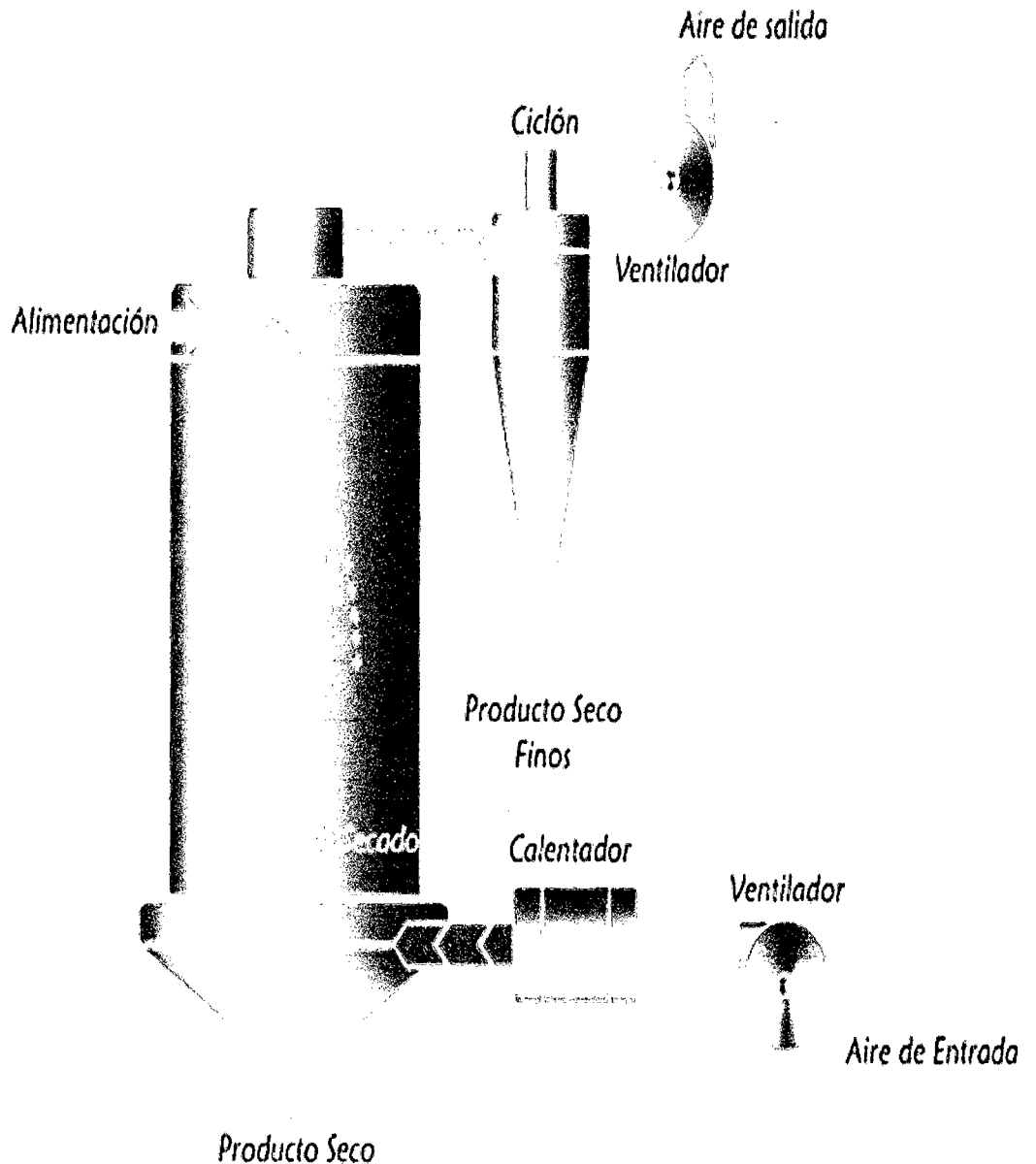


Figura N° 07. Contra corriente. Fuente: Spray Process. Secado spray 2013.

c) Secador de Flujo mixto.

Las partículas dentro de la cámara de secado experimentan las fases de secado en co-corriente y contra corriente. Este proceso es apto para producto térmicamente estables donde se busquen polvos gruesos secados con boquillas, atomizando en fuente hacia el aire de secado o en el caso de productos termo sensibles donde se atomiza hacia un lecho fluidizado integrado, donde tanto la entrada como la salida están ubicados en la parte superior de la cámara de secado.

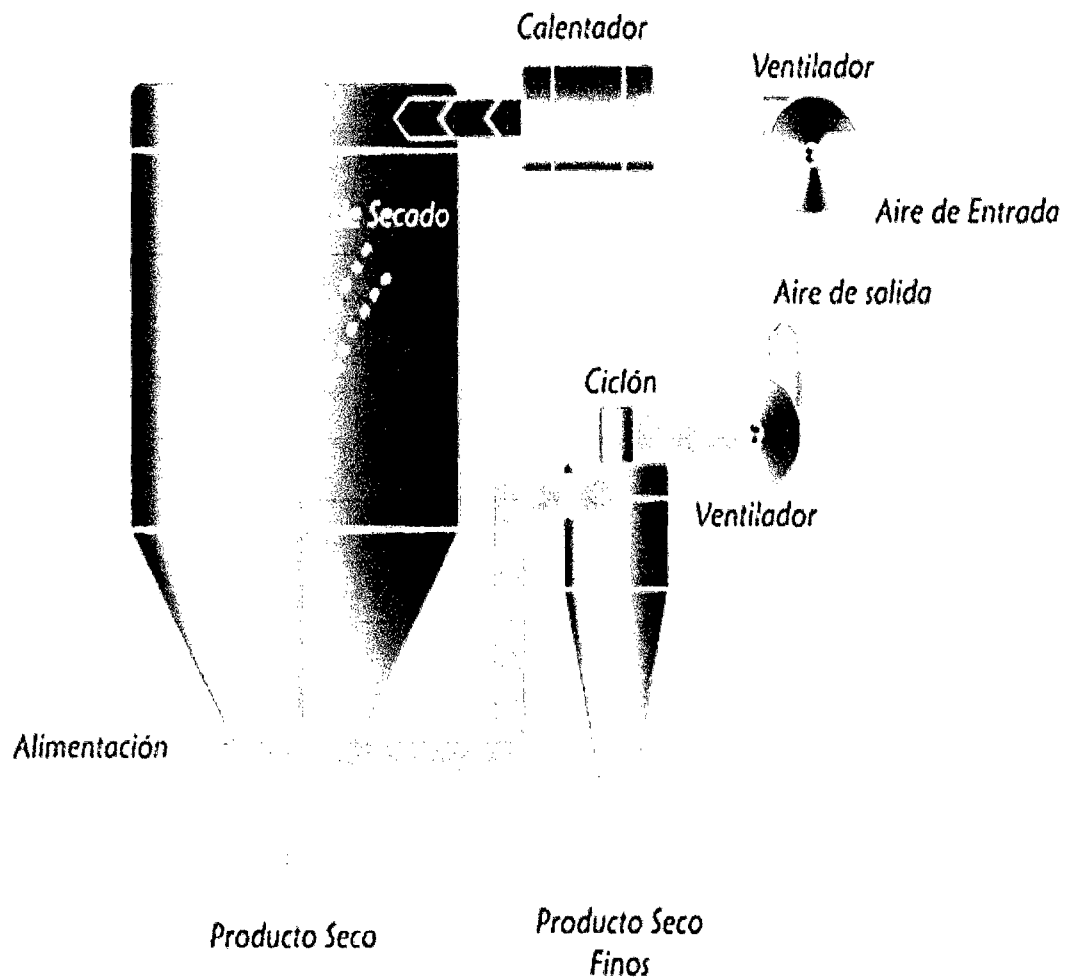


Figura N° 08. Flujo mixto. Fuente: Process. Secado spray 2013.

d) Secador en atmosferas de bajo contenido de oxígeno.

Los sistemas de secado por atomización convencionales emplean aire ambiente como medio de secado, estos son denominados de ciclo abierto. Sin embargo, cuando la alimentación contiene líquidos orgánicos el aire de secado deberá sustituirse por un gas inerte como el nitrógeno para eliminar el riesgo de explosión. Para recuperar totalmente el disolvente y reutilizar el gas inerte se emplean los sistemas cerrados donde el calentamiento se realiza de forma indirecta y una emplea condensador al final de ciclo.

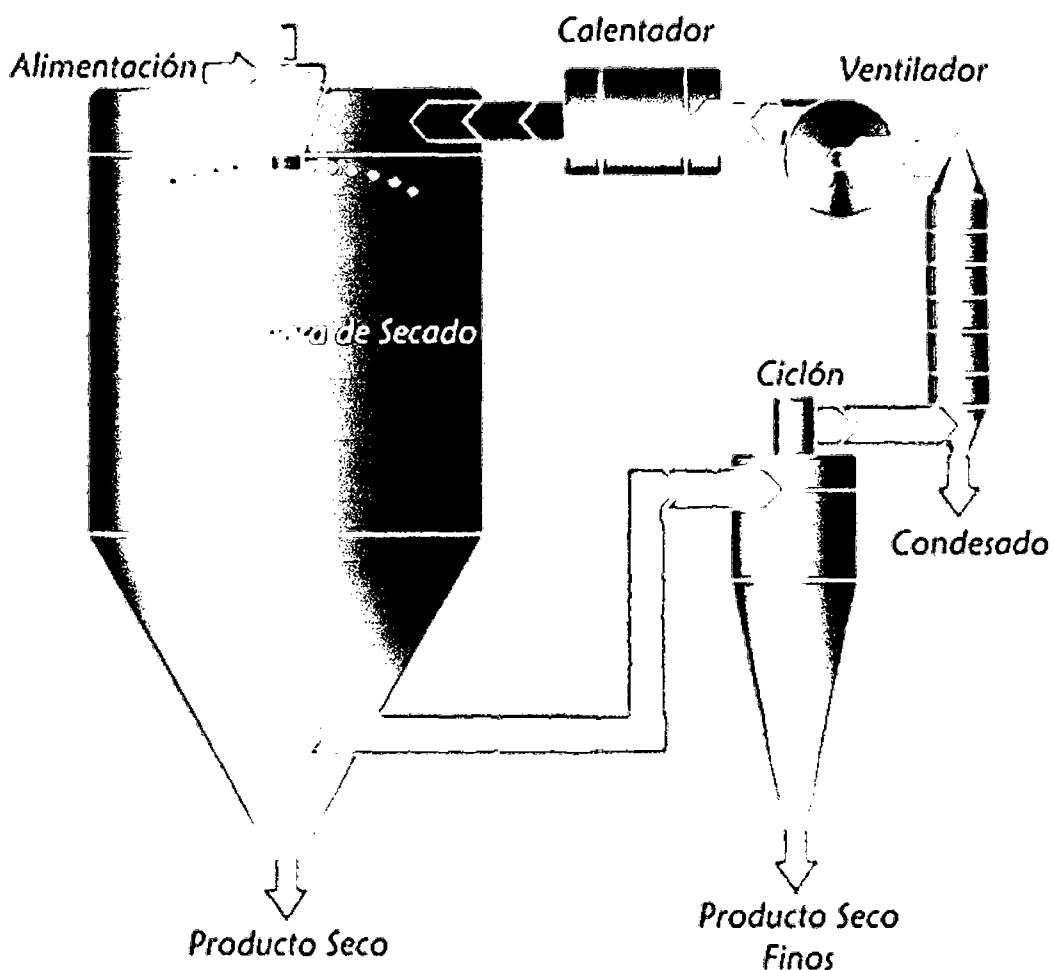


Figura N° 09. Bajo contenido de oxígeno. Fuente: Process. Secado spray 2013.

Existe una gama muy amplia de productos que requieren el uso del sistema de secado por atomización (spray dryer), que mantiene las propiedades físico- químicas de los productos y que en algunos casos llega a mejorar esas propiedades. A través de una solución, emulsión, suspensión o pasta, es enorme la diversidad de productos que se pueden secar por medio de este sistema en las industrias químicas y alimenticias. Leche en polvo, jugos, sopas instantáneas, detergentes, etc., son algunos de los ejemplos de conocimiento general.

El secado por atomización, secado spray, spray dryer es también usado para la preservación de los alimentos. Mediante este proceso simple y ultrarápido, se consigue secar los sólidos y sólidos solubles, con la más alta calidad, preservando las características esenciales de los mismos. Este proceso también ofrece ventajas en la reducción de los pesos y volúmenes.

El proceso se caracteriza en pulverizar el fluido dentro de una cámara sometida a una corriente controlada de aire caliente. Este fluido es atomizado en millones de microgotas individuales mediante un disco rotativo o boquilla de pulverización. A través de este proceso el área de la superficie de contacto del producto pulverizado se aumenta enormemente y cuando se encuentra dentro de la cámara con la corriente de aire de secado produce una vaporización rápida del solvente del producto, generalmente agua, provocando frigorías en el centro de cada microgota donde se encuentra el sólido, que seca suavemente sin choque térmico, transformándose en polvo y terminando el proceso con la colecta del mismo. En los gráficos que siguen se observa lo que citamos anteriormente (Spray Process, 2013).

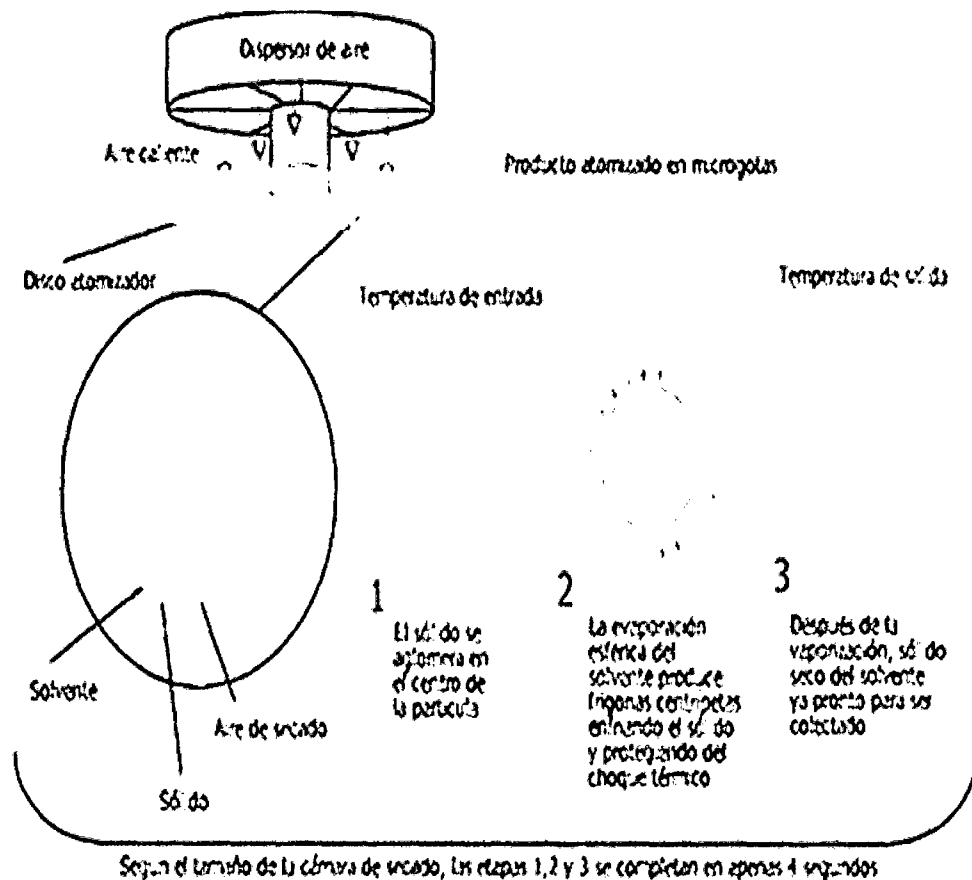


Figura N° 10. Atomizado de un extracto acuoso. Fuente: Process. Secado spray 2013.

3.4.3 CLASES DE ATOMIZADORES.

La característica más importante de la atomización es la formación de gotas y el contacto de ésta con el aire. La etapa de atomización produce un rocío para la condición óptima de evaporación y por consiguiente un producto dentro de las características técnicas. La atomización resulta de la rotura del seno del líquido en pequeñas gotas y las diferentes técnicas de atomización disponibles varían de acuerdo al tipo de energía utilizado para producir las gotas. La clasificación de los atomizadores usados en el secado se resume en la Figura N° 11 (BARBOSA y VEGA, 2000).

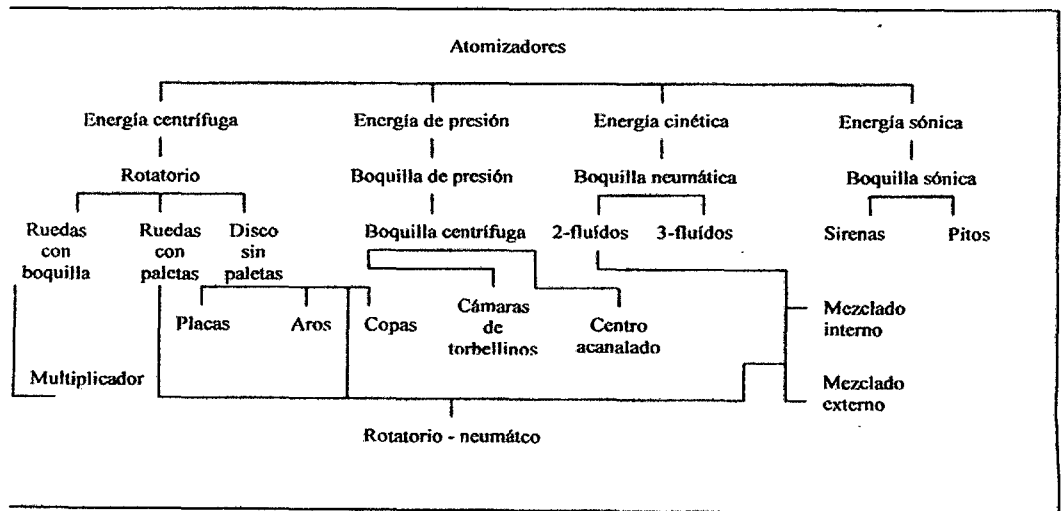


Figura N° 11. Clasificación de atomizadores. Fuente: (BARBOSA y VEGA, 2000).

a) Atomizadores neumáticos o de dos fluidos.

La atomización del líquido utilizando una alta velocidad del gas es conocida como atomización neumática, utiliza como medio gaseoso primario aire y vapor. La formación de gotas tiene lugar en dos etapas: primero el líquido se rompe en filamentos y largas gotas; después los filamentos del líquido y las gotas grandes se rompen dando gotas pequeñas (BARBOSA y VEGA, 2000).

Utilizadas en secado de baja producción, particularmente si se desea un tamaño fino de partículas. El mecanismo de atomización en estas espreas es mediante aire que golpea las corrientes del líquido.

b) Atomizadores inyectoros de presión o de un solo fluido.

El principio fundamental de este tipo de inyectoros consiste en la transformación de la energía aplicada en la presión a energía cinética. Operan a una carga superior, y dan gotitas mayores y más uniformes que en el caso de la esprea con dos fluidos.

La esprea produce un movimiento tangencial de alta velocidad dentro del líquido que se va a rociar. La fuerza centrífuga resultante hace que el líquido haga remolinos alrededor de la circunferencia del agujero de la esprea, formando un corazón de aire a lo largo del eje del agujero. El fluido gira entonces hacia fuera, formando un cono hueco el cual se rompe finalmente en gotitas (FOUST, 1978).

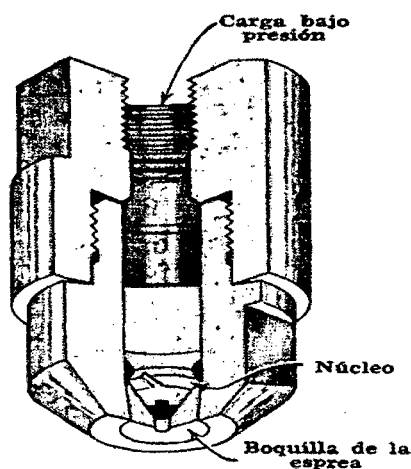


Figura N° 12. Esprea a presión de un solo fluidos. Fuente: (FOUST, 1978).

c) Atomizadores provistos de un disco centrífugo.

En ella se consiguen una alta velocidad sin tener que aplicar una alta presión, siendo esta velocidad controlada por discos. Pueden ser utilizados para rociar fluidos que no se puedan hacer suficientemente homogéneos, como para pasar a través de una esprea (FOUST, 1978).

Normalmente se utilizan distintos discos de centrifugación dependiendo del tipo de producto, lo que implica que este tipo de sistema debe tener fácil acceso a este punto. Asimismo la velocidad de alimentación puede ser controlada con discos, mientras que en el caso de inyectores, tanto la caída de presión como el diámetro del orificio cambian simultáneamente.

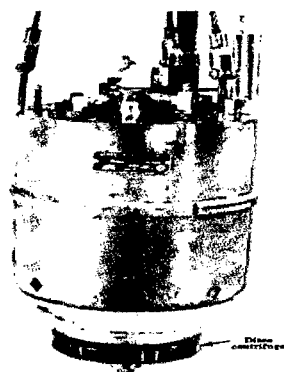


Figura N° 13. Atomizador provisto de disco centrífugo. Fuente: (FOUST, 1978).

3.4.4 FENOMENOLOGÍA DEL PROCESO DE ATOMIZACIÓN.

La eliminación de agua de un alimento supone el transporte simultáneo de materia y calor. La transmisión de calor tiene lugar en el interior del alimento y está relacionada con el gradiente de temperatura existente entre su superficie y la correspondiente a la superficie del agua en el interior del alimento. Si se suministra al agua suficiente energía para su evaporación el vapor generado se transportará desde la superficie de la capa húmeda en el interior del producto hacia la superficie de éste.

El gradiente de presión de vapor existente entre la superficie del agua en el interior y en el aire exterior al alimento es el que provoca la difusión del vapor de agua hacia la superficie de éste. Estos flujos de materia y calor en el interior del alimento tienen lugar a nivel molecular: el calor transmitido depende de la conductividad térmica del alimento mientras que el flujo del agua será proporcional a la difusión molecular del vapor de agua en el aire.

En la superficie del producto tiene lugar simultáneamente los transportes de materia y calor, controlados por mecanismos convectivos. El transporte de vapor desde la superficie del alimento al aire exterior es función de la presión de vapor mientras que la transmisión del calor desde el aire hacia el alimento depende del gradiente de temperatura.

Es necesario tener en cuenta los cuatro procesos de transporte citados, pues la velocidad de secado será proporcional al más lento de ellos. En la mayoría de los productos los limitantes serán los transportes de materia y calor en el interior del alimento.

La mayor parte del secado tiene lugar durante el periodo de velocidad constante y la etapa limitante es la transferencia de materia en la superficie de las gotas. Una vez alcanzada la humedad crítica, la estructura de la partícula es la causante de la disminución de velocidad de secado, siendo el parámetro limitante la difusión de la humedad en el interior de la partícula seca (SINGH, 1998).

La evaporación desde la superficie de las gotas conduce a la deposición inicial de soluto en la superficie antes que el interior de la gota alcance la saturación. La velocidad de difusión del soluto hacia el interior de la gota es menor que el flujo de agua desde el interior hacia la superficie, de tal forma que todo el soluto se acumula en la superficie. Las partículas secas finales por lo general están huecas y el producto que se obtiene en un secador de pulverización es muy poroso (WARREN, 2002).

a) Balance de materia.

En condiciones de estado estacionario, no existe acumulación en la cámara, por lo tanto se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$M_s(W_s)_i + G_a(H_1) = M_s(W_s)_2 + G_a(H_2)$$

$$M_s[(W_s)_i + (W_s)_2] = G_a(H_2 + H_1)$$

Donde:

Agua que entra con la alimentación: $M_s (W_s)_i$

Agua que entra con el aire caliente: $G_a H_1$

Agua que sale del secadero con el producto seco: $M_s (W_s)_2$

Agua que sale con aire de secado a la salida: $G_a H_2$

Donde:

M_s = Sólido seco en la alimentación, (Kg sólido seco/h)

$(W_s)_i$ = Contenido de agua en la alimentación, (Kg de agua/Kg sólido seco)

$(W_s)_2$ = Contenido de agua del producto, (Kg de agua/Kg sólido seco)

G_a = Aire seco que entra a la cámara de secado, (Kg aire seco/h)

H_1 = Humedad absoluta del aire que entra a la cámara de secado, (Kg agua/Kg aire seco)

H_2 = Humedad absoluta del aire que sale de la cámara de secado, (Kg agua/Kg aire seco).

b) Balance de energía.

En régimen estacionario el balance de energía se expresa por la siguiente ecuación:

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$M_s(Q_s)_1 + G_a(Q_a) = M_s(Q_s)_2 + G_a(Q_a)_2 + Q_L$$

Donde:

Q_L = Pérdidas de calor del secadero

Debe resaltarse que las pérdidas de calor pueden ser muy pequeñas si la cámara está bien aislada, aunque existen algunos casos de aislamiento deficiente o diseños especiales de la cámara en los que el aire está enfriando las paredes para permitir el manejo de productos especiales.

La entalpia de la alimentación (Q_a) es la suma de la entalpia del sólido seco y de la humedad del líquido.

Así:

$$Q_a = C_{ss}(\Delta T) + (W_s)_1 C_w (\Delta T)$$

Donde:

C_{ss} = Calor específico del sólido

C_w = Calor específico del agua (en forma líquida)

ΔT = Diferencia entre la temperatura de la alimentación y un punto de referencia (normalmente se escoge como 0°C).

La entalpia del aire de secado (Q_a) se puede calcular o bien a la entrada o bien a la salida de la cámara de secado mediante la ecuación:

$$Q_a = C_s(\Delta T) + H \lambda \text{ Donde:}$$

C_s = Calor húmedo $1.005 + 1.88 H$ (unidades SI) o $0.24 + 0.45 H$ (unidades inglesas)

A_v = Calor latente de vaporización.

Calculando la eficiencia térmica global.

$$\eta_{\text{global}} = \left[\frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_0} \right] 100$$

Reemplazando datos:

$$\eta_{\text{global}} = \left[\frac{165 - 74}{165 - 28} \right] 100$$

$$\eta_{\text{global}} = 0.66$$

3.4.5 RECONSTITUCION DE PRODUCTOS ATOMIZADOS.

La propiedades instantáneas de los productos incluyen la capacidad del polvo disolverse en agua. Cada partícula debe ser humedecida, sumergida y disuelta en el líquido. Las propiedades tales como la humectabilidad, Sumergibilidad, Dispersabilidad y solubilidad son importantes en el proceso de reconstitución (BARBOSA Y VEGA, 2000).

a) Humectabilidad.

Esta es la capacidad de la partícula de polvo para adsorber agua en una superficie. Es una propiedad funcional de los polvos y se ve afectada por el proceso de aglomeración, la cantidad de humectable disponible, superficie o ausencia razonable de partículas no aglomeradas.

b) Sumergibilidad.

Esta es la capacidad de un polvo en sumergirse en agua después que ha sido humedecido. Es una propiedad funcional de los polvos y se ve afectada por la densidad de la partícula.

c) Dispersabilidad.

Esta es la capacidad de un polvo de ser distribuido a lo largo de agua sin formación de grumos. Es una propiedad funcional de los polvos. Los factores que afectan a esta propiedad son la ausencia razonable de partículas con un tamaño superior 250 μm o ausencia de aglomerados.

d) Solubilidad.

Esta es la velocidad de disolución o la solubilidad total. La ausencia de lunares y rápido hinchamiento de las partículas son factores que afectan a la solubilidad.

La estructura porosa de las partículas permite una entrada rápida del agua seguida de un hundimiento y la dispersión y disolución de los sólidos. El proceso de aglomeración cambia las características físicas del polvo de tal

forma que la humidificación, hundimiento y dispersión aumenta a un punto donde la reconstitución ocurre rápidamente. Cada partícula debe ser humedecida, sumergida y disuelta en líquido. La transformación de partículas simples en aglomerados porosos se conoce como el proceso instantáneo (BARBOSA Y VEGA, 2000).

3.4.6 MICROESTRUCTURA.

En el secado por atomización o pulverización de soluciones, la evaporación desde la superficie de las gotas conduce a la deposición inicial de soluto en la superficie antes que el interior de la gota alcance la saturación. La velocidad de difusión del soluto hacia el interior de la gota es menor que el flujo de agua desde el interior hacia la superficie, de tal forma que todo el soluto se acumula en la superficie. Las partículas secas finales por lo general están huecas y el producto que se obtiene en un atomizador es muy poroso (WARREN, 2002).

3.4.7 ATOMIZACIÓN ESPUMANTE.

La atomización espumante consiste en el proceso de emulsiones líquido/gas en una cámara de secado. La dispersión forma un tipo de partícula espumosa cuando se seca. Las características de secado de las gotas de espuma son distintas de las gotas típicas de líquido.

El proceso de espumado se puede realizar por mezcla directa de un líquido y un gas. En la operación existe una amplia distribución de tamaños de las burbujas en el líquido. Una segunda técnica consiste en la sobresaturación con un gas del producto que va a ser secado. La formación del crecimiento de la burbuja se promueve tanto por un descenso de la presión como por un aumento de la temperatura.

Un tercer método consiste en un proceso de desorción en el que el gas se produce en el interior de la gota mediante una reacción química (BARBOSA y VEGA, 2000).



302

Los requisitos de productos especiales determinan otras variaciones en el diseño y la operación de los secadores por aspersión. En un método el alimento líquido, por ejemplo, la leche o café se convierte en espuma antes de ser introducido por aspersión al secador. Esto acelera la velocidad del secado, debido a la mayor área de superficie de las gotitas de espuma agrandadas, y da un producto seco más ligero (POTTER, 1973).

3.4.8 APLICACIONES A LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

El secador por atomización puede utilizarse para las siguientes aplicaciones en el sector alimentario: zumos y frutas, cremas de patata, té, café, puré de tomate, levaduras, yogurt, derivados de soya, etc. En el caso de la pulpa de frutas en polvo, son productos obtenidos normalmente para formar parte de otras transformaciones como pueden ser: bebidas y refrescos en polvo, bebidas energéticas, gelatinas y purés, confitería, saborizantes para leche en polvo o batidos (REYES, 2003).

Algunos productos atomizados que se comercializan ventajosamente son: café (Nescafe, Cafetal, Ecco); té (Me Collins, Perfil, etc); leche (Anchor, Carnation, Enci, La Lechera); jugos (Kanú, Zuko, Royal, Mambo, Zip).

Algunas descripciones de productos atomizados.

- **Jugo.**

El verdadero polvo de jugo mantiene una alta concentración de fibras naturales en el jugo. Pocos jugos tienen esta habilidad y estos son producidos utilizando secadores por aspersión industriales con tecnología actual. Algunos jugos han sido secados hasta reducirlos a polvo como un producto saborizante en el que los jugos concentrados o los jugos de fuerza simple son combinados en una base de sabor hecha de, por ejemplo, malto dextrina, azúcar y goma arábica. Los polvos reconstituidos como esta receta no son "jugos" auténticos.

Estos polvos a menudo pueden secarse en secadores por atomización convencional, secadores de etapa múltiple o las con tecnología actual.

- **Fruta.**

A la pulpa colada de frutas se le quita la piel, las semillas y las fibras largas para crear una pasta que pueda secarse por atomización de esta forma, o sólo una adición limitada de un portador.

- **Tomate.**

Esta fruta especial es secada por atomización en grandes cantidades a partir de una pasta concentrada. El polvo es preparado a partir de pasta concentrada en caliente o frío. La pasta utilizada es colada para quitarle la piel, semilla y fibras largas y es concentrada a un máximo de 45 °Brix para el proceso en caliente y 50 °Brix para el proceso en frío. En la actualidad existen diseños especiales para atomizar tomate.

- **Vegetales.**

El secado por atomización de vegetales es factible cuando estos existen en forma de jugo pasta. Debido a la composición del jugo de vegetales, se requiere de menos portadores durante el proceso de secado. Los jugos filtrados y concentrados se secan normalmente como saborizantes y por lo regular se secan con secadores convencionales y en secadores de etapas múltiples.

3.4.9 VENTAJAS DEL SECADO POR ATOMIZACIÓN.

- ❖ En general, una de las ventajas principales es el corto tiempo de secado, que permite el secado de materiales altamente sensibles al calor, y la producción de partículas esféricas huecas que no suelen obtenerse por ningún otro método.
- ❖ La consistencia, densidad global, apariencia y propiedades de flujo deseado para algunos productos, tales como alimentos o detergentes sintéticos, resultan difíciles o imposibles de obtener mediante cualquier otro tipo de secador.
- ❖ Las especificaciones de los polvos permanecen constantes a lo largo del secadero cuando las condiciones de secado son constantes.

- ❖ Es una operación de secado continua (puede realizarse hasta 24 horas seguida) y se puede adaptar a un control automático completo (automatización) y lograr una reducción de la mano de obra (un solo operario maneja la instalación) y por otro lado aumenta el volumen de la producción
- ❖ Evita decoloración, oxidación, descomposición, pérdida de aroma y desnaturalización proteica, cuando se calienta más tiempo que el mínimo necesario.
- ❖ También tiene la ventaja de producir, a partir de una solución, suspensión o pasta delgada, en una sola etapa, un producto que se puede envasar muy fácil.
- ❖ Combina las funciones de un evaporador, un cristizador, un secador, una unidad de reducción de tamaño y un clasificador.

3.4.10 DESVENTAJAS DEL SECADO POR ATOMIZACIÓN.

- ❖ Las desventajas más grandes de los atomizadores son los costes de instalación.
- ❖ No son muy eficientes; En general se pierde mucho calor con los gases que salen.
- ❖ Los atomizadores son de gran tamaño, con frecuencia de 25 m o más de altura, y no siempre resultan de operación sencilla.
- ❖ La densidad global del sólido seco (una propiedad de radical importancia para productos envasados) con frecuencia es difícil de mantener constante, ya que tal vez resulte muy sensible a variaciones en el contenido de sólidos en la alimentación, a la temperatura de entrada del gas y a otras variables (WARREN, 2002).

Según (BARBOSA y VEGA, 2000), comentan que la atomización es una importante operación de procesado en la industria alimentaria. Las características de secado de cualquier alimento destinado al secado por atomización necesitan ser evaluadas primeramente a escala planta piloto antes de su aplicación industrial, pero las condiciones finales de operación están definidas únicamente para el atomizador diseñado y seleccionado para la aplicación estudiada.

La característica más importante del producto secado por atomización es la uniformidad del producto final.

Las propiedades instantaneizantes del producto atomizado están basadas en el proceso posterior a la atomización, que es el que produce un producto aglomerado.

3.4.11 ENCAPSULANTES.

Los procesos de encapsulación empezaron a desarrollarse entre 1930 y 1940 por la National Cash Register (NCR), en Ohio, EEUU, para la aplicación comercial de un tinte a partir de gelatina como agente encapsulante. La aplicación en alimentos es más reciente, debido sobre todo a un abaratamiento de la tecnología, que ha despertado el interés de la industria alimentaria. Este proceso permite, en función de la tecnología aplicada, encapsular nutrientes para que no sean atacados, degradados u oxidados, así como enzimas o células completas, permitiendo que los sustratos y productos entren y salgan de la cápsula.

Para la producción de microcápsulas se han propuesto diversos métodos que se dividen en procesos físicos (secado por aspersión, extrusión y recubrimiento por aspersión), procesos fisicoquímicos (coacervación simple o compleja y atrapamiento en liposomas) y procesos químicos. La selección del método dependerá del tamaño medio de la partícula requerida y las propiedades fisicoquímicas del agente encapsulante y la

sustancia a encapsular, las aplicaciones para el material microencapsulado, el mecanismo de liberación deseado y el coste.

La encapsulación de sabores previene reacciones indeseables con otros componentes del alimento, incluso durante un largo proceso de almacenaje. Se han desarrollado varios métodos para encapsular sabores y aromas. El secado por aspersión es el más utilizado en la industria de los alimentos debido a que se trata de un método económico y efectivo en la protección de materiales.

Los almidones modificados, las maltodextrinas y las gomas son empleados como materiales pared. El material a encapsular es homogenizado con el portador. Posteriormente, la mezcla se seca por aspersión y se atomiza por medio de una boquilla o disco. Tras este proceso, se recogen las cápsulas formadas listas para ser empleadas.

Actualmente se están estudiando nuevos materiales pared, incluyendo coloides y gomas naturales, para la obtención de mezclas que permitan incrementar la retención de compuestos volátiles y la vida comercial de las microcápsulas. Así, se ha conseguido la retención de aceites esenciales de naranja y disminuido su oxidación al usar goma arábica, lo que indudablemente permite la inclusión de sustancias activas sin que se vean afectadas por los procesos de digestión iniciados en la boca y estómago (RODRÍGUEZ, 2006).

Los encapsulantes son aditivos que se utilizan mucho en la industria de la alimentación para mejorar y facilitar el secado, para producir cambio físico en el producto, reducir la disposición de las paredes y los problemas de manejo.

Los procesos de encapsulación son aplicados eficientemente para cubrir líquidos o sólidos, separar materiales reactivos, reducir la toxicidad de un material, proporcionar protección ambiental a compuestos y formulaciones; controlar la liberación de los materiales; reducir la volatilidad encarnada al gusto, etc (RANKEN, 1993).

En el caso del proceso de secados por atomización, los encapsulantes utilizados sirven para mejorar el secado y obtener un producto de buena calidad. Por ejemplo (FERNANDEZ, 1995), recomienda usar 2% de goma arábica, sobre la base del contenido total de sólidos de la alimentación para obtener productos de baja higroscopicidad. Algunos de los encapsulantes utilizados en la elaboración de polvos de jugos de fruta son: Glucosa, Goma Arábica y Carboximetil Celulosa de Sodio (CMC) y en la elaboración del polvo de tomate se utiliza espesantes (Agar, pectinas, carragenina, CMC); emulsificantes (mono y diglicéridos) o almidón de arroz.

a) Gelatina.

Llamado también Gelatinum o Gelatina alba. Es un producto que se obtiene por hidrólisis parcial del colágeno que se extrae de la piel, del tejido conjuntivo blanco y de los huesos de animales. Se presenta en láminas, copos, hebras o polvo grueso a fino, de un color apenas amarillo o ámbar cuya intensidad varía según el tamaño de las partículas; tenue olor característico a caldo; estable al aire si está seca pero sujeta a descomposición microbiana cuando está húmeda o en solución.

La gelatina es una proteína incompleta desde el punto de vista nutritivo. La sustancia gelatinizante se llama condina, y la adhesiva se conoce como glutina. Se emplea en farmacia como agente encapsulante, agente de suspensión, fijador de comprimidos y agente de revestimiento.

También se la recomienda como agente emulsificante. Si se usa gelatina en la elaboración de cápsulas que contengan medicamentos o para revestir pildoras, puede colorearse con un colorante certificado y podrá tener una capacidad gelificante menor. Combinada con la glicerina forma la gelatina glicerizada, y en esta forma se utiliza como vehículo y también para elaborar supositorios.

Se le agrega óxido de zinc para formar gelatina zinc, que es un tóxico protector. Es también nutritiva y se usa mucho en la preparación de

productos alimenticios comerciales y para medios de cultivo en bacteriología (FERNANDEZ, 1995).

b) Carboximetil Celulosa Sódica (CMC).

La carboximetil celulosa sódica (CMC) es completamente soluble en agua fría y caliente, e insoluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Es compatible con los tensioactivos aniónicos y catiónicos. En las formulaciones de productos, se recomienda disolver la carboximetilcelulosa en agua antes de añadir los restantes ingredientes.

Cuando este polímero se encuentra entrecruzado es insoluble en agua, pero puede hincharse. Tiene aplicaciones como espesante, agente gelificante, encapsulante y estabilizante. Se usa al 1% en champús y lociones; al 0.5% en maquillaje líquido, y al 0.5-1% en pastas de dientes. En el caso de la carboximetil celulosa entrecruzada, su función es la de fibra absorbente (FERNANDEZ, 1995).

c) Malto dextrina.

La malto dextrina es un polímero de dextrosa obtenido a partir del almidón mediante procesos enzimáticos. Es un polvo blanco, sus cualidades están referidas a su baja higroscopicidad, buena solubilidad y bajo poder edulcorante, además cabe destacar que este producto puede ser almacenado por un tiempo prolongado sin que se deteriore en sus propiedades. Las malto dextrinas han ocupado un lugar importante para el acondicionamiento de jugos, que han sido secados por aspersion ya que son incoloras, inodoras y de baja viscosidad a altas concentraciones.

3.5. MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCION DE COLORANTE.

Achiote (Bixa orellana)

Taxonomía:

Familia: Bixaceae

Género: Bixa

Especie: orellana L.



FOTO 1

- **Descripción botánica.**

Árbol o arbusto de 3-8m de alto, con tronco leñoso, erecto y ramificado en su parte superior; forma una copa frondosa. Hojas persistentes, alternas y cordadas, evadas o acorazonadas, lisas y puntiagudas, largamente pedunculadas, con escamitas pardas por el envés, 8.20 cm de largo.

Flor hermafrodita, de tamaño regular de 4 cm. de ancho, 5 pétalos color blanco o rosado, se disponen en panículas terminales. Fruto en cápsula espinosa, que encierra la semilla en su interior, 3-4cm de largo, ovoides o cónicas, café-rojizo o amarillo, pequeñas espinas lisas. Semillas numerosas de 5mm de largo, cubiertas de fina pulpa rojo-naranja.

- **Usos medicinales.**

Hojas.

Usadas como analgésico (dolor de cabeza), cicatrizante, para el tratamiento de tos, bronquitis, lepra, quemaduras, micosis, infecciones de la piel, hepatitis, diabetes, como afrodisiaco, y antipirético, antiinflamatorio conjuntival, antiinflamatorio vaginal, cicatrizante, antihipertensivo y antidiarréico.

Fruto.

Se usa para quemaduras, para el tratamiento de tos ferina, cardiopatías y como antídoto para el caso de intoxicación con ácido cianhídrico o alimentos que lo contienen.

Semillas.

Usadas como expectorantes, para tratar la tos, bronquitis, quemaduras y para tratar enfermedades cardíacas y hepáticas; también usadas para diabetes, debilidad, infecciones gastrointestinales, erupciones de la piel, y erisipela.

El aceite de semillas para tratamiento de la lepra, el colorante como repelente de insectos y el polvo contra, la amigdalitis.

Raíz: se usa como digestivo, diurético, antiasmático, antimaláricos, antitusígeno, contra la ictericia, oliguria, diabetes y gonorrea.

Flor: es purgante y usada como antídoto en caso de intoxicación con ácido cianhídrico. **Corteza:** depurativa, antiinflamatoria ocular.

- Otros usos populares.

En la industria para colorear quesos, margarina y mantequilla, pintado de muebles, La bixina se usa también como repelente de insectos.

- Composición química.

Hojas.

Flavonoides (apigenina, hipoaletina, cosmosina) diterpenos (farnesilacetona, garanilgeraniol, geranil formato) y un derivado sesquiterpénico, alcaloides, esteroides, fenoles y taninos.

Semillas.

Contienen bixina (colorante rojo), norbixina, criptoxantina, euxina, metilbixina, aminos, leucoantocianinas, triterpenos, taninos y carotenoides.

- **Contraindicaciones y precauciones.**

• Semilla puede ser abortiva.

- **Indicaciones terapéuticas.**

El uso popular y la farmacología experimental, demuestran que la raíz es hipoglicemiante y aja es antigonorreica, lo que debe evaluarse clínicamente para indicar su usos.

Decocción: de semillas para combatir debilidad, diabetes, infecciones gastrointestinales, respiratorias y hepáticas, también como antigonorreico.

Tópicamente para evitar la formación cicatrices, como antihemorroidal, quemaduras y erisipela; de raíces, contra la ictericia, urea, diabetes y gonorrea; de hojas, se usa contra la disentería, diarrea y en quemaduras.

Macerado: de hojas; en infecciones de la piel y como antiséptico vaginal.

Infusión: de semillas es usada como expectorante, en bronquitis y en quemaduras (semillas aceite de oliva).

Infusión: de la flor es purgativa y usada como antídoto en intoxicación con HCN.

3.6. MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCION DE COLORANTE.

Pomarrosa (*Syzygium jambos*)

Nombre común.

Recibe los siguientes nombres comunes: pomarrosa en Ecuador, Perú, México, Panamá, Colombia y Puerto Rico;



FOTO 2

Rico; pomarrosa o pumagas en Venezuela (mayormente en Oriente); pomo, cajuíl rojo o marañón en República Dominicana; manzana en Costa Rica, Guatemala y Honduras; manzana rosa en Cuba y El Salvador; *rose-apple* en Estados Unidos, Puerto Rico, Jamaica; *pommerose* en Antillas inglesas; *pomme-rose* en Haití; *jamerose* y *jamosier* en Antillas Francesas, *pomeroes* y *appelroes* en Suriname. En francés también recibe los nombres de *pommier-rose* y *jambosier*.

Taxonomía.

Nombre científico o latino:

Syzygium jambos= *Eugenia jambos*

Familia botánica: Myrtaceae.

Origen: Sureste de Asia. El área de distribución natural de la Pomarrosa comprendía originalmente parte de o todo el archipiélago Malayo y la parte superior de Myanmar (Burma).

Sinonimia.

- *Eugenia jamboides* Wender.
- *Eugenia jambos* L. basónimo
- *Eugenia jambosa* Crantz
- *Eugenia malaccensis* Blanco

Descripción.

Árbol pequeño de unos 10 m de altura. Su tronco es de hasta 2 dm de diámetro, tortuoso y ramificado, su corteza es lisa y de coloración entre gris y castaño. Tiene hojas simples de 10 a 25 cm × 3 a 5 cm, con ápice acuminado y base estrecha. Son de color verde brillante pálido, con puntos translúcidos y nervios prominentes en el envés. Los peciolo son de 5 a 9 cm de largo. Las flores son grandes y se agrupan de a 4 o 5, en corimbos terminales. Las flores presentan tubo del cáliz turbinado, de 4 sépalos anchos, redondeados y 4 pétalos redondeados, cóncavos, blancos, algo verduzcos de 1 a 1,5 cm de largo, con puntos glandulosos grandes, gran cantidad de estambres blancuzcos, de 3 a 4 cm de largo. El fruto es una baya redonda, de 2 a 5 cm de diámetro, con los lóbulos del cáliz en el ápice a modo de corona. El color es amarillo verdoso, a veces con tinte algo rojizo. Su masa es blanca, firme, poco gruesa y poco jugosa. Tiene 1, o raramente hasta 3, semillas grandes sueltas, de alrededor de 1 cm de diámetro, redondeadas, de color castaño. Florece y fructifica durante muchos meses pero el pico de fructificación es en el verano.

Distribución.

Syzygium jambos crece naturalmente en el sudeste de Asia tropical, mayormente en Insulindia. En América está presente desde Florida y el sur de California hasta el sur de Brasil. También está presente en las Bermudas y las Antillas.

Uso alimenticio.

El fruto puede consumirse fresco ya que es dulce, con olor a rosas. Es muy rico en pectinas y poco ácido, con el se pueden preparar jaleas o mermeladas. Es bueno también para aromatizar salsas y cremas. Las flores también son comestibles.

El fruto puede consumirse fresco ya que es dulce, pero resulta algo insípido y seco, con olor a rosas (de allí su nombre de Pomarrosa).

Se dice que cuando se come en exceso produce dolores de cabeza. Es muy rico en pectinas y es poco ácido, por lo que resulta mejor mezclado con otra fruta ácida para hacer jaleas o mermeladas. Es bueno también para aromatizar salsas y cremas.

Valor nutritivo.

Es fuente moderada de vitamina C, betacarotenos, fósforo, calcio y hierro.

Propiedades medicinales.

De las raíces se dice que tienen efecto sobre la epilepsia. Las semillas pulverizadas se usan en El Salvador para tratar la diabetes. La parte externa de la corteza tiene propiedades vomitivas. La parte interna de la corteza tiene propiedades purgativas. Las hojas se usan en infusión para bajar de peso, debido a su alto contenido en yodo.

Otros usos.

La madera no es duradera ante la humedad o el ataque de termitas. Es útil como leña y para fabricar carbón. Sus varas se usan para cujes para curar tabaco (de donde se cuelgan las hojas para secarlas). Las ramas nuevas son útiles para hacer canastas.

Sus flores son muy visitadas por las abejas. Estos árboles sirven como rompevientos y a pesar de ser invasivas, protegen de la erosión a los márgenes de las vías fluviales.

3.7. MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCION DE SABORIZANTE.

El Azafrán, Palillo, Guisador: *Cúrcuma Longa*



FOTO 3

DATOS GENERALES.

Familia: ZINGIBERACEAE

Nombre científico: *Cúrcuma longa* L.

Nombres comunes: Cúrcuma, Palillo; Curry, Azafrán cimarrón, Azafrán: Azafrán de la India; Jengibre amárelo (portugués),

DATOS AMBIENTALES.

Clima: Tropical y subtropical, temperatura promedio de 26°C, precipitación pluvial entre 800 a 3 000 mm/año y altitudes de hasta 1 500 msnm.

Suelo: De preferencia requiere suelos de textura suelta con abundante materia orgánica y buen drenaje, no soporta por mucho tiempo el encharcamiento.

Biotopo de poblaciones naturales: Habita en purmas y chacras nuevas.

CULTIVO.

Distribución geográfica: Originaria del sur-este de Asia. Probablemente de la península India distribuida en las zonas tropicales. En el Perú se cultiva en selva alta y baja; en condición de planta silvestre, se encuentra distribuida en casi toda la selva peruana. La mayor concentración de cultivos se encuentra en los departamentos de Ayacucho. Cusco y Ucayali (Yarinacocha).

Época de siembra.

En cualquier época del año.

Espaciamiento.

Distanciamiento de 0,40 m x 0,30 m.

Labores de cultivo: Aplicar a los 2 meses de la siembra la siguiente fórmula de nutrientes: 66 kg de superfosfato triple de calcio, 66 kg de cloruro de potasio y 66 kg de úrea por hectárea. A los 4 meses de la siembra se recomienda aplicar 200 kg de úrea/ha. Mensualmente, es recomendable aplicar abono orgánico. Enemigos naturales: Se presenta frecuentemente ataque de hongos foliares.

Propuesta de asociación de cultivos: El guisador puede sembrarse como cultivo complementario para aprovechar áreas intercaladas que los sistemas de frutales dejan libres los primeros años después de la plantación.

Propagación: Mediante rizomas. Se recomienda sembrar a una profundidad de 5 cm; antes de la siembra definitiva, es preferible pregerminar los rizomas, lo que ocurre en el lapso de 15 a 30 días. Para sembrar una hectárea se requiere un promedio de 300 kg de rizomas.

COSECHA Y CONSERVACION DEL PRODUCTOS.

Partes aprovechadas: Rizomas.

Cosecha: La cosecha se inicia a los 7 meses de la siembra, cuando empiezan amarillar las hojas, pudiendo prolongarse hasta los 9 meses. El rendimiento en el Perú es de 15 t/ha en peso fresco y de 3 a 3,75 t/ha peso seco

Manejo post-cosecha.

Los rizomas se deben conservar en ambiente seco y fresco para mantenerlos en buen estado durante un mes o más.

3.8. MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCION DE SABORIZANTE.

El Jengibre o kion (*Zingiber officinale*)

Es una planta de la familia de las zingiberáceas, cuyo tallo subterráneo es un rizoma horizontal muy apreciado por su aroma y sabor picante. La planta llega a tener 90 cm de altura, con largas hojas de 20 cm.



FOTO 4

Crece en todas las regiones tropicales del mundo. Las variedades más caras y de mayor calidad generalmente proceden de Australia, India y Jamaica, mientras que las más comercializadas se cultivan en China y Perú.

Su nombre proviene del indoeuropeo: en sánscrito se decía *shringavera*, que significa cuerpo de cuerno.

Usos culinarios.

Los rizomas se utilizan en la mayor parte de las cocinas del mundo a través de la cocina asiática. Los rizomas tiernos son jugosos y carnosos, con un fuerte sabor. Se suelen conservar en vinagre como aperitivo o simplemente se añaden como ingrediente de muchos platos. Las raíces maduras son fibrosas y secas. El jugo de los rizomas viejos es extremadamente picante y a menudo se utiliza como especia en la cocina china para disimular otros aromas y sabores más fuertes, como el marisco y la carne de cordero.

En la cocina occidental, el jengibre, seco o en polvo, se restringe tradicionalmente a alimentos dulces; se utiliza para elaborar caramelos, pan de jengibre, para saborizar galletas (como las populares galletas de jengibre) y como saborizante principal de la gaseosa de jengibre o *ginger ale*, bebida dulce, carbonatada y sin alcohol.

Usos terapéuticos.

En investigaciones médicas se ha comprobado que la raíz de jengibre es un efectivo tratamiento contra las náuseas causadas por los mareos en medios de transporte, así como las padecidas por las mujeres embarazadas. No se le conoce efecto teratogénico, por lo que es seguro durante el embarazo. Es asimismo útil en otras dispepsias con náuseas y gastritis leve, como quedó demostrado en un estudio publicado por la revista *The Lancet*, con 36 personas susceptibles a los mareos que tomaron jengibre antes de hacerlos girar durante seis minutos en una silla motorizada, con resultados sumamente bajos o náuseas inexistentes. En otro estudio realizado por investigadores daneses a 80 cadetes navales con predisposición a los mareos demostró que los cadetes que tomaron un gramo de jengibre sufrieron menos que quienes tomaron un placebo. Aunque no se logró establecer cuál es la causa, se sospecha que el componente 6-gingerol es el que mejora el movimiento gastrointestinal y evita que actúe sobre el centro del vómito.

Se puede emplear en decocción o en extracto fluido. Se utiliza también como estimulante gastrointestinal, tónico y expectorante, entre otros. Es estimulante del sistema nervioso central y sistema nervioso autónomo. Contiene antioxidantes. Externamente sirve para tratar traumatismos y reumatismos. El abuso en su consumo puede debilitar la visión. En algunos pacientes puede agravar la gastritis si han estado previamente tratados con analgésicos antiinflamatorios.

3.9. METODOLOGIA.

La parte experimental del proyecto se desarrollara en las instalaciones de la planta piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, ya que cuentan con la infraestructura y equipos necesarios para la realización del proyecto. Se hará uso de los siguientes ambientes.

- Sala de procesamiento de frutas y hortalizas.
- Planta de atomización de frutas.
- Laboratorio de control de calidad.
- Laboratorio de análisis fisicoquímico.
- Laboratorio de evaluación sensorial.
- Laboratorio de microbiología de los alimentos.

3.10 ANÁLISIS REALIZADOS A LA MATERIA PRIMA.

a) Determinación de peso.

Esta determinación se realizó con la pesada de la materia prima.

b) Determinación de tamaño.

La determinación del tamaño de las muestras a utilizar dependerá del criterio del interesado.

c) Determinación de la composición macromolecular.

1) Determinación de humedad.

Método 31.005 del A.O.A.C (1998), Se basa en el contenido de agua de la muestra.

2) Determinación de cenizas.

Método de N.T.P 206.012.

$$\%C = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100$$

3) Determinación de lípidos.

Método A.O.A.C 960.39

$$\%G = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100$$

4) Determinación de proteínas.

Método ITINTEC-NTP 201.021.

$$\%N_2 = \frac{V \times N \times FactorN_2}{PM} \times 100$$

$$\%Proteína = \%N_2 \times Factordeproteína$$

5) Determinación de carbohidratos.

Método de diferencia, citado por (Fachín, 2004).

$$\%CHO = 100 - (\%H + \%C + \%L + \%P)$$

6) Determinación de calorías.

Se determinó por cálculo directo.

$$\%Cal = \%L \times 9 + \%P \times 4 + \%CHO \times 4$$

7) Determinación de materia seca.

Método citado por (RIVAS, 2005).

$$\%MS = 100 - \%H$$

d) DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES.

Método recomendado por (LEES, 1969).

$$\%ST = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100$$

e) ANÁLISIS REALIZADOS AL PRODUCTO FINAL.

1) Determinación de humedad.

Método 31.005 del A.O.A.C

$$\%Humedad = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100.$$

2) Reacción química.

Reacción de Shinoda (LOCK 1994).

3) Reacción de Bornträger.

(LOCK, 1994).

4) Método espectrométrico.

Absorción UV-Vis (LOCK, 1994).

5) Rendimiento de flavonoides.

Para el cálculo del rendimiento de flavonoides tenemos que multiplicando el resultado obtenido por 100 y dividiéndole entre la cantidad del extracto de muestra seca (COLOME, 2007).

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DEL EXTRACTO ACUOSO.

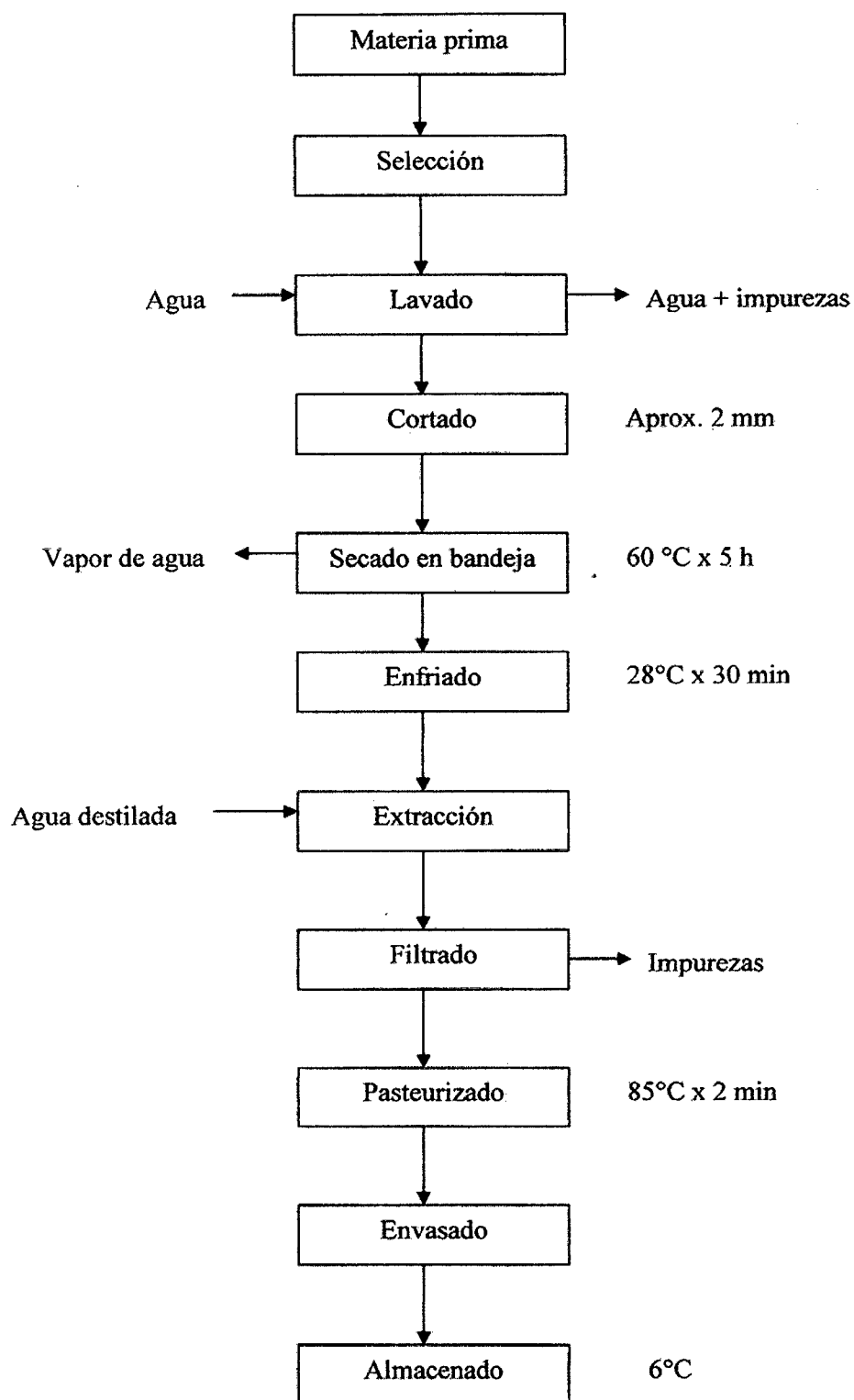


Figura N° 14.

Fuente: Elaborado por el autor.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO.

Materia prima.

Se empleó Achiote proveniente provenientes de los mercados de la ciudad.

Selección.

La selección con el fin de eliminar materias indeseables como, hojas, tallos, ramas, exceso de tierra, rotas, malogradas.

Lavado.

Lavado manual con abundante agua y con la ayuda de una escobilla de plástico.

Cortado.

Cortado o partido de las unidades de achiote para separar las semillas de las cascaras.

Secado.

Tiene como finalidad eliminar el agua en forma de vapor a una temperatura de 60 °C durante 5 horas consecutivas en el secador de bandejas. Este proceso se realizó sólo para poder conservar y almacenar el producto en estudio y ser utilizadas para las posteriores pruebas de investigación.

Enfriado.

Para eliminar el calor propio del secado se dejó las muestras por espacio de media hora a temperatura ambiente y con ventilación natural, con el objeto de

evitar que el vapor de agua se condense dentro de la bolsa de almacenamiento y causar danos como mal olor y presencia de mohos.

Extracción por maceración.

Se realizó por lavados sucesivos en agua destilada. El número de lavados fue tres por cada 24 horas, tomado de (DELGADO, 1989). Las pruebas se realizaron en recipientes de plástico con tapa, con capacidad para 4 galones. Se utilizó agua destilada como solvente, recomendado por (MAIN, *et al*, 1978). La cantidad del solvente adicionado al recipiente con materia seca fue hasta llegar a la superficie del material, es decir por cada 200 g de materia seca se agregó 1000 ml de solvente.

Filtrado.

El extracto obtenido fue sometido a la acción de filtros al vacío con el fin de eliminar los posibles residuos sólidos del extracto acuoso y evitar la obstrucción en el capilar del atomizador. Para esta operación se utilizó bomba de vacío.

Pasteurizado.

Con el objeto de conservar en refrigeración para posterior uso, el extracto se pasteurizó a una temperatura de 85°C x 2 minutos.

Envasado.

En recipiente de plástico con tapa.

Almacenado.

El extracto acuoso obtenido fue almacenado en refrigeración a una temperatura de 6 °C. (DELGADO, 1989).

DIAGRAMA DE FLUJO DEL ATOMIZADO DEL EXTRACTO ACUOSO.

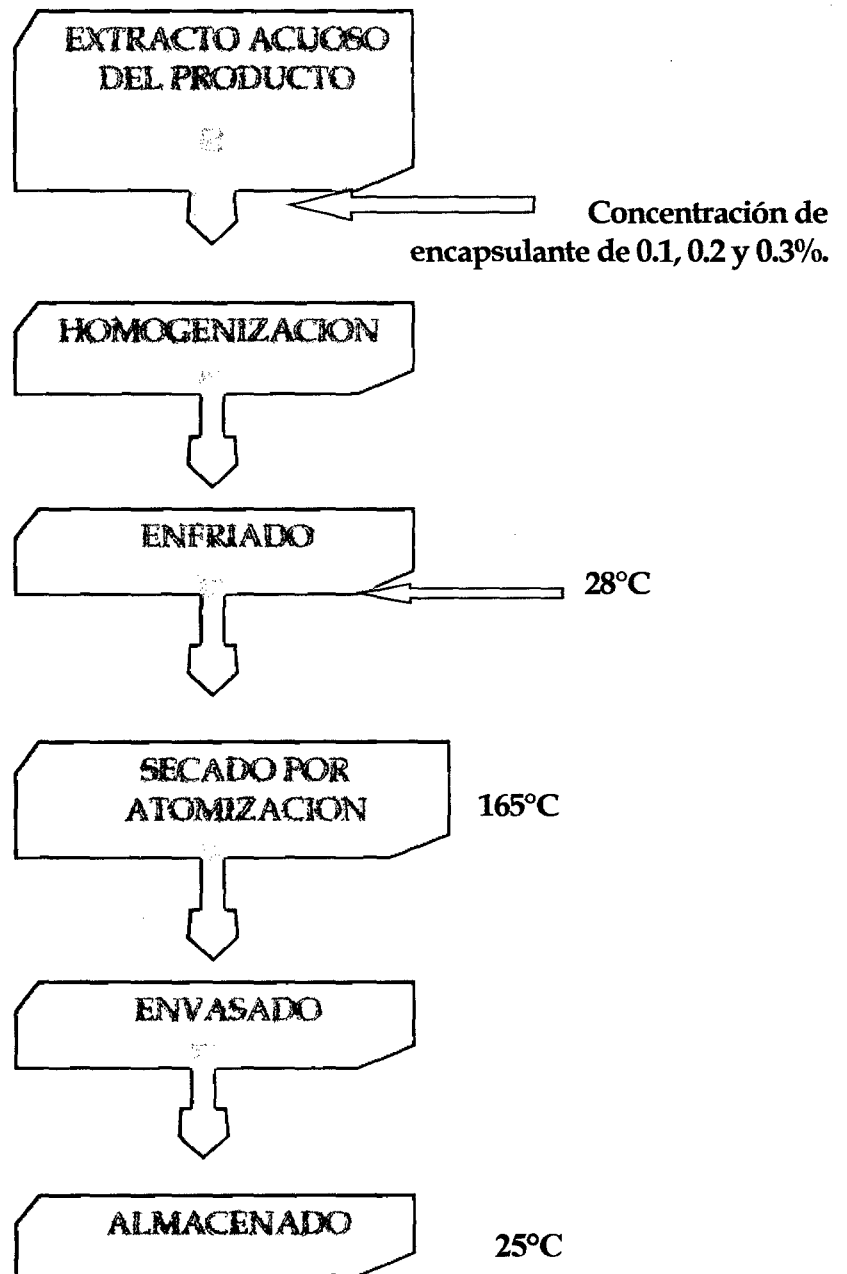


Figura N° 15.

Fuente: Elaborado por el autor.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL SECADO DEL EXTRACTO ACUOSO.

Homogenizado.

Se realizó calentando volúmenes determinados de extracto de achiote hasta no más de 55 °C para evitar degradación de algunos compuestos. Bajo agitación vigorosa y constante (uso de licuadora) se agregaron cantidades exactamente pesadas del material.

Encapsulante hasta su completa dilución. Las mezclas fueron con encapsulantes gelatina, CMC y maltodextrina en concentraciones de 0.1%, 0.2% o 0.3% por cada encapsulante.

Enfriado.

La mezcla fue enfriada hasta una temperatura de 28 °C con la finalidad de no afectar el funcionamiento del atomizador por altas temperaturas al momento de bombear el extracto a secar.

Secado por atomización.

Para el proceso de secado se procedió para todas las experiencias con una cantidad de 500 ml de extracto acuoso.

Se deben mantener constante los siguientes parámetros (identificados en el panel de control del atomizador): temperatura de salida del aire, 90 °C; flujo de aire en el atomizador, 54 m³/h; velocidad de flujo másico, 16 m/h; presión del compresor, 0.4 bar. Siendo las temperaturas de estudio 165, 175 o 185 °C.

Balance de materia.

En condiciones de estado estacionario, no existe acumulación en la cámara, por lo tanto se aplica la siguiente ecuación:

Entrada = Salida

$$M_s(W_s)_1 + G_a(H_1) = M_s(W_s)_2 + G_a(H_2)$$

$$M_s[(W_s)_1 + (W_s)_2] = G_a(H_2 + H_1)$$

Donde:

Agua que entra con la alimentación: $M_s (W_s)_i$

Agua que entra con el aire caliente: $G_a H_1$

Agua que sale del secadero con el producto seco: $M_s (W_s)_2$

Agua que sale con aire de secado a la salida: $G_a H_2$

Donde:

M_s = Sólido seco en la alimentación, (Kg sólido seco/h)

$(W_s)_i$ = Contenido de agua en la alimentación, (Kg de agua/Kg sólido seco)

$(W_s)_2$ = Contenido de agua del producto, (Kg de agua/Kg sólido seco)

G_a = Aire seco que entra a la cámara de secado, (Kg aire seco/h)

H_1 = Humedad absoluta del aire que entra a la cámara de secado, (Kg agua/Kg aire seco)

H_2 = Humedad absoluta del aire que sale de la cámara de secado, (Kg agua/Kg aire seco)

Balance de energía.

En régimen estacionario el balance de energía se expresa por la siguiente ecuación:

Entrada = Salida

$$M_s(Q_s)_1 + G_a(Q_a) = M_s(Q_s)_2 + G_a(Q_a)_2 + Q_L$$

Donde:

Q_L = Pérdidas de calor del secadero

Debe resaltarse que las pérdidas de calor pueden ser muy pequeñas si la cámara está bien aislada, aunque existen algunos casos de aislamiento deficiente o diseños especiales de la cámara en los que el aire está enfriando las paredes para permitir el manejo de productos especiales.

La entalpia de la alimentación (Q_s) es la suma de la entalpia del sólido seco y de la humedad del líquido.

Así:

$$Q_a = C_{ss} (\Delta T) + (W_s)_1 C_w (\Delta T)$$

Donde:

C_{ss} = Calor específico del sólido

C_w = Calor específico del agua (en forma líquida)

ΔT = Diferencia entre la temperatura de la alimentación y un punto de referencia (normalmente se escoge como 0°C).

La entalpia del aire de secado (Q_a) se puede calcular o bien a la entrada o bien a la salida de la cámara de secado mediante la ecuación:

$$Q_a = C_s (\Delta T) + H \lambda \text{ Donde:}$$

C_s = Calor húmedo $1.005 + 1.88 H$ (unidades SI) o $0.24 + 0.45 H$ (unidades inglesas)

λ = Calor latente de vaporización

Envasado.

El producto fue envasado en bolsas transparentes de polietileno de alta densidad y selladas herméticamente para evitar ganancia de humedad del producto.

Almacenado.

El producto terminado tiene que ser almacenado en un ambiente fresco (18°C a 24°C), y oscuro para que los rayos de luz no afecten la composición química del producto, para su posterior estudio.

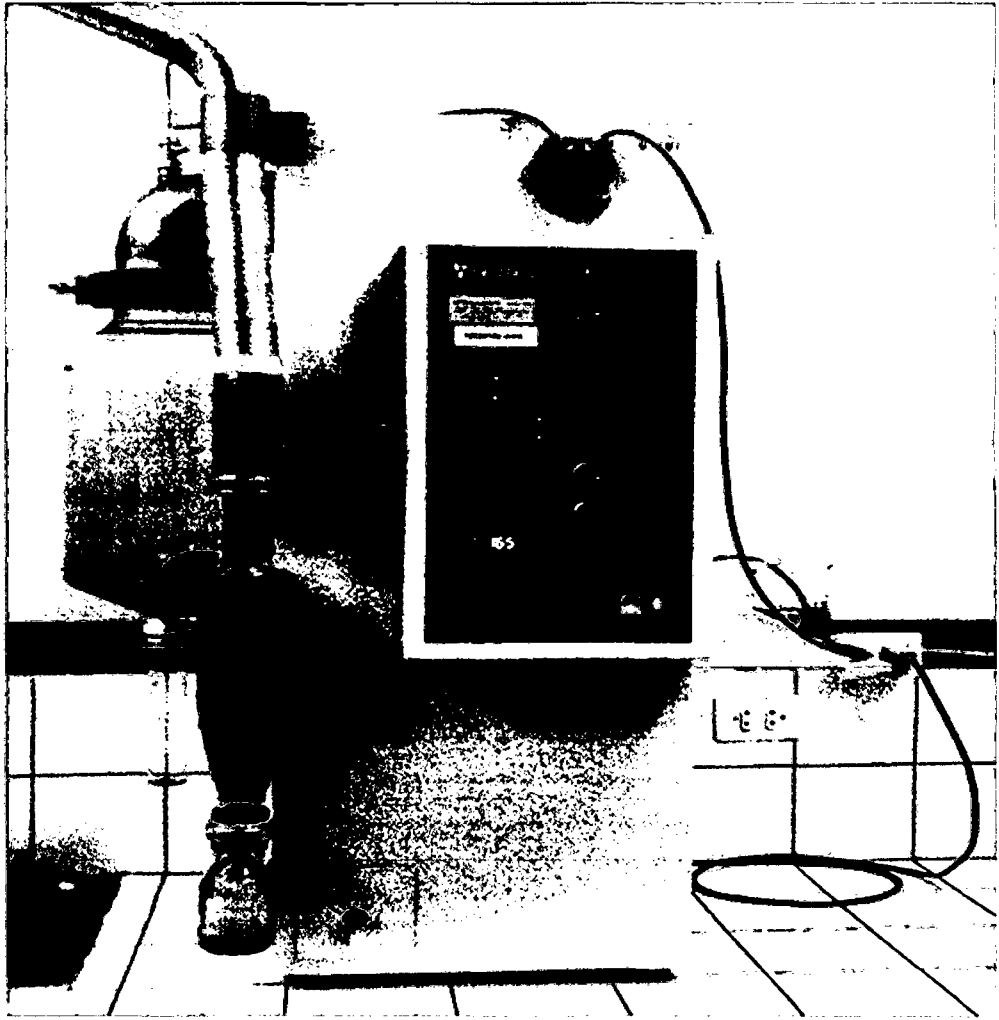


Figura N° 16. Unidad de atomización. Planta Piloto FIA-UNAP.

BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN EL PROCESO DE SECADO DEL EXTRACTO ACUOSO.

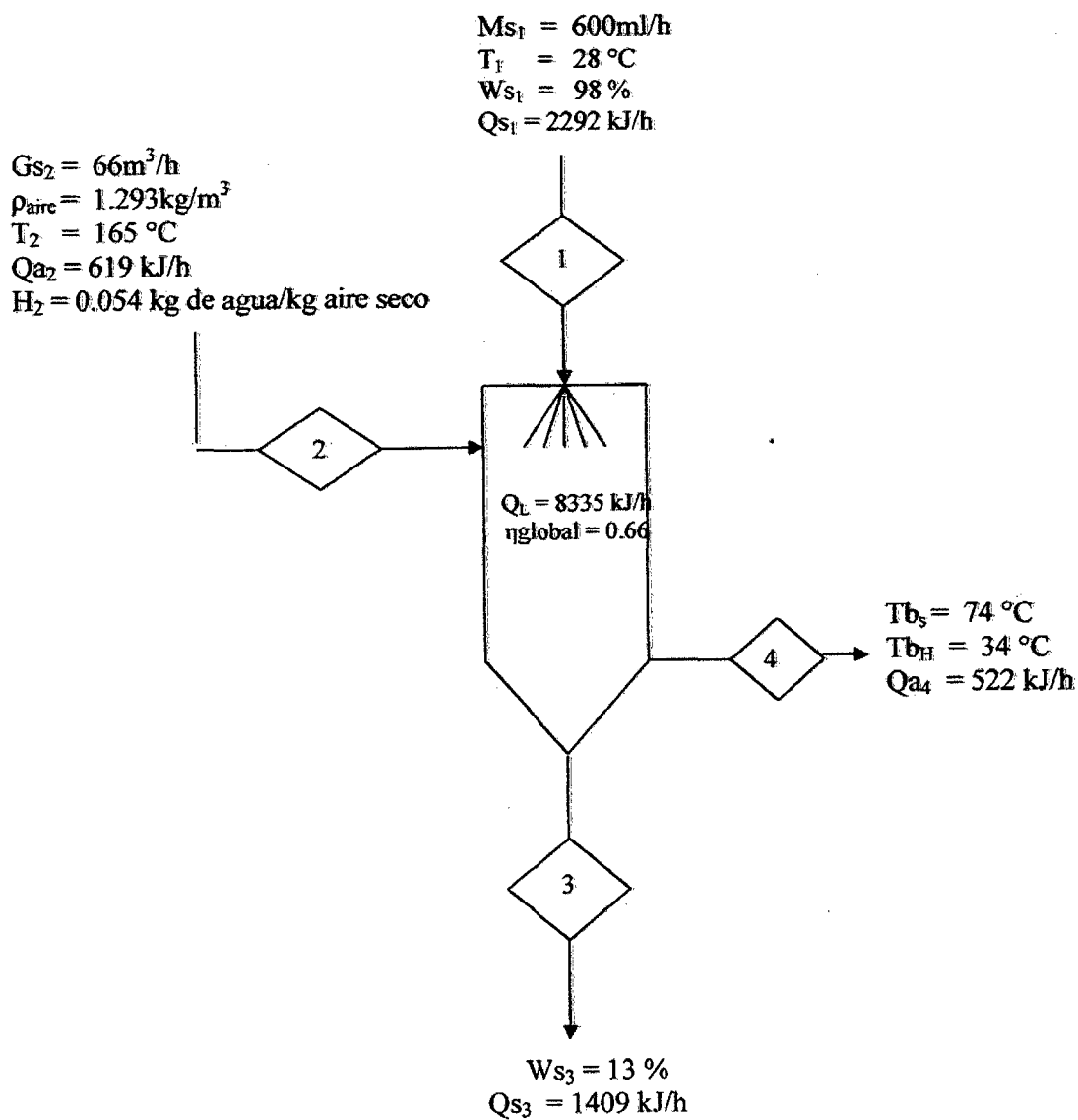


Figura N° 17. Diagrama de Flujo del secado por atomización del extracto acuoso.

Fuente: (COLOME, 2007).

3.11 TIPOS DE EMPAQUES.

Los materiales de plásticos más usados son:

a) Polietileno (PE).

1) De baja densidad (LDPE), es fuerte, translucido, solido, ceroso lo cual lo hace insoluble en solventes, pero es soluble en hidrocarburos. Retiene su fuerza a bajas temperaturas. Es buena barrera de vapor de agua pero es muy permeable a los gases por lo que su uso no es recomendable para alimentos sensible al oxígeno. Es bastante utilizado en la industria alimentaria.

2) De alta densidad (HDPE), en comparación con el anterior es más rígido, no es transparente y su permeabilidad a los gases decrece notablemente, así como es más resistente a grasas y aceites. Puede ser sellado térmicamente.

b) Polipropileno (PP).

Tiene más baja densidad que los polietilenos, es más duro y tiene más alto punto de degeneración a altas temperaturas (130 a 140°C).

III. CONCLUSIONES.

- Los colorantes y saborizantes naturales, son utilizados en la industria alimentaria, textil y cosmético.
- La atomización es un proceso importante en la industria de los alimentos, para obtener productos de muy buena calidad, si se trabaja con los estándares y cumpliendo las normas de calidad necesarias.
- La característica más importante de un producto atomizado es la uniformidad del polvo, el mismo que es el producto final.
- El secado por atomización conserva bien las características organolépticas y nutricionales de los alimentos.
- El material de empaque utilizado para el envasado de pulpas atomizadas, es muy importante, ya que ayudara a preservar las características organolépticas del producto.
- La maltodextrina es el encapsulante de mejor utilidad, ya que se utiliza las mejores condiciones de presión, temperatura y todo los demás parámetros a tener en cuenta además del factor económico como el precio.
- Durante el secado por atomización, se deben mantener constante los parámetros (identificados en el panel de control del atomizador): temperatura de salida del aire, 90 °C; flujo de aire en el atomizador, 54 m³/h; velocidad de flujo másico, 16 m/h; presión del compresor, 0.4 bar. Siendo las temperaturas de estudio 165.°C.

V. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar la selección de la materia prima antes de iniciar los trabajos de investigación.
- Se recomienda utilizar las temperaturas adecuadas para no afectar las características organolépticas de los colorantes y saborizantes.
- Se recomienda que el secado de la materia prima sea de 60 °C con la finalidad de eliminar agua en forma de vapor.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ALVA A. Alcaloide Diterpénicos de la especie *Consolida Orientalis* (Gay) Schrödinger Subsp *Orientalis* (Ranunculaceae). Memoria para optar el grado de Doctor en Ciencias Químicas. Universidad de La Laguna-España. pp. 1-223. (1999).

A.O.A.C. INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis. Décima sexta edición y cuarta revisión. Washington D.C. (1998).

ARZUBIALDES, KARINA. Trabajo final para la obtención del título profesional." Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de la especie *Brosimum rubescens taubertii*" (palisangre) (2009).

BADUI, S. Química de los Alimentos. Segunda Reimpresión. Longman de México Editores, S.A. de C.V. México. (1995).

BARBOSA, G; VEGA, H. deshidratación de Alimento. Primera Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza- España. 295 p. (2000).

BRENNAN, J.; BUTTER, J.; COWEL, N.; y LILLY, A. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1980.

BRUNETON, J. Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales. Segunda Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 277-773. (2001)

BUENO, J. Alimentación: Equipos y Tecnología. Primera Edición. España. pp. 87-92, 101- 111. (2000).

CASP, A; ABRIL, J. Proceso de Conservación de Alimentos. Primera Edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid - España. pp. 370-378. (1999).

COLOME, F. Obtención del colorante de *Dioscorea trifida* (Sachapapa morada) por atomización. Tesis facultad de industrias alimentarias. Universidad de la Amazonia peruana. Iquitos 2007. pp. 1-15.

DELGADO, J. Ensayos Sobre el Uso de Microencapsulantes en el Secado por Atomización de Concentración de Maíz Morado (*Zea mays* L.). Trabajo Profesional. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. p!50. (1989).

DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO OCEANO UNO. Editorial Océano. Barcelona-España. (1995).

FACHIN, N. Extracción y caracterización de Aceites de las Especies *Grias neuberthii* (Sachamango) y *Couepia subcordata* (Parinari). Trabajo Final de Carrera - UNAP. Iquitos - Perú. 85 p (2004).

- FENEMA, O. Química de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España (1998).
- FERNÁNDEZ, N. Estudio de la Extracción y Pre Purificación de Antocianinas de Maíz Morado (*Zea mays* L.). Trabajo Profesional. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Pp 14-55. (1995).
- FOUST, A. Principio de Operaciones Unitarias. Onceava impresión. CECOSA. Ciudad de México - México, pp 433 - 438. (1978).
- GARCIA K. (2012) Obtención del Extracto en Polvo a partir de (*Mandevilla R Y S*) (CLAVOHUASCA) Mediante Secado por Atomización.
- GEANKOPLIS, J. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Primera reimpression. Compañía editorial continental, S.A. México D. F. - México. (1999).
- KUHNAU, J. 1996. World Rev. Nutr. 24. 117.
- KNEULE, F. Enciclopedia de la Tecnología Química. El secado. Tomo 1. Primera edición. URMO, S.A. de Ediciones Espartero. España, pp 240 – 261. (1976)
- LEES R. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y control de calidad. Segunda Edicion. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 288 p. (1969)
- LOCK O. Colorantes Naturales. Primera Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. pp. 137-163. (1997).
- LOCK O. Investigación Fotoquímica Métodos en el estudio de productos naturales. Segunda Edición. Fondo Editorial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú (1994).
- MAIN, J. H.; CLYDESDALE, F. M. y FRANGÍS, F. J. Spray drying anthocyanin concentrates for use as food colorants. Journal of food science. (1978).
- MADRID V. A. Los aditivos en los alimentos según la Unión Europea y la Legislación Española. Primera Edición. Madrid, España. (2000)
- MARKHAN, K.R. (1982) Techniques of Flavonoid Identification. Academic Press, London
- MARTÍNEZ, A. Flavonoides. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín (2005).
- OJEDA, D. Antocianinas Totales, Fenólicos Totales y Actividad Antioxidante de las Cascaras de Tres Variedades de Camote Morado (*Ipomoea batatas* (L).

Larri). Trabajo Profesional. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. pp 17-51. (2003).

POTTER, N. La ciencia de los Alimentos. Primera edición. Editorial Edutex, S.A. México D.F. - México, pp 290 - 296. (1973).

RANKEN D. Manual de industrias de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 410, 418, 510-512. (1993)

REYES, E. Atomización de Alimentos. Memoria Descriptiva. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 85 p. (2003).

RIVAS, L. Estudio Técnico para la Obtención de Bebida Similar al Vino a Partir de la Pulpa de *Matisia cordata Humb. & Bonpl.* (ZAPOTE). TESIS - UNAP. Iquitos - Perú. 85 p (2005).

RODRÍGUEZ, J. La Encapsulación en Alimentos. 2006. URL: Página web: [http://www.la encapsulacion en alimentos consumaseguridad_com CONSUMER_es EROSKI.htm](http://www.la_encapsulacion_en_alimentos_consumaseguridad_com/CONSUMER_es_EROSKI.htm).

Spray Process. Secado spray. 2013. <http://www.secadospray.blogspot.com> consultado el 10 de enero de 2013.

SINGH, P. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Primera edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza - España, pp 460 - 467. (1998).

TREVEJO E. (2001). Extracción, Caracterización y posibilidades de Industrialización de Saborizantes a partir de Recursos Vegetales de la Amazonía Peruana.

WARREN, L. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Sexta edición. Me Gran Hill. Ciudad de México - México, pp 869. (2002).

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

1. **ATOMIZAR.** Dividir en partes sumamente pequeño, pulverizar especialmente un líquido.
2. **EXTRACTO.** Sustancia resultante de la evaporación de ciertas disoluciones.
3. **ACUOSO.** Que contiene agua, fruta acuosa, abundante en agua.
4. **EVAPORACION.** Se refiere a la eliminación del agua de una solución acuosa.
5. **DESHIDRATAR.** Privar de agua a un organismo o a una cosa.
6. **FDA:** Administración de Alimentos y Drogas.
7. **NUTRACEUTICOS.** Son aquellos alimentos que se producen como poseedores de un efecto beneficioso sobre la salud humana.