

**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

**TITULADO: "VALOR AGREGADO DE ESPECIES VEGETALES DE LA
REGION; EXTRACCION DE COLORANTES Y SABORIZANTES"**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

CLARA MARIA CARDENAS RAMIREZ

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

IQUITOS - PERU

2 0 1 3



308


DONADO POR:
Cardenas Ramirez, Clara Maria
Iquitos, 17 de 02 de 2014

Miembros del Jurado

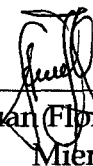
Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Departamento Académico de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la FIA-UNAP, llevado a cabo el día 29 de Enero del 2013 a las 9:50 a.m., siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:



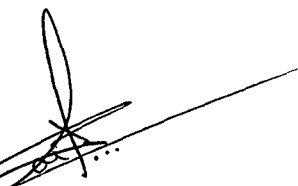
Ing° Jorge A. Torres Luperdi.
Presidente



Ing° Msc. Elmer Trevejos Chávez
Miembro



Ing° Juan Flores Garazatúa
Miembro



Dr. Carlos Antonio Li Loo Kung
Miembro Suplente

Dedicatoria

A mis padres por el gran apoyo y cariño que siempre me brindan y a mis hermanas por mostrarme la vida con sus diferentes matices, presentes en mi vida con sus enseñanzas.

Clara María.

Agradecimientos

A todos mis profesores por el tiempo, dedicación y cariño hacia nosotros los alumnos. •

INDICE

	Pág.
Introducción.....	01
I. Antecedentes.....	04
II. Objetivos	06
2.1. Objetivo General.....	06
2.2. Objetivos Específicos.....	06
III. Revisión Bibliografía.....	07
3.1. Valor Agregado de Especies Vegetales de la Región.....	07
3.2. Colorantes.....	08
3.2.1. Funciones de los Colorantes.....	09
3.2.2. Clasificación de los Colorantes.....	09
a) Colorantes Naturales.....	10
b) Colorantes Artificiales.....	10
3.3. Saborizantes.....	11
3.3.1. Clasificación de Saborizantes.....	11
a) Saborizantes Naturales	12
b) Saborizantes Artificiales.....	12
3.4. Extracción de Colorantes y Saborizantes	12
3.4.1. Extracción de Colorantes.....	12
3.4.1.1. Flavonoides.....	12
3.4.1.2. Carotenoides.....	14
3.4.1.3. Quinonas	16
3.4.1.4. Betalaínas.....	17
3.4.1.5. Antocianinas.....	18
3.4.2. Extracción de Saborizantes	19
3.4.2.1. Métodos Directos	19
a) Expresión.....	19
b) Exudación.....	20
3.4.2.2. Destilación	20

a) Directa	21
b) Arrastre de Vapor	21
c) Destilación - Maceración	23
3.4.2.3. Extracción con solvente	23
a) Solventes Volátiles	25
b) Solventes Fijos	26
3.4.2.4. Extracción con Fluidos en condiciones Supercríticas	26
3.5. Ejemplos de Algunas Especies Vegetales que Aportan colorantes y saborizantes.....	29
3.5.1. Achiote	29
3.5.2. Sachapapa	29
3.5.3. Carambola	30
3.5.4. Clavohuasca	30
3.5.5. Sacha Culantro	31
3.5.6. Palisangre	31
3.5.6. Shiguango.....	32
3.5.7. Kipie.....	32
3.5.8. Pashaca.....	32
3.5.9. Palillo.....	32
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Referencias bibliográficas.....	35
Anexos.....	38
Glosario de Términos.....	43

RESUMEN

En la presente Memoria Descriptiva, damos a conocer la importancia del valor agregado que se da a las diversas especies vegetales de la región y los beneficios que éstos generan a la población como son productos con mayor tiempo de vida útil, más puestos de trabajo y mejores ingresos económicos a los productores.

Se describe los diferentes usos, clasificación y composición química de los colorantes, así como sus métodos de extracción. Los colorantes naturales en la industria de los alimentos tienen más presencia en la actualidad, debido a que se están dejando de utilizar casi en su totalidad los colorantes artificiales puesto que los naturales son considerados inocuos y consecuentemente las limitaciones en su utilización son menores que los artificiales.

Se describe, también los diferentes métodos que existen para la obtención de saborizantes: métodos directos, destilación, extracción con solventes y proceso de extracción con fluidos en condiciones supercríticas y dando a conocer algunas ventajas y desventajas de los procesos, una ventaja del proceso de extracción con fluidos supercríticos es que no es perjudicial para el medio ambiente puesto que el solvente utilizado en este proceso se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción, no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

Los diversos estudios de especies vegetales de la región nos ayudan a conocer más las propiedades para así poder darle un valor agregado sin dejar desperdicios, quiere decir que de acuerdo a nuestra extensa cartera de especies vegetales hay aún muchos estudios por seguir realizando.

INTRODUCCIÓN

El valor agregado de especies vegetales se ha constituido en una obligación de parte del estado para conseguir que los productos exportados tengan un mayor valor en la venta, todo eso debido al desarrollo del comercio internacional y el retorno al consumo de productos naturales especialmente en la Industria de Alimentos. Así mismo, se han incrementado los estudios científicos sobre compuestos funcionales específicos (alimentos funcionales) y sobre futuras aplicaciones efectivas de estos tipos de alimentos.

Los metabolitos secundarios o micromoléculas que se forman en pequeña cantidad en las diferentes partes de las especies vegetales son responsables de los valores agregados. La obtención de ello necesita un conocimiento de la ciencia de las especias, cual es la metodología para la extracción y como se identifica la calidad del producto. En este trabajo veremos la extracción de los colorantes y saborizantes, porque representa un importante rubro para mejorar la economía regional a través de la exportación.

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 (García, 2012)

En la Facultad de Industrias Alimentarias se han realizado trabajos de investigación sobre diferentes especies vegetales con el objetivo de darle un valor agregado a cada una de ellas. A pesar de que se sabe, que en la amazonia se encuentran alrededor de 700 especies de diferentes plantas, de las cuales.

Según Arce(1984) se han reconocido más de 100 plantas con propiedades coloridas; hasta el momento se ha iniciado la investigación de colorantes con un alto valor comercial, como el de *Bixaorellana* (achiote), *Dioscoreatrifida* (sachapapa), *Matisia cordata* (zapote), *Griasmеuberthii* (sachamango), *Genipa americana* L (Huito)

Los colorantes que se usan en grandes cantidades en la industria alimentaria en su mayoría son obtenidos de forma sintética. Los reactivos usados para la obtención de productos son compuestos altamente carcinógenos por lo que el Organismo Mundial de la Salud (OMS) prohíbe el uso total o parcial en la industria de alimentos de colorantes sintéticos, prohibición que está siendo aceptada en la mayoría de los países. Debido a esta situación ha hecho que surja el interés en los colorantes de origen natural que dejaron de usarse por el alto costo de significaba su extracción.

En la dieta ingerimos elementos nutritivos, pero que carecen de un sabor intrínseco hasta que se los cocina (carne, pescados, cereales); pero existen algunos elementos que tienen poco o ningún valor nutricional, pero sin embargo poseen propiedades de sabor intensas (frutas aromáticas, verduras, hierbas, especias y cortezas). Por lo general los sabores están compuestos por materiales con alto contenido aromático seleccionados específicamente para contribuir a algún acento en articular de la mezcla final.

En el presente trabajo se requiere contribuir, incorporando los diferentes métodos de extracción de colorantes y saborizantes, cuyo producto final con valor agregado es mejoras económicas para la región.

Los colorantes naturales provenientes de material vegetal en la actualidad cobran importancia mundial tras haberse reconocido que son los sustitutos obligados de los colorantes artificiales: amaranto, rodamina, tartracina, eosina, utilizados aún, como aditamento en la preparación de alimentos farináceos, lácteos, grasos, cárnicos y de bebidas gasificadas a pesar de haberse reconocido que poseen actividad mutagénica, no así los colorantes naturales Caroténicos, los pigmentos flavonoides y los antraquinónicos que poseen inmejorables condiciones, por su vasta bioactividad:

mejoran la visión, las funciones del corazón, disuelven ateromas, son vasodilatadores, hipoglucimiantes, diuréticos, estomáquicos actúan sobre el hígado y la vesícula biliar.

I. ANTECEDENTES

Existen en la región una cartera de productos agropecuarios que pueden ser transformados con ventajas para su colocación en los mercados regionales, nacionales e internacionales. Entre ellos se encuentran las especies nativas, la extensión del área agrícola, así como la calidad y la diversidad de suelos que permiten afirmar que estos productos pueden cultivarse a escala y aumentar su valor agregado para su colocación en los mercados regionales, nacionales e internacionales, generando circuitos que revitalicen la inversión, en empleo y el consumo regional (Bueno, 2000)

Las funciones de color en los alimentos han aumentado sus formas de uso, y la legislación que regula sus usos también ha cambiado. Los colorantes naturales para la alimentación y alimentos nutraceuticos refleja la tendencia actual de utilizar los pigmentos naturales. En él se detalla su ciencia, la tecnología y aplicaciones así como sus propiedades (Delgado *et al*, 2003)

El color es la primera sensación que se percibe de un alimento, y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor (Lock, 1997)

La extracción de colorantes y saborizantes naturales hoy en día juega un papel muy importante en la industria alimentaria para los diferentes procesos de elaboración de productos alimenticios (Paima, 2007)

La extracción con fluidos supercríticos (EFS) o extracción supercrítica (ESC) es una operación de transferencia de materia efectuada en condiciones de presión y temperatura superiores a las críticas del solvente. Esta operación se basa en el gran poder disolvente de los fluidos supercríticos y en sus peculiares propiedades fisicoquímicas (Lock, 1997)

Extracción de aceite esencial a partir de las hojas de: *Eryngium foetidum* L. (Sachaculantro), *Mansoa alliacea* (ajos sacha), *Lippia alba* (Pampa orégano), *Cymbopogon citratus* (Hiervaluisa), *vetiveria zizanioides* (Pachuli), se llevó a cabo por arrastre de vapor (Trevejo, 2001)

Existen en el mercado, diferentes solventes para la extracción de éstos colorantes, entre ellos tenemos: acetona, agua, etilenglicol, glicol de propileno, metiletilcetona, isopropanol, metanol y etanol. Los dos últimos son superiores al resto de solventes mencionados. La acetona es efectiva, pero aparentemente contribuye a la degradación de los pigmentos bajo un contacto prolongado. El agua es conveniente pero menos efectiva (García, 2012)

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)

Los colorantes naturales provenientes de material vegetal en la actualidad cobran importancia mundial tras haberse reconocido que son los sustitutos obligados de los colorantes artificiales (Arce, 1999)

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los métodos de extracción de colorantes y saborizantes para darle valor agregado utilizando especies vegetales de la región.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la importancia de colorantes y saborizantes a partir de especies vegetales de la región para su uso incorporando en los alimentos y otros.
- Conocer los diferentes métodos de extracción de colorantes y saborizantes naturales a partir de especies vegetales de la región.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. VALOR AGREGADO DE ESPECIES VEGETALES DE LA REGIÓN.

El valor agregado es la rama de industrias que transforman los productos de la agricultura, ganadería riqueza y pesca, en productos elaborados.

Un producto con valor agregado es aquel producto al cual se le hace una o más operaciones con el fin de adecuarlos a los requerimientos de los compradores, sean clientes industriales o consumidores finales, al cual genera:

- Empleos directos e indirectos.
- Mayores ingresos (precios más altos).
- Los productos son mas fáciles de diferenciar.
- Productos menos perecibles.
- La utilización de subproductos.
- Permite responder a las preferencias por productos de mayor calidad, listos para consumir, fáciles de usar, fáciles de trasportar y almacenar.

El interés del valor agregado de las especies vegetales se basa en que los pobladores, campesinos y ribereños de la Amazonía tengan una alternativa para mejorar sus condiciones de vida y además una alternativa para su extracción a nivel industrial.

Las aplicaciones de los aceites esenciales son muy variados: son ampliamente utilizados en perfumería, como saborizantes de alimentos, y en la medicina.

Ejemplo, los aceites esenciales de anís, menta y canela son carminativos y soporíferas; el de clavo de olor es analgésico dental y se utiliza además en la producción comercial de vainillina; el de pino es desinfectante y desodorante; el de eucalipto es expectorante; los de valeriana y de lavanda tienen efectos sedativos.

Cada uno de los componentes aislados pueden tener también una aplicación como el citronelal que es repelente de los mosquitos, el mentol como calmante de dolores de muela y de garganta, como analgésico y antiespasmódico; el citral que tiene acción antihistamínica y es analgésica en oftalmología; el cineol-1.8 es expectorante y antiséptico, etc (Lock,1994)

3.2. COLORANTES

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)

Cualquier sustancia capaz de teñir o colorear un material. Tienen gran importancia en casi todas las ramas de la industria.

El color es la primera sensación que se percibe de un alimento, y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor.

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)

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

Son muchas las plantas que producen colorantes; a pesar de su universalidad no están lo suficientemente concentrados para permitir una rápida y

económica extracción, y en consecuencia son relativamente escasas las que tienen gran importancia comercial como fuente de colorantes. Así, al escoger una planta a ser usada con tal fin es determinada por consideraciones económicas; el material debe estar disponible en suficiente cantidad a un precio razonable, el proceso para obtener el colorante no debe ser excesivamente complejo y costoso, y el producto final debe cumplir las perspectivas industriales y los requerimientos legales de los gobiernos.

3.2.1. Funciones de los colorantes:

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.

3.2.2. Clasificación de los colorantes:

Los colorantes se dividen en dos grandes grupos a pesar de haber unos criterios de división que incluyen también los “idénticos al naturales” que serían aquellos cuya molécula es igual que la natural pero se obtiene de forma pura en el laboratorio.

a) Colorantes Naturales.

Los colorantes naturales son considerados en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes artificiales.

Según su composición química se puede clasificar en: **flavonoides, carotenoides, quinoides, betalainas y otros** (Bueno, 2000)

b) Colorantes 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.

Dentro de los artificiales tenemos:

- **Los colorantes para superficies:** Estos colorantes se utilizan fundamentalmente para el recubrimiento de grageas y confites, de chicles, de bolitas y otras piezas empleadas en la decoración de productos de pastelería, mezclados con azúcar o con otros aglutinantes como 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.

3.3. SABORIZANTES:

Los Saborizantes son preparados de sustancias que son 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 con el fin de hacerlo más apetitoso. 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 oleo resinas 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)

Todos tratamos de ser mas conscientes con nuestra alimentación, tratamos de comer orgánico lo mas que se pueda, reducimos el consumo de alimentos procesados, leemos las etiquetas para elegir alimentos con la menor cantidad de ingredientes, o para identificar ingredientes de origen animal o reducir el consumo de ingredientes que ni podemos pronunciar o leer, etc. Aun así, con todo estos esfuerzos, hay ingredientes que los pasamos por alto.

Muchos escogeríamos los saborizantes al 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.

3.3.1. Clasificación de Saborizantes:

La FDA creó una definición oficial:

A) 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, que incluyen aceites esenciales, oleorresinas, extractos, jugos de frutas, también productos de frutas en polvo son utilizados como saborizantes.

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

B) Saborizantes Artificiales:

Son sustancias que se obtiene a partir de compuestos inorgánicos.

La diferencia entre los naturales y artificiales 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.

3.4. EXTRACCIÓN DE COLORANTES Y SABORIZANTES:

3.4.1. Extracción de Colorantes

3.4.1.1. Flavonoides:

Los flavonoides se emplearon durante mucho tiempo como colorantes de lana, y actualmente se usan en la conservación de grasa o de jugos de frutas debido a las propiedades antioxidantes.

Como características generales de estos compuestos debemos señalar su solubilidad en agua y en etanol, su carácter fenólico y su intensa absorción en la región ultravioleta y visible del espectro debido a la presencia de sistema aromático y conjugado.

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).

Procedimiento: 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 el éter y cloroformo para flavonas altamente metoxiladas.

Es recomendable emplear una sucesión de dos o más solventes, usualmente en el orden de lipofílico; ejemplo: éter de petróleo, benceno, éter etílico, acetato de etilo, alcoholes y finalmente agua, aunque en este último caso se presenta la desventaja de su alto punto de ebullición y presión de vapor que dificultan luego el ser removido rápida y completamente de extracto (Lock, 1997)

La reacción más usual para la detección de los flavonoides en un extracto de planta es la reacción de Shinoda: al extracto alcohólico incoloro o ligeramente amarillo se le coloca un

pequeño trozo de magnesio y una pocas gotas de HCl concentrado, 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.

3.4.1.2. 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)

Los animales no los biosintetizan pero puede encontrarse presente -por ser ingeridos en la dieta - en algunos peces, pájaros y organismos marinos invertebrados.

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. Desde el punto de vista químico, pertenecen a la familia de los terpenos, es decir están formados por unidades de isopreno (ocho unidades, es decir, cuarenta átomos de carbono).

Consecuentemente, varios de los carotenoides más comunes, como el licopeno, zeaxantina y luteína no tienen valor como vitamina A, aunque son muy importantes como pigmentos, y pueden tener también actividad como antioxidantes. En general, las xantofilas producen color amarilló, mientras que los carotenoides son anaranjados o rojizos.

Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides es que son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema del huevo. Desde hace muchos años, se sabe que algunos de estos compuestos, como α - y β -caroteno, son provitaminas A.

No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. Todo ello ha hecho que desde un punto de vista nutricional, el interés por estos pigmentos se haya incrementado notoriamente.

Existen diversos métodos de extracción para utilizarse en tejidos verdes así como para raíces, flores y frutos. Para la purificación por cromatografía de los carotenoides puede utilizarse alúmina o gel de sílice.

Procedimiento: Cortar el material en trozos pequeños y homogenizarlo con acetona por 1- 2 minutos en una licuadora, luego filtrar el homogenizado, extraer el residuo (2 o 3 veces) con el mismo solvente, aunque una última extracción puede hacerse con éter etílico, reunir los extractos y concentrarlos en rotavapor. Agregar un volumen igual Et_2O libre de peróxidos; agregar agua o solución de cloruro de sodio (formación de dos fases), separar

las dos fases en un embudo de separación, lavar la fase acuosa con éter etílico y la fase etérea con agua para remover la acetona. Secar la fase etérea con sulfato de sodio anhidro durante 60 minutos, filtrar y lavar el agente desecante con éter etílico, Concentrar el extracto etéreo en rotavapor, si es posible con corriente de nitrógeno, si hay agua remanente, remover agregando etanol absoluto y evaporarlo de la misma manera, el residuo es un extracto seco de carotenoide.

3.4.1.3. Quinonas:

Son un grupo de compuestos cuya coloración puede ser desde el amarillo pálido 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 muy 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.

Se presentan mayormente al estado libre, pero las hidroxiladas pueden encontrarse glicosidadas. Para confirmar su presencia puede ser útil una simple reacción de color basadas en las propiedades redox de las quinonas; así, la reducción a un producto incoloro (o menos intensamente coloreado) y la fácil regeneración de su color por oxidación, que es característico y distintivo de ellas (en comparación a otros compuestos naturales coloreados).

La reducción puede efectuarse con solución neutra o alcalinas de ditionito de sodio u otros agentes reductores, y la oxidación con peróxido de hidrogeno o la simple agitación -al aire- de la solución (Lock, 1997)

Procedimiento: Los métodos de extracción no son particulares para las quinonas; de acuerdo a su solubilidad y polaridad pueden ser extraídas en solventes diversos generalmente se utiliza la extracción secuencial con solventes de polaridad creciente. Entre los solventes utilizados comúnmente están el cloroformo, metanol y etanol.

Los productos elaborados por los animales y los vegetales son complejos naturales y, para la extracción de sus componentes, deben de ser secados y disgregados antes de ser sometidos a procesos de extracción general no selectivos.

Las quinonas se pueden extraer empleando solventes orgánicos volátiles, con soluciones alcalinas diluidas, con agua sola o por destilación en corriente de vapor de agua. El extracto obtenido contendrá los compuestos que sean solubles en el solvente empleado (Gibaja, 1998)

3.4.1.4. Betalainas:

El término de betalaína describe a dos grupos de pigmentos solubles en agua, relacionados química y biogenéticamente, éstos son, las betacianinas de color rojo violeta y las betaxantinas de color amarillo.

La raíz de *Beta vulgaris* (betarraga) es una fuente rica de betacianina, contiene 0.4 a 1.0% de pigmento. Se ha determinado que a pH 3,0 a 7,0 el color de la solución permanece inalterado, con pH menor a 3,0 el color cambia a violeta, con pH mayor a 7,0 el color de la solución se hace mas azulado y con pH mayor a 10,0 hay un decrecimiento de intensidad debido a la liberación del ácido betalámico el cual es amarillo; por lo que hay un cambio de color de azul a amarillo.

3.4.1.5. 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.

Las antocianinas como pigmentos naturales inoos 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, con cambios en el procesamiento y almacenaje de la materia prima con pérdidas de color, oscurecimiento del producto y formación de precipitados.

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. Las antocianinas juegan un rol importante en la producción de vinos, siendo la "enocianina"

responsable del color que se utilizan para intensificar el color de los vinos y en colorantes de alimentos como jugos, jamones y licores.

Las antocianinas como pigmentos naturales inocuos tienen considerable potencial en la industria alimentaria; teniendo la dificultad de no ser estables en soluciones neutras o alcalinas, ocurriendo fácilmente cambios durante el procesamiento del material crudo y almacenamiento, los que se manifiestan en pérdida de color, oscurecimiento del producto y formación de precipitados en los extractos (Lock, 1997)

Procedimiento: El método usual es por maceración con una solución de HCl al 1% en metanol (etanol para alimentos), la solución obtenida se concentra al vacío a una temperatura menor a 30 °C y luego se cromatografía en papel whatman N° 3, usando diferentes sistemas de elución.

La extracción puede utilizarse también en frío con solventes no acidificados, como etanol 60% o simplemente con agua a ebullición, en todos estos casos se espera que las antocianinas sean extraídas en el estado más natural posible, ya que un medio ácido HCl, podría alterar su estado original.

3.4.2. Extracción de saborizantes:

3.4.2.1. Métodos Directos:

- a) Expresión:** Para obtener los aceites de las diferentes semillas se utilizan distintos tipos de prensas y extractores. Se cuecen ligeramente las semillas, con el objeto de romper parcialmente su estructura celular y

permitir que suelten la grasa fundida, este propósito puede alcanzarse también triturándolas mediante molinos. La temperatura de cocción a la que se trabaja no debe ser excesiva para que no oscurezca el color del aceite. Con algunas semillas (por ejemplo el maíz) solamente se prensa el germen del grano para obtener el aceite, en otras se prensa la semilla entera.

El aceite así obtenido se limpia de los restos de las semillas mediante filtración, impulsándolo por bombeo a través de filtros de tela o bien, mediante centrifugación. El material vegetal es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y éste es recolectado y filtrado.

b) Exudación: Es un método que consiste en someter a la muestra a lesiones mecánicas en su corteza provocando que el aceite salga de sus vasos o tejidos, generalmente es usado para la obtención de aromas, resinas y bálsamos.

3.4.2.2. Destilación:

Es la separación de los constituyentes de una mezcla líquida por vaporización parcial de la misma y la recuperación separada del vapor y el residuo. Los constituyentes más volátiles de la mezcla inicial se obtienen en creciente concentración en el vapor, los menos volátiles en concentración mayor en el residuo líquido. La separación es mas o menos completa, según las propiedades de los componentes y el procedimiento seguido de destilación. En general la palabra destilación se aplica a los procesos de vaporización en los que el vapor

producido se recupera, de ordinario por condensación. La palabra evaporación se refiere corrientemente a la eliminación de agua de una solución acuosa de sustancias volátiles por vaporización. El vapor desprendido se desecha. La mayoría de las aplicaciones de la destilación son separaciones de uno o varios de los componentes de mezclas de compuestos orgánicos. Entre las ventajas es que se puede extraer a nivel industrial y de laboratorio, buenos rendimientos en aceites extraídos, obtención del aceite puro, libre de solvente, bajo costo, tecnología no sofisticada.

a) **Directa:** Es el más simple y económico de los sistemas. El material a tratar se sumerge cinco centímetros en agua que se hace hervir a fuego directo. La capacidad e los calderos oscilan entre los 500 y 2000 kilogramos de materia fresca.

Es útil cuando por el material tiende a apelmazarse o las destilaciones sean a campo o la inversión económica deseada sea baja. La gran desventaja de está en el efecto de hidrólisis y en las reacciones químicas del agua sobre ésteres y compuestos oxigenados y que en varios casos necesitan cohobación por las pérdidas en el agua de condensación.

b) **Por arrastre de vapor de agua:** Muchos compuestos orgánicos de descomponen a temperaturas por encima de los 230 °C. Un método de separar este tipo de sustancias evitando la descomposición, es la destilación por arrastre de vapor. La destilación por arrastre de vapor se lleva a cabo, generalmente con una

mezcla de agua y una sustancia (sólido o líquido) insoluble o parcialmente soluble en este disolvente, que posee además un alto punto de ebullición. La ventaja de esta técnica radica en la destilación de la mezcla a la temperatura del componente de menor punto de ebullición (para el caso de mezclas con agua menor a 100 °C). El equipo clásico para realizar este tipo de destilación, Este proceso consiste en que un primer balón en el cual se calienta agua a ebullición con el objetivo de generar vapor. Este vapor pasa luego al segundo balón (el cual contiene la muestra de interés) y a partir de allí se realiza el proceso de destilación y separación del material. Con este tipo de destilación, es posible aislar algunos líquidos de alto punto de ebullición (conocidos como aceites) de compuestos orgánicos no volátiles (ceras, grasas, proteínas y azúcares). Esta metodología puede usarse con éxito en la separación de aceites esenciales de diversos productos naturales.

La extracción mediante arrastre de vapor tiene sus ventajas y desventajas; Bajo capital necesario para adquirir los equipos y accesorios. Inclusive pueden ser móviles y usar diversas fuentes de energía, proceso simple, versátil y flexible, permite trabajar con volúmenes grandes de materia prima a cada corrida incluso sin tratamiento previo, el tiempo de extracción no se altera, aunque si el rendimiento, se produce degradación térmica en el aceite esencial obtenido, es decir se inducen cambios químicos indeseables, como oxidación, hidrólisis y oligomerización.



Altos costos operativos por carga de materia prima, debido a la necesidad de energía para producir el vapor de agua (CERPA, 2003)

- c) **Destilación - Maceración:** El material del que se va a extraer se corta en trozos pequeños y se sumerge en aceite o grasa a temperatura de 60 ó 70 grados. El calor rompe las células vegetales y los aceites esenciales son absorbidos por la grasa. Los restos sólidos se separan y el proceso se repite hasta que la grasa esté saturada de aceites esenciales. Luego estos se extraen por medio de destilación.

Dentro de las ventajas que tiene este método es el uso de bajas temperaturas no produce termodestruibles ni alteración química de los componentes del aceite.

3.4.2.3. Extracción con solventes:

Este método constituye la forma mas eficaz de obtención de aceites de cualquier producto oleaginoso la que presenta mayores ventajas.

En ciertos casos, la utilización de la extracción con solventes de determinadas semillas oleaginosas, está limitada por consideraciones mecánicas. Existen resultados positivos solo si las partículas de semillas se conservan substancialmente su forma original durante el proceso, ya que si las mencionadas partículas tienden a desintegrarse bajo la influencia del solvente, las de tamaño mas finos no solo son difíciles de separar de las micelas o sea, mezcla disolventes-aceite, sino que no impiden

también la circulación-aceite a través de la masa de las semillas.

Entre las ventajas es el uso de temperaturas bajas. No provoca termodestrucción ni alteración química de los componentes del aceite y se tiene la posibilidad de la separación de componentes individuales.

En las operaciones a gran escala es corriente mezclar el aceite procedentes de semillas trituradas con un disolventes a baja temperatura que no se a tóxico, por ejemplo el n-hexano. El disolvente se hace pasar por percolación por las semillas para que extraigan el aceite, posteriormente se destila separándolas las dos fases y el disolvente se recicla para ser utilizado de nuevo. La extracción con disolventes da mejores rendimiento que la extracción mediante presión. Los procesos combinados emplean primero la presión para extraer mayor parte del aceite y después la extracción con disolventes para recuperar el aceite residual. La harina de semilla libre de aceite procedente de la torta de prensa se utiliza de molida para la alimentación de animales.

El hexano es sin duda el solvente mas empleado y el que generalmente se prefiere en la extracción de semillas oleaginosas. Aunque en las instalaciones que emplean hexano como solvente se registran pérdidas, estas no son excesivas y en la relación con la mano de obra, energía y/o vapor, tampoco.

Es necesario un capital moderado para adquirir los equipos y servicios auxiliares, el rendimiento es casi el

doble de la extracción por arrastre o por EFS y se obtienen prácticamente todos los compuestos presentes en la matriz herbácea: volátiles, grasas, ceras, pigmentos, saborizantes y etc. Amerita usar equipos de vacío para obtener los aceites absolutos, éstos equipos poseen altos costos operativos en comparación con las de extracción por arrastre o EFS. El uso de solventes orgánicos como alcaloides, hidrocarburos, esterres, etc. Conlleva a establecer varias etapas adicionales de purificación si la esencia va ser para el consumo o higiene humana. Normas internacionales de calidad imponen límites muy exigentes en este aspecto. Esta restricción ha provocado buscar nuevos solventes y optimizar al máximo su recuperación, pero también ha elevado su costo y aplicación.

Otros solventes que se pueden utilizar: Tricloroetileno, sulfuro de carbono, acetona, éter etílico, alcohol isopropílico, alcohol etílico, hidrocarburos mezclados con una pequeña parte de alcohol metílico anhídrido y mezclas de tricloroetileno y alcohol etílico.

a) Solventes Volátiles:

La muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a nivel de escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles.

b) Solventes Fijos:

El material vegetal es puesto en contacto con una grasa. La esencia es solubiliza en la grasa que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla (concreto) de aceite esencial y grasa la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químico. En general se recurre al agregado de alcohol caliente a la mezcla y su posterior enfriamiento para separar la grasa (insoluble) y el extracto aromático (absoluto).

Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa (Belitz *et al*; 1998)

3.4.2.4. Extracción con Fluidos en condiciones Supercríticas (ESC):

Es el método de desarrollo mas reciente, la extracción con Fluidos Supercríticos (SFE, del inglés Supercritical Fluid Extraction) o Extracción Supercrítica (ESC), es una operación de transferencia de materia efectuada en condiciones de presión y temperaturas superiores a las críticas del solvente. Esta operación se basa en el gran poder disolvente. Esta operación se basa en el gran poder disolvente de los fluidos supercríticos y en sus peculiares propiedades físico-químicas.

Un fluido supercrítico es cualquier fluido a una temperatura y presión por encima de su valor crítico (Martinez *et al* 1990)

Las separaciones usando extracción supercrítica (ESC) a menudo pueden ser llevadas a cabo en temperaturas relativamente moderadas (40 - 60 °C), la cual permite separar materiales termolábiles en el procesamiento de los alimentos.

Una vez efectuada la extracción, los compuestos extraídos se pueden separar fácilmente del fluido supercrítico con tan solo disminuir la presión y, por lo tanto, su densidad. Al disminuir su densidad, también lo hace su capacidad como disolvente y los solutos, que habían sido solubilizados a densidades más altas, precipitándose.

La efectividad de la extracción con fluidos supercríticos deriva precisamente de los grandes cambios que experimenta en ellos la solubilidad de diversos compuestos al modificarse su densidad.

Esta última depende a su vez de la temperatura y presión aplicadas.

Además cuando las condiciones de presión se aproximan a la presión crítica, aumenta su selectividad. La solubilidad de los solutos que tienen una estructura química similar es variable y depende de su peso molecular (Ordoñez, 1998)

El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuados o molidos, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo CO_2), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el

equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

Sin duda el fluido mas utilizado tanto a nivel de investigación como aplicaciones industriales es el CO₂. Se trata de un gas inocuo, abundante y barato cuyas condiciones críticas son relativamente bajas (31°C, 73 atm) y por tanto fáciles de operar.

Entre las ventajas es que se tiene un alto rendimiento, limpio, fácil retiro y reciclaje del solvente, bajas temperaturas de extracción, no hay alteración química, cambiando parámetros operacionales se puede cambiar la composición del aceite.

Ventajas de la EFS: CERPA (2003), describe sobre las ventajas:

- Extractos con mayor frescura.
- Uso de temperaturas moderadas lo cual permite evitar la degradación térmica del extracto.
- No hay presencia del solvente en el extracto.
- Mayor presencia de agentes activos.
- Extractos libres de contaminantes biológicos: mayor tiempo de vida.
- Proceso amigo del ambiente.
- Flexibilidad en la preparación del solvente.
- Flexibilidad de las variables del proceso.
- Equipos automatizados.

3.5. EJEMPLOS DE VALOR AGREGADO DE ALGUNAS ESPECIES VEGETALES DE LA REGION QUE APORTAN COLORANTES Y SABORIZANTES.

3.5.1. Achiote

(*Bixa Orellana*) Tiene un gran potencial y demanda para la industria alimentaria mundial ya que la bixina de sus semillas aporta una de las tonalidades del color rojo más puro y natural que existe, para la elaboración de quesos, refrescos, condimentos y otros productos alimenticios.

El proceso de extracción se inicia con la selección adecuada de las semillas luego se pesan las semillas y se dejan en reposo en solución alcalina KOH, luego se separa la solución coloreada y las semillas que quedan se mezclan con otra parte de la solución de KOH y se agitan durante el tiempo que se determina experimentalmente, después las semillas se separan nuevamente, se lavan con solución KOH y se secan al sol y las soluciones coloreadas resultantes se mezclan, a esta solución básica se le disminuye el pH con ácido sulfúrico para precipitar el colorante. Así se obtiene una suspensión del colorante con un pH ácido y un color rojo intenso (Vásquez, 1997)

3.5.2. Sachapapa

(*Dioscorea trifida*). Muy llamativa por su característico color morado, el proceso de extracción del color se realiza con una muestra seca para luego ser llevada a atomización ahí se produce un colorante natural en polvo de buena calidad y gran rendimiento utilizando a la gelatina como encapsulante a una concentración de 0.1% y secado a una temperatura de 165°C y

reduce los costos grandemente al utilizar agua destilada para la extracción. Obteniendo un color rojizo (Vásquez, 1997).

3.5.3. Carambola

(*Averrhoa carambola*). Se ha utilizado el método de extracción por el método de Soxhlet que consiste, en que la materia prima disecada y pesada luego se introduce en un cartucho de celulosa y se extrae continuamente con el hexano durante el tiempo necesario para la extracción. Un ingenioso sistema sifónico vacía periódicamente el depósito y transfiere el extracto de matraz inferior.

Al término del período de extracción se evapora el solvente del matraz dejando un residuo oleoso (Vásquez, 1997)

3.5.4. Clavohuasca

(*mandevillascabra*). Que significa *arbusto de clavo*, se refiere al intenso aroma que viene de sus ramas y hojas parecido al aroma del clavo.

Para la obtención del colorante en extracto acuoso se pesó 1kg de muestra de clavohuasca, a éste se realizó el proceso de maceración, que consiste en colocar en un envase de vidrio la materia prima pesada y llenarle con agua destilada hasta el nivel de la superficie de la muestra, dejando macerar dos días y por consecuencia extraer el color mediante el rotavapor, terminado la concentración en el rotavapor se puso en una placa Petri dejándolo a temperatura ambiente para que se evapore completamente el agua destilada, pasado dos días se filtra la maceración y se repite el mismo proceso hasta extraer todo el

color presente en clavohuasca. Obtención de un color rojizo (Vásquez, 1997)

3.5.5. Sacha Culantro

(*Eryngium foetidum*). Planta herbácea con olor fuerte, de hasta 40 cm de alto, con hojas dentadas y con espinos, crece como hierba silvestre y cultivada. El aceite esencial de sachaculanthro fue obtenido por el método de arrastre a vapor dando como resultado la obtención de una coloración amarillenta y un aroma al mismo sachaculanthro (Vásquez, 1997)

3.5.6. Palisangre

(*Brosimum rubescens*) Se viene utilizando y comercializando en mayor escala para uso artesanal, por medio de este proceso se desperdicia el residuo, por lo que se deja de lado otra forma de dar un valor agregado, por este motivo se pretendió obtener colorantes naturales.

El proceso de obtención de colorante de palisangre consta de varias etapas: Materia prima, cortado, extracción I con éter de petróleo, extracción II con cloroformo, Extracción III con etanol y extracción con agua a cada uno de estos extractos se sometió a procesos de separación para obtener de esta manera los colorantes en polvo de color rojo anaranjado y violeta rojizo. Los pigmentos obtenidos son solubles en solución alcalina, etanol y acetona (Vásquez, 1997)

3.5.7. Shihuango

De la familia de las gingiveraceas, (como el bastón del emperador), planta de cuyos frutos los nativos Secoyas extraen de la cascara un pigmento rojo que utilizan para dar color a una comida típica llamada Uchumanga (Vásquez, 1997)

3.5.8. Kipie

En idioma Huitoto, es una planta que al hervir las hojas se extrae un color rojos ladrillo y sirve para colorear la chambira en la elaboración de jicras o shicras (Vásquez, 1997)

3.5.9. Pashaca

(*Maximiliana regia*) Árbol que de su corteza se extrae por trituración un pigmento de color marrón rojizo que es utilizado en la industria de curtido de cueros (Vásquez, 1997)

3.5.10. Palillo

(*Curcuma longa*). Tiene uso generalizado en la culinaria para incorporar olor y sabor a las comidas, pero también en la medicina tradicional como diurético (Arce, 1999)

CONCLUSIONES

- El valor agregado de las diferentes especies vegetales proporciona a la región el aprovechamiento de sus recursos naturales fuera de temporada y contribuye a mayores ingresos económicos.
- El uso de colorantes y saborizantes naturales en la industria alimentaria, refleja un claro interés por la buena salud del consumidor, ya que los compuestos utilizados para producirlos de forma artificial son cancerígenos según el Organismo Mundial de Salud.
- Los sabores están compuestos por materiales con alto contenido aromático seleccionados específicamente para contribuir a algún acento en particular de la mezcla final. Las materias primas tales como hierbas de origen natural, especias, verduras aromáticas y frutas que pueden contribuir las fuentes para obtener saborizantes.
- La extracción con Fluidos en condiciones Supercríticas (ESC) es una buena opción ya que da como resultado extractos pocos degradados gracias a la temperaturas relativamente moderadas (40 - 60 °C) en la que se realiza. En la extracción mediante arrastre de vapor, muchos compuestos orgánicos inducen cambios químicos indeseables, como oxidación, hidrólisis y oligomerización.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de productos alimenticios se recomienda el uso de los diferentes colorantes y saborizantes naturales que da mejor apariencia al producto y no daña a la salud del consumidor.
- Continuar con los estudios de extracción de colorantes y saborizantes ya que la extensa gama de especies que existen en nuestra región así lo amerita.
- El método de extracción de saborizantes mediante fluidos supercríticos, es también una buena opción ya que no es perjudicial para el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARCE J; TREVEJO E; CHUNG B. (1999). Aislamiento y Purificación del colorante Curcumina de *Curcuma longa* L.: Un método de laboratorio extrapolable a nivel industrial. Conocimiento UNAP. 5 (2), 249-257.
- ARZUBIALES K. (2009). Obtención y Caracterización de Colorantes Naturales a partir de las Especies *Brosimum rubescens* (PALISANGRE). Tesis para la obtención de Título de Ingeniero en Industrias Alimentaria. 90p.
- BELITZ H; GROSCH W. (1998). Química de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. 170 p.
- BRACK A. (1999). Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. PNUD. 556 p.
- BUENO J. (2000). Alimentación: Equipos y tecnología. Primera edición. España. 111 p.
- CERPA M. (2003). Extracción de Productos Naturales Mediante Fluidos Supercríticos Fundamentos y Posibilidades de Uso en el Perú.
- DELGADO V.F., PAREDES L. P. (2003). Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses. CRC PRESS. Boca Raton London New York. Washington. DC. 342 p.
- GARCIA K. (2012). Obtención del Extracto en Polvo a partir de (*Mandevilla R Y S*) (CLAVOHUASCA) Mediante Secado por Atomización. Tesis para la obtención del Título de Ingeniero en Industrias Alimentaria. 155 p.
- GIBAJA S. (1998) Pigmentos Naturales Quinónicos. Primera Edición. Editorial Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 277 p.

- MARTINEZ D. O.G; GALAN S. M.A. (1990). Extracción con Fluídos Supercríticos: I Fundamentos. Ingeniería Química. 256 p.
- LOCK O. (1997). Colorantes Naturales. Primera Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 274p.
- LOCK O. (1994). Investigación Fotoquímica Métodos Analíticos y Control de Calidad. Segunda Edición. Fondo Editorial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 300 p.
- MADRID V. (2000). Los aditivos en los alimentos según la Unión Europea y la Legislación Española. Primera Edición. Madrid, España. 302 p.
- MARREROS J. (1996). Extracción y caracterización de Aceite Esencial de Jengibre. Tesis para la obtención de Título de Ingeniero en Industrias Alimentaria. 51 p.
- ORDOÑEZ J. (1998). Tecnología de los Alimentos, Componentes de los Alimentos y Procesos. Editorial Síntesis S.A. Vol. I. 365 p.
- PAIMA, C. (2007). Extracción de Aromas Vegetales. Técnicas y comercialización. Memoria Descriptiva para la obtención de Título de Ingeniero en Industrias Alimentaria. 68 p.
- TREVEJO E; ALVA A; GARCIA G; PERESTELO F. (2001). Extracción, Caracterización y posibilidades de Industrialización de Aceite Esencial a partir de Sacha Culantro (*Eryngiumfortidum*). Conocimiento UNAP.7(1), 69-80
- VASQUEZ B. (2006) Extracción de Aromas y Sabores Naturales. Estado del Arte. 84 p.
- VASQUEZ R. (1997) Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Primera Edición. Editorial Assistant. 1046 p.

- <http://aeg.pucp.edu.pe/boletinaeg/articulosinteres/44/paz.pdf>
- <http://milksci.unizar.es/adit/colornat.html>
- <http://veggisima.com/?p=573>
- <http://proyectoplantasamazonicas.blogspot.com/>
- <http://www.pasqualinonet.com.ar/Saborizantes.htm>

ANEXOS

Anexo 01: Clasificación de Colorantes Naturales según su Naturaleza Química.

Naturaleza química	Algunos ejemplos	Color predominante	λ_{max} , nm
Tetrapirroles (lineales y cíclicos)	Ficobilinas	Azul-verde	610-650 (ficocianina)
	Clorofila	Amarillo-rojo verde	540-570 (ficoeritrinas) 640-660
Carotenoides (tetraterpenoides)	Carotenoides	Amarillo-anaranjado	400-500
Flavonoides	Flavonas	Blanco-crema	310-350
	flavonoles	Amarillo-blanco	330-360
	chalconas	Amarillo	340-390
	auronas	Amarillo	380-430
	antocianinas	Rojo-azul	480-550
Xantonas	Xantonas	Amarillo	340-400
Quinonas	Naftoquinonas	Rojo-azul-verde	420-460
	Antraquinonas	Rojo-púrpura	
Derivados indigoides e índoles	Indigo	Azul-rosado	470-485 (betaxantinas)
	betalainas	Amarillo-rojo	530-554 (betacianinas)
Pirimidinas sustituidas	pterinas	Blanco-amarillo	
	flavinas	Amarillo	
	fenoxazinas	Amarillo-rojo	
	fenazinas	Amarillo-púrpura	

* son valores aproximados, los valores varían de acuerdo al modelo de sustitución y a los solventes utilizados; solo se señala el rango de absorción a mayor longitud de onda.

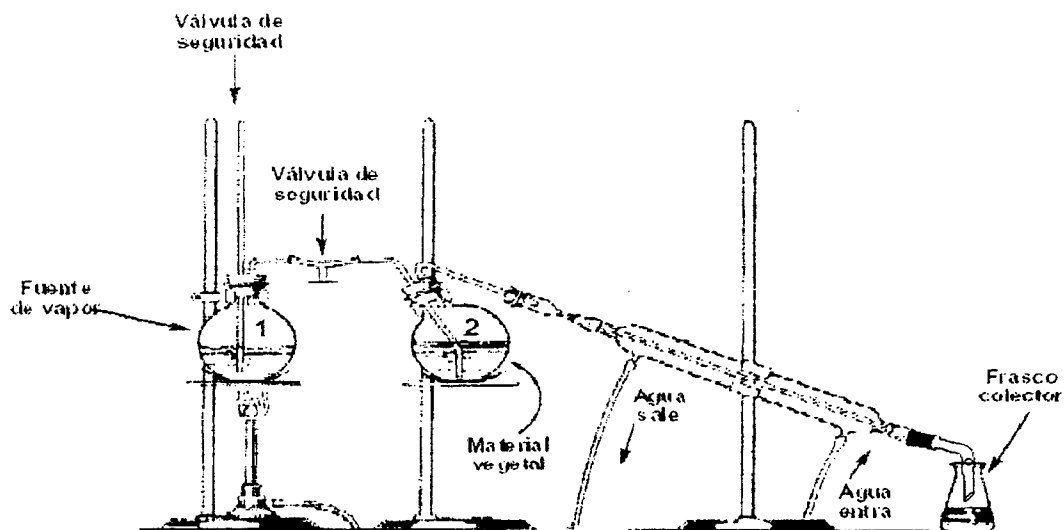
Fuente: Lock, 1997

Anexo 02: Métodos de Extracción de Sabores

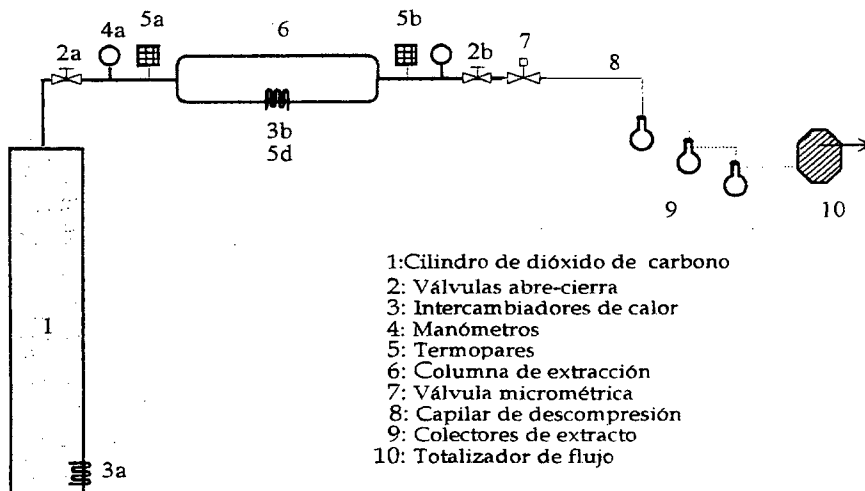
METODO	PROCESAMIENTO		PRODUCTOS OBTENIDOS
Métodos Directos	Expresión	Compresión de cáscaras	Aceites esenciales críticos
		Raspado de cáscaras	
		Termoneumático	
	Exudado	Lesiones mecánicas en cortezas	Aromas, resinas y bálsamos
Destilación	Directa		Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Por arrastre con vapor (directo, indirecto, a presión, a vacío)		
	Destilación - Maceración (Liberación enzimática de aglicomas en agua caliente)		Almendras, mostaza, ajo, hojas de abedul
Extracción con solventes	Solventes volátiles	En caliente	Infusiones y resinoides alcohólicos en caliente, oleorresinas
		En frío	Concretos y absolutos, resinoides en frío, oleorresinas
	Solventes fijos (grasas y aceites)	En caliente	Pomadas en caliente, lavados y absolutos de pomadas
		En frío	Pomadas en frío, lavados y absolutos de enflorados
Procesos de extracción con fluidos en condiciones supercríticas			

Fuente: Marreros, 1996

Anexo 03: Extracción por Arrastre a Vapor.



Anexo 03. Extracción de Fluidos Supercríticos:



Fluidos utilizados para EFS:

Dióxido de carbono CO_2

Propano C_3H_8

Agua H_2O

Xenón Xe

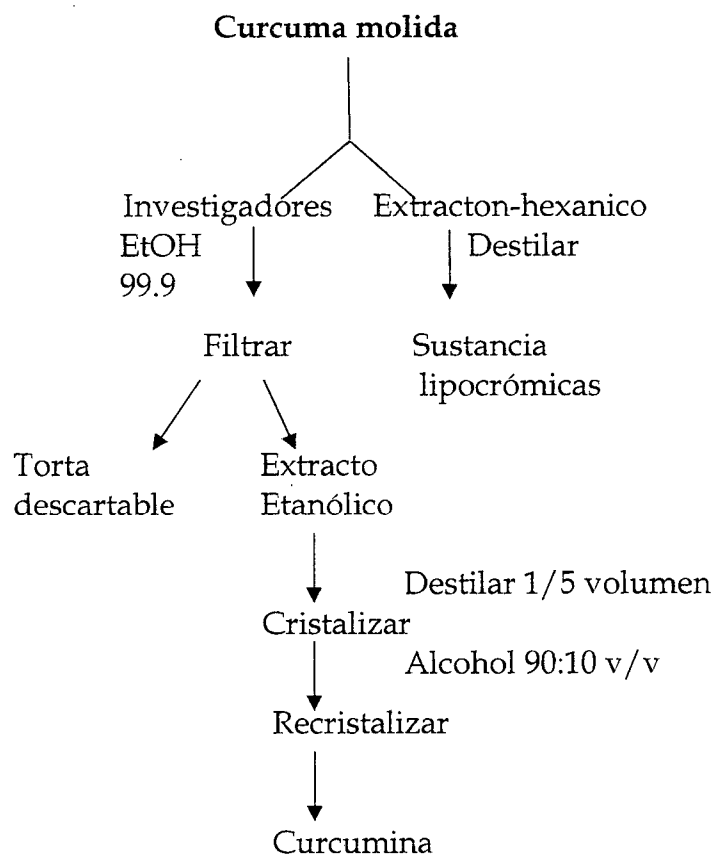
Etano C_2H_6

Oxido nitroso N_2O

Etano C_2H_4

Fuente: Martinez, 1990

Anexo 04: Esquema de Aislamiento de Cúrcuma.



Fuente: Arce, 1999

GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. CO_2 Dióxido de carbono.
2. EFS Extracción de Fluidos Supercríticos.
3. ESC Extracción Supercrítica.
4. Et_2O Eter Dietílico.
5. FDA Administración de Alimentos y Drogas.
6. EtOH Etanol.
7. H_2SO_4 Acido Sulfúrico.
8. kJ/h Kilo Joule por hora.
9. KOH Hidróxido de Potasio.
10. nm Nanómetros.
11. OMS Organismo Mundial de la Salud.
12. λ_{max} Adsorción de mayor longitud de onda.