



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Extracción de Oleorresina y Colorantes de
Chile Guajillo (*Capsicum annum L.*) proveniente
de Queréndaro Michoacán, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Q U Í M I C O D E A L I M E N T O S

P R E S E N T A:

CARLOS ENRIQUE ORTINEZ ALVAREZ



MÉXICO D.F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PROFESORES

PRESIDENTE:	Profesor:	María de Lourdes Gómez Ríos.
VOCAL:	Profesor:	Miguel Ángel Hidalgo Torres.
SECRETARIO:	Profesor:	Agustín Reyó Herrera.
1er. SUPLENTE:	Profesor:	Luis Orlando Abrajan Villaseñor.
2° SUPLENTE:	Profesor:	Jorge Arturo Aburto Anell.

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

UNAM. DEPARTAMENTO: ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA. FACULTAD DE QUÍMICA, EDIFICIO A, LABORATORIO 4 A Y B.

ASESOR DEL TEMA:

Q.F.B. Agustín Reyó Herrera

SUSTENTANTE:

Carlos Enrique Ortinez Álvarez

Índice

Paginas

LISTADO DE ABREVIATURAS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE GRAFICAS	v
INDICE DE DIAGRAMAS	vi
1. Resumen	1
2. Introducción	1
3. Objetivos Generales	4
3.1 Objetivos Particulares:	4
4. Antecedentes	5
4.1 Capsainoides	6
4.2 Carotenoides del chile.....	8
4.3 Definicion de Chile guajillo	10
4.4 Morfología y taxonomía.....	13
4.5 Almacenamiento	15
4.6 Produccion de oleorresinas.....	18
4.6.1 Mercado de Oleorresina de capsicum a nivel mundial.....	18
4.6.2 Demanda de oleorresina capsicum a nivel mundial	19
4.6.3 Producción Nacional de oleorresina capsicum	22
4.6.4 Producción y demanda a nivel nacional de oleorresina capsicum	22
4.6.5 Precios de la oleorresina capsicum.....	23
4.6 Información Nutrimental	25
4.7 Clasificación de Capsicum annum.	26
4.8 Producción de Chiles a Nivel Mundial.....	27
4.9 Producción de Chiles a Nivel Nacional	34
4.9.1 Región Norte y Noreste	35
4.9.2 Región Centro y Bajío	36
4.9.3 Región Sur y Sureste	36
4.10 Producción Nacional de chile seco	36
4.11 Oleorresinas.....	40
4.11.1 Extracción de oleorresinas de chiles secos	41

5. Justificación	43
6. Hipótesis	45
7. Metodología	46
7.1 Recepción y Estandarización de la Materia Prima	47
7.2 Análisis Proximal.....	50
7.2.1 Determinación de Humedad.....	50
7.2.2 Determinación de Cenizas	52
7.2.3 Determinación de Lípidos	53
7.2.4 Determinación de Proteínas	55
7.2.5 Determinación de Carbohidratos	57
7.2.6 Extracción de Colorantes	57
7.2.7 Extracción de Oleorresina	63
7.2.8 Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina	65
7.2.9 Cuantificación de capsaicina de oleorresina	67
7.2.10 Determinación de fibra cruda.	68
8. Resultados	72
8.1 Materia prima	72
8.2 Análisis proximal global.....	74
8.3 Extracción de oleorresina.....	75
8.4 Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina	76
8.4.1 Cuantificación de capsaicina en la oleorresina.....	77
8.5 Determinación de colorante extractable por el método ASTA 20-1	80
8.6 Determinación de carotenos y xantofilas.	82
8.7 Análisis global de oleorresinas.....	84
8.8 Tablas de Resultados	85
9. Conclusiones	91
10. Bibliografía	93
11. Anexos	99
12. Glosario	114

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo aquello que me han brindado que me han permitido llegar hasta aquí el día de hoy y por todas sus bendiciones.

Madre, no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por todo tu esfuerzo, tu apoyo y por la confianza que depositaste en mí. Gracias porque siempre, has estado a mi lado con tu incondicional apoyo, por eso comparto contigo un logro más en mi vida. Y nunca olvides que te quiero mucho.

Papá, éste es un logro que también quiero compartir contigo, gracias por ser mi papá, por creer en mí y porque siempre me apoyaste en todo momento. Quiero que sepas que ocupas un lugar especial en mi corazón.

A mi hermano, ¿adivina qué? por fin termine y también ¡tienes cara de panqué! Eres el mejor hermano aunque siempre me hiciste la vida de cuadritos como todos los hermanos mayores, pero solo así aprendí a defenderme de los manchados, gracias por todo tu apoyo.

A mis tías Estela y Silvia, tampoco se quedan atrás, creo que no pude haber tenido mejores tías que ustedes, en especial a mi tía Estela por ayudarme con las rentas, gracias por apoyarme en esto y por las porras que me echan siempre.

A Suzzane, porque se que ya puedes leer esto, un día vas a crecer y te tocara pelearte con esto mismo y por eso también te dedico esta tesis, gracias por alegrarme estos últimos cinco años con todas tus ocurrencias y alegría, eres una bendición en esta familia. Te quiero cachetona.

A Cecilia, Montserrat y Amir, gracias por todo su cariño y por los bellos momentos que he pasado con ustedes, en especial al "pollo" que es bien latosa. Los quiero mucho

A Edna, mi amor, este logro te lo dedico especialmente a ti, por tu paciencia, por su comprensión, por tu empeño, por tu fuerza, por tu amor, y sobre todo por ser tal y como eres. Gracias porque desde que te conocí, siempre haz estado a mi lado de manera incondicional. Eres la persona que más directamente ha sufrido las consecuencias de todo este camino realizado pero por fin ¡Lo logramos!. Quiero que sepas que tu eres quien me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permite dar el máximo de mí, le doy gracias a la vida por haberte puesto en mi camino y solo tú sabes por qué.

A Víctor y Panchito, gracias por guiarme en todo momento, por todos aquellos recuerdos de la pape y por todo lo que de ustedes he aprendido, en verdad son muy especiales para mí, gracias por ser parte de mi familia.

A mis suegros Keta y Frank, gracias por haber creado a la mujer más maravillosa del mundo y sobre todo por su apoyo y amor hacia nosotros. Esperamos pronto ser mas miembros en la familia, para seguir dándoles lata. Los quiero mucho a ambos.

A mis cuñados que también son mis hermanos, Daniel, Juan Manuel, Omar y José Luis, gracias por todos los grandes momentos y por ser de mi vida una parte muy importante y Juan tu sabes que ¡No es cierto...! Jajaja... Gracias hermano, porque tú fuiste una parte fundamental que logro unir a estas familias. Los quiero mucho.

A mi cuñada Pilar, gracias por todo su apoyo y sobre todo por traer al mundo a la hermosa cachetona.

A la memoria invaluable de mis Abuelas Cecilia Cabrera q.e.p.d. y Carmen Figueroa q.e.p.d, gracias por sus bendiciones y sobre todo a mi abuela Cecilia, se que me estas cuidando desde el cielo junto a mi abuelo, y que diario rezas por nosotros, nunca te olvidaremos. Siempre te llevo conmigo en mi corazón, te quiero mucho abuela...

A todos mis amigos, aunque no quisiera excluir a ninguno, pero la lista seria interminable, pero en especial a Carlos "Fili", Giovanni, Omar, José Manuel "Kame", Odin, Aidee, José Juan, Remy, Raúl, Ingrid, Ana, Mónica, Irma, Erik, Laura, Faviola, Alberto, Don Rafa, Caty, y a todos los que me faltan mil gracias por todos los momentos que hemos pasado juntos y porque han estado conmigo siempre aunque sea sólo para molestar y ser mala influencia, jejeje... Sólo puedo decir que son de lo mejor.

En especial quiero dedicar esta tesis a la memoria del profesor Federico Galdeano Bienzobas, q.e.p.d., por todo su apoyo y esfuerzo para que este trabajo se realizara.

A Agustín Reyó, por permitir que este trabajo terminara de realizarse, por su desinteresada asesoría y gran apoyo que en todo momento presto para la realización de este trabajo.

A mis sinodales y jurado, gracias por sus valiosas aportaciones, para la realización de este trabajo.

Al más especial de todos, a ti Señor porque hiciste realidad este sueño, por todo el amor con el que me rodeas y porque me tienes en tus manos. Esta tesis es para ti.

LISTADO DE ABREVIATURAS

AOAC: Association of Official Analytical Chemistry.

ASTA: American Spice Trade Association.

°C: Grados Centígrados.

C. annum: *Capsicum annum.*

cm: Centímetros.

Co. LTD: Compañy Limited.

CONAPROCH: Consejo Nacional de Productores de Chile.

Edic: Edición.

Et al.: Otros autores.

FAO: Food and Agriculture Organization.

FDA: Food and Drug Administration.

FEUM: Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

g: Gramos.

GMP: Good Manufacturing Practices.

GRAS: Generally Recognized As Safe.

HA: Hectáreas.

INNSZ: Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán.

J, Agric. Food Chem.: Journal Agriculture Food Chemistry.

kcal: Kilocalorías.

kg: Kilogramo.

lb: Libras.

mg: Miligramos.

min: Minutos.

mL: Mililitros.

mm: Milímetros.

µg: Microgramos.

µL: Microlitros.

NMX: Norma Mexicana.

No.: Número.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

pág.: Página.

pp.: Precipitados.

ppm: Partes por millón.

Ton: Toneladas.

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SENASICA: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

SIACON: Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.

SIAP: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.

STAT: Estadística.

UI: Unidades Internacionales.

U.S.: Unidades Scoville.

U.S.A.: Estados Unidos de América.

UV: Ultravioleta.

Var: Variedad.

Vol: Volumen.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedades de <i>Capsicum annum</i>	6
Figura 2. Anatomía chile.....	7
Figura 3. Estructura molecular de la Capsaicina.	8
Figura 4. Estructura molecular de la Dihidrocapsaicina.....	8
Figura 5. Estructura molecular de la Capsantina.....	9
Figura 6. Estructura molecular de la Capsorrubina.	9
Figura 7. Chile Mirasol fresco.....	11
Figura 8. Chile Guajillo seco.....	11
Figura 9. Longitud de Chile Guajillo.....	12
Figura 10. Corte longitudinal de un fruto del género <i>Capasicum</i>	15
Figura 11. Variedades de chiles secos (<i>Capsicum annum</i>).....	37
Figura 12. Variedades de chiles secos (<i>Capsicum annum</i>).....	38
Figura 13. Ubicación geográfica del municipio de Queréndaro, en el estado de Michoacán	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de Tamaño para el Chile Guajillo.....	13
Tabla 2. Principales países proveedores de oleorresinas en el mundo.....	19
Tabla 3. Importaciones mundiales de oleorresina capsicum, por país, en el período comprendido entre 1997 y 2001	20
Tabla 4. Importaciones de oleorresina capsicum durante el periodo de 1996 a 2001	22
Tabla 5. Precios de venta de oleorresina capsicum, en función del tipo de proveedor y del nivel de pungencia (datos de 2001)	23
Tabla 6. Precio de la tonelada de oleorresina de capsicum durante el periodo de 1996-2001	24
Tabla 7. Información Nutrimental del Chile (g / 100 g muestra).....	25
Tabla 8. Especies cultivadas y centro de origen.....	27
Tabla 9. Área cosechada a nivel mundial de chiles (Hectáreas).	28
Tabla 10. Producción Mundial de Chiles (Toneladas).	28
Tabla 11. Rendimiento en la producción mundial de Chiles (Toneladas / Hectárea) 28	

Tabla 12. Principales países productores de Chile Fresco 2008.....	29
Tabla 13. Principales países productores de Chile seco 2008.	31
Tabla 14. Principales países importadores y exportadores de Chiles frescos 2008.	32
Tabla 15. Principales países importadores y exportadores de Chiles secos 2008... ..	33
Tabla 16. Producción Nacional de Chile seco en México.....	39
Tabla 17. Producción Nacional de Chile Guajillo por estado.....	39
Tabla 18. Rendimiento de Oleorresinas, Capsaicinoides y Colorantes de chiles, con diferentes tipos de disolventes.	42
Tabla 19. Longitud y Ancho del Chile Guajillo.....	72
Tabla 20. Chile Guajillo, Semillas y Pericarpio.....	73
Tabla 21. Composición proximal del Chile Guajillo.....	74
Tabla 22. Extracción de oleorresina en semilla de Chile Guajillo.....	75
Tabla 23. Porcentaje de oleorresina en semilla de Chile Guajillo.....	75
Tabla 24. Oleorresina en pericarpio de Chile Guajillo.....	76
Tabla 25. Porcentaje de oleorresina en pericarpio de Chile Guajillo.....	76
Tabla 26. Cantidad de muestra para la extracción de Capsaicina a partir de Chile Guajillo.....	76
Tabla 27. Valores de la curva patrón de capsaicina.....	77
Tabla 28. Absorbancia de capsaicina a 280 nm de la oleorresina de la semilla de Chile Guajillo y su concentración.....	78
Tabla 29. Microgramos de capsaicina en la oleorresina de semilla de Chile Guajillo y su correspondencia en Unidades Scoville.....	79
Tabla 30. Absorbancia de capsaicina a 280 nm de la oleorresina del Pericarpio de Chile guajillo y su concentración.....	79
Tabla 31. Microgramos de capsaicina en la oleorresina del pericarpio de Chile Guajillo y su correspondencia en Unidades Scoville.....	80
Tabla 32. Cantidad de muestra utilizada para la extracción de colorantes por el método ASTA 20-1.....	80
Tabla 33. Color extractable con acetona, Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color.....	81
Tabla 34. Color extractable con etanol, Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color.....	81
Tabla 35. Peso de la muestra para determinación de Xantofilas y Carotenos.....	82
Tabla 36. Concentración de Carotenos en el Chile Guajillo.....	82

Tabla 37. Concentración de Xantofilas en el Chile Guajillo.	83
Tabla 38. Contenido de oleorresina en Semilla y Pericarpio del Chile Guajillo.	85
Tabla 39. Porcentaje de oleorresina para Chile Guajillo.....	85
Tabla 40. Contenido de Capsaicina en Oleorresinas de Chile Guajillo.	86
Tabla 41. Unidades Scoville en Oleorresinas de Chile Guajillo.	86
Tabla 42. Capsaicina extraída ($\mu\text{g/g}$ muestra) y unidades Scoville para Chile Guajillo.	86
Tabla 43. Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color (UIC) extraído por cada disolvente de Chile Guajillo.....	88
Tabla 44. Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color (UIC) para Chile Guajillo.	88
Tabla 45. Contenido de Carotenos y Xantofilas de Chile Guajillo.	89
Tabla 46. Contenido de Carotenos y Xantofilas de Chile Guajillo (mg/g muestra)	89

INDICE DE GRAFICAS

Grafico 1. Producción Nacional de Chile seco.....	38
Grafico 2. Análisis proximal para Chile Guajillo (<i>Capsicum annum</i>).....	74
Grafico 3. Curva patrón de capsaicina.	77
Grafico 4. Porcentaje de extracción de oleorresinas para Chile Guajillo.	85
Grafico 5. Capsaicina extraída ($\mu\text{g/g}$ muestra) para Chile Guajillo.	87
Grafico 6. Unidades Scoville obtenidas para Chile Guajillo.	87
Grafico 7. Unidades ASTA para Chile Guajillo.	88
Grafico 8. Unidades Internacionales de Color para Chile Guajillo.	89
Grafico 9. Concentración de Carotenos y Xantofilas para Chile Guajillo.	90

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Proceso general para la caracterización y obtención de colorantes del Chile Guajillo (<i>Capsicum annum</i> L.)	46
Diagrama 2. Mediciones de longitud del Chile Guajillo y Peso y de las partes que lo conforman.....	48
Diagrama 3. Preparación de la muestra	49
Diagrama 4. Determinación de Humedad por Método Azeotrópico.....	51
Diagrama 5. Determinación de Cenizas totales a 500 °C.....	52
Diagrama 6. Determinación de lípidos por método Soxhlet.....	54
Diagrama 7. Determinación de Proteínas por Kjendahl.....	56
Diagrama 8. Extracción de colorantes.....	58
Diagrama 9. Determinación de color extractable por el método ASTA 20-1 para colorante.....	59
Diagrama 10. Determinación de la concentración de carotenos y xantofilas en plantas deshidratadas y alimentos mezclados. Método Oficial AOAC 970.64.....	61
Diagrama 11. Extracción de lípidos por método Soxhlet.....	64
Diagrama 12. Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina.....	66
Diagrama 13. Cuantificación de capsaicina de oleoresina.....	67
Diagrama 14. Determinación de fibra cruda por digestión.....	70

1. RESUMEN

Se trabajó con una variedad de *Capsicum Annuum L.* "Chile Guajillo" en estado seco originario de Queréndaro, Michoacán. Se determinó el contenido en peso de pericarpio y semilla que representan en peso para el Chile Guajillo (64.44% de pericarpio y 35.56% de semilla); el cual fue sometido a un proceso de molienda hasta obtener un tamaño de partícula que se pueda tamizar en malla No. 20.

Se realizó la extracción tanto para obtener las oleorresinas como el colorante en cada una de las fracciones semilla y pericarpio considerándose como disolvente orgánico más adecuado al hexano. De este extracto oleoso se cuantificó la concentración de capsaicina y las unidades Scoville (unidades de pungencia) por espectrofotometría donde se encontró que el rendimiento de capsaicina fue mayor en la oleorresina del pericarpio en comparación con la oleorresina proveniente de las semillas.

Por otro lado a la oleorresina extraída con hexano del pericarpio se le determinó el contenido de color en unidades ASTA y UIC del Guajillo con dos disolventes: acetona y etanol, por parte de los carotenos y xantófilas que constituyen al colorante rojo del chile. Éstos se encuentran en mayor proporción en el pericarpio y para su determinación se considero el método propuesto por la AOAC donde se obtuvo que el Chile Guajillo presenta un mayor contenido de carotenos que de xantofilas.⁽²⁾

Con los resultados obtenidos se establece la posibilidad de considerar a este variedad de chile apto para obtener oleorresina y pigmentos en cantidad y calidad en comparación con otras variedades que ya se industrializan para este fin.

2. INTRODUCCION

Los chiles se cree fueron domesticados en México alrededor de 6000 años a. de C. y los chiles rojos fueron utilizados en el trópico de Sudamérica como una especia para disfrazar el sabor de la comida blanda o insípida.

A éste producto hortofrutícola se les denomina chile en México y Centroamérica, ají en Sudamérica y las Indias Occidentales. Después del descubrimiento de América, Cristóbal Colón se llevó chiles a Europa donde rápidamente se hicieron populares.

Las variedades de chile de las cuales hay cientos, usualmente se clasifican como "dulces" o "picantes". Los chiles también varían según su forma, sabor, picor,

color y utilización culinaria. Cabe mencionar que el encurtir, moler, asar, secar o congelar los chiles puede influir en el sabor.

Todos los pimientos verdes pertenecen al género *Capsicum annuum*. Los chiles picantes pueden pertenecer otros géneros.

El chile tiene una tradición histórica y cultural y es originario de América. Las evidencias más antiguas de su consumo se localizan en México en dos zonas pertenecientes a los actuales estados de Tamaulipas y Puebla.

El chile forma parte de la dieta del mexicano en todos los estratos sociales, además de ser un producto que identifica a los mexicanos a nivel mundial, tanto en su consumo como en su gran variedad genética de *Capsicum annuum L.*, ya que se cuenta con todas las variedades existentes así como con las condiciones ambientales adecuadas para la producción de cada una de ellas en casi todo el territorio nacional.

México es el país con mayor consumo de chile en el mundo con un promedio anual de ocho Kg/ habitante.

Hay 30 especies del género *Capsicum* aunque solo cuatro de ellas han sido domesticadas o cultivadas las cuales son *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chivense* *Capsicum pubescens*. Estas son utilizadas por su sabor y pungencia, por su acción farmacológica, por su actividad como colorante y oleorresina.⁽⁸⁾

En algunos estados de la Republica Mexicana se destinan superficies al cultivo de chile principalmente para deshidratarlo y en otros para la producción de producto fresco y encurtido.

De la producción total de chile en nuestro país, el 65% se destina al consumo en verde y del 35% restante destinado para deshidratar. Entre las variedades de chiles secos el guajillo *Capsicum annuum L* constituye del 25 al 35%. De esta cantidad una fracción importante es destinada a la Industria Alimentaria para la elaboración de chile en polvo y para la extracción de pigmentos naturales. El restante lo utiliza la gente a nivel doméstico, como condimento cotidiano en la preparación de salsas y de platillos regionales.⁽³⁵⁾

El siguiente trabajo a desarrollar tiene como propósito conocer los macro componentes del Chile Guajillo además de determinar la concentración y características las oleorresinas y colorantes naturales extraídos con diferentes disolventes. Cabe mencionar que éstos colorantes son cada vez más utilizados en la

tecnología alimentaria en forma de aditivos, debido a que hay una tendencia hacia la sustitución de los aditivos sintéticos por productos naturales.

En las oleorresinas de *Capsicum annuum L.* se encuentran ciertos compuestos con propiedades pungentes, dentro de los cuales los más importantes son la capsaicina y la dihidrocapsaicina.

La capsaicina es producida por glándulas que se encuentran en el punto de unión de la placenta y la vaina. El picor del chile proviene de una mezcla de capsaicinoides.

El contenido de capsaicina se utiliza como sustancia de referencia para analizar y determinar la calidad del chile.

De los colorantes más importantes que presentan las variedades de *Capsicum annuum L.* son la capsantina y casirrubina. Los carotenoides capsantina y capsorrubina son el 60% de los carotenoides totales, se obtiene un pigmento rojo y numerosos compuestos volátiles.

En la Industria Alimentaria el Chile Guajillo ya es utilizado en la sustitución de los colorantes artificiales por colorantes naturales. En éste trabajo se busca determinar si el Chile Guajillo proveniente del Municipio de Queréndaro en el estado de Michoacán se puede utilizar como ingrediente en productos alimenticios por su alto contenido de compuestos coloridos.

3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad del Chile Guajillo (*Capsicum annuum L*) proveniente del municipio de Queréndaro en el estado de Michoacán, como materia prima para la extracción de colorantes y oleorresinas.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar el análisis proximal del producto para cuantificar el contenido de macro componentes del Chile Guajillo.
- Realizar la extracción de oleorresinas y capsaicinoides
- Determinar la concentración de capsaicinoides y correlacionarlo con Unidades Scoville.(unidades de pungencia)
- Establecer las condiciones de extracción de los colorantes presentes en el Chile Guajillo (*Capsicum annum L.*) y determinar el rendimiento del colorante obtenido
- Evaluar la calidad del colorante obtenido.

4. ANTECEDENTES

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 200 variedades y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7.000 años y desde donde se habría diseminado a toda América.⁽³²⁾

En México la superficie sembrada con el género *Capsicum* es de 150 mil hectáreas, cuya producción representa 800 mil toneladas de chile verde y en menor medida, chile seco generando un valor de producción de 10 mil 900 millones de pesos.^(34,35)

México mantiene el segundo lugar a nivel mundial como productor de chile siendo el estado de Zacatecas el principal productor de la República Mexicana a partir de los años ochentas. Y es el tercer país exportador de la hortaliza. El chile Mirasol /Guajillo ocupa aproximadamente entre el 12-15% de la superficie nacional cultivada con respecto a la producción de chile en general.⁽³⁴⁾

La variedad *Capsicum annuum L* agrupa la mayoría de los tipos de chiles cultivados en México presentando una gran variabilidad en cuanto a tamaño, forma y color de los frutos. Pueden variar de uno a 30 cm de longitud, tener forma alargada, cónica o redonda y cuerpos gruesos, macizos o aplanados, su color va de verde-amarillo (frutos inmaduros) a rojo-café (frutos maduros).

La mayoría de los procesos fisiológicos que realiza para el crecimiento y desarrollo de la planta están fuertemente ligados a la temperatura. Su principal influencia es en el control de la proporción de reacciones dentro de la planta, la solubilidad de minerales, la absorción de agua, nutrientes y gases, varios procesos de difusión que ocurren dentro de la planta.

El chile se encuentra compuesto por 38% de pericarpio, 2% de vaina, 56% de semilla y 4% de tallo, aunque las proporciones varían en cada variedad de chile^(5,39).



Figura 1. Variedades de *Capsicum annuum*

4.1 Capsainoides

La diferencia que existe entre el género *Capsicum* y otros vegetales es la presencia de un alcaloide denominado capsaicina, la cual es una sustancia cristalina y es la responsable del picor del chile, esta proviene de una mezcla de capsainoides, que se encuentran compuestos por dos homólogos insaturados y tres saturados, en la cual es el componente más abundante.

Esta familia de *capsainoides* tiene el mismo grupo funcional sólo varían en la longitud de su cadena hidrocarbonada.

Entre los *capsainoides* se encuentran la *capsaicina* (trans-8-metil-N-vanillil-6-nonenamida) figura (2) y la *dihidrocapsaicina* (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida) figura (3) que conforman del 80-90 % del total; el resto está compuesto por la *nordihidrocapsaicina* (7-metil-N-vanilliloctamida), *homodihidrocapsaicina* (9-metil-N-vanillil-decamida) y *homocapsaicina* (trans-9-metil-N-vainillil-7-decenamida).

Estos *capsainoides* son insolubles en agua fría, parafina líquida, sorbitol y glicerina líquida, pero son solubles en aceites minerales, metanol, etanol, éter,

isopropanol, cloroformo, hexano, acetona, benceno. Son ligeramente solubles en aceite de oliva y en ácido sulfúrico concentrado.

La acumulación específica de estos alcaloides en el tejido de la placenta y son producidos por glándulas que se encuentran en el punto de unión de la placenta y la pared de la vaina.

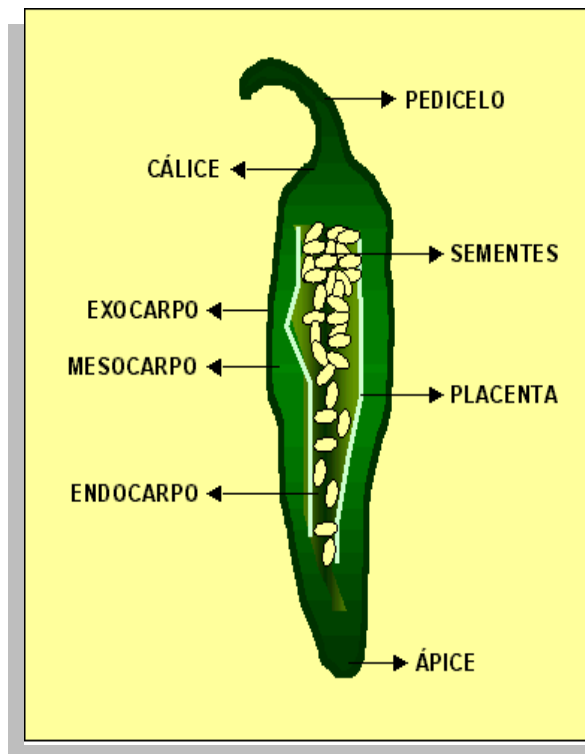


Figura 2. Anatomía chile

El picor se debe a los compuestos capsaicinoides los cuales son derivados del metabolismo secundario del grupo de los alcaloides; formados por amidas ácidas de las vanillilamina y ácidos grasos de cadena ramificada de 9 a 11 carbonos a partir de la fenilalanina y la valina. Se conocen 22 compuestos análogos de los cuales la *capsaicina* y la *dihidrocapsaicina* constituyen más del 99%.^(44, 45, 46, 47)

Los *capsaicinoides* se producen por glándulas en la placenta del fruto, que se encuentran en la parte superior en la unión de y la pared de la vaina es por eso que la placenta llega a ser hasta 16 veces más picante que la pulpa del fruto. Así dependiendo de la variedad de chile, se dan diferentes concentraciones de *capsaicinoides* lo que genera diferentes niveles de pungencia.

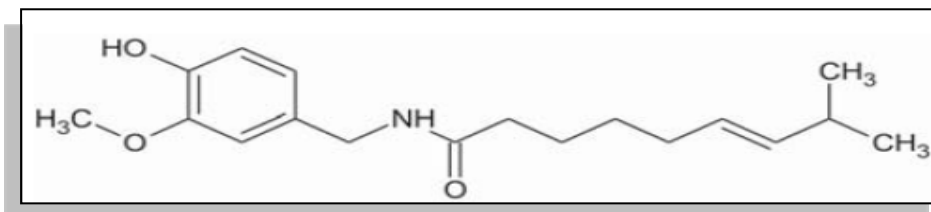


Figura 3. Estructura molecular de la Capsaicina.

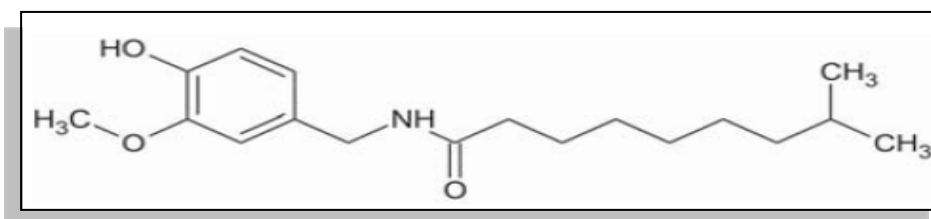


Figura 4. Estructura molecular de la Dihidrocapsaicina.

De acuerdo a lo establecido en la Norma **NMX-F-389-1982 Alimentos, Especies y Condimentos. Determinación de Capsaicina en Capsicum** la definición de capsaicina es la siguiente: Es una oleoresina que se encuentra en el mesocarpo de chiles de la especie *capsicum*, la cual de el picor característico.

Esta se mide en Unidades Scoville que es la sensación de pungencia en la boca y en la garganta a la dilución más baja.

4.2 Carotenoides del chile

Los carotenos y las xantofilas son considerados colorantes naturales ya que provienen de una fuente vegetal. Químicamente pertenecen a la familia de los terpenos, es decir están formados por ocho unidades de isopreno (cuarenta átomos de carbono) y su biosíntesis es a partir de isopentenil pirofosfato.

A principios del siglo XX fueron sintetizados un gran número de colorantes para ser adicionados en alimentos, sin embargo, hasta mediados de este siglo se comienza a regular su uso, debido a que muchos de ellos contenían plomo, cobre o arsénico, lo cual representaba un riesgo para la salud.

Actualmente hay una tendencia de los consumidores por la obtención de alimentos naturales, es por ello que hay una sustitución de los colorantes artificiales por colorantes naturales, lo cual implica amplias perspectivas para productos con alto contenido de compuestos coloridos como es el caso del chile seco.

Ante los colorantes sintetizados vía química, los naturales tienen desventajas como son: su inestabilidad a la temperatura, oxígeno e iluminación. Es por ello que es importante controlar las condiciones de almacenamiento, el grado de madurez de los frutos, temperatura, luz, tiempo de secado.

Considerando la importancia de los recursos naturales en la Industria Alimentaria y el amplio espectro de aplicación de los extractos de *Capsicum* se realiza una revisión del estado actual de su industrialización, en cuanto a lo relacionado con las técnicas de extracción de colorantes y a la composición de los mismos.

En general los colorantes se aplican como aditivos para dar color y aroma. Variando la solubilidad se aumenta la posibilidad de diversificar las aplicaciones. Los colorantes se utilizan para quesos, salchichas, mortadelas, chorizos, caldos, salsas entre otros.

Los colorantes del chile se encuentran constituidos por antocianinas, (flavonoides de chiles) los cuales son responsables del color rojo o púrpura. Por otro lado, los carotenoides dan coloración amarilla o roja (β -caroteno y xantofilas). Los colorantes más importantes en el chile con las *capsantina* y la *capsorrubina* ambos son carotenoides que le imparten coloración naranja o roja.⁽⁸⁾

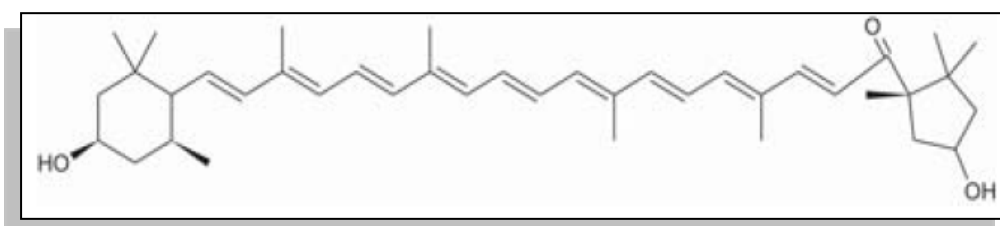


Figura 5. Estructura molecular de la Capsantina.

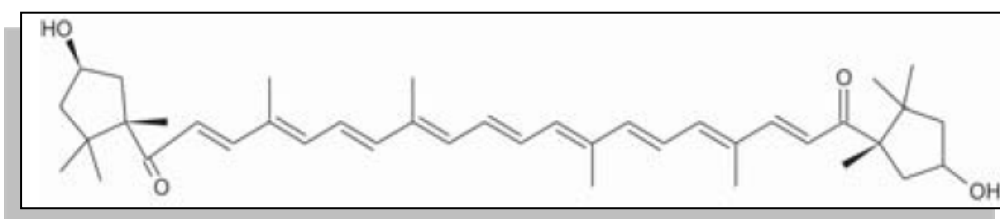


Figura 6. Estructura molecular de la Capsorrubina.

De los carotenoides conocidos, solamente alrededor del 10% tienen valor como vitamina A y los más importantes entre ellos son el β -caroteno y la β -criptoxantina. La condición fundamental para que tengan actividad vitamínica es que tengan cerrado y sin oxidar al menos uno de los anillos de los extremos de la estructura. 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 amarillo, mientras que los carotenoides son anaranjados o rojizos.

Los carotenoides pueden desempeñar un papel como antioxidantes en la protección del organismo frente a los radicales libres. La presencia de gran número de dobles enlaces hace a los carotenoides muy sensibles a la oxidación, especialmente en reacciones de fotooxidación con el oxígeno singulete. También se oxidan en presencia de lipoxigenasas, pero no de forma directa, sino por reacción con los hidroperóxidos. Las reacciones de oxidación dan lugar en todos los casos a la pérdida de color. Generalmente, existe una gran dependencia entre la velocidad de oxidación y el ambiente en el que se encuentran. Dentro de los alimentos, los carotenoides son mucho más resistentes a la oxidación que en materiales pulverizados y secos o en extractos.

Desde el punto de vista tecnológico, los colorantes naturales brindan al producto uniformidad y por su origen la mayoría cumplen con las especificaciones de la FDA(Food and Drugs Administration)y están clasificados como GRAS(Generally Recognized as Safe). Tienen una larga vida de anaquel y presentan la posibilidad de incorporarse a las formulaciones como concentrados o diluidos. La mayoría de los carotenoides se encuentran esterificados, lo que los hace liposolubles. Dentro de los carotenos rojos están la capsantina, las capsorrubina, el capsantol, el capsorubinol, el capsocromo; en los amarillos las criproxantinas, la anteraxantinas, la violaxantina, la zeaxantina, y la luteína.

4.3 Definición de Chile Guajillo

El Chile Guajillo cuando se encuentra en estado fresco se le conoce como Chile Mirasol. El cultivo de este chile base de este estudio se obtuvo del municipio de Queréndaro en el Estado de Michoacán, estando este municipio cerca de los

límites con los estados de Querétaro y Guanajuato, los cuales también realizan siembra de chile Mirasol /Guajillo .

En México se cultivan al año aproximadamente 19 mil hectáreas y del total de la producción 80% corresponde a chile seco y el resto a chile verde. Dentro de los secos, 67.9% corresponde al chile Mirasol /Guajillo, 23.7% al ancho, 8.2% al pasilla y el resto a otros. De la producción de chile verde el 75% correspondió al poblano, 13.8% al mirasol y 11% a otros tipos “güero” y chilaca).



Figura 8. Chile Mirasol fresco.



Figura 7. Chile Guajillo seco.

Las zonas productoras tradicionales de chiles para deshidratar (anchos, mulatos, puya y guajillo) son la región centro y bajo comprendiendo los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Querétaro.

Cabe mencionar que debido a los procedimientos arcaicos de post-cosecha y debido a los métodos de secado tradicionales la producción llega a ser deficiente, ocasionando bajos rendimientos y productos de mala calidad. Además de lo mencionado, se considera su cultivo de migración constante debido a la alta incidencia de pudriciones radiculares que ocasiona fuertes pérdidas de población de plantas en el campo. Por esos motivos se presenta un creciente interés por producir chiles en otras regiones del territorio nacional como es en este caso el estado de Michoacán, en el municipio de Queréndaro.

El Chile Guajillo es un chile seco de color rojizo, mide en promedio 10 cm de largo y 3 cm en su parte más ancha, También es conocido como Mirasol. Por lo general es largo, con punta aguda; su cuerpo es cilíndrico, liso y con leves ondulaciones. Tiene de dos a tres lóculos; su posición es colgante, aun cuando existen algunas variantes cuyos frutos son erectos. Este tipo de chile es

medianamente picante y su producción comercial es en su mayor parte secado en forma natural en la planta.



Figura 9. Longitud de Chile Guajillo

En efecto de acuerdo la Norma **NMX-FF-025-SCFI-2007** Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano– Chile Fresco (*Capsicum* spp), la definición de Chile Guajillo es la siguiente:

Por lo general es largo, con punta aguda; su cuerpo es cilíndrico, liso y con leves ondulaciones. Tiene de dos a tres lóculos; su posición es colgante, aun cuando existen algunas variantes cuyos frutos son erectos. Este tipo de chile es medianamente picante y su producción comercial es en su mayor parte secado en forma natural en la planta.

Las especificaciones de este producto son: ⁽²⁵⁾

- **Sensoriales:** Presentar forma, color, sabor, picor o pungencia y olor característico de la variedad.
Estar bien desarrollados, entero, sanos, limpios, brillantes, de consistencia firme y textura propia de la variedad.
Estar libres de pudrición o descomposición, estar libres de defectos de origen mecánico, microbiológico, meteorológico, estar libres de presencia de insectos, hongos y fragmentos de insectos así como de materia extraña.

- **Especificaciones Físicas:** El tamaño se determina en base a su largo, ancho y peso conforme a lo establecido

Tabla 1. Especificaciones de Tamaño para el Chile Guajillo.

	Tamaño	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
Chile Guajillo	Extra	>14	>3	>9
	Primera	10-14	2.5-3	5-9
	Segunda	<10	<2.5	<5

- **Microbiológicos:** El producto objeto de esta norma debe cumplir con las especificaciones y reglamentos establecidos por la Secretaría de Salud y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

Los usos del Chile Guajillo son la obtención de chile en polvo, como colorante, y en la preparación de diferentes platillos típicos mexicanos. Es indispensable para la preparación del “mole”. En su forma fresca casi no se consume y solo se utiliza en la región de origen para platillos tradicionales.

De acuerdo al nivel de pungencia el Chile Guajillo es considerado de pungencia baja-intermedia ya que presenta de 2500 – 5000 *Unidades Scoville* o unidades de picor.^(49, 50, 51)

Existen una época de siembra julio - agosto, para cosecharse en época seca y resulta conveniente que se presenten entre 20 a 25 días sin lluvias para que el chile tenga un buen desarrollo.

4.4 Morfología y taxonomía

Planta: Generalmente, la planta es de hábito de crecimientos erecto, de aspecto herbáceo de color verde. Su tallo principal al inicio es de color verde y al morir o secarse se torna de color grisáceo; este a los 10 o 20 cm de altura (o primera horqueta). Se bifurca o divide en dos o tres ramas dicotómicas, las cuales continúan dividiéndose hasta el final del ciclo del cultivo. Los primeros entrenudos arriba de la primera horqueta son más largos de 6 a 12 cm y se acortan en forma ascendente, de tal manera que el ápice, pareciera un racimo de hojas y flores.

Sistema radicular: pivotante y profundo con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y un metro.

Hoja: Son de color verde oscuro brillante, de forma deltoide u oval. En la primera horqueta y en los nudos localizados debajo de esta, las hojas son mas grandes; con una longitud de 6 a 12 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho y decrecen progresivamente; las hojas son lisas y sin pubescencia.

Flores: Las flores son autogamas, en las cuales se encuentran los sexos masculino y femenino, el filamento y el estigma son de color amarillento y es de tamaño largo que sobresale de los cinco o seis estambres. Las flores para este chile son de tamaño mediano con longitud de 1.5 a 2.0 cm

Fruto: El fruto de este tipo de chile por lo general es largo, con punta aguda; su cuerpo es cilíndrico, liso y con leves ondulaciones. Tiene de dos a tres lóculos; su posición es colgante, aun cuando existen algunas variantes cuyos frutos son erectos. Antes de la madurez, el color es verde oscuro pero, al madurar, se torna rojo. El fruto se cosecha sin madurar o bien maduro. La maduración del fruto tarda de 50 a 55 días.

Tallo: de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura ("cruz") emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).

Semillas: Son de forma discoidal, aplanadas y lisas, con una depresión profunda donde las capas de semilla se unen a la placenta. Su color va de amarillo a marrón.

Pericarpio: Se prefieren frutos con pericarpio grueso, pues esta característica les da un mayor peso tanto en verde como en seco. Posiblemente esta característica o factor esté relacionado con otras cualidades como el sabor y el aroma.

Color: Los chiles verdes deben tener una coloración intensa y brillante, mientras que los chiles secos deben ser rojos-oscuros. El color de los chiles secos es como resultado de la retención de la clorofila de modo que el pigmento verde sea la base o se mezcle con el rojo para dar el marrón.

Textura: Los frutos verdes deben ser completamente lisos, mientras que los chiles ya secos deben tener un aspecto rugoso.

Pedúnculo: Para la comercialización, es casi imprescindible que el pedúnculo quede adherido a la base del fruto, excepto cuando éste se vende seco para su industrialización.

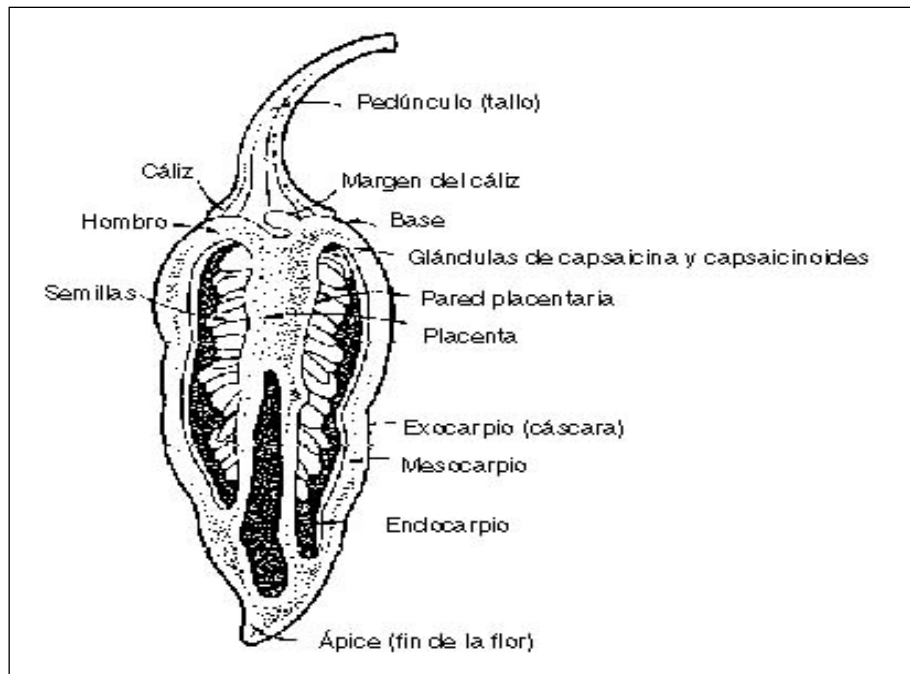


Figura 10. Corte longitudinal de un fruto del género *Capsicum* ⁽⁶¹⁾.

4.5 Almacenamiento

Recomendaciones para mantener la calidad post cosecha: índices de calidad.

Requerimientos básicos:

Características de variedad similar, consistencia firme, no se permiten chiles blandos, turgencia al quiebre, enteros y sanos; suficientemente secos, exentos de humedad exterior anormal; pedúnculo de 1.5 a 2 cm.

Libre de podredumbre provocada por hongos, bacterias o virus; daños por congelación, cualquier material extraño, tierra o sustancias que afecten la apariencia; daños mecánicos, heridas, raspaduras o golpes; prácticamente libres de daños ocasionados por insectos, ácaros, aves o roedores que afecten directamente la apariencia del producto; quemaduras por el sol, olor o sabor extraños.

- Temperatura Óptima.

Los chiles se deben enfriar lo más rápido posible para reducir pérdidas de agua. Los pimientos almacenados a temperaturas mayores a 7.5°C (45°F), pierden mas

agua y se arrugan. Para una vida útil más larga (3-4 semanas), lo mejor es almacenar los frutos a 7.5°C. También se pueden almacenar por dos semanas a 5°C (41°F), lo que reduce pérdidas de agua pero conlleva a la manifestación de daño por frío tras ese periodo. Entre los síntomas de daño por frío están: picado, pudrición, coloración anormal de la cavidad interna y ablandamiento sin pérdida de agua. Los chiles maduros o que ya lograron su color son menos sensibles al daño por frío que los pimientos verdes.

- Humedad Relativa Óptima.

Debe ser mayor al 95%

La firmeza de los chiles se relaciona directamente con pérdidas de agua.

- Tasa de Respiración

18-20 mL CO₂/Kg h a 20°C (68°F); 5-8m L CO₂/Kg h a 10°C (50°F); 3-4 mL CO₂/Kg h a 5°C (41°F); la tasa de respiración de los frutos rojos y verdes es parecida.

Para calcular el calor producido, multiplique mL CO₂ / Kg h por 440 para obtener BTU/Ton/Día o por 122 para obtener Kcal/Ton Métrica/Día.

- Tasa de Producción de Etileno

El etileno tiene poco efecto en el chile. Para acelerar la maduración o el cambio de color, lo más efectivo es mantener los pimientos con una coloración parcial a temperaturas que oscilan entre 20-25°C (68-77°F) con una humedad relativa >95%.

- Efectos de las Atmosferas Controladas.

Por lo general, no hay efecto de las Atmosferas Controladas (AC) en el pimiento. Las atmosferas que solo tienen una concentración baja de O₂ (2-5%) tienen poco efecto en la calidad del fruto, y las atmosferas con altas concentraciones de CO₂ (>5%) pueden dañar los chiles generando picado, coloración anormal y ablandamiento), especialmente si se almacenan a menos de 10°C (50°F).

Atmosferas con un 3% de O₂ + 5% O₂ fueron más benéficas para los pimientos rojos que para los verdes, cuando estos se almacenaron a 5°C (41°F) a 10°C (50°F) por 3-4 semanas.

- Fisiopatías

Moteado: este mal se manifiesta como heridas pecosas que penetra la pared del fruto. Se desconoce la causa. Algunas variedades son más susceptibles que otras.

En los chiles los organismos vivos de pudrición más comunes son Botrytis, Alternaria y las pudriciones blandas producidas por las bacterias u hongos. Botrytis o Moho Gris, es un microorganismo de pudrición común en el pimiento, este defecto aparece ya sea como una leve coloración atípica o como una herida más grave, hundida y oscura en la punta del fruto. Se puede reducir su presencia manteniendo la sanidad del campo y evitando las heridas en el fruto. Botrytis crece a las temperaturas de almacenamiento recomendadas. Los niveles altos de CO₂ (>10%) que ayudarían a controlar este microorganismo, dañan a los pimientos. Botrytis se puede controlar efectivamente, sin dañar a los frutos, mediante inmersiones de los pimientos en agua caliente (55°C [130°F]) por 4 minutos.

Pudrición por *Alternaria*: la presencia de pudrición negra por *Alternaria*, especialmente en la punta del pimiento o una coloración anormal de la cavidad interna, es síntoma de daño por frío. La mejor forma de control es almacenar los frutos a 7.2°C (45°F).

Pudrición bacteriana blanda: Hay varias bacterias que atacan tejidos dañados que pueden causar zonas de pudrición blanda. Las pudriciones blandas también pueden encontrarse comúnmente en pimientos lavados o enfriados con agua, cuando esta agua no ha sido tratada.

- Otros defectos comunes de post-cosecha

El daño mecánico (aplastamiento, perforaciones, grietas, etc.) es muy común en el pimiento; el daño físico no solo afecta la calidad visual de los pimientos sino que también lleva una mejor pérdida de peso y pudriciones.⁽⁵⁵⁾

4.6 Producción de oleorresinas

4.6.1 Mercado de Oleorresina de capsicum a nivel mundial.

Los países que cuentan con mayores facilidades en obtención de materias primas para la producción de oleorresinas, son los que encabezan el mercado mundial de estos aceites. Esto se debe a que, resulta más factible procesar la materia prima en el mismo lugar en donde se genera, pues se evitan los costos asociados al almacenaje y transporte de los materiales. En la industria de oleorresinas, es importante mencionar que la mayor parte de las materias primas, antes de cualquier tipo de procesamiento industrial, contienen una gran cantidad de materiales que no son de interés, y que por tanto deben ser removidos del material que se desea aislar (la sustancia que se desea aislar es justamente el principio activo de la oleorresina). Esto representa, de entrada, que procesar el chile lejos del lugar en donde se produce equivaldría a transportar y almacenar volúmenes de material “no útil”, que eventualmente se convertirá en un desecho, al aislar el producto de interés.

Lo anterior puede explicar, en parte, que países con una gran cantidad de recursos naturales y de actividad agrícola importante, sean también los principales proveedores de oleorresinas a nivel mundial. La tabla 2 muestra a los principales países proveedores de oleorresinas en el mundo.

Tabla 2. Principales países proveedores de oleorresinas en el mundo.

País Exportador	Porcentaje, mercado mundial cubierto (%)
Brasil	17
India	17
EUA	14
Francia	9
Inglaterra	7
Singapur	4
Alemania	3
Austria	3
Marruecos	3
Irán	2
Otros	21
Total	100

Aunque a la fecha no existen datos concretos que describan el comportamiento del mercado mundial de la oleorresina capsicum, se sabe que la venta mundial de este aceite se sitúa entre 120 y 200 toneladas por año. La India es el primer productor de oleorresina capsicum en el mundo, seguido por China. De hecho, es de La India de donde provienen la mayoría de las importaciones de oleorresina de capsicum a nivel mundial.

4.6.2 Demanda de oleorresina capsicum a nivel mundial

La creciente popularidad de las cocinas china, hindú y mexicanas alrededor del mundo han logrado que algunos sectores, sin antecedentes en el consumo de alimentos picantes, gradualmente vayan aceptando dosis más importantes de capsaicinoides en su dieta.

El consumo de oleorresinas a nivel mundial se ha ido incrementando de manera importante en los últimos años. En 2003, las importaciones mundiales crecieron por un total de 246 millones de dólares, también los países en vías de desarrollo aumentaron su participación en las importaciones de oleorresinas, con un 43,1% de participación este mismo año. Esto indicaría que, tanto países industrializados como

tercermundistas están aumentando su demanda de oleorresinas, debido las bondades que este tipo de productos ofrecen a la industria.

Tabla 3. Importaciones mundiales de oleorresina capsicum (OC), por país, en el período comprendido entre 1997 y 2001

Año	1997-1998		1998-1999		1999-2000		2000-2001	
País	Cantidad importada (Ton/Año)	Precio por Tonelada (USD/Ton)	Cantidad importada (Ton/Año)	Precio por Tonelada (USD/Ton)	Cantidad importada (Ton/Año)	Precio por Tonelada (USD/Ton)	Cantidad importada (Ton/Año)	Precio por Tonelada (USD/Ton)
Australia	1487.36	12480.85	24.79	27268.22				
Bangladesh	148.74	18591.97						
Brasil	718.89	40257.81						
Canadá	991.57	27392.17						
China			991.57	15245.41				
Francia	743.68	34705.01	619.73	34506.69	1611.30	20401.59	6321.27	25334.66
Alemania	2702.03	31259.30						
Italia	2082.30	61824.49	1338.62	28879.52				
Israel								
Japón	38324.24	29771.94	9915.72	37084.78				
Corea (S)	3346.55	45215.67	1016.36	38200.30				
Corea (N)	743.68	33217.65						
Mauricio	2553.30	39414.97						
México	27739.22	35944.47	66881.51	17649.98	99.16	133242.44	64625.68	17526.03
Holanda	1437.78	33986.12						
Filipinas	1487.36	25359.44						
Rusia			99.16	172285.57	49.58	127664.85		
Singapur	9965.29	13435.80						
España	7461.58	35349.53						
Turquía	5354.49	22335.15						
Taiwán								
USA	149305.90	20252.85	570.15	336812.10	1363.41	146306.40		
Inglaterra	545.36	25136.34	123.95	127912.74				
Uruguay	371.84	24962.82						
UAE			49.58	428854.73				
YAR	3569.66	49389.27						
Totales	261080.81		81631.14		3123.45		70946.95	

Entre los principales consumidores mundiales de oleorresina capsicum se encuentran Estados Unidos, Reino Unido, México y España. Es destacable que México, el segundo productor mundial de chile (FAO, 2008), es el cuarto importador

de oleorresina capsicum. En la tabla 3 se muestran las tendencias en la importación de oleorresina capsicum procedente de La India para el periodo 1997-2001, por país.

Estados Unidos es el país que más oleorresina capsicum consume por año. Esto se debe a que dicho país cuenta con una industria alimenticia bastante desarrollada; de hecho posee la industria de confitería más desarrollada del mundo. A esto puede agregarse la elaboración de productos farmacéuticos y de cuidado personal, que tienen su nicho en este país americano.

México ocupó en 1998 el tercer lugar mundial en importación de oleorresina capsicum, sólo después de EU y Japón.

Esto confirma, en primer lugar, la gran necesidad de la industria de alimentos mexicana por proveer al mercado interno con productos de alto nivel pungente, dadas las costumbres en la dieta del mexicano, ya mencionadas anteriormente. En segundo lugar, estas cifras indicarían el gran desabasto de oleorresina capsicum que actualmente hay en el país, y que obliga a muchos productores a importar el producto del extranjero. Durante el año 2001, México importó un total de 26.07 toneladas de oleorresina capsicum proveniente de La India.

Si bien los datos de importaciones mundiales de oleorresina capsicum presentados en la tabla 3 son al 2001, no necesariamente describen las condiciones exactas del mercado actual, pero sí constituyen una buena herramienta para evaluar el comportamiento del consumo, por país, en los primeros años de esta década. Del mismo modo, constituyen una buena fuente para hacer predicciones de la demanda mundial proyectada para los años siguientes.

La industria de procesamiento de alimentos, una de las principales consumidoras de oleorresina capsicum, considera que el producto que ellos requieren debe satisfacer como mínimo las siguientes cuatro características:

- Confianza en el producto
- Alta calidad
- Abastecimiento constante
- Precio

4.6.3 Producción Nacional de oleorresina capsicum

México aún se encuentra caracterizada por la participación extranjera y la participación de casa distribuidoras nacionales, las cuales no intervienen en la producción o elaboración del producto dentro del territorio nacional.

El 36% de los ofertantes son productores mexicanos, un 21% son empresas mexicanas dedicadas únicamente a la distribución, un 14% realiza ambas actividades y de ellos el 29% son ofertantes extranjeros.

Al ser la producción de oleorresina capsicum una actividad industrial de menor participación en el país, la Secretaría de Economía (S.E.) no cuenta con ningún registro que permita conocer a detalle la situación actual de la producción de oleorresinas en México. El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) tampoco tiene registro alguno hasta la fecha.

El Comité Nacional de sistema Producto Chile (CONAPROCH) asegura que “En México no existen industrias de extracción de capsaicinas, oleorresinas y colorantes, principalmente por la falta de la tecnología adecuada que permita obtener productos de calidad constante”⁽³³⁾.

4.6.4 Producción y demanda a nivel nacional de oleorresina capsicum

Como se ha mencionado previamente la producción de oleorresina capsicum en México es prácticamente muy baja, por lo que la demanda de este se encuentra satisfecha por las importaciones provenientes de la India, principal abastecedor de este tipo de aceite esencial a nivel mundial.

La tabla muestra un resumen de las importaciones realizadas a México entre 1996 y 2001.

Tabla 4. Importaciones de Oleorresina Capsicum durante el periodo de 1996 a 2001

Periodo	Cantidad de oleorresina capsicum importada (TON)
1996 – 1997	0.2
1997 – 1998	11.19
1998 – 1999	26.98
1999 – 2000	0.04
2000 – 2001	26.07

Siguiendo esta tendencia se estimó que, durante el 2006, la demanda de OC en el país sería de unas 17 toneladas, lo que equivaldría a un total de 3 millones de pesos aproximadamente y un costo de 570,000.00 pesos por tonelada. Esta estimación fue realizada con base en la información presentada en la tabla 4.

Con esto se estimaría que la demanda nacional de oleorresina capsicum se mantendría entre las 15 y las 20 toneladas anuales, con una tendencia creciente.

4.6.5 Precios de la oleorresina capsicum

El precio de venta de la oleorresina capsicum está directamente relacionado con el nivel de pungencia que aporta (en SHU), o lo que es equivalente, las partes por millón de capsaicinoides presentes en el aceite. De este modo, los precios en el mercado son tan variados como las presentaciones, calidad y concentración de los aceites ofertados.

La tabla 5 presenta los precios de venta de algunas OC, asociados a un nivel de pungencia respectivo, de acuerdo a varios proveedores internacionales, en 2001.

Tabla 5. Precios de venta de oleorresina capsicum, en función del tipo de proveedor y del nivel de pungencia (datos de 2001)

Proveedor	Unidades Scoville (SHU)	Precio
Surajbala Exports pvt. Ltd.	Menos de 3000	US\$ 17.45/kg
Liberty Natural Products, Inc.	250000	US\$ 36/litro
Ashley Food company, Inc.	1000000	US\$ 166/litro
KALSEC	10000 – 1500000	Entre US\$39/litro y US\$350/litro
Agroindustrias Management & Consulting S.A.	No disponible	No disponible
The eye of Newt	1350000	US\$ 299.33/litro

De una manera no muy exacta debido a la falta de datos representativos, se reporta los precios internacionales promedio de oleorresina capsicum por unidad de

tonelada, durante el período de tiempo comprendido entre 1996 y 2001. Esta información, mostrada en la tabla 6, fue nuevamente utilizada para hacer una proyección de los precios en 2005 y 2006.

Tabla 6. Precio de la tonelada de oleorresina de capsicum durante el periodo de 1996-2001

Año	Precio (MXN\$/TON)
1996 – 1997	777,750
1997 – 1998	356,440
1998 – 1999	174,900
1999 – 2000	1,320,750
2000 – 2001	173,800

De acuerdo a la información presentada, el precio por litro de oleorresina capsicum esperado en el 2006 sería de 524.00 pesos, lo que equivaldría al costo en Estados Unidos de una oleorresina de aproximadamente 250,000 Unidades Scoville.

4.6 Información Nutricional

La información del análisis proximal es de acuerdo al Instituto de Nutrición Salvador Zubirán en el 2000.

Tabla 7. Información Nutricional del Chile (g / 100 g muestra).⁽⁸⁾

<i>Componente</i>	<i>Contenido en g/100 g muestra</i>	
	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Agua</i>	20.7	93.1
<i>Carbohidratos (g)</i>	5.3	63.8
<i>Proteínas (g)</i>	0.8	6.7
<i>Lípidos (g)</i>	0.3	0.8
<i>Fibra (g)</i>	1.4	23.2
<i>Cenizas (g)</i>	0.6	7.1
<i>Calcio (mg)</i>	7.0	116.0
<i>Fósforo (mg)</i>	31.0	200.0
<i>Hierro (mg)</i>	1.3	15.1
<i>Caroteno (mg)</i>	0.03	25.2
<i>Tiamina (mg)</i>	0.03	1.09
<i>Riboflabina (mg)</i>	0.07	1.73
<i>Niacina (mg)</i>	0.75	3.30
<i>Ac. Ascórbico (mg)</i>	14.4	157.5
<i>Calorías (Kcal/g)</i>	23	233
<i>Capsaicina (mg/ 10g de peso)</i>	150	335

Adicionalmente a los atributos sensoriales de color, pungencia y aroma de los chiles en comparación con los demás vegetales, además se han vuelto extremadamente populares por abundancia y tipo de antioxidantes que contiene. El género *Capsicum* es rico en antioxidantes del tipo fenólico y es una buena fuente de flavonoides. Los chiles frescos también son buena fuente de ácido ascórbico.

Los chiles son buena fuentes de vitaminas A y C, de calcio y de potasio, los chiles que se consumen frescos aportan principalmente ácido ascórbico (200 mg en 100 g de chile), y los chiles secos aportan principalmente retinol (350 mg en 25 g de chile)

Su consumo se asocia a diversas propiedades curativas que van desde la prevención de una gripa hasta la de un infarto. Por otra parte la ingestión de chile produce alteraciones en el tracto gastrointestinal y en el proceso de la digestión. Gran parte de los atributos que se le son conferidos al chile son empíricos.

4.7 Clasificación de *Capsicum annuum*.

La clasificación de las especies del chile se basa principalmente en la forma de las flores, la genética, la bioquímica y la distribución geográfica. Aunque el género *Capsicum* incluye más de 26 especies, solo 12 variedades son utilizadas por el hombre y de estas, solo 5 han sido domesticadas y cultivadas. Estas especies son *Capsicum annuum*, ésta es la más importante ya que agrupa la mayor diversidad de chiles ya sean cultivados o silvestres; *Capsicum baccatum* produce sobre todo una variedad larga, delgada y en ocasiones extremadamente picante de color verde a negruzco, brillante, conocida como “Chile Chilaca”, cuando se seca se pone negro y se conoce como “Chile Pasilla”, la gran mayoría de estos se comercializan secos. El *Capsicum chinense*, que produce los frutos mas picantes, por ejemplo el “Chile Habanero”, de aroma frutal y este se cultiva en México y en el Caribe. Otra de las variedades importante es *Capsicum frutescens* de donde se conocen numerosas variedades, entre ellas el “Chile Poblano”. De la variedad *Capsicum pubescens* el más conocido es el “Chile Rocoto” de apariencia muy similar a un pimiento morrón, pero de sabor muy picante y aromático. Cabe mencionar que existen otras especies cultivadas en México.⁽⁸⁾

Tabla 8. Especies cultivadas y centro de origen.^(62,63)

ESPECIES DOMESTICADAS	PROGENITORES ESPONTANEOS	CONTROL DE ORIGEN
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i> L.	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> / <i>aviculare</i>	Mexico y Guatemala
<i>Capsicum frutescens</i> L.	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Cuenca del Amazonas
<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> .	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> . <i>Capsicum frutescens</i> L.	Zonas bajas de Bolivia
<i>Capsicum chinense</i>	<i>Capsicum eximium</i>	Cuenca del Amazonas
<i>Capsicum pubescens</i>	<i>Capsicum cardenasii</i>	Los Andes (Peru-Bolivia)

4.8 Producción de Chiles a Nivel Mundial.

En las últimas décadas, a nivel mundial el consumo del chile ha presentado un considerable aumento, atribuido a la migración poblacional de países con alto consumo de chile a países donde no se consumía en grandes cantidades. Aunado a esto, la apertura comercial entre países productores y países poco consumidores, que a través de los años aumentaron su consumo y en algunos casos iniciaron o aumentaron su producción. A pesar de que el chile ha sido consumido por muchos años e incluso siglos por países de cómo México, algunos pocos de América Latina, África y Asia, el uso de este producto como condimento en países de Europa y de América del Norte (principalmente E. U. A. por su alta población migrante) ha ido en aumento, siendo los primeros chiles consumidos los de menor picor conocidos como pimientos o chiles dulces y poco a poco aumentando el consumo de los de mayor picor.

De los datos estadísticos obtenidos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (**FAO** por sus siglas en ingles) en su Dirección de Estadística **FAOSTAT (2008)** se expresa que el rendimiento a nivel mundial de la producción de chiles es alrededor de **15.35 Toneladas/Hectárea** de chiles frescos y de **1.61 Toneladas/Hectárea** de chiles secos para el año 2008, lo cual nos lleva a

que el área de cosecha mundial es de **1,825,941 Hectáreas** para chiles frescos y **1,830,597 Hectáreas** para chiles secos, siendo esto un total de **3,656,538 Hectáreas**, por lo tanto la producción total de chiles, entre chiles frescos y secos, es de **30,969,501 Toneladas**, para este mismo año.

Tabla 9. Área cosechada a nivel mundial de chiles (Hectáreas).⁽⁵²⁾

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Frescos	1,069,563	1,259,109	1,623,596	1,731,778	1,763,008	1,767,667	1,825,941
Secos	1,666,197	1,775,534	1,880,773	1,763,261	1,830,518	1,909,589	1,830,597
Total	2,735,760	3,034,643	3,504,369	3,495,039	1,946,526	3,677,256	3,656,538

Tabla 10. Producción Mundial de Chiles (Toneladas).⁽⁵²⁾

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Frescos	10,881,979	15,199,063	20,860,503	25,231,445	26,582,977	27,409,186	28,026,980
Secos	1,928,959	1,935,101	2,388,999	2,692,085	2,818,093	2,993,417	2,942,521
Total	12,810,938	17,134,164	23,249,502	27,923,530	29,401,070	30,402,603	30,969,501

Tabla 11. Rendimiento en la producción mundial de Chiles (Toneladas / Hectárea).⁽⁵²⁾

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Frescos	10.17	12.07	12.85	14.57	15.08	15.51	15.35
Secos	1.16	1.09	1.27	1.53	1.54	1.57	1.61
Total	11.33	13.16	14.12	16.10	16.62	17.07	16.96

Con base en las estadísticas mundiales, China se ha mantenido en los últimos años como el país que presenta una mayor producción de chiles frescos. Para el 2008 China presenta una superficie de cosecha de **652,296 Hectáreas**, muy por encima de la de México, lo que representa el 17.84 % de la superficie sembrada a nivel mundial, generando una producción de **14,274,178 Toneladas**, que representa el 46.10% de la producción a nivel mundial de chiles en el año.

Tabla 12. Principales países productores de Chile Fresco 2008. ⁽⁵²⁾

PAIS PRODUCTOR	PRODUCCION (TON.)	AREA (HA.)
China	14,274,178	652,296
MEXICO	2,054,968	132,337
Turquía	1,796,177	88,000
Indonesia	1,092,115	202,712
España	992,200	18,861
Estados Unidos de América	909,810	30,720
Nigeria	725,000	93,000
Egipto	703,408	42,405
República de Corea	385,763	54,885
Países Bajos	330,000	1,200
Italia	325,727	11,721
Túnez	291,000	22,000
Argelia	280,397	20,403
Ghana	279,000	78,000
Rumania	238,682	20,162
Marruecos	232,220	7,295
Etiopía	184,720	83,293
Israel	178,423	3,600
Hungría	166,579	3,643
Venezuela (República Bolivariana)	152,229	9,592

México ocupa el segundo lugar en producción de chile fresco con un total de **2,054,968 toneladas**, que representan el 6.68% de la producción total y en superficie nuestro país se localiza en el tercer lugar con un total de 132,337 Hectáreas de cosecha, que representan el 3.62% con respecto al área total a nivel mundial.

Los países que le siguen a China y México, son Turquía, Indonesia, España y Estados Unidos de Norteamérica, los cuales representan en conjunto el 15.47% con respecto al volumen total de producción a nivel mundial.

Con respecto a la producción de chiles secos, India encabeza la lista con una producción al 2008 de 1,269,850 Toneladas, en un área de 779,050 Hectáreas, siendo esto el 34.73% del volumen total que se produce a nivel mundial.

En el 2008 México aparece en el décimo primer lugar de la lista con una producción de 60,000 Toneladas, un área de 37,000 Hectáreas, representado el 1.64% del volumen total de producción mundial.

A pesar de que México es el país que tiene un alto consumo de chile seco, su producción es baja con respecto a los primeros 10 países que encabezan la lista de la tabla 7 se puede suponer que esta baja producción se deba a la baja tecnología de producción que tienen la mayoría de las regiones del país.

En estas dos últimas décadas, la superficie de cosecha de chile a nivel mundial aumento en un 80% aproximadamente y casi triplicado el volumen de producción, se considera que este aumento se debe al crecimiento de demanda del producto, para ser comercializado en diferentes presentaciones, fresco, seco y procesado, para consumo al menudeo como para consumo a gran escala para fines industriales, como polvos, salsas cosméticos, en productos farmacéuticos, entre otros.

Tabla 13. Principales países productores de Chile seco 2008. ⁽⁵²⁾

PAIS PRODUCTOR	PRODUCCION (TON)	AREA (HA)
India	1,269,850	779,050
China	252,000	41,000
Perú	165,000	21,500
Tailandia	161,505	70,984
Pakistán	130,000	66,000
Bangladesh	117,765	93,638
Etiopía	115,000	290,000
Ghana	81,000	12,500
Viet Nam	78,500	51,000
Myanmar	71,000	109,000
MEXICO	60,000	37,000
Nigeria	50,000	31,200
Egipto	45,600	14,500
República Democrática del Congo	34,000	8,700
Rumania	33,000	31,000
Bosnia y Herzegovina	30,000	4,000
Côte d'Ivoire	20,000	16,000
Turquía	20,000	9,000
Nepal	16,362	17,500
Benin	15,000	14,000

Como parte del aumento de la producción de chiles, muchos países altamente productores, han incrementado sus exportaciones en un 316.32% y junto con ello los países no productores o de producción baja, han aumentado sus importaciones de en un promedio de 313.51%, en casi dos décadas conforma a los datos obtenidos de la FAO.

Estados Unidos de América es el principal país, que importa chile fresco y seco, siendo esto el equivalente al 19.67% del volumen total de producción mundial.

Tabla 14. Principales países importadores y exportadores de Chiles frescos 2008. ⁽⁵²⁾

PRINCIPALES IMPORTADORES 2008			PRINCIPALES EXPORTADORES 2008		
PAIS	TONELADAS	MILES DE DOLARES	PAIS	TONELADAS	MILES DE DOLARES
Estados Unidos de América	616525	812878	Países Bajos	407664	1163790
Alemania	303660	757212	España	435221	914121
Reino Unido	150139	396970	MEXICO	580864	623537
Francia	135080	254348	Canadá	72255	208768
Países Bajos	96939	203141	Estados Unidos de América	106902	183481
Canadá	108792	193144	Israel	80911	170985
Federación de Rusia	95677	146659	Francia	46717	97661
Italia	57344	102079	Turquía	65965	66458
Austria	51516	101354	República de Corea	17654	57204
Japón	22731	83876	Bélgica	21731	49880
Suecia	31688	83257	Austria	26464	49229
Dinamarca	22477	80119	Alemania	17675	48330
República Checa	45120	78056	Marruecos	56850	41170
Polonia	31605	70687	Hungría	22106	34666
Suiza	25422	67040	Eslovenia	17342	32658
Noruega	14362	52365	Lituania	10720	26770
España	31682	45730	Jordania	25926	25563
Bélgica	18655	44839	Italia	11680	25092
Eslovenia	24098	43496	Grecia	10799	23617
Finlandia	11331	34098	China	74506	21165

México no se encuentra dentro de los primeros 20 países que importan chile fresco, pero si es el segundo país que importa chile seco, ya que este tipo de chile tiene un alto consumo en nuestro país, además de ser el más industrializado.

Tabla 15. Principales países importadores y exportadores de Chiles secos 2008. ⁽⁵²⁾

PRINCIPALES IMPORTADORES 2008			PRINCIPALES EXPORTADORES 2008		
PAIS	TONELADAS	MILES DE DOLARES	PAIS	TONELADAS	MILES DE DOLARES
Estados Unidos de América	102589	204386	India	188551	243304
MEXICO	46448	96514	China	128215	242984
Malasia	53853	81620	Perú	58987	136199
España	33645	68869	España	26719	81076
Alemania	19054	68432	Alemania	4474	26121
Japón	11869	47917	Brasil	5243	19757
Sri Lanka	34914	41535	Túnez	11343	18789
Reino Unido	7343	25183	Países Bajos	4316	16053
Países Bajos	8257	20239	Chile	3322	15932
Tailandia	32882	19539	Israel	4448	12943
República de Corea	9407	19413	MEXICO	7573	12507
Canadá	6391	18539	Hungría	2676	12402
Pakistán	28356	18155	Bélgica	3239	9652
Francia	3793	16672	República de Corea	2220	9345
Bélgica	5013	14173	Serbia	1837	8981
Polonia	4678	13919	Estados Unidos de América	2579	8661
Austria	3223	13394	Francia	1160	7701
Hungría	3991	13143	Malasia	19565	7050
Indonesia	14891	12041	Austria	992	7021
Federación de Rusia	6962	10309	Tailandia	2596	6111

Cabe mencionar que si bien la población estadounidense no es gran consumidor de Chile, sus altos niveles de importación se deben en parte a que la mayoría de zonas de cultivo en ese país están destinadas a otro tipo de productos, como son la papa, el tomate, maíz, trigo entre otros, de ahí que sus necesidades en el consumo e industrialización de Chile es abastecida por productores externos.

Con respecto a las exportaciones de Chile fresco, Holanda encabeza la lista de Chile frescos con un equivalente al 11.15% del volumen total de producción mundial, pero la India es el principal exportador de Chile seco, generando un 5.16% del volumen total de producción mundial de Chile.

El valor económico de las exportaciones de Chile, para los países que sobresalen, tienen un volumen bajo de producción con respecto a otros países, esto se debe a que reciben mayor proporción económica del valor de sus exportaciones, por ejemplo Holanda su producción principalmente se realiza en invernadero, logrando así cosechas de calidad durante los periodos invernales, posicionándose con mejores precios en los mercados internacionales.

Los precios de compra y venta de los Chile en los mercados internacionales dependen en gran medida de la calidad y de la disponibilidad según la época del año donde se comercialice.

Por lo que respecta a México a pesar de importar un volumen mayor a Los Países Bajos, el valor económico es menor en un 53.60% con respecto a este país, lo que nos indica que la escasa tecnología de cosecha en comparación con países del primer mundo, no genera productos de alta calidad que puedan competir en precio con los de otros países, a pesar de ser un país altamente productor y consumidor de Chile.

En los últimos 18 años, la comercialización del Chile a nivel mundial ha ido en gran aumento conforme a los datos obtenidos por la FAO 2008, siendo hasta este momento Estados Unidos de América el principal importador de Chile, seguido de México, Alemania, Reino Unido y Malasia. Los principales países exportadores de Chile son India, Los Países Bajos, España, China y México.

4.9 Producción de Chile a Nivel Nacional

El cultivo del Chile se ha extendido a todo el territorio nacional, ubicándose las regiones desde altitudes a nivel del mar hasta aquellas que se cultivan a una altura de 2500 m sobre el nivel del mar. Sin embargo, ha sido esta gran diversidad de

variedades, regiones y productores lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día, con estadística por variedad de Chile.

La superficie sembrada nacional fluctúa alrededor de las 180 mil hectáreas, de las cuales más del 90% cuenta con sistemas de riego. El rendimiento presenta grandes diferencias entre la siembra con riego y la de temporal, desde 38 ton/ha en el cultivo de Chile *bell* en condiciones de riego, hasta 0.14 ton/ha en Chile piquín de temporal. Regularmente el rendimiento bajo sistema de riego es por lo menos del doble del rendimiento obtenido en condiciones de secano.⁽³⁹⁾

De acuerdo a datos obtenidos por el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2008), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), las variedades de Chile Ancho, Mirasol, Jalapeño y Poblano representan el 47.60% de la superficie total cultivada a nivel nacional.

Siguiendo con los mismos datos del SIACON, México en el 2008 generó 2,051,685 Toneladas de producto, en una superficie de 146,280 Hectáreas de siembra, que equivalen a 11,277,701,672 de pesos, de este total de producción.

Del total de superficie sembrada el 62.8% corresponde a Chile fresco y el 37.2% a Chile seco, en términos de volumen, el 96.1% proviene del Chile fresco y el 3.9% del Chile seco, generando con esto que México ocupe el segundo lugar como productor de Chile fresco a nivel mundial.⁽³⁵⁾

Los principales estados productores de Chile en México son, Aguascalientes, Puebla, Baja California Sur, Quintana Roo, Campeche, San Luis Potosí, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Sonora, Guanajuato, Tamaulipas, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Yucatán, Michoacán, Zacatecas y Oaxaca.

El Chile se siembra en la mayoría de los estados de la República, agrupados para su análisis en tres grandes áreas de acuerdo a las condiciones climáticas y tecnológicas que presentan:

4.9.1 Región Norte y Noreste: (Durango, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Sonora, Baja California Norte y Baja California Sur)

Alta tecnología adecuada. Por lo general tienen buenos rendimientos y productividad con base a la adopción de buena tecnología, tienen condiciones ambientales más o menos estables y adecuados canales de comercialización. En esta región se producen Chile jalapeños, *bell*, serranos, cayenne, anaheim, güeros

y anchos. En estos estados de la república se ha especializado la siembra para la producción de chiles frescos para al consumo directo o la industria de proceso.

4.9.2 Región Centro y Bajío: (Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Querétaro)

Mediana tecnología. Comprenden zonas tradicionales de producción de chiles para deshidratar (anchos mulatos, pasilla, puya, guajillo); aún cuando se observa un creciente interés de producir para el mercado de frescos. Por lo general tienen tecnología de producción y los métodos de secado tradicionales, lo que ocasiona que tengan bajos rendimientos y productos de mala calidad.

4.9.3 Región Sur y Sureste: (Veracruz, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo)

Baja tecnología. Se siembra principalmente de lluvia (secano) y humedad residual, lo que origina altos riesgos e inestabilidad de la producción. Estos estados han disminuido, en algunos, su área sembrada o bien han permanecido estables; sin embargo, los rendimientos aún continúan siendo bajos y no compiten en mercados exigentes de productos de calidad. A pesar de esta situación, hay signos visibles de cambio tecnológico. Una situación diferente es el sur de Tamaulipas que tiene buena tecnología, obtiene altos rendimientos de frutos con calidad que compiten favorablemente en el mercado.

4.10 Producción Nacional de chile seco

Los chiles secos son un componente económico importante para el consumo nacional. Existen estados y regiones productores especializados en la producción de chiles secos en donde el productor ha ido adaptando e innovando a sus condiciones, mecanismos y procesos que le han permitido ofertar una amplia gama de chiles. Esta condición de chiles deshidratados, permite almacenar el producto por varios meses y así buscar mejores oportunidades de mercadeo.

La dinámica de siembra y de producción de los principales estados productores de chiles secos, la cual migra de una región a otra o de un estado a otro, de acuerdo a la incidencia de las pudriciones radiculares, que es la principal limitante de la producción. En un principio la producción se desplazó de Puebla a Guanajuato, de ahí a Aguascalientes y actualmente a Zacatecas y Durango. Esta constante migración se debe al poco desarrollo tecnológico que se tiene para el control de

enfermedades radiculares, lo que obliga a los productores a buscar nuevas áreas no infectadas. Zacatecas es actualmente el principal productor con cerca del 60% del área y volumen nacional producido, le siguen en orden de importancia San Luis Potosí y Durango y aun con marcada presencia en el mercado nacional Guanajuato, Jalisco y Michoacán.

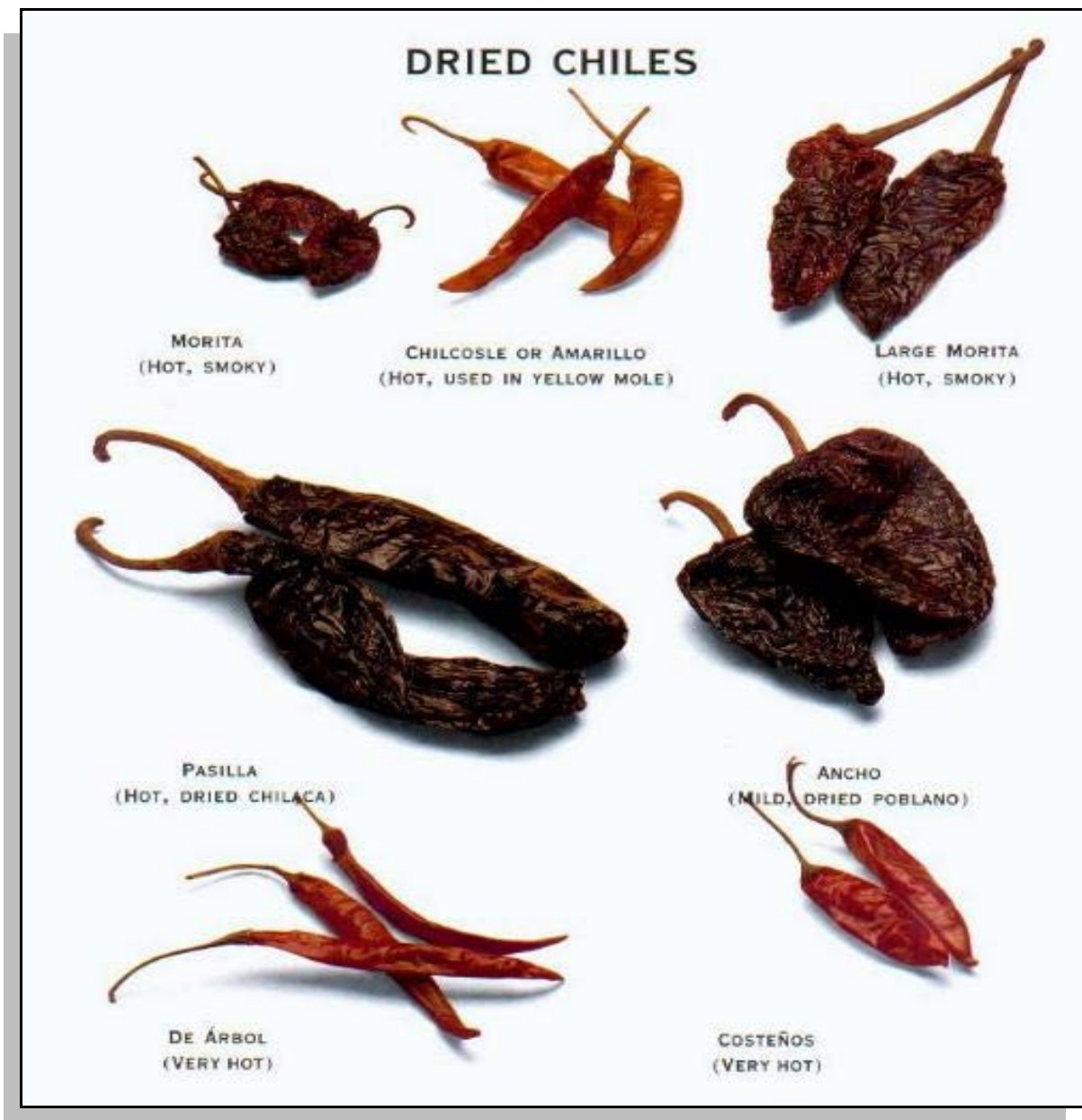


Figura 11. Variedades de chiles secos (Capsicum annuum)

En promedio la mitad de la producción de chile seco a nivel nacional pertenece al Chile Ancho en primer lugar con un 28% y al Chile Guajillo en segundo lugar con un 25% a estos le siguen el Chile Mirasol 20%, Chile Colorado 9% y Chile Pasilla 8%, el resto son productos mas regionales y se cultivan en baja proporción.

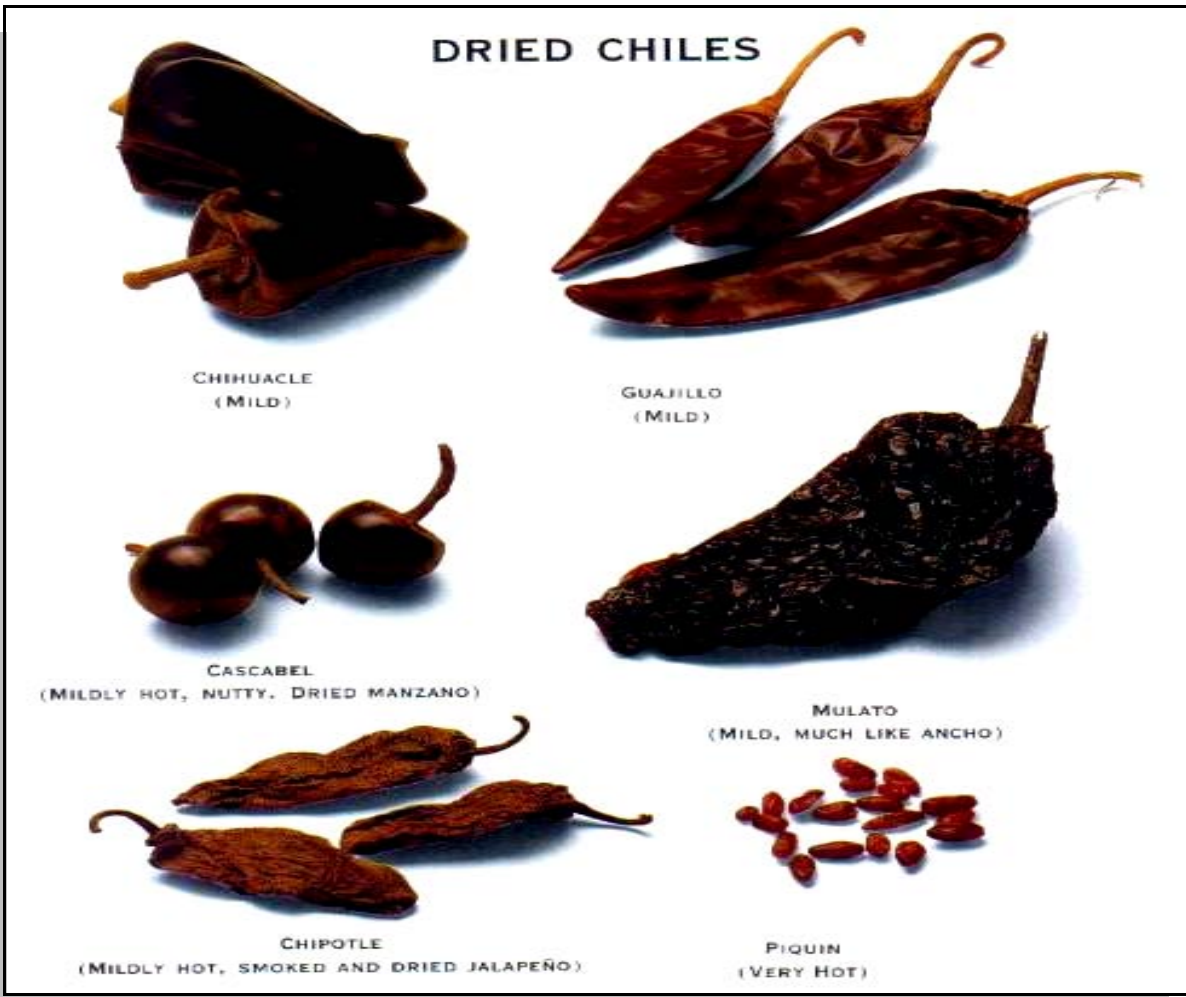


Figura 12. Variedades de chiles secos (*Capsicum annuum*).



Grafico 1. Producción Nacional de Chile seco.

Tabla 16. Producción Nacional de Chile seco en México. ⁽⁵²⁾

	PRODUCCION (TON)	SUPERFICIE (Ha)	VALOR EN MILES DE PESOS	RENDIMIENTO
Chile seco ancho	19,257	14,167.90	834,475,100.64	1.528
Chile seco colorado	6,001.88	4,500	192,060,160	1.5
Chile seco costeño	1,506.23	2,194	83,371,498	0.687
Chile seco de árbol(cola de rata)	1,890.37	1,128.25	77,837,615.20	1.719
Chile seco guajillo	17,272.34	12,339	739,659,320	1.581
Chile seco mirasol	13,981.98	11,012.92	590,671,870	1.473
Chile seco mulato	649.55	752	29,103,750	0.987
Chile seco pasilla	5,292.79	3,758	278,738,430	1.468
Chile seco puya	1,760.94	1,887	66,216,760	0.938
Chile seco sin clasificar	762.85	2,326	42,064,990	0.9
Chile seco tabaquero	249	417	28,720,000	0.597
Total	68,625	54,482	2,962,919,494	1.182

La producción de Chile Guajillo se ha centrado en tres estados de la República Mexicana, los cuales son Baja California Sur, San Luis Potosí y Zacatecas, siendo este último el principal productor de este fruto.

Tabla 17. Producción Nacional de Chile Guajillo por estado. ⁽⁵²⁾

	SUPERFICIE (Ha)	PRODUCCION (Ton)	VALOR MILES DE PESOS	RENDIMIENTO
Baja California Sur	46	92	3,220,000	2.00
San Luis Potosí	3,410	7,704	331,272,000	2.259
Zacatecas	8,883	9,476.34	405,167,320	1.269

Michoacán al igual que otros estados de la república, se ha empezado a cultivar Chile Guajillo, tal vez por migración de productores que buscan nuevas tierras debido a la incidencia de pudriciones radiculares generando con esto un nuevo producto de comercialización para cada región y con ello un mayor ingreso económico.

4.11 Oleorresinas

Las oleorresinas se han venido utilizando en la Industria de los Alimentos y sabores por cerca de un cuarto de siglo aunque su uso ha estado restringido por la limitante de hacer a estas sustancias fáciles de manejar y lograr su dispersión adecuada en el producto final.

Con la introducción de extractos de especias que presentan una intensidad de sabor estandarizada, la importancia de las oleorresinas se ha incrementado y prácticamente hoy en día existen y están disponibles una gran variedad de oleorresinas de prácticamente cualquier hierba o especia.

Muchos de los disolventes que se emplearon primero eran peligrosos, inflamables e incluso explosivos si no se manipulaban con cuidado. Estos disolventes no resultaban además del todo eficientes ya que eran incapaces de extraer los componentes hidrofílicos de las especias, lo cuál contribuye al complejo total del sabor. Posteriormente la industria de saborizantes optó por el uso de cloruro de metileno, ya que tiene bajo punto de ebullición, es fácil de recuperar y genera mayor rendimiento.

Por lo general se utilizan disolventes que ayudan a obtener oleorresinas ricas en todos los compuestos de sabor que se localizan en la especia entera. Sin embargo, no todas las especias son de la misma composición, por lo que se emplean mezclas de disolventes que se determinan según la naturaleza de las especias así como de los requerimientos para su utilización.

Las oleorresinas están compuestas de aceite esencial, resinas solubles y otros materiales relacionados y presentes en la especia original, así como de ácidos grasos no volátiles, la cantidad de estos ácidos grasos dependerá de la materia prima y del tipo de disolvente usado. Las resinas y los ácidos grasos actúan como fijadores naturales de la mayoría de los aceites esenciales.

El comercio de especias se realiza de diversas formas, se calcula que casi todo ese comercio (más del 90%) se realiza internacionalmente con la especia entera, es decir, sin moler. El resto corresponde a los aceites, oleorresinas y especias molidas que consisten principalmente en pimentón, mezclas de especias y curry en polvo. La importancia de las distintas especias difiere de un país a otro, por ejemplo, Yemen tiene como principal especia importada a los pimientos picantes.⁽²⁷⁾

4.11.1 Extracción de oleorresinas de chiles secos

Los colorantes y las oleorresinas son dos componentes muy difíciles de separar o aislar de los alimentos, en este caso de los chiles, esto se debe a que los lípidos y colorantes que se encuentran en los alimentos son muy diversos pero con propiedades fisicoquímicas muy similares, además de ser muy inestables en condiciones de laboratorio.

Para poder llevar a cabo la extracción de dichos componentes, se requiere seleccionar disolventes adecuados que logren separar los lípidos y los colorantes de las partes del chile donde se encuentran contenidos, en este caso, el pericarpio y las semillas, por lo que las propiedades fisicoquímicas del disolvente son de vital importancia.

Para obtener mayor eficiencia durante el procedimiento de la extracción resulta necesario considerar:

- a) pre-tratamiento de la muestra,
- b) selección del disolvente y
- c) el proceso de la extracción.

En la mayoría de los casos se utilizan disolventes inmiscibles en agua, con alta capacidad de solvatación en compuestos apróticos y bajo punto de ebullición, esto último con el fin de facilitar su eliminación posterior sin tener pérdida de los compuestos volátiles extraídos.

Cabe mencionar que los alimentos húmedos o semisólidos, deben ser secados previamente antes de extraer los lípidos y los colorantes, ya que la presencia de agua no permite una extracción óptima, por lo que se recomienda es secar las muestras con sulfato de calcio o sulfato de sodio anhidro.

Otra característica de los disolventes, es que los no polares suelen tener dificultad para “sifonar” en algunos equipos de extracción, en este caso el equipo Soxhlet, ya que no tienen la capacidad de mojar el vidrio, como por ejemplo el diclorometano, cloroformo y los hidrocarburos superiores al hexano.

Debido a que las oleorresinas y los colorantes son de tipo oleoso, se piensa que la utilización de disolventes orgánicos como hexano, acetona, acetato de etilo, entre otros, para su extracción son los más apropiados, pero el rendimiento y la calidad de las oleorresinas dependen del solvente usado.

Tabla 18. Rendimiento de Oleorresinas, Capsaicinoides y Colorantes de chiles, con diferentes tipos de disolventes.

	OLEORRESINA (%)	CAPSAICINOIDES (%)	COLOR (%)
ALCOHOL	17.5	19.7	0.523
ACETONA	15.6	67.7	0.587
COLORFORM O	16.4	61.1	0.515
ETER	16.1	58.1	0.701
HEXANO	15	66.5	0.605

Con base en los datos de la Tabla 13 , se observa que al utilizar etanol como disolvente se obtienen buenos rendimientos en la extracción de la oleorresina, pero bajos rendimientos en la extracción de colorantes y capsaicinoides, pero en referencia al hexano y la acetona, estos presentan rendimientos mas similares entre la extracción de la oleorresina, los colorantes y los capsaicinoides. De acuerdo a los datos de la tabla 13 en este trabajo se utilizaran acetona y hexano para las extracciones.

5. JUSTIFICACION

El cultivo del Chile Guajillo con el que se realizara este trabajo de investigación se lleva a cabo en el municipio de Queréndaro en el Estado de Michoacán.

El municipio de Queréndaro, tiene una superficie es de 234.43 Km y representa el 0.39 por ciento del total del Estado de Michoacán, tiene un clima templado, su flora está formada por bosque mixto con pino y aile, bosque de coníferas con oyamel y pino, y praderas con nopal, huisache y diversos matorrales. Su fauna se conforma por armadillo, coyote, liebre, mapache, tlacuache, zorrillo, gallina de monte, güilota, pato, torcaza, charal y pez blanco.

Como recursos naturales, Queréndaro tiene una superficie forestal maderable, la cual es ocupada por encino y pino, la no maderable es ocupada por matorrales diversos, el municipio cuenta con yacimientos de plata, plomo y caolín.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, cuaternario y plioceno; corresponden principalmente a los del tipo podzólico y de pradera. Su uso es primordialmente forestal y hasta el momento en menor proporción agrícola y ganadero.

En lo que respecta al ámbito agrícola, el municipio de Queréndaro, tiene como principal actividad los cultivos de: Maíz, alfalfa, sorgo, chile seco y garbanzo.

Por parte de la ganadería, se cría principalmente ganado bovino, porcino, equino, caprino, ovino y aves de corral.

La gastronomía del municipio se basa en su mayoría por el uso de chiles en diferentes tipos de platillos típicos, como por ejemplo, chiles capones, deshebrado de chiles verdes, mole de guajolote, corundas, gorditas de trigo y pescado, estas últimas aderezadas con salsas picantes.

En México se cultivan anualmente más de 19 mil hectáreas con Chile Guajillo, las zonas productoras tradicionales de producción de chiles para deshidratar (anchos mulatos, puya y guajillo) es en la región centro y/o bajío los cuales son Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Querétaro.

Michoacán, no es un estado que se dedique a la producción e industrialización de chiles secos y en este caso de Chile Guajillo, pero debido a la rotación de zonas de cultivo en la mayoría de los estados del país, por motivos ambientales y en su mayoría por la baja calidad de la tierra, originado por el uso prolongado de un solo tipo de siembra, el municipio de Queréndaro se propone como una alternativa para realizar la siembra de Chile Guajillo para satisfacer la demanda de este producto que

poco a poco ha ido aumentando, ya que el municipio se encuentra cerca de los estados de mayor producción de este tipo de chile dentro de la región centro y/o bajo, sobre todo con los estados de Guanajuato y Querétaro los cuales realizan siembra de chile Mirasol/Guajillo en sus tierras.

Por lo que en este trabajo se busca determinar si el municipio de Queréndaro, Michoacán produce Chile Guajillo de buena calidad para llevar a cabo producciones de alto volumen para industrialización, esto con el fin de generar una nueva actividad económica en el estado, y así crear nuevos empleos para el desarrollo del municipio y del estado.



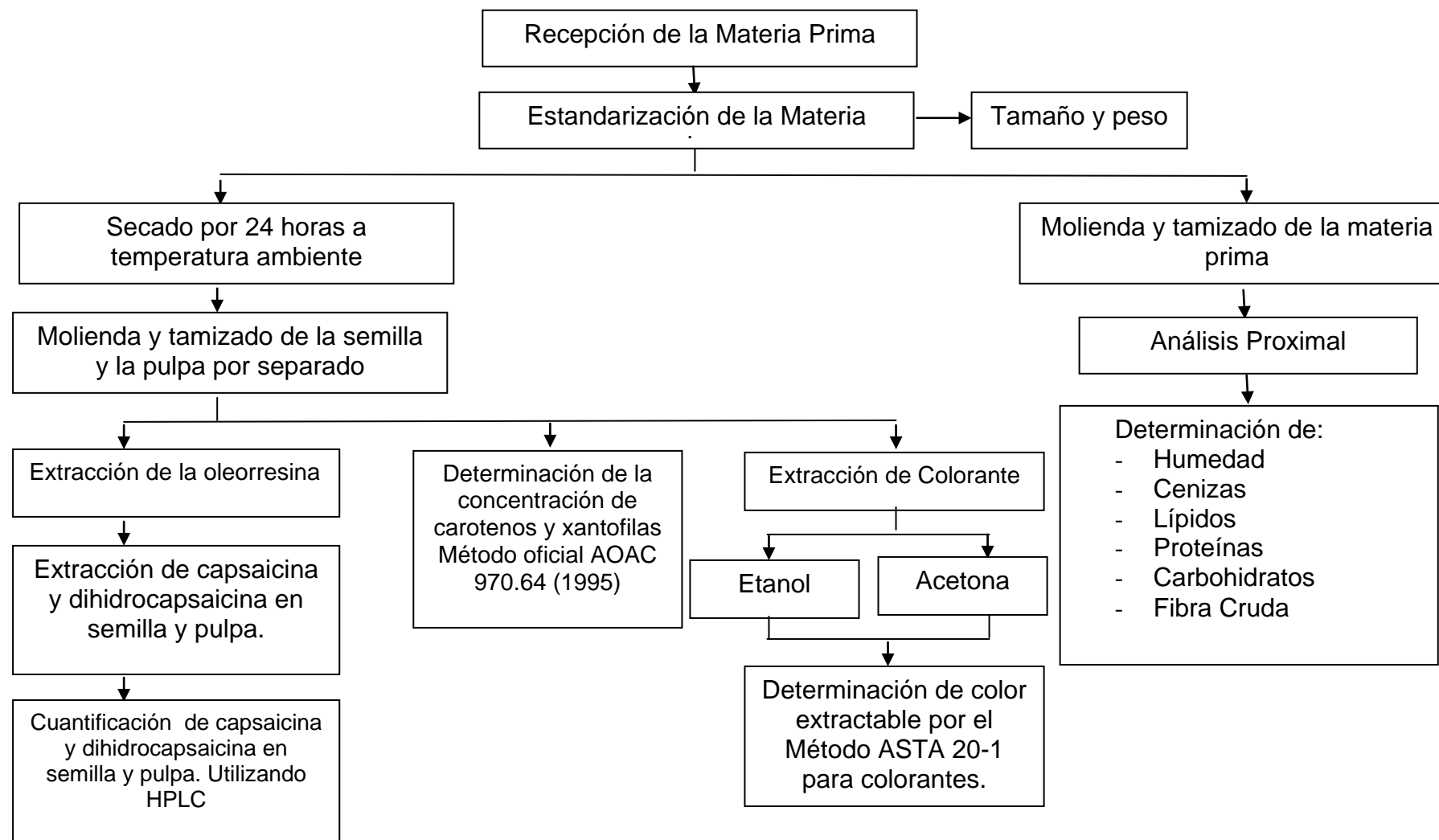
Figura 13. Ubicación geográfica del municipio de Queréndaro, en el estado de Michoacán

6. HIPOTESIS

Determinar si del Chile Guajillo proveniente del municipio de Queréndaro, en el estado de Michoacán, México, se puede obtener un buen rendimiento de colorantes (carotenos, xantofilas) y de capsaicina y que estos presentan buena calidad, entonces se pueda proponer la utilización de este chile a nivel industrial para la extracción de los mismos.

7. METODOLOGIA

Diagrama 1. Proceso general para la caracterización y obtención de colorantes del Chile Guajillo (*Capsicum annum L.*)



La variedad de *Capsicum annum L.* con la cual se va a llevar a cabo el análisis proximal y la extracción de colorantes es el *Chile Guajillo*. El cual proviene del municipio de Queréndaro, Michoacán.

7.1 Recepción y Estandarización de la Materia Prima

Se toma una muestra representativa del lote de la variedad *Capsicum annum L.* (Chile Guajillo), de la cual se toman las medidas de longitud (largo y ancho) con el fin de estandarizar el tamaño del chile con el que se va a trabajar y se pesan las diferentes partes del chile.

Materiales

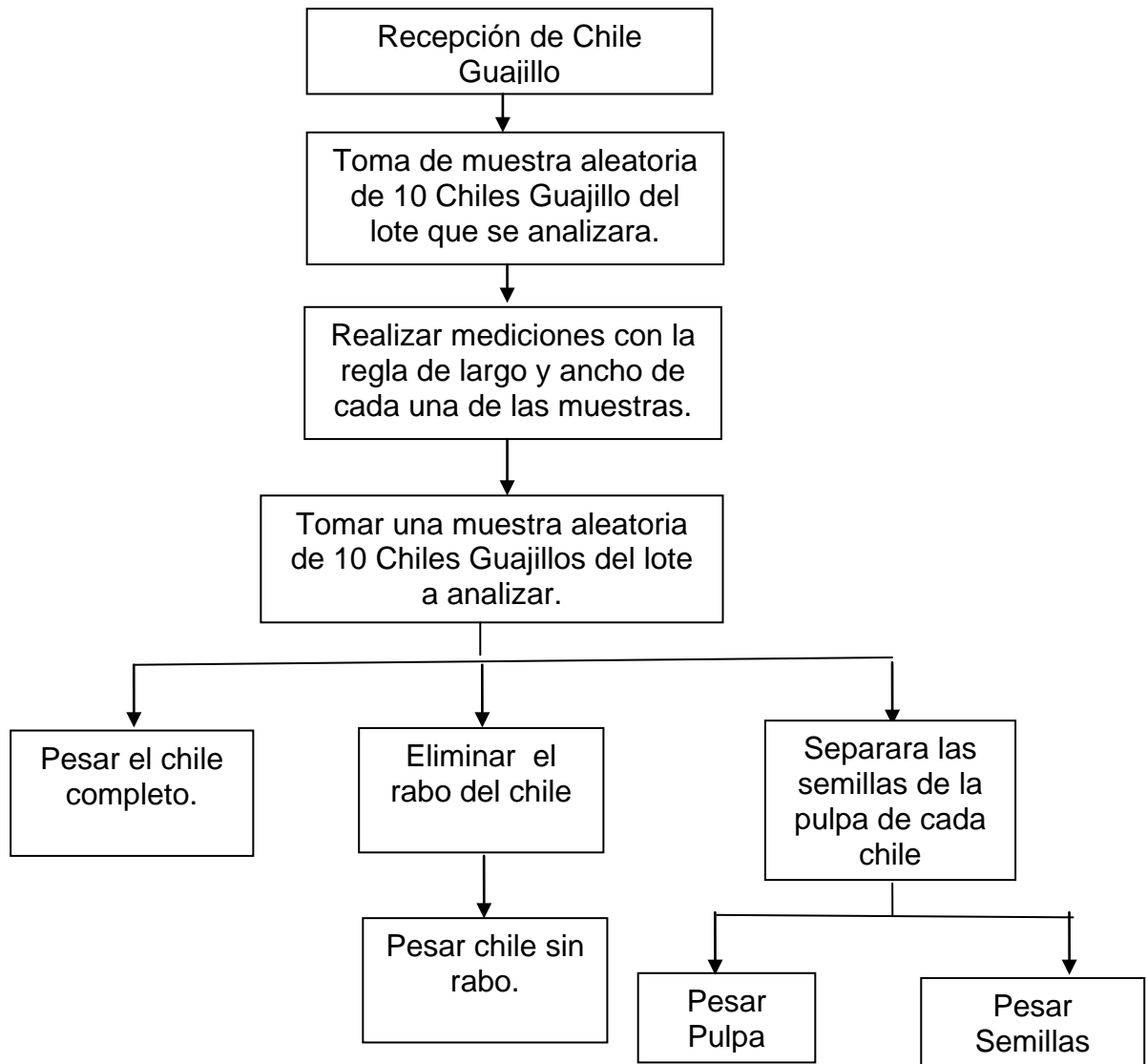
- Tabla para picar de madera
- Cuchillo
- Regla de 0 – 30 cm
- Balanza Analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad

Muestra

Chile Guajillo proveniente del Municipio de Queréndaro Michoacán, México.

Procedimiento

Diagrama 2. Mediciones de longitud del Chile Guajillo y Peso de las partes que lo conforman.



El proceso de separación de las semillas y la pulpa se le conoce como limpieza del chile la cual se lleva a cabo mediante el corte longitudinal del chile.

El mismo lote de chiles se pesará con el fin de conocer el peso total del chile, del chile sin el rabo, de la pulpa y de las semillas que lo componen.

- **Preparación de la muestra**

Fundamento: Esto se realiza con el fin de contar con muestras manejables en el laboratorio.

Una vez que se estandarizaron los chiles se prosigue a realizar la molienda de los mismos para reducir el tamaño de partícula y con ello aumentar la superficie de contacto.

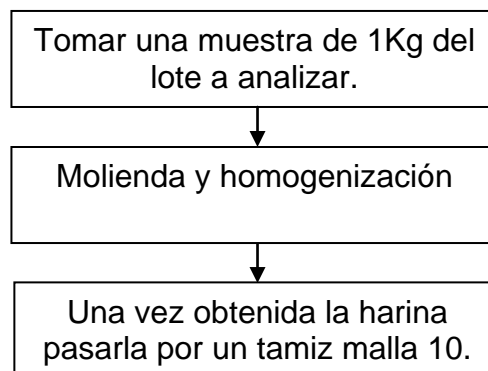
Al terminar la molienda se prosigue a pasar la muestra a través de un tamiz número 10.

Materiales

- Homogenizador (licuadora)
- Tamiz de malla 10

Procedimiento:

Diagrama 3. Preparación de la muestra



La parte del lote restante la cual tiene un peso de 1 kg se pone a secar por 24 horas a temperatura ambiente.

7.2 Análisis Proximal

Se pesan 60 g de muestra molida pasada por un tamiz número 20, para hacer el análisis proximal.

7.2.1 Determinación de Humedad (NMX-F-227-1982).

La determinación de la humedad de la muestra completa se lleva a cabo por medio de métodos azeotrópicos dada la naturaleza de la muestra, ya que esta se encuentra compuesta por gran cantidad de volátiles.

Fundamento: Se basa en la medición del volumen de agua libre, recuperada por condensación. Los disolventes utilizados son inmisible, menos densos y con menor punto de ebullición que el agua, utilizando la trampa Bidwell-Sterling.

Materiales

- Trampa de Bidwell- Sterling
- Refrigerante
- Balanza Analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Canastilla de mimbre
- Reostato
- Cepillo de Nylon o un espiral de alambre de cobre
- Matraz de Bola de 250 mL
- Piedras de Ebullición
- Manguera
- Espátula

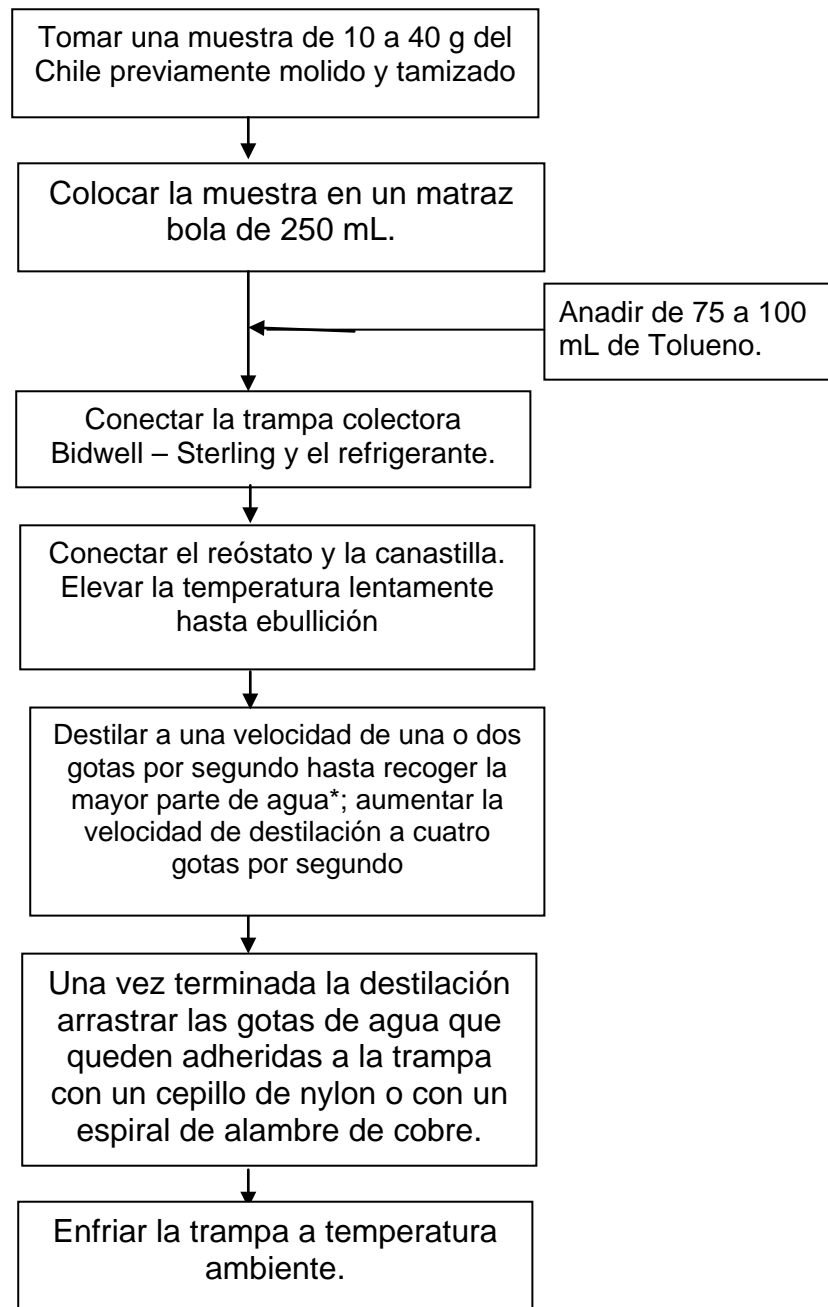
Reactivos *

- Tolueno
- Ácido Sulfúrico
- Etanol
- Agua Destilada

*Los reactivos mencionados son grado analítico.

Procedimiento

Diagrama 4. Determinación de Humedad por Método Azeotrópico.



* Cuando ya se haya eliminado toda el agua, se manifestara una capa clara de tolueno en la parte superior de la trampa.

Es cuando las proteínas en estado seco se hidratan mediante sus aminoácidos hidrófilicos y retienen una cantidad de agua que está en equilibrio con la humedad relativa del medio ambiente.

Una vez terminada la destilación es importante limpiar todo el equipo, con ácido sulfúrico y dicromato de potasio, enjuagándolo bien con agua y alcohol. Posteriormente se seca.

7.2.2 Determinación de Cenizas (NMX-F-066-S-1978).

Fundamento: Es la eliminación del material orgánico. El residuo de estos contiene óxidos y sales. El contenido de cenizas puede considerarse una medida de la calidad y puede ser usado para determinar la identidad.

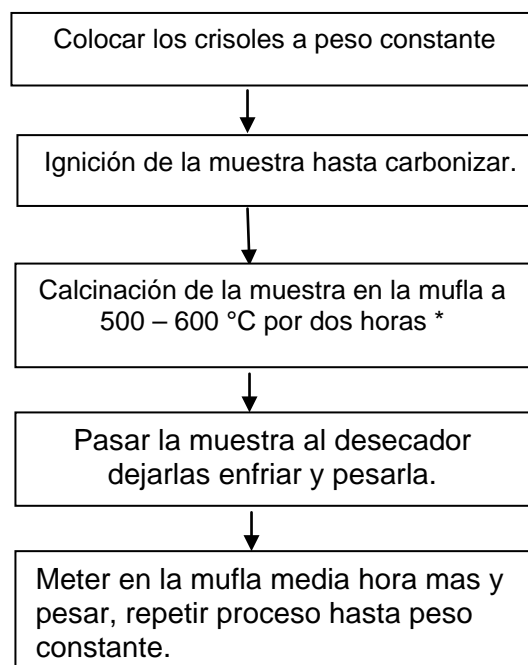
El procedimiento que se lleva a cabo es en “seco”, por lo tanto la calcinación se realiza a temperaturas superiores a 500 °C (cenizas totales)

Materiales

- Crisoles a peso constante
- Mufla a 500- 600 °C
- Pinzas para crisol
- Desecador
- Espátula
- Balanza Analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad

Procedimiento

Diagrama 5. Determinación de Cenizas totales a 500 °C.



7.2.3 Determinación de Lípidos (NMX-F-089-S-1978)

La determinación de lípidos se llevara a cabo por método de extracción Soxhlet.

Fundamento: Sistema de extracción semi- continuo, en donde se extrae la grasa libre, por medio de disolventes orgánicos (éter etílico). Hasta que no se lleva a cabo la descarga no se lleva a cabo la extracción, las descargas son la agitación.

Debe de haber una preparación previa de la muestra la cual es la molienda, debido a que esta nos genera una homogenización, hay un incremento de la superficie de contacto y hay una reducción de la distancia de difusión entre los disolventes y los lípidos.

La exactitud de este método depende de la solubilidad de los lípidos en el disolvente usado. Es por ello que se escogió el éter etílico ya que es un solvente para la mayoría de los lípidos.

Materiales

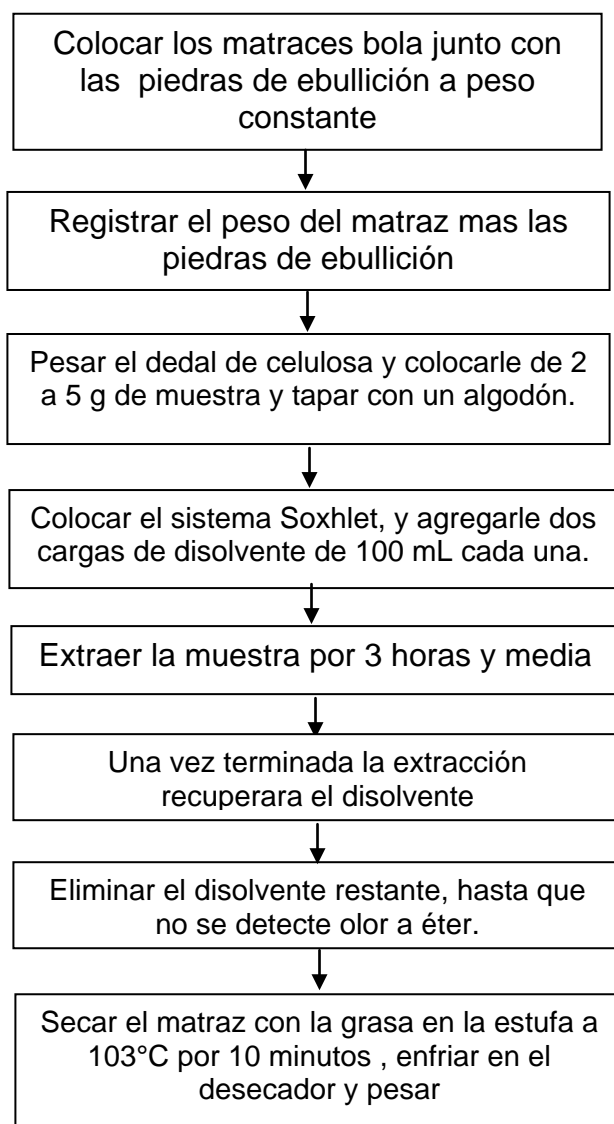
- Sistema Extractor Soxhlet
- Balanza analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Papel filtro o dedal de celulosa
- Reóstato
- Canastilla de mimbre
- Vaso de precipitado de 600 mL
- Probeta de 100 mL
- Piedras de ebullición
- Manguera
- Espátula
- Matraz de bola de 250 mL
- Estufa a temperatura 100-105 °C

Reactivos

- Éter etílico P.E 40-60 ° C Marca Reactivo tipo Baker.

Procedimiento

Diagrama 6. Determinación de lípidos por método Soxhlet.



7.2.4 Determinación de Proteínas (NMX-F-068-S-1980)

La determinación de proteínas se realiza por determinación del nitrógeno total, por medio de Kjeldhal.

Fundamento: El método se basa en la Destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en ácido bórico formándose borato de amonio el cual se valora con ácido clorhídrico.

Materiales

- Balanza analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Equipo Kjeldahl
- Tubos Kjeldahl
- Gradilla de madera para tubos Kjeldahl
- Gradilla metálica para tubos Kjeldahl
- Pinzas para tubos Kjeldahl
- Espátula
- Papel de celulosa
- Pipeta de 10 mL
- Propipeta
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Bureta de 25 mL

- Pinzas de tres dedos
- Soporte Universal.

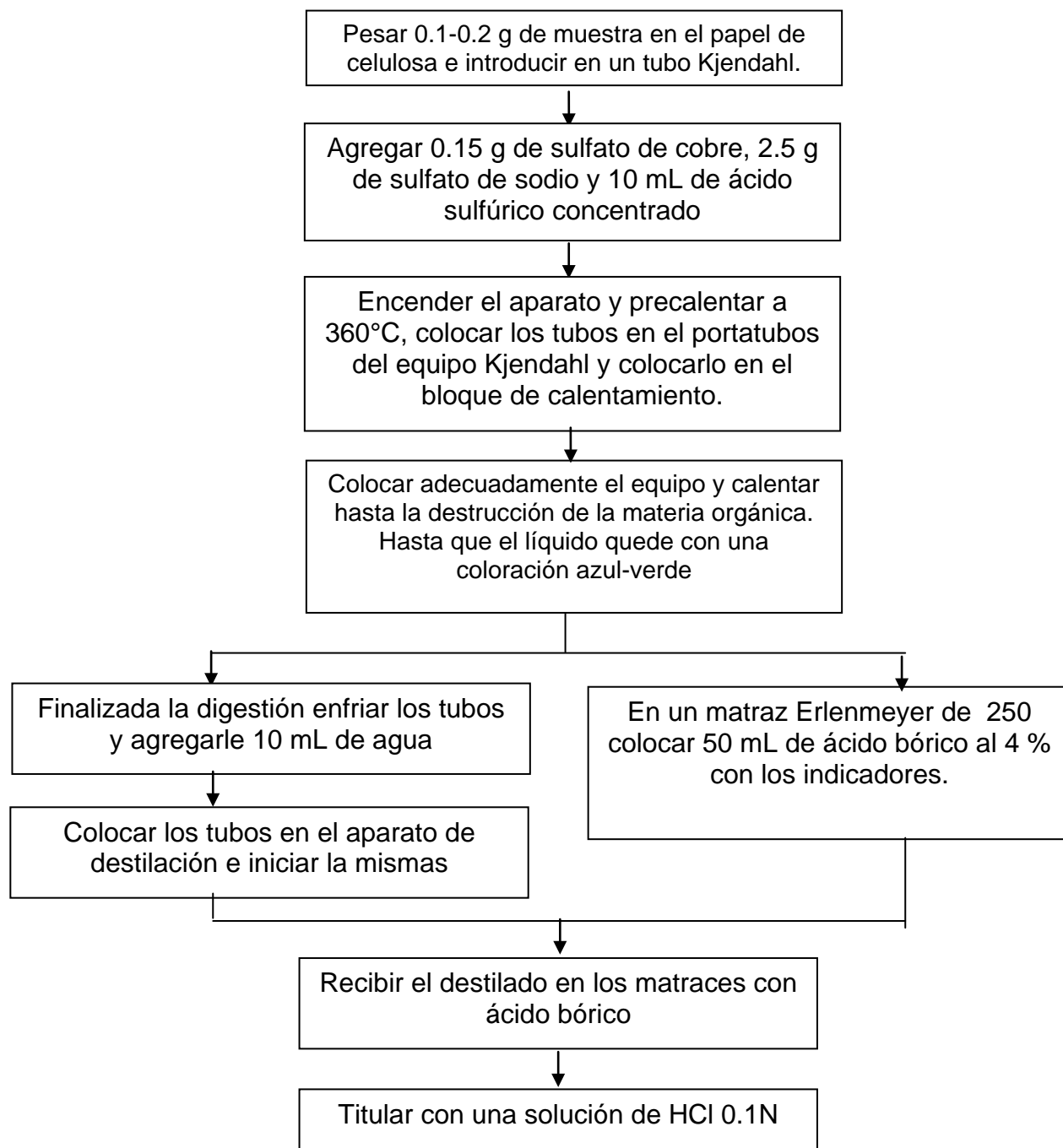
Reactivos*

- Ácido sulfúrico concentrado
- Sulfato de sodio
- Sulfato de cobre
- Solución de hidróxido de sodio al 15 %
- Ácido bórico 4% con indicadores (fenolftaleína 0.035 mg, rojo de metilo 6.6 mg, verde de bromocresol 3.3 mg)
- Ácido Clorhídrico

*Los reactivos utilizados debe ser grado analítico.

Procedimiento

Diagrama 7. Determinación de Proteínas por Kjendahl.



7.2.5 Determinación de Carbohidratos

Para esta determinación no se empleara ningún método solo se obtendrá su valor por diferencia, tomando en cuenta los demás macro componentes.

7.2.6 Extracción de Colorantes (NOM-038-SSA1-1993)

Se lleva a cabo tomando en cuenta la solubilidad de los carotenoides en los disolventes orgánicos.

Fundamento: Se basa en el principio de “lo similar disuelve a lo similar”. Es un procedimiento en el cual se busca la separación de un compuesto químico perteneciente a la materia prima de forma selectiva.

Materiales

- Probeta de 100 mL
- Espátula
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Embudo de separación
- Mortero con pistilo
- Embudo de cola corta
- Soporte Universal
- Anillo de metal

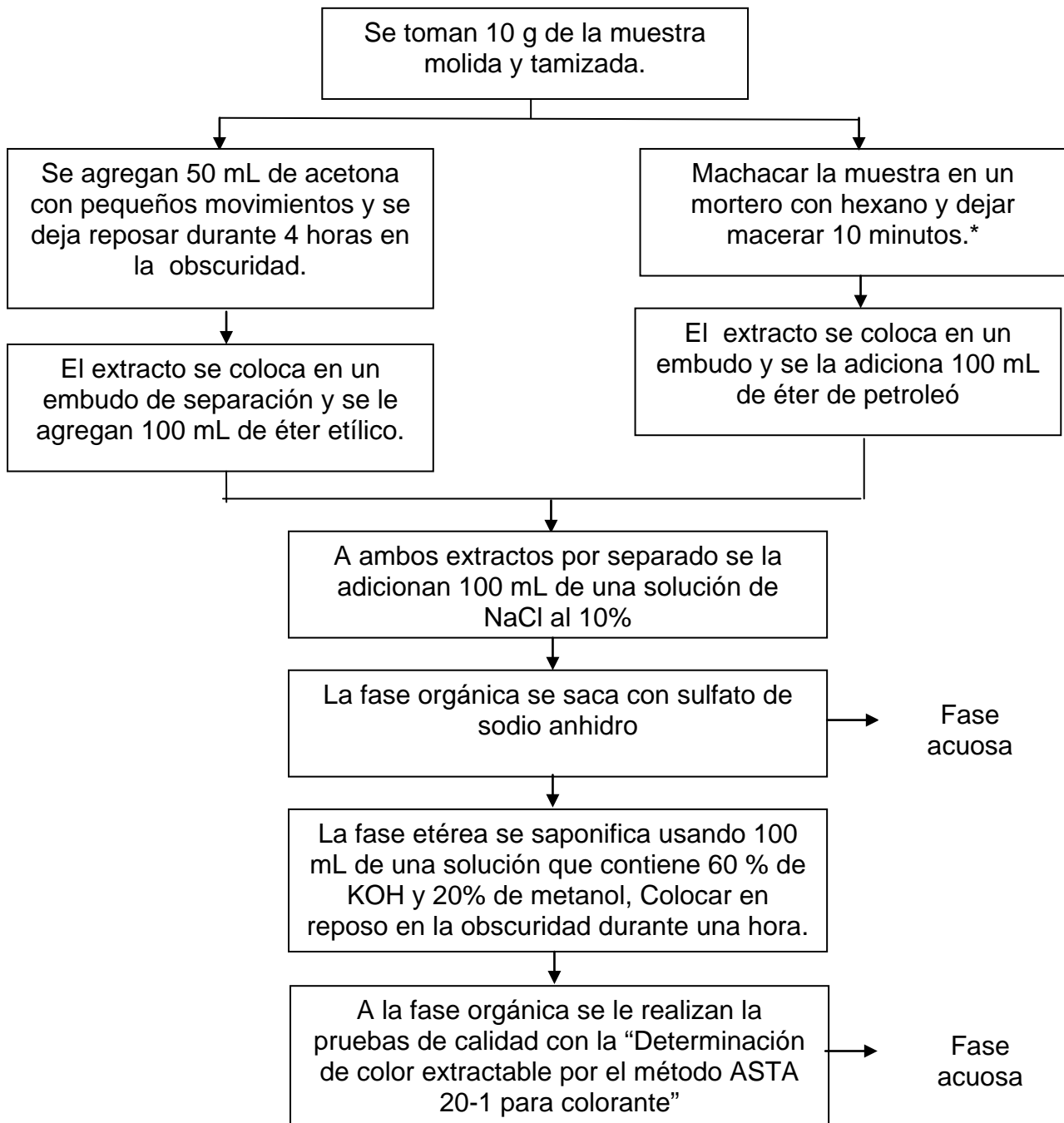
Reactivos

- Alcohol etílico*
- Éter de petróleo*
- Éter etílico*
- Sulfato de sodio anhidro *
- Solución de Cloruro de sodio al 10%
- Solución de Hidróxido de potasio al 60%
- Solución de Metanol al 70%

Procedimiento

La extracción de colorantes se llevara a cabo utilizando dos disolventes con el fin, de determinar con cual se obtiene un mayor rendimiento.

Diagrama 8. Extracción de colorantes.



- Pruebas de calidad

Determinación de color extractable por el método ASTA 20-1 para colorante.

Fundamento: Desde el punto de vista alimenticio, comercial y tecnológico la coloración roja y oleorresina se mide en unidades ASTA que es uno de los criterios de calidad más importantes y expresa el contenido total de carotenoides.

Material

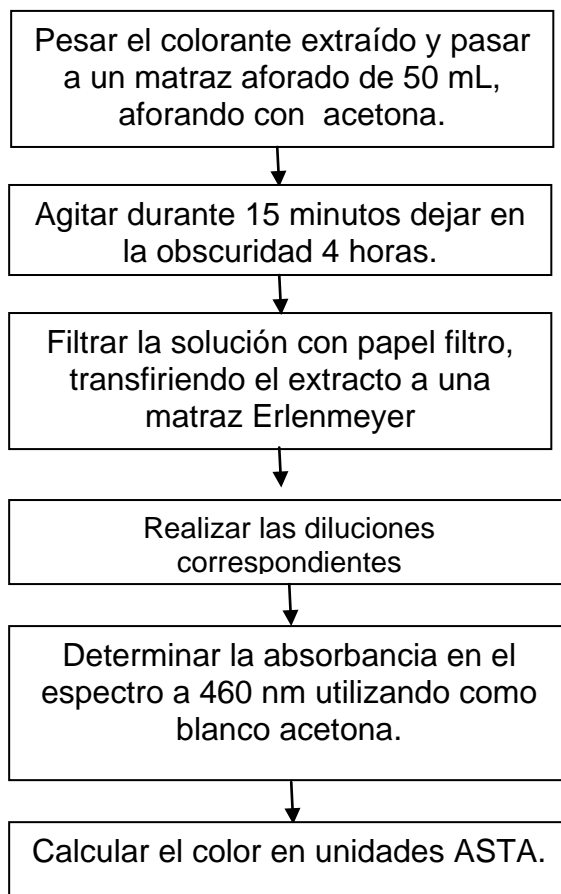
- Espectrofotómetro UV – visible
- Celdas de vidrio
- Papel filtro
- Balanza analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Matraz aforado de 50 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Embudo de vidrio de cola chica

Reactivos

- Acetona grado analítico.
- Etanol

Procedimiento

Diagrama 9. Determinación de color extractable por el método ASTA 20-1 para colorante.



Repetir los pasos anteriores con etanol.

Para llevar el cálculo de Unidades ASTA se emplea la siguiente fórmula.

$$\text{Unidades ASTA} = \frac{\text{Absorbancia}_{460\text{nm}} \times 164}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

$$\text{Unidades Internacionales de color (UIC)} = \text{ASTA} \times 40$$

- Determinación de la concentración de carotenos y xantofilas en platas deshidratadas y alimentos mezclados. Método Oficial AOAC 970.64

Fundamento: Se basa en la extracción, saponificación, purificación y determinación espectrofotométrica de carotenos y xantofilas totales en la muestra.

Material

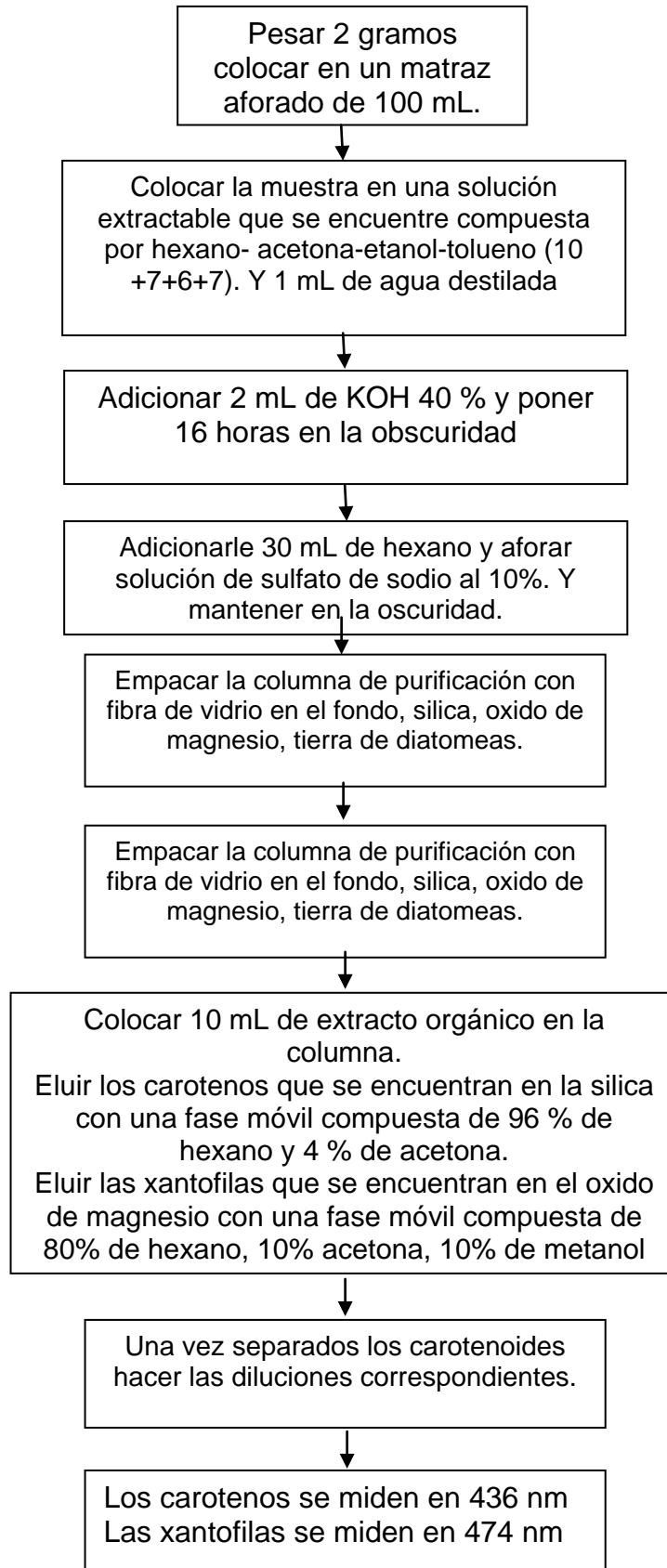
- Balanza analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Matraz aforado de 100 ml
- Espátula
- Probeta de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Pipeta de 5 mL
- Columna de separación
- Fibra de Vidrio
- Espectrofotómetro UV- Visible
- Matraz aforado de 50 mL
- Celda de vidrio

Reactivos

- Hexano
- Acetona
- Alcohol etílico
- Tolueno
- Agua destilada
- Metanol
- Solución de hidróxido de potasio al 40%
- Solución de sulfato de sodio al 10%
- Silica
- Oxido de magnesio
- Tierra de diatomeas

Procedimiento

Diagrama 10. Determinación de la concentración de carotenos y xantofilas en plantas deshidratadas y alimentos mezclados. Método Oficial AOAC 970.64.



Para llevar el cálculo de la cantidad de carotenos y xantofilas emplean la siguiente formulas

$$\text{Carotenos (mg/lb)} = \frac{(\text{Abs}_{436\text{nm}} \times 454 \times f)}{196 \times b \times d}$$

454 = Factor de corrección del instrumento

f = factor de desviación del instrumento (0.460 / A_{436nm})

b = Longitud de la celda

d = Factor de dilución

$$\text{Xantofilas (mg/lb)} = \frac{(\text{Abs}_{474\text{nm}} \times 454 \times f)}{236 \times b \times d}$$

454 = Factor de corrección del instrumento

f = factor de desviación del instrumento (0.561 / A_{474nm})

b = Longitud de la celda

d = Factor de dilución

7.2.7 Extracción de Oleorresina (NMX-F-089-S-1978)

La extracción la oleorresina se llevara a cabo por método de extracción Soxhlet.

Fundamento: La extracción de compuestos aromáticos tomando en cuenta la solubilidad del los mismos en los diferentes disolventes orgánicos. Hasta que no se lleva a cabo la descarga no se lleva a cabo la extracción, las descargas son la agitación.

Materiales

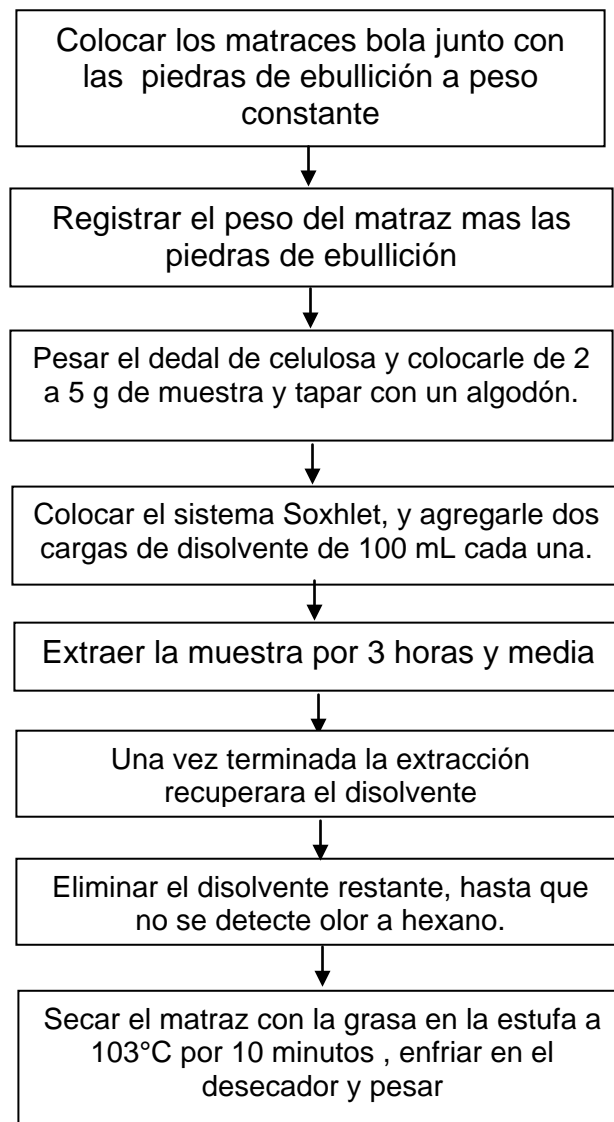
- Sistema Extractor Soxhlet
- Balanza analítica con ± 0.0001 g de sensibilidad
- Vaso de precipitado de 600 mL
- Piedras de ebullición
- Manguera
- Espátula
- Papel filtro o dedal de celulosa
- Reóstato
- Canastilla de mimbre
- Probeta de 100 mL
- Matraz de bola de 250 mL
- Estufa a temperatura 100-105 °C

Reactivos

- Hexano Marca Reactivo tipo Baker.

Procedimiento

Diagrama 11. Extracción de lípidos por método Soxhlet.



7.2.8 Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina (NMX-F-389-1982)

Fundamento: La extracción se realizó basándose en la solubilidad de los capsacinoides en disolventes orgánicos como son el metanol y el acetonitrilo.

Se llevó a cabo con ambos disolventes para determinar con cuál de ellos la extracción se realizara con mayor eficiencia.

Material

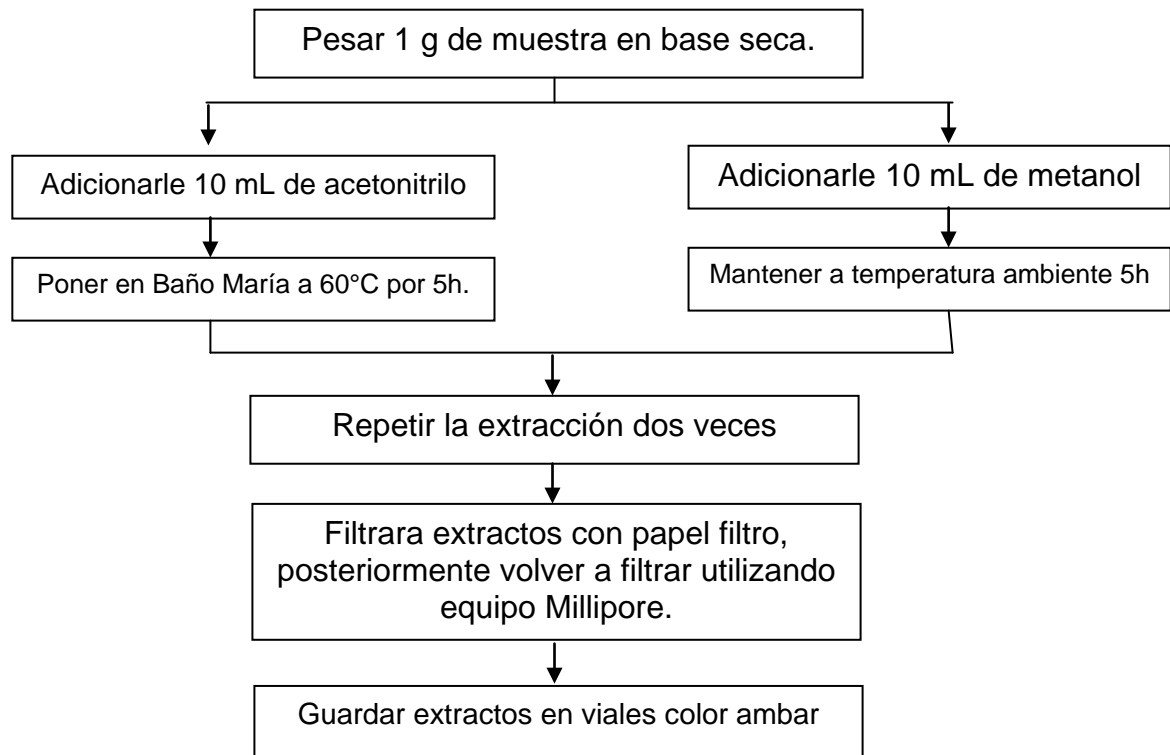
- Tubos de ensaye con tapa de rosca
- Espátula
- Balanza analítica con \pm 0.0001 g de sensibilidad
- Gradilla
- Pipeta de 10 mL
- Manguera
- Frasco color ámbar
- Propipeta
- Vaso de precipitado de 600 mL
- Baño María
- Embudo de cola larga
- Papel filtro
- Equipo Millipore

Reactivos *

- Acetonitrilo
- Metanol

Procedimiento

Diagrama 12. Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina.



7.2.9 Cuantificación de capsaicina en oleorresina

Fundamento: Este método se basa en la determinación del contenido de capsaicina en los Capsicums; en primer lugar mediante una serie de diluciones para la elaboración de una curva tipo, y en segundo lugar una extracción mediante columna.

Reactivos:

- Capsaicina purificada
- Dicloruro de etileno R.A.

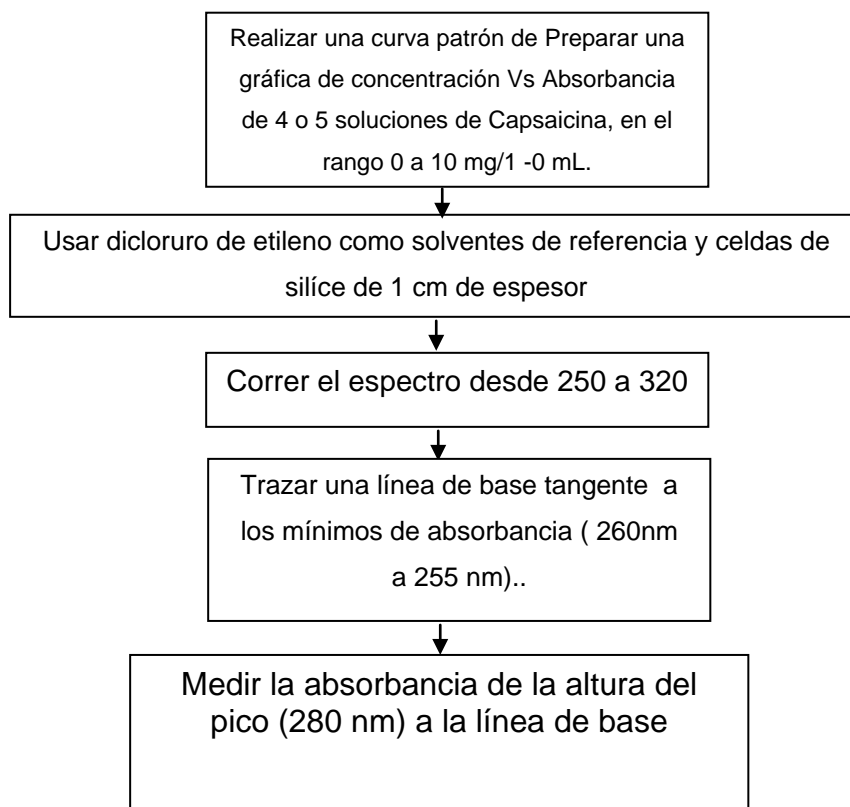
Aparatos:

- Espectrofotómetro de UV – Visible
- Tubos de ensaye de 15 mL
- Celdas de 1 cm.
- Matraz aforado de 100mL.
- Probeta graduada de 100mL.
- Pipeta graduada de 1, 5 ,10 mL.

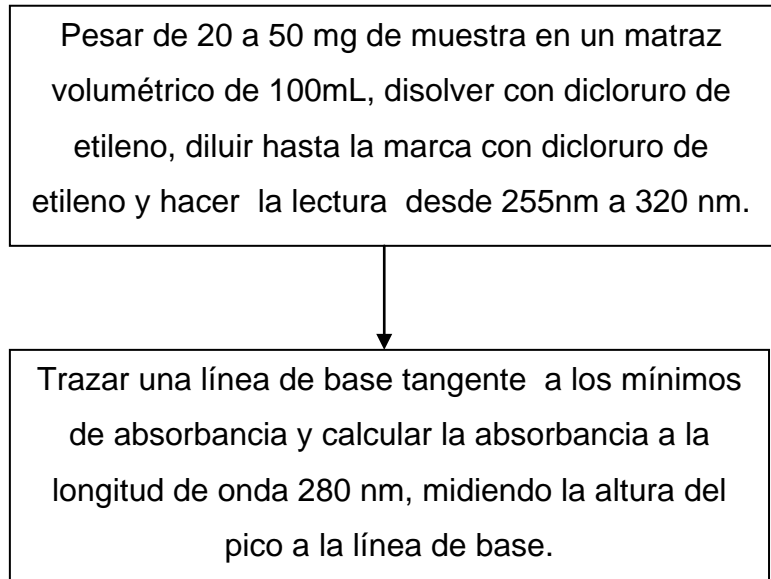
Procedimiento

Diagrama 13. Cuantificación de capsaicina.

Calibracion



Determinación



Cálculos:

Determinar la concentración de capsaicina en mg/100mL a partir de la gráfica.

$$[\text{CAPSAICINA}] = [\text{Capsaicina(mg)} / 100\text{mL}] / \text{Peso de la muestra} / 100\text{mL}$$

Para calcular las Unidades Scoville en el extracto se tiene la siguiente relación:

10% de Capsaicina= 1500000U.S.

Unidades internacionales de color (UIC) = ASTA * 40

7.2.10 Determinación de fibra cruda. (NMX-F-090-S-1978)

Fundamento: Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda.

Reactivos:

- Solución acuosa de H_2SO_4 0.255 N disolver 1.25 g de H_2SO_4 en 100 mL de H_2O . Verificar la concentración por titulación.

- Solución acuosa de NaOH 0.313 N disolver 1.25 g de NaOH en 100 mL de H_2O . El agua debe estar libre o casi libre de Na_2CO_3 . Verificar la concentración por titulación.

- Asbesto preparado. Extender una capa delgada de asbesto de fibra mediana o larga, lavar en una cápsula de porcelana, calentar durante 16 horas a $600^\circ C$, hervir durante 30 minutos con H_2SO_4 al 1.25%, lavar cuidadosamente con H_2O y hervir 30 minutos con NaOH al 1.25%, filtrar, lavar una vez con agua, secar y calcinar durante 2 horas a $600^\circ C$.

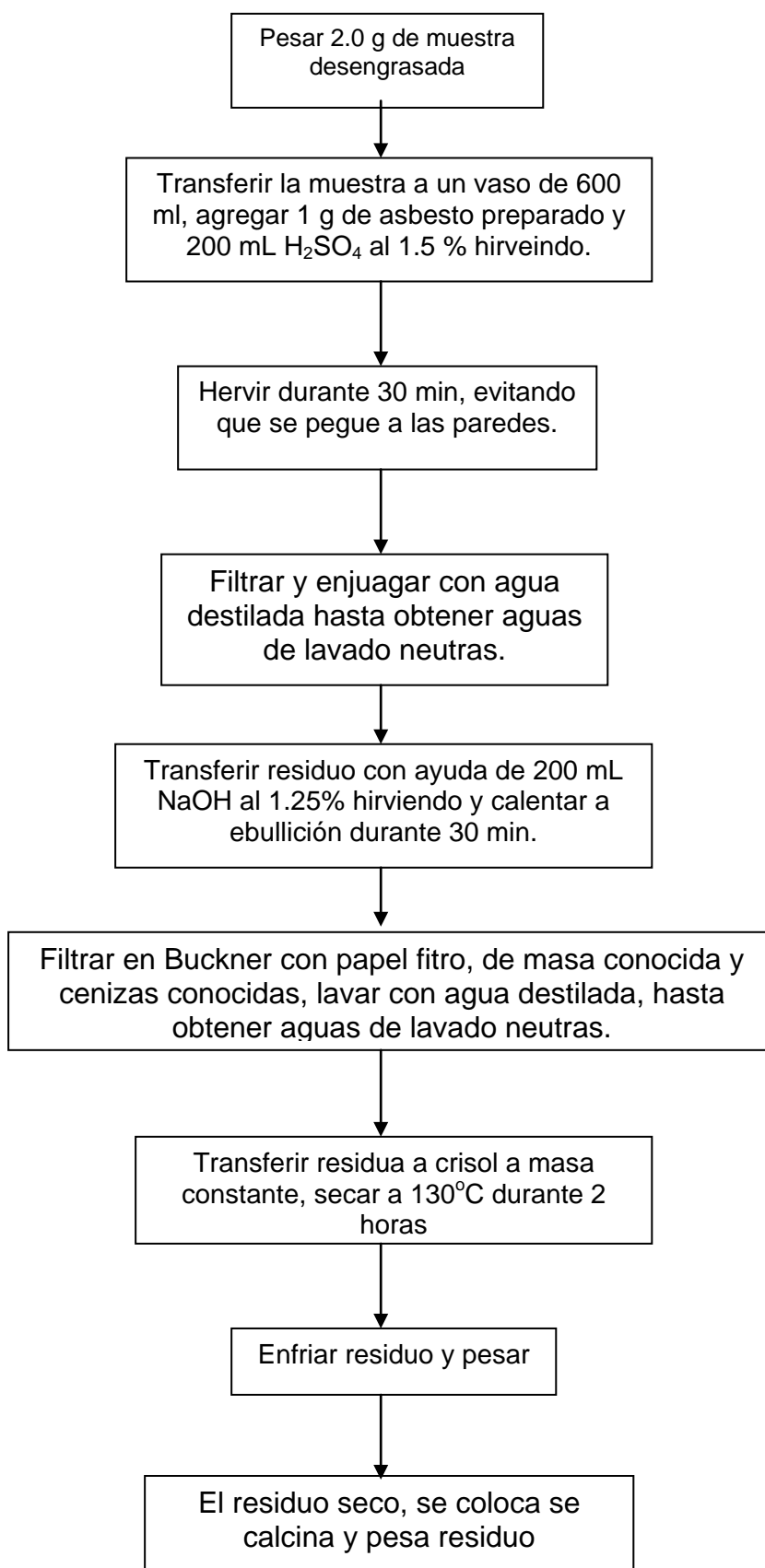
Material y equipo:

- Crisoles de porcelana.
- Desecador.
- Embudo Buckner con matraz tipo Kitasato, para filtrar por succión.
- Papel satinado para fibra cruda o lino de 40cm x 25cm).
- Papel filtro de cenizas conocidas.

Aparato de digestión para fibra cruda con placas calientes y de reflujo constante para vasos de precipitado de 600 mL. La placa caliente debe calentar de tal modo que 200 mL de agua a $25^\circ C$ alcancen su ebullición con agitación en 15 minutos.

Procedimiento:

Diagrama 14. Determinación de fibra cruda por digestión.



Cálculo y expresión de resultados:

$$\text{Por ciento de fibra cruda} = \frac{(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})}{M} \times 100$$

Donde:

- P_s = masa en gramos del residuo seco a 130°C.
- P_p = masa en gramos de papel filtro.
- P_{cp} = masa en gramos de las cenizas del papel.
- P_c = masa en gramos de las cenizas.
- M = masa de la muestra en gramos.

8. RESULTADOS

8.1 Materia prima

Se decidió inicialmente llevar a cabo la caracterización del lote de materia prima. Se tomaron 15 piezas de chile Guajillo y se midieron mediante una regla ordinaria, tomándose el ancho y el largo del chile. Los valores promedio que se obtuvieron fueron de 2.74 de ancho y 12.83 de largo.

Tabla 19. Longitud y Ancho del Chile Guajillo.

Número de muestra	largo (cm)	ancho (cm)
1	10.0	2.8
2	12.4	2.5
3	15.0	3.0
4	11.7	2.7
5	12.7	2.8
6	10.0	2.7
7	18.0	3.5
8	12.8	2.3
9	14.5	2.0
10	13.2	2.9
11	12.1	3.1
12	10.8	3.6
13	11.0	2.8
14	19.1	2.0
15	9.9	2.5
Promedio	12.83	2.74
D.S.	2.77	0.45
C.V.	0.21	0.16

Posteriormente se dividió el chile en pedúnculo, pericarpio y semillas, se pesaron por separado y se obtuvo que el pericarpio representa el 64.44% y las semillas el 35.56% del chile completo.

Tabla 20. Chile Guajillo, Semillas y Pericarpio.

Numero de muestra	Masa del chile sin pedúnculo (g)	Masa de pericarpio (g)	Masa de semillas (g)
1	2.762	1.811	0.952
2	3.784	2.481	1.302
3	5.642	3.700	1.941
4	5.204	3.412	1.791
5	3.227	1.290	1.936
6	4.122	2.885	1.236
7	4.348	3.304	1.043
8	2.582	1.420	1.161
9	3.617	2.242	1.374
10	4.039	2.746	1.292
11	3.720	2.604	1.116
12	3.811	2.362	1.448
13	2.880	2.073	0.806
14	3.350	1.876	1.474
15	3.260	2.086	1.173
Promedio	3.756	2.419	1.336
D.S.	0.847	0.705	0.337
C.V.	0.225	0.291	0.252

8.2 Análisis proximal global

La composición del Chile Guajillo en base seca aparecen la siguiente tabla, se puede observar que el contenido de lípidos resulta inferior al de proteínas, en cuanto a los lípidos que es la fracción que más nos interesa ya que se llevará a cabo una extracción de la oleoresina se encuentra en un 10.81%.

El contenido de carbohidratos se calculó por diferencia y se encuentran en un 52.06% como se puede observar.

Nota: Los resultados obtenidos se derivan del promedio de tres repeticiones

Tabla 21. Composición proximal del Chile Guajillo.

Determinación	Método	Porcentaje en Base húmeda	Porcentaje en Base seca
Humedad	Destilación Azeotrópica	8.966	
Cenizas	Mufla 500-600 °C	4.372	4.800
Grasa Cruda	Soxhlet	10.949	12.027
Proteína Cruda	Kjeldhal	12.687	13.936
Fibra Cruda	Digestion	23.567	25.888
Carbohidratos	Diferencia	39.458	43.344

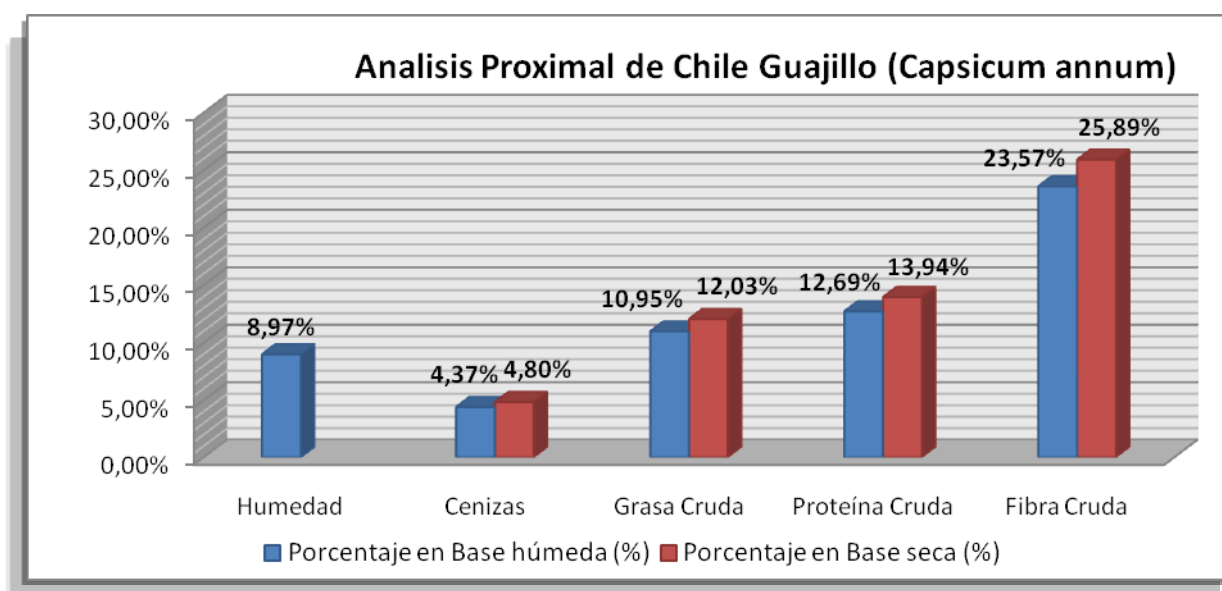


Grafico 2. Análisis proximal para Chile Guajillo (Capsicum annum).

8.3 Extracción de oleorresina

La oleorresina se extrajo en semilla y en pericarpio de Chile Guajillo con hexano.

La ecuación que se utilizó fue la siguiente:

$$\% \text{ oleorresina} = \frac{(\text{Peso de la oleorresina}) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Los resultados obtenidos señalan que es mayor la porción obtenida de oleorresina en semillas con un porcentaje de 9.37% y de 7.80% en pericarpio.

Tabla 22. Extracción de oleorresina en semilla de Chile Guajillo.

Número de muestra	Masa del Matraz+ perlas de ebullición (g)	Masa de la muestra (g)	Masa del matraz + perlas+ oleorresina(g)	Masa de la oleorresina (g)
1	96.977	5.009	97.480	0.503
2	97.082	5.004	97.496	0.414
3	101.569	4.992	102.058	0.489

Tabla 23. Porcentaje de oleorresina en semilla de Chile Guajillo.

Número de muestra	% Oleorresina
1	10.0419
2	8.2733
3	9.7956
Promedio	9.3702
D.S.	0.9579
C.V.	0.1022

Tabla 24. Oleorresina en pericarpio de Chile Guajillo.

Número de muestra	Masa del matraz + perlas de ebullición (g)	Masa de la muestra (g)	Masa del matraz + perlas + oleorresina(g)	Masa de la oleorresina (g)
1	99.878	5.005	100.332	0.395
2	107.497	5.003	107.955	0.389
3	104.245	5.008	104.731	0.388

Tabla 25. Porcentaje de oleorresina en pericarpio de Chile Guajillo.

Número de muestra	% Oleorresinas
1	7.8921
2	7.7753
3	7.7476
Promedio	7.8050
D.S.	0.0766
C.V.	0.0098

8.4 Extracción de capsaicina y dihidrocapsaicina

Se pretendía realizar las extracciones con dos disolventes: acetona y acetonitrilo, pero debido a que en trabajos anteriores con otro tipo de chiles se determinó que la extracción con acetona resultó más eficiente, se le dio seguimiento a la de acetona para la extracción de capsaicina.

Tabla 26. Cantidad de muestra para la extracción de Capsaicina a partir de Chile Guajillo.

Tipo de muestra	Masa de muestra para extracción con metanol (g)
Semillas	1.0058
Pericarpio	1.0126

8.4.1 Cuantificación de capsaicina en la oleoresina. (Espectrofotometría UV-Vis)

Tabla 27. Valores de la curva patrón de capsaicina.

Concentración	25 ppm	50 ppm	100 ppm	125 ppm
Ábsorbancia a 280nm	0.035	0.260	0.490	0.670
	0.032	0.252	0.476	0.692
	0.041	0.269	0.502	0.679
promedio	0.036	0.260	0.489	0.680

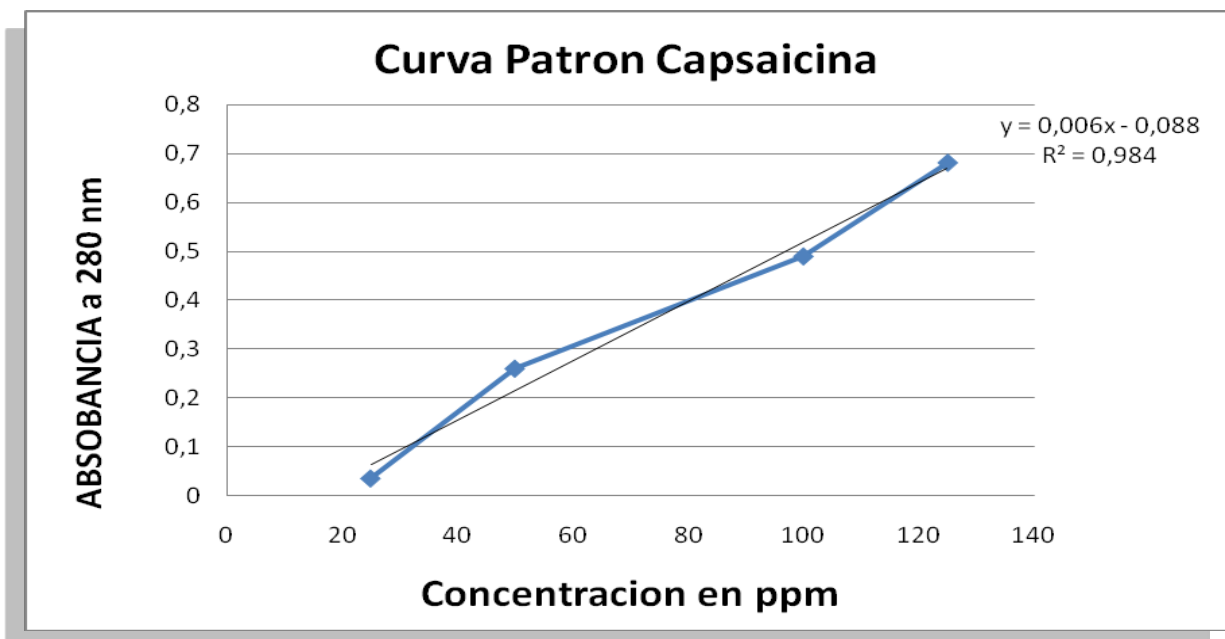


Gráfico 3. Curva patrón de capsaicina.

Tabla 28. Absorbancia de capsaicina a 280 nm de la oleorresina de la semilla se Chile Guajillo y su concentración.

Número de Muestra	Absorbancia a 280	Factor de dilución	Concentración de capsaicina en ppm (µg/mL)	Capsaicina (µg)
1	0.153	3.3333	123.6702	3091.755
2	0.147		120.7717	3019.2925
3	0.155		124.6364	3115.9100
promedio	0.145		123.0261	3075.6525
D.S.	0.0041		2.0112	50.2812
C.V.	0.0282		0.0163	0.0163

El contenido de capsaicina en la oleorresina de Chile Guajillo se determinó mediante los valores de absorbancia que se obtuvieron de las muestras, mediante la ecuación de la recta de la curva patrón. Y los factores de dilución con las siguientes fórmulas:

$$\text{Concentración de capsaicina} = \frac{(\text{abs}) + 0.103}{0.0069} \times \text{factor de dilución}$$

Ejemplo de cálculos sustituyendo en la fórmula con los datos obtenidos en la muestra 1.

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de la concentración de capsaicina de la muestra 1

$$\text{Concentración de capsaicina} = \frac{(0.153) + 0.103}{0.0069} \times 3.3333$$

Para calcular los µg de capsaicina que se encuentran en la muestra se utilizará la siguiente ecuación:

$$\mu\text{g de capsaicina} = (\text{concentración de Capsaicina}) \times (\text{mL de dicloroetano})$$

El volumen de dicloroetano utilizado es 25mL.

Tabla 29. Microgramos de capsaicina en la oleorresina de semilla de Chile Guajillo y su correspondencia en Unidades Scoville.

Número de Muestra	µg de capsaicina	Unidades Scoville
1	3091.755	206.1170
2	3019.2925	201.2861
3	3115.9100	207.7273
promedio	3075.6525	205.0435
D.S.	50.2812	3.3521
C.V.	0.0163	0.0163

La transformación de µg de capsaicina a Unidades Scoville se realiza mediante la siguiente ecuación.

$$1 \text{ Unidades Scoville} = 15 \text{ µg de capsaicina}$$

$$\text{Unidades Scoville} = \frac{\text{µg de capsaicina en la muestra}}{15 \text{ µg de capsaicina}}$$

Tabla 30. Absorbancia de capsaicina a 280 nm de la oleorresina del Pericarpio de Chile guajillo y su concentración.

Número de Muestra	Absorbancia a 280	Factor de dilución	Concentración de capsaicina en ppm (µg/mL)	Capsaicina (µg)
1	0.572	20	1956.52	48913.04
2	0.589		2005.79	50144.92
3	0.610		2066.66	51666.66
promedio	0.590		2176.81	54420.28
D.S.	0.01903		291.41	7285.40
C.V.	0.0322		0.13	0.13

Para conocer el contenido de capsaicina en la oleorresina de la semilla de Chile Guajillo se colocaran los valores de absorbancia obtenidos en la medición de las muestras, tomando en cuenta la ecuación de la recta obtenida de la curva patrón, y los factores de dilución empleados.

Tabla 31. Microgramos de capsaicina en la oleorresina del pericarpio de Chile Guajillo y su correspondencia en Unidades Scoville.

Número de Muestra	µg de capsaicina	Unidades Scoville
1	48913.04	3260.86
2	50144.92	3342.99
3	51666.66	3444.44
Promedio	54420.28	3349.43
D.S	7285.40	91.95
C.V.	0.13	0.027

La transformación de µg de capsaicina a Unidades Scoville se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Unidades Scoville} = \frac{\text{µg de capsaicina en la muestra}}{15 \text{ µg de capsaicina}}$$

8.5 Determinación de colorante extractable por el método ASTA 20-1

Tabla 32. Cantidad de muestra utilizada para la extracción de colorantes por el método ASTA 20-1.

Número de Muestra	Disolvente	Masa del matraz (g)	Masa de la muestra (g)	Masa del matraz con muestra (g)	Masa del colorante (g)
1	Etanol	122.9564	10.0523	124.1133	1.1569
2	Acetona	128.7452	10.1156	132.2047	3.4595

Tabla 33. Color extractable con acetona, Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color.

Número de Muestra	Disolvente	Factor de Dilución	Absorbancia	Unidades ASTA	Unidades Internacionales de Color (UIC)
1	Acetona	1000	0.012	56.8868	2275.472
			0.011	52.1462	2085.848
			0.011	52.1462	2085.848
promedio			0.011	53.7264	2149.056
D.S			0.00057	2.7369	109.4794
CV			0.0518	0.0509	0.0509

Para la determinación de las unidades ASTA se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Unidades ASTA} = \frac{\text{Abs}_{460\text{nm}} \times 16.4}{\text{masa de colorante en g}} \times \text{factor de dilución}$$

Para la determinación de las Unidades Internacionales de Color (UIC) se emplea la siguiente ecuación

$$\text{UIC} = \text{Unidades ASTA} \times 40$$

Tabla 34. Color extractable con etanol, Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color.

Número de Muestra	Disolvente	Factor de Dilución	Absorbancia	Unidades ASTA	Unidades Internacionales de Color (UIC)
1	Etanol	250	0.012	42.5274	1701.0960
			0.014	49.6153	1984.6120
			0.012	42.5274	1701.0960
promedio			0.0126	44.8900	1795.6013
D.S			0.0011	4.0922	163.6880
CV			0.0873	0.0911	0.0911

Para la determinación de las unidades ASTA y las UIC se utilizaron las ecuaciones anteriores.

8.6 Determinación de carotenos y xantofilas.

Para la determinación de la concentración de carotenos y Método Oficial AOAC 970 Para la determinación se utilizó el pericarpio del Chile Guajillo.

Tabla 35. Peso de la muestra para determinación de Xantofilas y Carotenos.

Muestra	Masa del vaso (g)	Masa de la muestra (g)
1	35.5684	2.0000

Tabla 36. Concentración de Carotenos en el Chile Guajillo.

Número de Muestra	Longitud de Onda	Factor de Dilución	Absorbancia	Carotenos (mg/lb)
1	436 nm	150	0.662	39956.625
2			0.645	39956.625
3			0.652	39956.625
promedio			0.653	39956.625
D.S			0.0084	0.0
CV			0.0128	0.0

Para la concentración de carotenos en el Chile Guajillo se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Carotenos (mg/lb)} = \frac{(\text{Abs}_{436\text{nm}} \times 454 \times f)}{196 \times b \times d} \times \text{factor de Dilución}$$

EJEMPLO:

$$\text{Carotenos (mg/lb)} = \frac{(0.261 \times 454 \times 1)}{196 \times 1 \times \left(\frac{2.0060\text{g} \times 10\text{ mL}}{50\text{ mL} \times 100\text{ mL}}\right)} \times 1$$

Carotenos = 150.6982 mg/lb

454 = Factor de corrección del instrumento

f = factor de desviación del instrumento (0.460 / A_{436nm})

b = Longitud de la celda

d = Factor de dilución (g de muestra x ml que se pusieron a la columna) / (50 ml de la fase orgánica x mL del matraz aforado al que se llevo la fracción de carotenos).

Tabla 37. Concentración de Xantofilas en el Chile Guajillo.

Número de Muestra	Longitud de Onda	Factor de Dilución	Absorbancia	Xantofilas (mg/lb)
1	436 nm	50	0.482	11061.44
2			0.476	11061.44
3			0.488	11061.44
promedio			0.482	11061.44
D.S			0.006	0.0
CV			0.0124	0.0

Para la concentración de carotenos en el Chile Guajillo se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Xantofilas (mg/lb)} = \frac{(\text{Abs}_{474\text{nm}} \times 454 \times f)}{236 \times b \times d} \times \text{factor de Dilución}$$

Ejemplo:

$$\text{Xantofilas (mg/lb)} = \frac{(0.099 \times 454 \times 1)}{236 \times 1 \times \left(\frac{2.0060\text{g} \times 10 \text{ mL}}{50 \text{ mL} \times 100 \text{ mL}}\right)} \times 10$$

$$\text{Xantofilas} = 4747.1483$$

454 = Factor de corrección del instrumento

f = factor de desviación del instrumento (0.460 / A_{436nm})

b = Longitud de la celda

d = Factor de dilución (gr de muestra x ml que se pusieron a la columna) / (50 ml de la fase orgánica x mL del matraz aforado al que se llevo la fracción de xantofilas).

8.7 Análisis global de oleorresinas

Se llevaron a cabo las extracciones de oleorresinas en pericarpio y en semillas, el rendimiento se ve favorecido en las semillas.

Por lo tanto en el Chile Guajillo hay un mayor rendimiento de oleorresina en semillas que en pericarpio obteniéndose un porcentaje de 9.3 frente a 7.8 del pericarpio.

Se obtiene mayor cantidad de Capsaicina en pericarpio, pero sobre todo esta alta concentración se encuentra en la parte de la placenta del Chile, ya que al separar las semillas, la placenta fue tratada junto con el pericarpio al momento de hacer el análisis, por lo que cada gramo de pericarpio nos ofrece 54420.29 μg de capsaicina / g muestra, frente a las semillas que nos proporcionan 3075.65 μg de capsaicina / g muestra, por lo que, si cada Chile Guajillo nos proporciona en promedio una cantidad de 2.4 g de pericarpio y 1.3 g de semillas, cada uno nos proporciona 0.136 g de capsaicina, que representa el 3.6 % de capsaicina aproximadamente por cada Chile Guajillo, o sea que cada por cada 1 Kg de Chile Guajillo se puede llegar a obtener el 5.7 %.

En base a los resultados anteriores y debido a que la capsaicina se mide sensorialmente en unidades Scoville (SHU), estos son mayores en pericarpio que en semilla, esto gracias a que la placenta contiene el mayor contenido de Capsaicina responsable de la pungencia, dado como resultado el valor esperado para este tipo de Chile, el cual se encuentra entre 3000 y 5000 SHU, siendo en este caso de 3500 SHU / g muestra aproximadamente.

La extracción de carotenos mediante el método ASTA demuestra que la acetona es el disolvente más eficiente frente al etanol, obteniéndose mayores rendimientos con el uso de este último disolvente, obteniéndose 88.09 mg de carotenos / g muestra y 24.38 mg de xantofilas / g de muestra, lo cual indica que por cada 1 Kg de Chile Guajillo se obtienen 88.09 g de Carotenos y 24.38 g de Xantofilas, que representan el 8.8 % y el 2.4 % respectivamente.

Como se puede apreciar el contenido de carotenos es mayor al contenido de xantofilas, esto es muy viable debido a que los carotenos son los que dan el color rojo los frutos y vegetales.

Cabe mencionar que los resultados anteriores están expresados en base seca.

8.8 Tablas de Resultados

Tabla 38. Contenido de oleorresina en Semilla y Pericarpio del Chile Guajillo.

Número de muestra	% Oleorresina en la semilla	% Oleorresina en el pericarpio
1	10.0419	7.8921
2	8.2733	7.7753
3	9.7956	7.7476
Promedio	9.3702	7.8050
D.S	0.9579	0.0766
C.V	0.1022	0.0098

Tabla 39. Porciento de oleorresina para Chile Guajillo.

% OLEORRESINA EXTRAIDA		
	BASE HUMEDA HEXANO	BASE SECA HEXANO
Semilla Chile Guajillo	9.3702	10.2930
Pericarpio Chile Guajillo	7.8050	8.5738

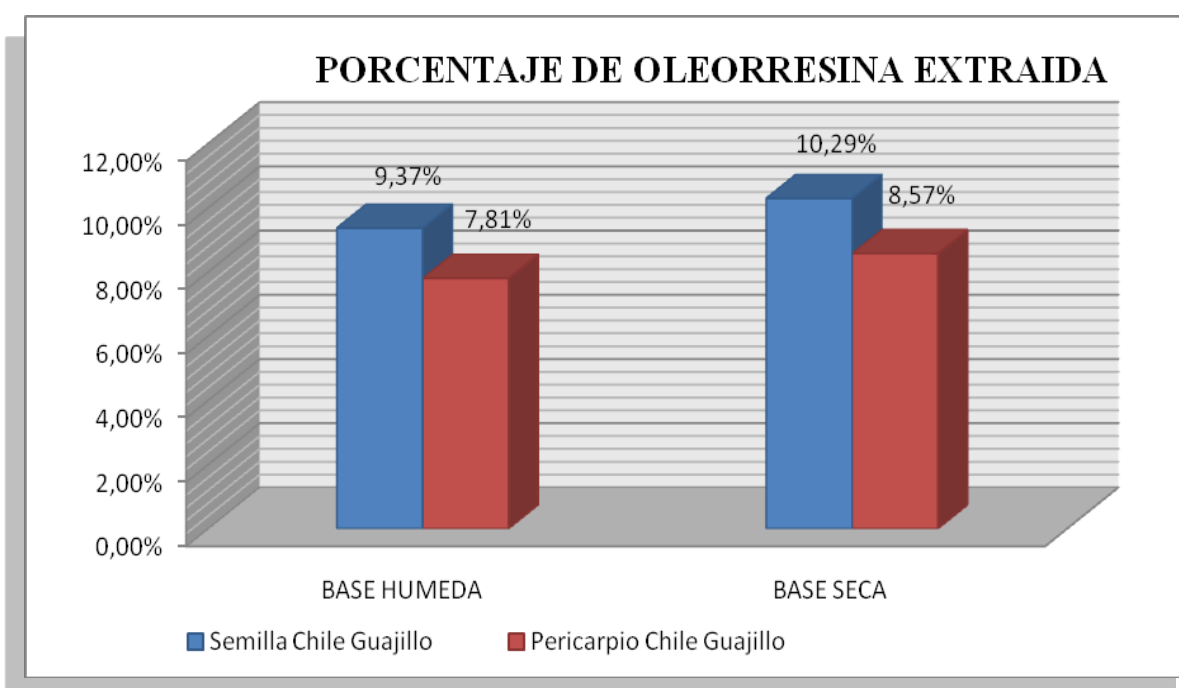


Grafico 4. Porcentaje de extracción de oleorresinas para Chile Guajillo.

Contenido de Capsaicina y Unidades Scoville.

Tabla 40. Contenido de Capsaicina en Oleorresinas de Chile Guajillo.

Número de Muestra	µg de capsaicina en la Oleorresina de la Semilla	µg de capsaicina en la Oleorresina de la pericarpio
1	3091.755	48913.0434
2	3019.2925	50144.9275
3	3115.9100	51666.6666
promedio	3075.6525	54420.2898
D.S	50.2812	7285.4021
CV	0.0163	0.1338

Tabla 41. Unidades Scoville en Oleorresinas de Chile Guajillo.

Número de Muestra	Unidades Scoville en la oleorresina de la semilla	Unidades Scoville en la oleorresina del Pericarpio
1	206.1170	3260.8695
2	201.2861	3342.9951
3	207.7273	3444.4444
promedio	205.0435	3349.4363
D.S	3.3521	91.9568
CV	0.0163	0.0274

Tabla 42. Capsaicina extraída (µg/g muestra) y unidades Scoville para Chile Guajillo.

OLEORRESINA EXTRAIDA		
	capsaicina µg/g muestra	Unidades Scoville
Semilla Chile Guajillo	3075.6525	205.0435
Pericarpio Chile Guajillo	54420.2898	3349.4363

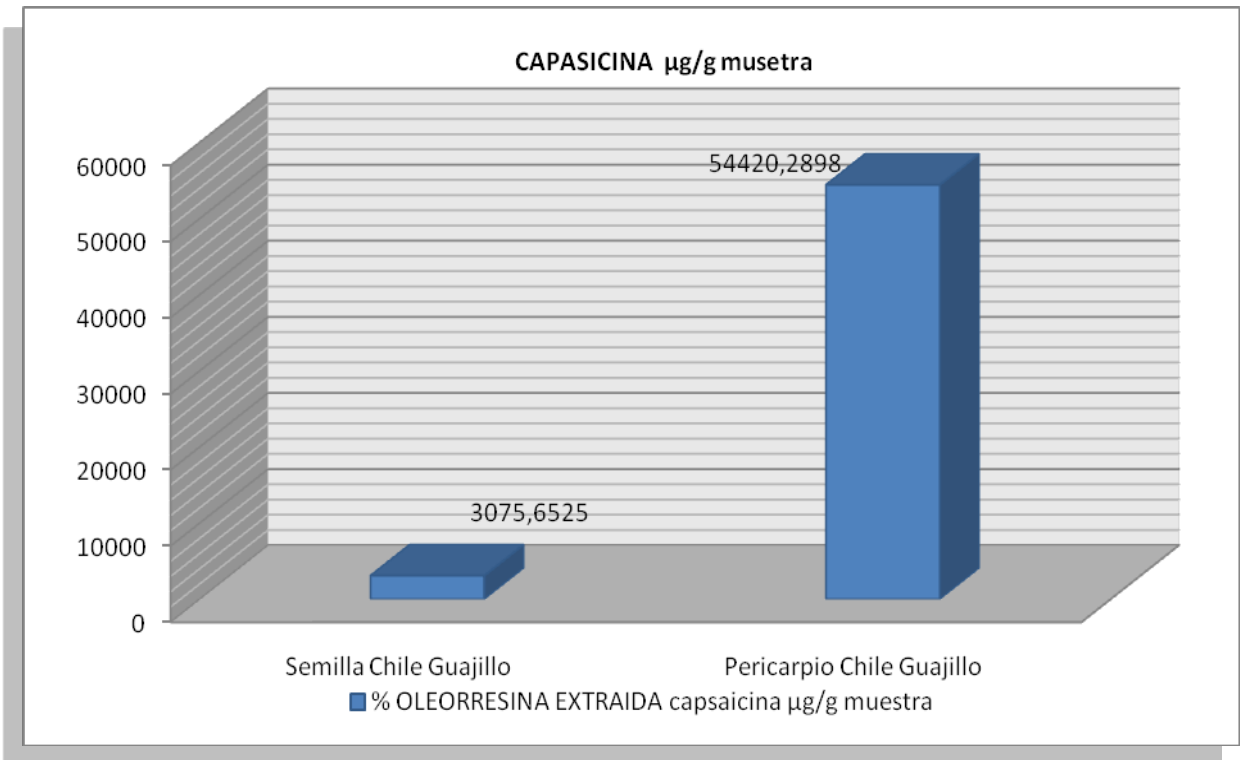


Grafico 5. Capsaicina extraida (µg/g muestra) para Chile Guajillo.

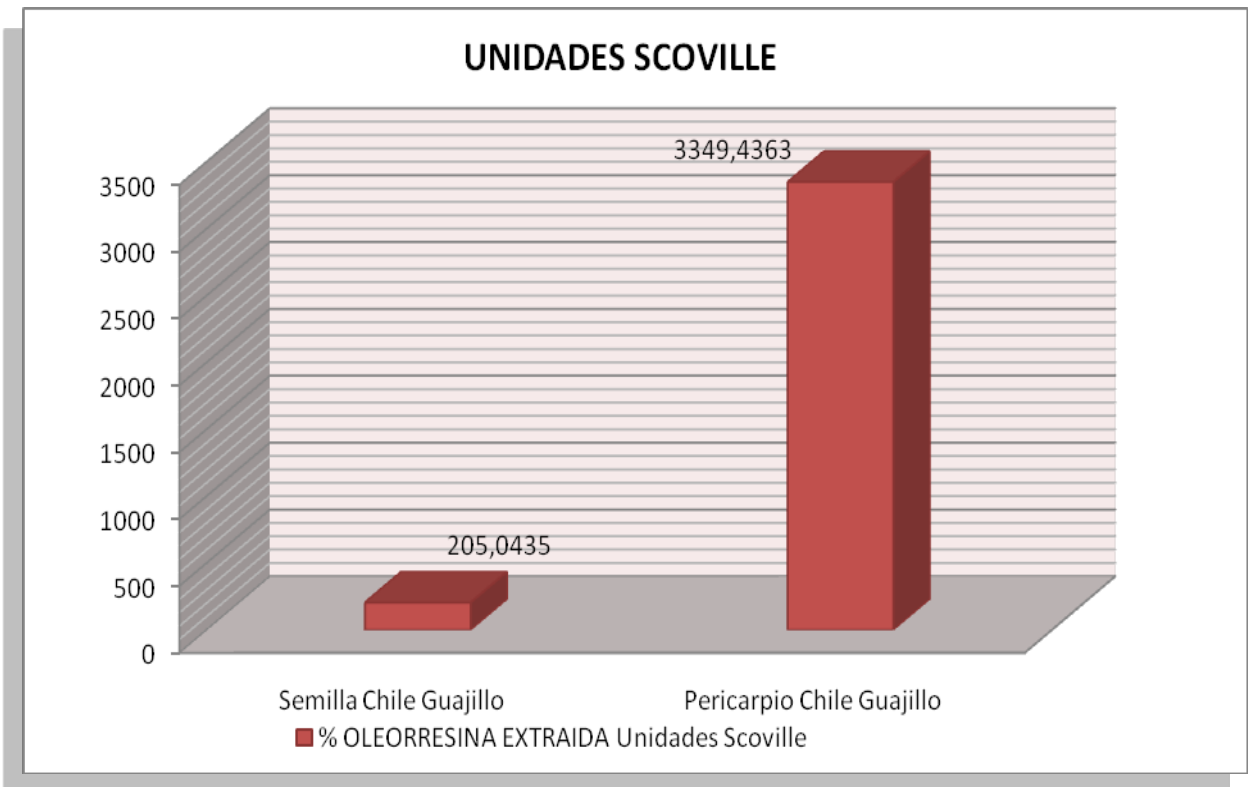


Grafico 6. Unidades Scoville obtenidas para Chile Guajillo.

Colorante Vegetal.

Tabla 43. Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color (UIC) extraído por cada disolvente de Chile Guajillo.

Número de Muestra	Unidades ASTA Extracción con Acetona	UIC Extracción con Acetona	Unidades ASTA Extracción con Hexano	UIC Extracción con Hexano
1	56.8868	2275.472	42.5274	1701.0960
2	52.1462	2085.848	49.6153	1984.6120
3	52.1462	2085.848	42.5274	1701.0960
promedio	53.7264	2149.056	44.8900	1795.6013
D.S	2.7369	109.4794	4.0922	163.6880
CV	0.0509	0.0509	0.0911	0.0911

Tabla 44. Unidades ASTA y Unidades Internacionales de Color (UIC) para Chile Guajillo.

	Unidades ASTA Extracción con Acetona	UIC Extracción con Acetona	Unidades ASTA Extracción con Hexano	UIC Extracción con Hexano
Pericarpio	53.7264	2149.056	44.8900	1795.6013

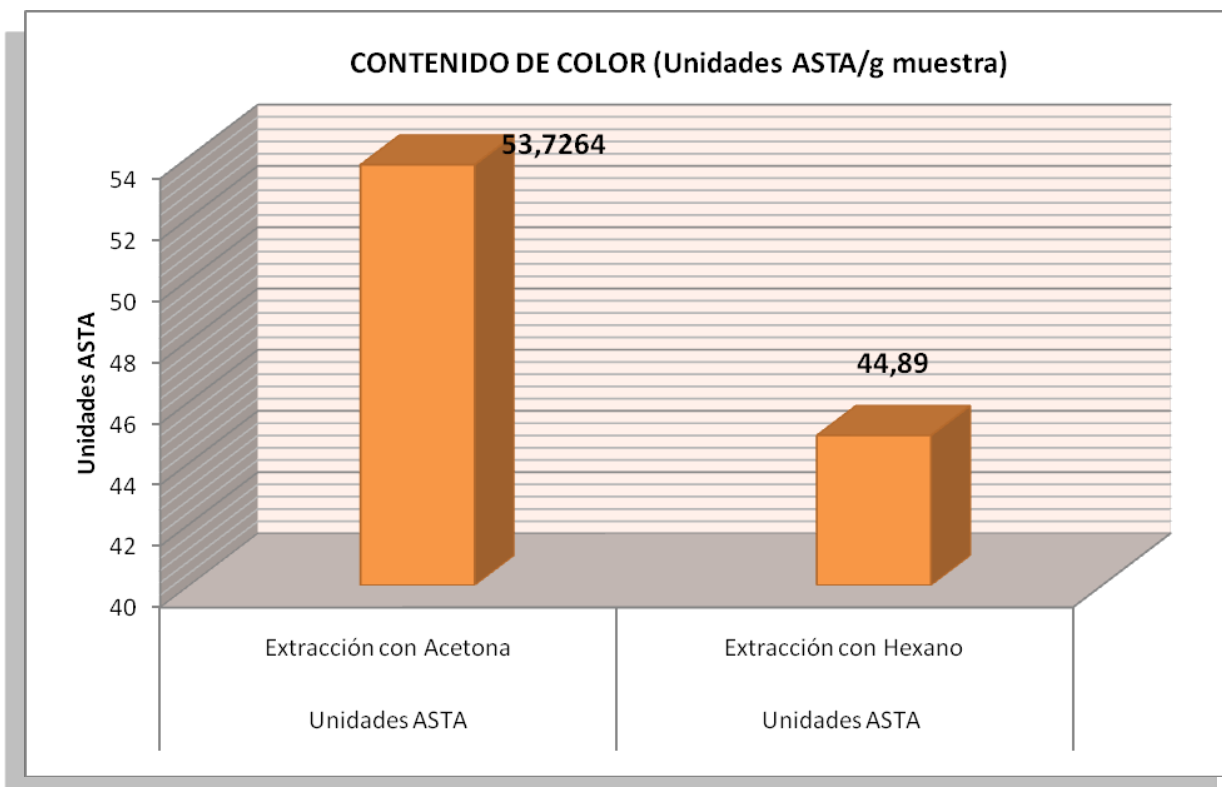


Grafico 7. Unidades ASTA para Chile Guajillo.

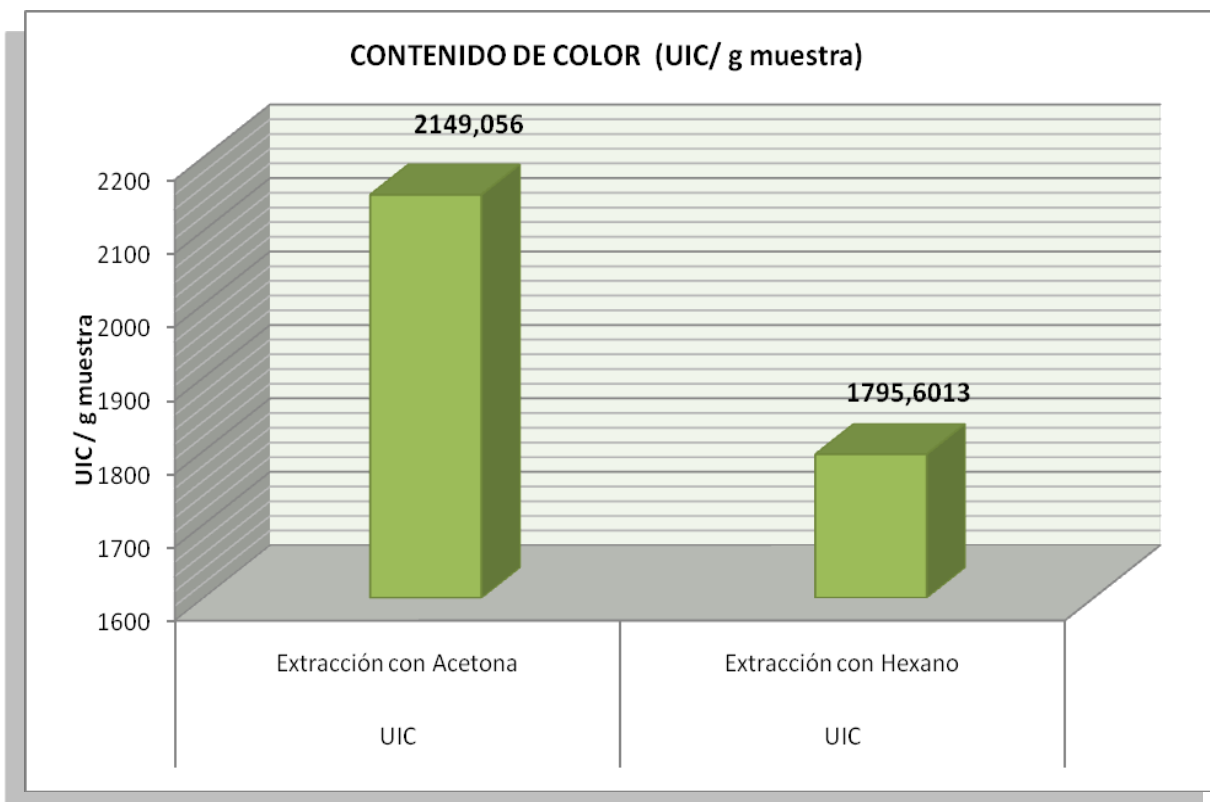


Grafico 8. Unidades Internacionales de Color para Chile Guajillo.

Tabla 45. Contenido de Carotenos y Xantofilas de Chile Guajillo.

Número de Muestra	Carotenos (mg/lb)	Xantofilas (mg/lb)
1	39956.625	11061.44
2	39956.625	11061.44
3	39956.625	11061.44
promedio	39956.625	11061.44
D.S	0.0	0.0
CV	0.0	0.0

Tabla 46. Contenido de Carotenos y Xantofilas de Chile Guajillo (mg/g muestra)

	Carotenos (mg/g)	Xantofilas (mg/g)
Pericarpio	88.0878	24.3858

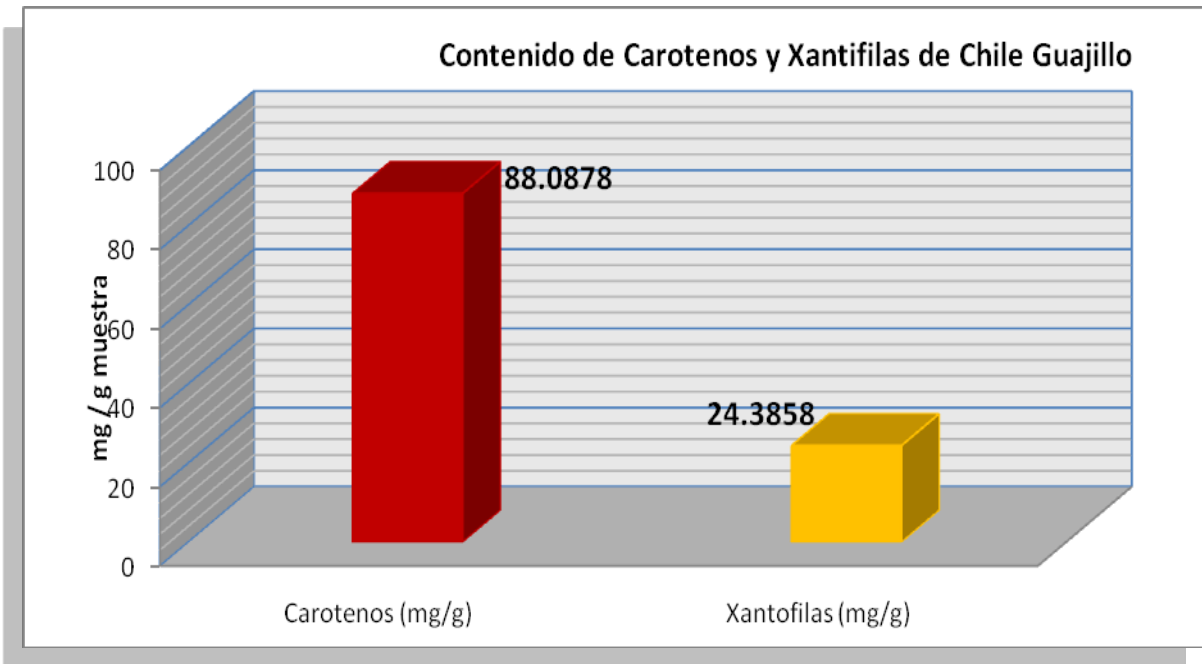


Grafico 9. Concentración de Carotenos y Xantofilas para Chile Guajillo.

9. CONCLUSIONES

- En base a trabajos anteriores el disolvente más eficiente para la extracción de oleorresinas, es el Hexano, tanto en pericarpio como en semillas, debido a que es un disolvente no polar y es el disolvente que comúnmente se utiliza para la extracción de aceite comestible a nivel comercial.
- La acetona resulto ser disolvente adecuado para la extracción y cuantificación de capsaicina en las oleorresinas de cada fracción analizada.
- En el Chile Guajillo hay un mayor rendimiento de oleorresina en semillas que en pericarpio.
- Se obtiene la mayor cantidad de capsaicina y colorantes en pericarpio, pero sobre todo en la parte de la placenta la cual fue procesada en este trabajo junto con el pericarpio.
- Las unidades Scoville son mayores en pericarpio que en semilla, esto se confirma debido a que el mayor contenido de Capsaicina responsable de la pungencia en la variedad de *Capsicum annum L.* se concentra en la placenta del chile, la cual fue tratada con el pericarpio como se menciona en el punto anterior.
- La extracción de colorantes mediante el método ASTA demuestra que la acetona es el disolvente más eficiente frente al etanol, esto se debe a que la acetona es menos polar que el etanol y por tanto con mas afinidad a las oleorresinas, las cuales contienen en su mayoría a los colorantes.
- La concentración de carotenos en el Chile Guajillo es mayor frente a la concentración de xantofilas, esto se confirma al saber que los carotenos son aquellos que le dan la tonalidad roja a frutos y verduras.

México sigue importando oleorresina capsicum, al no estar todavía cubierta la demanda del producto. Junto con esto, el incremento en el consumo de picantes en todo el mundo está estimulando el crecimiento de la industria de oleorresinas de chile para venta al sector de alimentos.

México es un escenario propicio para el procesamiento industrial del chile, siembra y cosecha de la materia prima, los volúmenes de producción de chile en nuestro país son suficientemente grandes como para garantizar un abastecimiento constante del material a un precio competitivo; evitando costos de transporte, obteniéndose un mejor control sobre los tiempos de maduración antes de procesar.

Un ejemplo de esto, sería la comercialización de la capsaicina, ya que esta se vende a muy alto costo, esto por parte de las industrias que se dedican a la producción y venta de estándares analíticos, llegando a alcanzar un costo aproximado en el mercado de \$10,000 a \$11,000 pesos mexicanos por cada gramo de este producto al 95% de pureza, lo que nos lleva a deducir que por cada 1 kg de Chile Guajillo producido en Queréndaro Michoacán, se obtendría una ganancia de \$627,000 pesos mexicanos, siendo muy redituable para el estado y sus pobladores.

Por lo que este trabajo nos deja muy claro que el Chile Guajillo de la variedad de *Capsicum annum*, proveniente del municipio de Queréndaro, Michoacán, México, es una alternativa viable para el aprovechamiento de cada una de estas fracciones para aportar, pungencia y color, con rendimientos altos de manera significativa en comparación con los estándares, con una mayor disponibilidad partiendo de una materia prima variada de buen grado y bajo costo, para obtener productos de interés comercial como son las oleorresinas, capsaicina y colorantes vegetales de primera calidad.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Andrews, J. Peppers "The domesticated capsicums" written and illustrated by Jean Andrews ; foreword by w. Hardy Eshbaugh.
2. AOAC, Official Methods of Analysis A.O.A.C., D.C.,Vol. 2, 17a. edic. Washington, USA,pág. Capítulo 43 (1, 2), 1990.
3. ASTA, Official Analytical Methods of the American Spice Trade Association, 2nd edic., ASTA: Englewood Cliffs, NJ, 1986.
4. Casco, V. A. L., "Estudio del contenido de pigmentos naturales en algunos chiles mexicanos y su posible aplicación en los alimentos". Tesis de Licenciatura, UNAM, México, D.F., pág., 1990.
5. Cázares Sánchez Esmeralda EtAl. Capsaicinoides y Preferencia de Uso en Diferentes Morfotipos de Chile (*Capsicum annum* L.) del centro-oriente de Yucatán. 2004
6. Comitte on Codex Specifications, Food Chemical Codex, National Academic Press, 5a. edic., Washington D.C., USA, pág.944-947, 2004.
7. Deepa . N EtAl. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annum* L.) senotypes during maturity. 2005
8. Flores Duarte Nadia, Tesis "Extracción de Colorantes y Oleorresinas de dos variedades de *Capsicum annum* L. (chile catarina y chile costeño), Tesis de licenciatura, Facultad de Química UNAM. 2008.
9. González Gómez Jimena, Tesis "Extracción de Colorantes y Oleorresinas de Chile Ancho (*Capsicum annum* L.)". Tesis de licenciatura, Facultad de Química UNAM. 2010.
10. López Ocampo, María de la Luz, Tesis "Extracción de colorante y oleorresina de Chile Chilhuastle (*Capsicum annum*)" Tesis de licenciatura, Facultad de Química UNAM. 2010.

11. Furia, T.E., Handbook of food additives, Vol II, CRC Press, 2da edic., USA, pág. 232-248, 2000.
12. Gascón David Alejandro, EtAl. Generalidades sobre los procesos extractivos utilizados en la obtención de aceites esenciales. 2002
13. Gordon, H.T., Bouernfeind, J.C., Carotenoids as food colorants, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 18, 59, (1982).
14. Govindarajan, V.S., Capsicum, Production, Technology, Chemistry and Quality. Part 2 Processes, Products Standards World, Production and trade, CRC Vrit. Rev. Food Sci. Nutr. 23(3): 207, 1984.
15. Hui, Y.H., Encyclopedia of Food Science and Technology, V. 4, John Wiley and Sons, Inc, N.Y., USA, pág., 2407-2418, 1998.
16. Laborde, C.J.A., Pozo, O., Presente y Pasado del Chile en México, INIA. México, pág. 1-25, 53-55, 1984.
17. Lopez Carrillo Lizbeth Et Al. Ciencias sobre el consumo de chile y la salud en la ciudad de México. 1995
18. Long, S.J., Capsicum y cultura: la historia del chilli, FCE, 2ª edic., México, D.F., pág. 69-72, 80, 115, 122, 123, 146, 147, 1998.
19. Moreno, P. E. I C., et.al., Intensidad de color y contenido de antocianinas en chile guajillo (*Capsicum annum* L.), Chapingo. Horticultura. 12 (1): 135-140, 2001.
20. Méndez, T. V., González M. D., Gutiérrez M. F. A., Contenido de Carotenoides y Color extractable de nuevos cultivares en Chile Pimiento. Chapingo. Horticultura, 11(2): 215-218, 2005.
21. Montes Hernández Salvador, Et Al. Fenología del Cultivo de Chile (*Capsicum annum* L.), Primera Convención Mundial del Chile 2004
22. NMX-F-089-S-1978. Determinación de Extracto Etéreo (Método Soxhlet) en Alimentos. Páginas: 1,2.

23. NMX-F-227-1982. Alimentos - Especies y Condimentos -Determinación de Humedad por Destilación con Disolvente. Páginas: 3-5.
24. NMX-F-389-1982. "Alimentos - Especies y Condimentos -Determinación de Capsaicina en Capsicum spp"- . Páginas: 3-6.
25. NMX-FF-025-SCFI-2007 Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano – Chile Fresco (Capsicum spp)
26. Pérez, G.A., Mínguez M.M.I., Structure-reactivity relationship in the oxidation of carotenoid pigments of the pepper (*Capsicum annum* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:4864-4869, 2001.
27. Oviedo, V.A., Oleorresinas transformadas. Tesis de Licenciatura, UNAM, México, D.F., pág. 66-86, 1988.
28. Villa Castorena Magdalena EtAL. Absorción y Traslocación de Sodio y Cloro en Plantas de Chile Fertilizadas con Nitrógeno y crecidad con estrés salino. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 2006.
29. Revista Chapingo. Serie horticultura. "Intensidad de color y contenido de antocianinas en chile Guajillo (*Capsicum annum*)". enero-junio, 2006 año/vol. 12, numero 001. Universidad Autonoma de Chapingo, Chapingo, México. pp 135-140.
30. Elivier Reyes Rivas¹, Homero Salinas González, Angel G. Bravo Lozano y Luz E. Padilla Bernal. "TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE CHILE SECO EN EL ESTADO DE ZACATECAS, MEXICO". Universidad Autónoma de Zacatecas. 2001
31. Insagro S.C. "Plan estratégico del cultivo del chile en el trópico de Mexico". Cd. Victoria Tamaulipas. Junio 2005.
32. Cano, Miguel. "CULTIVO DEL CHILE PICANTE" 1997. http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/293cultivo_chile_picante.pdf. Consulta: Agosto 2010.
33. Censo Gropecuario 2007. <http://www.michoacan.gob.mx/>. Consulta: Julio 2010.

34. Reporte diario de precios de chiles secos. <http://www.infoaserca.gob.mx/>. Consulta: Agosto 2010.
35. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. Consulta: Septiembre 2010.
36. http://www.cfired.org.ar/esp2/redes/aromatic/5_conclu.htm. Consulta: Junio 2010.
37. EL CULTIVO DEL PIMIENTO (1ª parte). <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>. Consulta: Febrero 2010.
38. Calvo, Miguel. "PIGMENTOS NATURALES Y COLOR DE LOS ALIMENTOS". Revista Electronica. Bioquímica de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html> Marzo 2010.
39. <http://www.conaproch.org> Consulta: Febrero 2010.
40. Catálogo Mexicano de Normas 2010. <http://www.economia.gob.mx>. Consulta: Febrero 2010.
41. M. en C. Ramiro Cordova, Andres. "Nuevas variedades del chile mirasol para el norte y centro de Mexico". <http://www.inifap.gob.mx> Consulta: Marzo 2010.
42. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/> Consulta: Abril 2010.
43. <http://www.canainca.org/> Consulta: Abril 2010.
44. López Riquelme, G., Chilli, la especia del Nuevo Mundo, *Ciencias*, 69:66-75, 2003
45. Salinas C., J., Efecto de la aplicación de enzimas peroxidases exógenas sobre el contenido de carotenoides y capsaicinoides en harina del chile. Tesis de Maestría, Facultad de Química, UNAM. pp. 5-8, 35-41, 2004.
46. Fenema O., Química de los alimentos, Acribia, 2 da edición, Zaragoza, España, pp.675-676, 1995.

47. Díaz J., Pomar F., Bernal A., Merino F., Peroxidases and the metabolism of capsaicin in *Capsicum annuum* L., *Phytochemistry Reviews*, 3:141-157, 2004.
48. Banco de Imágenes 2010. <http://www.conabio.gob.mx/> Consulta: Agosto 2010.
49. <http://www.entheogen.com/forum/archive/index.php?t-9568.html> Consulta: Agosto 2010.
50. Richards Bambas, Lisl. "What's Hot Is Hot!" 2008. <http://www.epicurean.com/articles/hot-peppers.html> Consulta: Septiembre 2010.
51. Escala Scoville. <http://www.asociacionht.es/scoville.html> Consulta: Agosto 2010
52. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, Dirección de Estadística 2010. <http://faostat.fao.org> Consulta: 25 de septiembre del 2010.
53. Chile, Información general. <http://www.inforural.com.mx> Consulta: Mayo 2010
54. <http://www.cienytech.com> Consulta: Marzo 2010.
55. <http://rics.ucddavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Espanol/Pimiento/shtml>. Consulta: Febrero 2010.
56. Ficha técnica Capsaicina, 2006. <http://www.agrocorp.com.co/file/ftecnica/FichaTecnicaXplode.pdf> Consulta: Febrero 2010.
57. Comité de Codex Specifications, 2004
58. NMX-F-066-S-1978.DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS. FOODSTUFF DETERMINATION OF ASHES. NORMAS MEXICANAS.
59. Estructura Química Capsaicina. http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capsaicin_chemical_structure.png Consulta : Julio 2010

60. Estructura Química Dihidrocapsaicina.
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dihydrocapsaicin_chemical_structure.png
Consulta : Julio 2010.
61. The Chile Pepper Institute (CPI). <http://www.chilepepperinstitute.org/>
Consulta: Febrero 2010.
62. Bosland, P.W. 1994. Chiles. History, cultivation and uses. En: Spices, Herbs, and edible Fungi. Charambous, G. (ed.). Elsevier Pub. N.Y.
63. Long, S. J. 1998. *Capsicum* y cultura: la historia del chilli. Fondo de Cultura Económica. México.
64. Dra. Otero Losada, Matilda. "Irritan, arden o pican, pero... ¡Nos gustan!: Son los Pungentes". <http://www.santafe-conicet.gov.ar/servicios/comunica/lis1.htm>
Consulta: 15 Octubre 2011.
65. Ings. Agrs. Guadalupe Abdo - Mónica Serra. "Ajíes y capsicina: desde especia, insecticida, defensa personal hasta medicinal" INTA - ProHuerta - Fac. de Cs Agrarias. Univ Nacional de Jujuy. 2004
66. Martínez Guzmán Andrés Arturo, "Obtención de Oleorresina Capsicum a partir de chiles jalapeños frescos enteros". Tesis de licenciatura, Universidad de las Americas, Puebla. 2007

11. ANEXOS

ANEXO INFORMATIVO I HOJA DE SEGURIDAD DE LA CAPSAICINA.

1. PRODUCTO QUÍMICO:

TIPO DE PRODUCTO: Aceite esencial.

NOMBRE COMERCIAL: Oleorresina de chile habanero, Natural.

SINÓNIMOS: Oleorresina *Capsicum*.

NOMBRE BOTÁNICO: *Capsicum*.

2. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE INGREDIENTES:

COMPONENTES:

Mezcla. El principal componente es capsaicina.

NOMBRE QUÍMICO: 8-Metil-N-vanillin-6-nonamida.

FÓRMULA QUÍMICA: C₁₈H₂₇NO₃.

PESO MOLECULAR: 305.46.

APLICACIÓN: Como aditivo para alimentos principalmente, también como agente activo de cremas y pomadas antirreumáticas y como componente principal en armas no-letales de defensa personal.

MÉTODO DE EXTRACCIÓN: Extracto natural proveniente de chile habanero mexicano. Se obtiene a través de extracción con dióxido de carbono (CO₂) supercrítico.

CONTENIDO DE ALCOHOL: 0 %

CONCENTRACIÓN: La requerida, hasta 90%

3. DATOS FÍSICOS:

ESTADO: Líquido viscoso.

COLOR: De anaranjado ámbar a anaranjado claro, puede ser café claro.

OLOR: Característico de los frutos de la variedad *Capsicum*, sensación de pungencia.

PUNTOFUSIÓN: 65 °C.

PUNTO EBULLICIÓN: 81 °C.

DENSIDAD DE VAPOR: 1.59 (aire=1).

SOLUBILIDAD EN AGUA: Prácticamente insoluble en agua.

SOLUBILIDAD EN OTROS SOLVENTES: Metanol, etanol, éter, cloroformo, acetonitrilo.

4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

PUNTO DE CLASIFICACIÓN: Líquido inflamable (Aceite esencial de chile habanero), no explosivo.

REACTIVIDAD: Baja y no reactivo con agua, manténgase alejado de agentes oxidantes fuertes.

ESTABILIDAD: Estable si se almacena en lugares frescos.

Este producto es 100 % puro. Causa daño si se ingiere. Irritante a los ojos, sistema respiratorio y piel. Riesgo de daño severo a los ojos.

5. PRIMEROS AUXILIOS:

INHALACIÓN: Trasladar inmediatamente al aire fresco. Si no respira, darle respiración artificial. Si se le dificulta respirar, darle oxígeno. Acudir al médico.

CONTACTO CON LA PIEL: Lavar inmediatamente la piel con jabón y agua abundante. Retirar la ropa contaminada y lavar con agua abundante. Lavar con leche.

CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar inmediatamente los ojos con agua durante 15 minutos y acudir al médico.

INGESTIÓN: Tomar inmediatamente agua abundante y acudir al médico.

6. MEDIDAS DE COMBATE DE INCENDIOS

MEDIOS DE EXTINCIÓN: Emplear espuma polimérica, polvo seco o dióxido de carbono. Para enfriar los contenedores y para dispersar los vapores pueden emplearse atomizadores de agua.

RIESGOS ESPECIALES: Combustible. Los vapores son más pesados que el aire. Es posible el desarrollo de gases de combustión peligrosos.

PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN: La combustión produce monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

CONDICIONES A EVITAR: Excesivo Calor.

MATERIALES A EVITAR: Agentes oxidantes fuertes, agentes reductores fuertes.

7. PROTECCIÓN PERSONAL:

RESPIRACIÓN: Se requiere máscara contra olores o vapores orgánicos si se presenta molestias o se encuentra cerca de contenedores vacíos.

VENTILACIÓN: Extractor local recomendado (a prueba de explosión). Mantenerse en un área bien ventilada.

PIEL: Usar guantes de protección de neopreno o gaucho

OJOS: Usar lentes de seguridad.

OTROS: Es necesaria una estación de lavado de ojos y una regadera de emergencia.

8. DERRAMES ACCIDENTALES:

DERRAME PEQUEÑO: Diluir con agua o absorber con tierra, área u otro absorbente y localizar en el contenedor de residuos adecuado.

DERRAME GRANDE: Mantener alejado del calor. Mantener alejado de fuentes de ignición. Estos derrames pueden ser dirigidos a diques de tierra y bombeados a los contenedores de recuperación o disposición final. Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos o áreas confinadas. A temperaturas de menos de 15 °C el producto puede cristalizar y formar una masa sólida.

9. ALMACENAMIENTO Y MANEJO:

PRECAUCIONES: Mantener el producto en lugares con llave y alejados de fuentes de calor. Mantener alejado de fuentes de ignición. No ingerir. No respirar gases/humos/ vapores / spray. Evitar el contacto con los ojos. Usar equipo de protección personal durante el manejo.

ALMACENAMIENTO: Almacenar en un área segregada y aprobada. Mantener el envase en un área fresca y bien ventilada. Mantenga el envase cerrado firmemente y con sello hasta que se utilice. Almacenar a temperaturas alrededor de 25°C y evita la exposición prolongada a la luz, al calor y al aire.

10. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE:

El nombre adecuado para transportar es como extracto saborizante. Es recomendable proporcionar la hoja de seguridad. ⁽⁵⁶⁾

ANEXO INFORMATIVO II

NORMAS DE IDENTIDAD PARA DIVERSOS DISOLVENTES DE EXTRACCIÓN.

ACETONA:

- a) Nombre químico: Acetona.
- b) Fórmula empírica: C_3H_6O .
- c) Fórmula estructural: $CH_3CO CH_3$.
- d) Peso molecular: 58.08.
- e) Definición: La norma se basa en un producto que contiene como mínimo, 99% de acetona.
- f) Descripción: Líquido transparente, incoloro, móvil y volátil. El vapor es flamable.
- g) Aplicaciones: Extracción de grasas y aceites naturales, comprendidos los aceites esenciales; otras aplicaciones son como precipitante en la purificación de almidones, azúcares y sus derivados.
- h) Ensayos de identificación:
 - Solubilidad: Miscible en agua, cloroformo, alcohol, éter dietílico y aceites volátiles.
 - Densidad relativa: No más de 0.789.
 - Índice de refracción n_{D20} : 1.358-1.360.
- i) Ensayo de pureza:
 - Residuo por evaporación: 0.001 % máximo.
 - Residuos no volátiles: No más de 40 ppm.
 - Acidez: 0.002 % máximo reportado como ácido acético.

HEXANO:

- a) Nombre químico: Hexano.
- b) Fórmula empírica: C_6H_{14} .
- c) Fórmula estructural: $CH_3 (CH_2)_n CH_3$ e isómeros.
- d) Peso molecular: 86.
- e) Definición: La fracción de hexano de los hidrocarburos de petróleo, la cual pueden contener o no una gran proporción de n – hexano. No obstante, generalmente el metilpentano o mezclas de estos con cantidades menores de n- pentano, dimetilpentanos y metilciclopentanos. Cuando, como a menudo sucede, hay una

necesidad de una fracción de hidrocarburos de petróleo más ligera para emplearlas en la extracción de alimentos se emplea esta norma; para una fracción superior de petróleo destinada para la extracción de alimentos, ver heptano.

f) Descripción: Líquido transparente, incoloro, móvil, muy inflamable, de característico olor a petróleo, libre de sedimentos y de materias en suspensión.

g) Aplicaciones: Extracción de aceites de aceites comestibles y manteca de cacao; extracción de aceites esenciales de especias y lúpulo, desgrasado de la harina de pescado.

h) Ensayos de identificación:

- Solubilidad: Miscible en agua.
- Densidad relativa: No más de 0.665-0.687.
- Índice de refracción n D20: 1.381-1.384.

i) Ensayo de pureza:

- Residuo por evaporación: 0.0005 % máximo.
- Residuos no volátiles: No más de 90 ppm.
- Reacción de residuos: Neutra al anaranjado de metilo.
- Azufre: 5 mg /Kg máximo.
- Plomo: 1 mg/Kg máximo.⁽⁵⁷⁾

ANEXO INFORMATIVO III

ESCALA SCOVILLE PARA DIFERENTES VARIEDADES DE CHILES

Scoville (SCU)	Pimenta
16.000.000	Reines Capsaicin
1.000.000	Trinidad Scorpion
1.000.000 (getestet)	Dorset Naga
1.000.000 (getestet)	Naga Jolokia
640.000 (getestet)	Naga Morich
580.000	Habanero Chocolate Caribbean
577.000 (Guinness Buch)	Habanero Red Savina
350.000 – 400.000	Habanero Mustard
350.000	Habanero Manzano
200.000 – 300.000	Habanero Yellow
200.000	Pingo de Ouro
100.000 - 350.000	Habanero Orange
100.000 - 325.000	Scotch Bonnet
100.000 – 300.000	Cumari do Pará
100.000 – 300.000	Datil Red
100.000 - 225.000	Bird Eye
100.000 – 220.000	Cumari verdadeira
100.000 - 200.000	Jamaican Hot
100.000 - 125.000	Carolina Cayenne
95.000 – 110.000	Apache
95.000 - 110.000	Bahamian
90.000 – 100.000	Zimbabwe Large Red
85.000 - 115.000	Tabiche
75.000 - 80.000	Red Amazon
50.000 - 100.000	Thai
50.000 - 100.000	Chiltepin
50.000 – 70.000	Chi-Chien
40.000 - 58.000	Piquin
40.000 - 50.000	Super
40.000 – 50.000	Beni Highlands
40.000 - 50.000	Santaka
40.000	Purple Naga Jolokia
35.000 – 45.000	Thai Dragon
30.000 - 50.000	Cayenne
30.000 - 50.000	Tabasco
30.000	Peter Pepper
15.000 – 30.000	Criolla Sella Orange
15.000 - 30.000	De Arbol
12.000 - 30.000	Rocoto Manzano
6.000 - 23.000	Serrano
5.000 - 10.000	Hot Wax
5.000 - 10.000	Chipotle
5.000 – 10.000	Chile Puya
2.500 - 8.000	Santaka
2.500 - 5.000	Jalapeño
2.500 - 5.000	Guajilla
2.500 - 5.000	Rote TABASCO Sauce
2.500 – 3.000	Numex Big Jim
1.500 - 2.500	Rocotillo
1.000 - 2.000	Passila
1.000 - 2.000	Ancho
1.000 - 2.000	Poblano
700 - 1.000	Coronado
500 - 2.500	Anaheim
500 – 1.000	Jariza
500 – 1.000	Topepo Rosso
500 - 1.000	New Mexican
500 - 700	Santa Fe Grande
100 - 500	Sifri Biber
0 - 500	Capela
0	Frivarello
0	Doux des Landes
0	Gemüse Paprika

ANEXO INFORMATIVO IV

TABLA DE MISCIBILIDAD ENTRE DISOLVENTES Y USO DE LA MISMA.

Índice de polaridad	Disolvente	Viscosidad cP, 20°C	Punto de ebullición °C (1 atm)	Número de miscibilidad (M)	Corte (nm) Lambda
-0.3	N-decano	0.92	174.1	29	
-0.4	Iso-octano	0.50	99.2	29	210
0.0	N-hexano	0.313	68.7	29	
0.0	Ciclohexano	0.98	80.7	28	210
1.7	Éter butílico	0.70	142.2	26	
1.8	Trietilamina	0.38	89.5	26	
2.2	Éter isopropílico	0.33	68.3		210
2.3	Tolueno	0.59	100.6	23	285
2.4	P-xileno	0.70	138.0	24	290
3.0	Benceno	0.65	80.1	21	280
3.3	Éter bencílico	5.33	288.3		
3.4	Cloruro de metileno	0.44	39.8	20	245
3.7	Cloruro de etileno	0.79	83.5	20	
3.9	Alcohol butílico	3.00	117.7		
3.9	Butanol	3.01	177.7	15	
4.2	Tetrahidrofurano	0.55	66.0	17	220
4.3	Acetato de etilo	0.47	77.1	19	260
4.3	1-propanol	2.30	97.2	15	210
4.3	2-propanol	2.35	117.7	15	
4.4	Acetato de metilo	0.45	56.3	15, 17	260
4.5	Metil octilectona	0.43	80.0	17	330
4.5	Ciclohexanona	2.24	155.7	28	210
4.5	Nitrobenzeno	2.03	210.8	14, 20	
4.6	Benzonitrilo	1.22	191.1	15, 19	
4.8	Dioxano	1.54	101.3	17	220
5.2	Etanol	1.20	78.3	14	210
5.3	Piridina	0.94	115.3	16	305
5.3	Nitroetano	0.68	114.0		
5.4	Acetona	0.32	56.3	15, 17	330
5.5	Alcohol bencílico	5.80	205.5	13	
5.7	Metoxietanol	1.72	124.6	13	
6.2	Acetonitrilo	0.37	81.6	11, 17	190
6.2	Ácido acético	1.26	117.9	14	
6.4	Dimetilformamida	0.90	153.0	12	
6.5	Dimetilsulfoxida	2.24	189.0	9	
6.6	Metanol	0.60	64.7	12	210
7.3	Formamida	3.76	210.5	3	
9.0	Aqua	1.00	100.0		

(Fuente: <http://www.cienytech.com/tablas/tabla-miscibilidades.pdf>)

USO DE LA TABLA DE MISCIBILIDAD⁽⁵⁴⁾

Utilice los números de miscibilidad (números M) para predecir la miscibilidad de un líquido con un disolvente estándar.

Para predecir la miscibilidad de dos líquidos, reste el valor del número M más pequeño del valor del número M más grande.

Si la diferencia entre los números M es de 15 o menos, los dos líquidos son miscibles en todas proporciones a 15°C.

Una diferencia de 16 indica una temperatura de solución crítica de 25 °C a 75 °C, con 50 °C como temperatura óptima.

Si la diferencia es de 17 o mayor, los líquidos no son miscibles o su temperatura de solución crítica es superior a los 75 °C.

Algunos disolventes resultan inmiscibles con disolventes a ambos extremos de la escala de lipofilidad. Estos disolventes reciben un número M doble:

El primer número, siempre inferior a 16, indica el grado de miscibilidad con disolventes altamente lipofílicos.

El segundo número se aplica al extremo opuesto de la escala. Una gran diferencia entre estos dos números indica un grado limitado de miscibilidad.

Por ejemplo, algunos fluorocarbonados son inmiscibles con todos los disolventes estándar y tienen números M de 0,32.

Dos líquidos con números M dobles suelen ser miscibles entre sí.

Un líquido se clasifica en el sistema de números M probando su miscibilidad con una secuencia de disolventes estándar.

A continuación, se suma o se resta un término de corrección de 15 unidades al punto de corte de miscibilidad.

ANEXO INFORMATIVO V

FACTORES Y CONTROLES DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE COLORANTES.

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ESTABILIDAD DEL COLOR	CONTROLES PARA EVITAR PÉRDIDAS DE COLOR Y CONSERVACIÓN
<ul style="list-style-type: none">✓ Condiciones del proceso de fabricación✓ Variedades del chile a extraer✓ Grado de los frutos a recolectarse (grado de maduración): debido a que mientras el color cambia los pigmentos de los carotenoides responsables del cambio sufren diferentes grados de esterificación de los ácidos grasos dando mayor estabilidad.✓ Temperatura de deshidratación de los mismos.✓ Contenido de antioxidantes naturales.	<ul style="list-style-type: none">✓ Proceso de secado y fabricación.✓ Extracción de la oleorresina.

ANEXO INFORMATIVO VI

Usos de la capsaicina

Industria alimentaria.

Los capsaicinoides presentes de forma natural en los chiles siempre han sido empleados como agentes saborizantes en la cocina de algunos países asiáticos y americanos, formando parte integral de la cultura e identidad de algunos de ellos, como México.

Con el auge de las cocinas china y mexicana, y fomentado por los fenómenos migratorios, la popularidad del chile como parte de la dieta se expandió alrededor del planeta.

Estudios del American Trade Association (ASTA), indican que durante 1998, el 39% del total de aderezos y saborizantes producidos en la industria alimentaria a nivel mundial fueron sabores picantes.

Los productores de sabores para alimentos procesados están convencidos de que el consumidor está en búsqueda de productos estimulantes y con sabores intensos. La pungencia de los capsaicinoides es aprovechada para realzar sabores, provocar el éxito de un saborizante radica en encontrar el óptimo balance entre el sabor y la pungencia. En este sentido, el productor requiere capsaicinoides aislados, libres de agentes tóxicos y de buena calidad para agregarlos en las dosis adecuadas, de acuerdo a su fórmula. De este modo, la oleoresina capsicum es demandada en:

- Producción de refrescos y bebidas gasificadas
- Producción de aderezos (mayonesas, mostazas, ...)
- Producción de salsas dulces y picantes
- Elaboración de botanas
- Elaboración de dulces y confitería
- Elaboración de condimentos artificiales de bajo contenido de colesterol y bajo porcentaje de sodio
- Síntesis de imitaciones de aromas, sabores y esencias naturales en general

En general, el consumo de capsaicinoides como parte de la dieta en el ser humano ha ido aumentando y continúa en ascenso.

El consumo diario de capsaicinoides en los Estados Unidos y Europa se estima es de aproximadamente 1.5 mg / día por persona, mientras que en La India, Tailandia y México es de entre 25 y 200 mg / día por persona. Es evidente que el consumo es mucho más significativo en los principales países productores de Chile, por motivos culturales, sin embargo, factores externos como el crecimiento poblacional desmesurado y el bajo rendimiento de las actividades agrícolas, han ocasionado que en algunos países el consumo de capsaicinoides rebase su capacidad para producirlos, aislarlos y procesarlos. Por otro lado, el crecimiento de las ciudades y la modernización de la vida han aumentado la demanda de alimentos procesados sobre los alimentos orgánicos, de modo que se plantea evidente la necesidad de resolver el problema de obtención de oleoresina capsicum.

Defensa personal.

El uso de agentes químicos en defensa personal no es óptimo cuando son aplicados a ciertas personas, incluyendo aquellas con niveles altos de resistencia al dolor, bajo la influencia de drogas y/o alcohol, enfermos mentales o personas altamente agitadas. Actuando sobre el sistema nervioso central, los agentes químicos inducen dolor al activar células receptoras a través de transmisores neurológicos dentro del cerebro. Consecuentemente, cualquier interrupción de este proceso (drogas o endorfinas) puede resultar en una disminución de los niveles registrados de dolor.

A diferencia de los irritantes químicos tradicionales, la oleoresina capsicum (OC) es un agente inflamatorio natural. También, el mecanismo de acción difiere substancialmente: oleoresina capsicum funciona por inflamación en tanto que Cloroacetofenona (CN) y el Ortoclorobencilidenmalononitrilo (CS) lo hacen por irritación.

No se requiere ningún procedimiento especial de descontaminación para OP porque es biodegradable y, a diferencia de los irritantes químicos, no persiste en la ropa o en las áreas afectadas. Los procedimientos sugeridos de descontaminación son ventilación, acceso a agua y remoción de lentes de contacto.

Como agente inflamatorio, oleorresina capsicum causa una inflamación inmediata de los ojos y de las vías respiratorias.

Además, hay una intensa sensación de ardor en los ojos, garganta y áreas de la piel expuestas al agente. Cuando se le inhala, el tracto respiratorio se inflama y la respiración se dificulta, limitándose a tomas de aire cortas y sin fuerza. Los efectos físicos pueden incluir cierre involuntario de los ojos, tos sofocante, falta de coordinación y fuerza en la parte superior del cuerpo y náusea. También pueden ocurrir efectos psicológicos tales como desorientación y miedo. Cuando se le usa adecuadamente, oleorresina capsicum es efectivo tanto en humanos como en animales. Además, los efectos acumulativos físicos y psicológicos hacen que este agente pueda usarse en individuos intoxicados o altamente agitados.

DuVemay hace notar que los efectos resultantes de la aplicación de oleorresina capsicum, (ejemplo, respiración forzada y restringida), no favorecen niveles de actividad física alta como por ejemplo ofrecer resistencia o pelear con la policía.

Medicina y cuidado personal.

La oleorresina capsicum es aprovechada en algunos fármacos por sus efectos sobre las membranas mucosas y su acción para aliviar malestares como tos, resfriados, bronquitis, asma y garganta irritada y congestionada. oleorresina capsicum puede ser utilizada como agente rubifaciente, lo cual significa que aumenta la circulación en ciertas localizaciones del cuerpo. Es por ello que se usa ampliamente en cremas que combaten la artritis.

Algunos investigadores han encontrado evidencias de que la capsaicina de la oleorresina capsicum engruesa la pared estomacal, despertando un posible uso en el tratamiento de úlceras.

Varias fórmulas alimenticias destinadas a la pérdida de peso contienen capsaicina y oleorresina capsicum, ya que los capsaicinoides aceleran el metabolismo

Los capsaicinoides son utilizados como agentes antiinflamatorios, en vista de que tienen el efecto de dilatar los vasos sanguíneos. La oleorresina capsicum también ha recibido mucha atención por su potencial uso como anestésico, pues se sabe que los capsaicinoides desplazan el umbral del dolor, y por otro lado la capsaicina destruye la llamada "sustancia P", la cual se encarga de transportar la señal del dolor hacia el cerebro.

La capsaicina es además el principio activo de muchas cremas para el tratamiento de dolor muscular, dolor de espalda, como artritis, reumatismo o lumbago.

Es posible, además, que el chile ayude a quemar calorías, reducir las molestias provocadas por picaduras y mordeduras de insectos, brindar efectos antiinflamatorios, combatir la hipotermia, prevenir el cáncer, mejorar la circulación de la sangre y auxiliar en el tratamiento de la caspa y la resequedad del cuero cabelludo.

ANEXO INFORMATIVO VII

Capsaicina, pungencia y endorfinas.

La pungencia o cualidad de picante de la mayoría de las especies de chiles se debe a un alcaloide. La capsaicina es una sustancia alcalina y aceitosa, insoluble en agua, que solamente está presente en la placenta de los frutos. Esto explica por qué enjuagarse la boca con agua no elimina el picante. Químicamente es 8-metil-N-vainillil-6-enamida, con lo cual igual pica.

La herencia de la pungencia se debe a un gen dominante simple, sujeto a modificadores del gen mayor y a condiciones ambientales: más iluminación, más altitud o menor tensión de CO², menor fertilidad, mayor estrés hídrico = mayor pungencia.

La pungencia se mide en grados o unidades Scoville que indican cuánto debe diluirse una muestra para dejar de percibir el gusto picante.

Un pimiento dulce como los tipos "Morrones" tiene cero unidades Scoville, ya que con 0.05 % de capsicina resulta dulce o no picante. Un chile poco picante cultivado en Jujuy o Salta tendría 1500 unidades, el "Jalapeño" ronda las 5000 unidades, el chile de Cayena 30000 y el Habanero 300000 unidades. Esto significa que si se vierte una taza (0.25 l) de capsicina pura en una piscina de 5 m x 10 m x 1.5 m, habría que agregar 75 m³ de agua para dejar de percibir el gusto picante.

Dado que las unidades Scoville tienen una base organoléptica y varían entre catadores, se usa con más precisión la cromatografía líquida de alta presión (HPLC en inglés). Para el chile molido las escalas usuales de comercialización varían de 10000 a 120000 unidades, mientras que las oleorresinas de chile se miden desde 200000 hasta 1000000 de unidades Scoville.

Una de las razones por las que los humanos y animales carnívoros perciben el picante es porque la saliva es levemente alcalina, pH 7.2. Se debe recordar que las aves no poseen saliva y la capsicina se comienza a degradar en el buche que es ácido y más aun en el estómago. Los herbívoros poseen saliva ácida que neutraliza la capsicina de los chiles silvestres. Son las primeras forrajeras en ser consumidas, y pueden utilizarse como plantas índices del pastoreo del ganado.

Cuando la capsaicina entra en contacto con la lengua o la mucosa bucal, envía señales de dolor al cerebro, que a su vez, libera endorfinas que causan una leve euforia.

Se debe recordar que las endorfinas son opiáceos naturales, con efecto similar a los derivados del opio de las amapolas. Cada nuevo estímulo al cerebro lo obliga a liberar más endorfinas para aliviar la picazón. De modo que cuanto más picante se ingiere, mejor se siente el organismo.

La capsicina es un alcaloide y la historia de la humanidad está llena de los más variados alcaloides, el monopolio de su comercialización y hasta guerras.

Si no está acostumbrado a consumir picantes y se pasó de dosis, no intente calmar la pungencia bebiendo agua o haciendo gárgaras. Repito, la capsicina es insoluble en agua y se desparrama todavía más en la mucosa bucal. Esto explica por qué los chiles encurtidos en vinagre son más picantes que conservados en aceite. Tampoco busque la excusa de hacer desaparecer el picante con vino o cerveza.

Masticar pan ayuda parcialmente ya que absorbe algo del exceso de picante. Lo mejor es helado a base de crema, leche o yogurt. Siempre hay una explicación: la leche contiene una proteína llamada caseína, que se combina con el alcaloide capsaicina y lo neutraliza. También es efectiva la manteca de maní o de sésamo.

Si ha tocado chiles muy picantes no se toque los ojos.

La creencia popular de que los chiles de alta pungencia pican a la entrada y a la salida del tracto digestivo es totalmente errónea. Ya que, cabe recordar, que el ser humano posee ácido clorhídrico en el estómago, con un pH de 3.4 que neutraliza totalmente la capsicina.

Las preferencias en el uso de una u otra especie de chile se deben a los aceites esenciales y al pigmento rojo, la capsantina que es un carotenoide contenido en el mesocarpo del fruto. La retención del color está influenciada por luz, temperatura y humedad, ésta última no debe pasar del 12 %.

El color de los pimientos dulces y de los chiles se mide en grados ASTA (American Spice Trade Association), con rangos de 85 a 150°, mientras que el color de las oleorresinas tiene rangos de 1000 a 2500° ASTA.

12. GLOSARIO

Aceites esenciales y/o volátiles:

Son aquellos componentes químicos que le dan el aroma y sabor característico a los frutos (bayas). Los principales componentes son los capsicinoides y las oleorresinas. **(NMX-FF-107/1-SCFI-2006).**

Alcaloide:

Aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados, generalmente, a partir de aminoácidos. Los alcaloides verdaderos derivan de un aminoácido, son por lo tanto nitrogenados. Son básicos (excepto colchicina), y poseen acción fisiológica intensa en los animales aun a bajas dosis con efectos psicoactivos, por lo que son muy usados en medicina para tratar problemas en la mente y calmar el dolor. **(Raven, J; etal., 1992).**

Antioxidantes naturales:

Se trata de un grupo de vitaminas, minerales, colorantes naturales y otros compuestos de vegetales y enzimas (sustancias propias de nuestro organismo que intervienen en múltiples procesos metabólicos), que bloquean el efecto perjudicial de los denominados radicales libres. La mayoría de los antioxidantes se encuentra en alimentos vegetales, lo que explica que incluir frutas, legumbres, verduras y hortalizas o cereales integrales en nuestra dieta sea tan beneficios. **(<http://www.geosalud.com/Cancerpacientes/antioxidantesnat.htm>).**

Baya:

Fruto simple, carnoso, con pericarpio succulento y semillas sumergidas en la pulpa o simplemente unidas a la placenta. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Cajete:

Termino coloquial para definir el hundimiento de la base en la unión del pedúnculo. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Capsaicina:

Oleorresina que se encuentra en el mesocarpio de chiles de la especie capsicums, la cual da el picor característico, además se emplea como estomáquica, carminativa y como sinergista del sabor a menta. **(NMX-F-389-1982).**

Capsantina:

Es el principal carotenoide del pimiento común (*Capsicum annuum*), en el que representa hasta el 60% del total de los carotenoides presentes. También es el más

abundante en otras especies del mismo género y, naturalmente también en el pimentón, utilizado extensamente en España y en Hungría, con el nombre de paprika como especia, por su color y aroma. Es un carotenoide bastante raro, entendiendo como tal en primer lugar que prácticamente no se encuentra en otros vegetales.

(<http://www.searchmedica.es/search.do?q=capsantina&cq=s%3Achem%5CA00KP&c=main&ss=defLink&p=Convera&lp=narrower>).

Capsicinoides:

Compuestos responsables del efecto picante o pungente en los chiles. El principal y más picante de los capsicinoides es la capsicina, que se encuentra en las semillas y la placenta de los chiles. La presencia o ausencia de capsaicinoides, o su concentración, pueden variar dentro de la misma especie con contenidos muy diferentes. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Carotenoides:

Son un grupo de pigmentos vegetales liposolubles de color intenso (rojo, anaranjado y amarillo). Todos los organismos que dependen del sol para obtener energía, sean bacterias o plantas, contienen carotenoides. Su efecto antioxidante hace que estos compuestos tengan un papel esencial para proteger a los organismos para que no sufran daños durante la fotosíntesis, el proceso de convertir la luz solar en energía química. Los carotenoides se encuentran en todos los alimentos de origen vegetal. En general, mientras mayor sea la intensidad del color, mayor será el contenido de carotenoides. En las hortalizas de hoja, el beta caroteno es el carotenoides predominante. Las frutas y hortalizas anaranjadas, como las zanahorias, los chabacanos, los mangos, el ñame o la calabaza, tienen concentraciones elevadas de beta caroteno, pero predominan otros carotenoides precursores de la vitamina A. Las hortalizas amarillas tienen una mayor concentración de carotenoides amarillo (xantofilas) y por lo tanto, menor actividad como precursores de la vitamina A; sin embargo, algunos de estos compuestos, como la luteína, pueden tener beneficios importantes para la salud debido a sus posibles efectos antioxidantes. Las frutas y hortalizas rojas y moradas, como el tomate rojo (jitomate), la col morada, las bayas rojas y las ciruelas, contienen en su mayoría carotenoides que no están relacionados con la vitamina A. Las legumbres, los cereales y las semillas son también fuentes importantes de carotenoides. Los carotenoides se encuentran también en varios alimentos de origen animal, como el

salmón, la yema de huevo, los mariscos, la leche y el pollo. El jugo de zanahoria y las “bebidas verdes” preparadas con verduras, hojas de cebada deshidratada o pasto de trigo, contienen también distintos carotenoides. (Raven, J; et al., 1992; <http://milksci.unizar.es/bioquímica/temas/pigmentos/carotenoides.html>).

Chile seco entero:

Fruto de la planta cultivada *Capsicum annuum* perteneciente a la familia de las Solanáceas que ha pasado por un proceso de deshidratado. Dicho fruto presenta formas, tamaños, colores, sabores y pungencia característicos de acuerdo a su variedad. (NMX-FF-025-SCFI-2007).

Color de acuerdo a la FDA:

Cualquier tinte, pigmento o sustancia elaborada por un proceso de síntesis, extracción, aislamiento o bien cualquier otro método, con o sin cambio de identidad intermedia o final a partir de una fuente vegetal, animal u otra; y que cuando se adiciona o aplica a un alimento, medicamento o cosmético al cuerpo humano o a cualquiera otra de sus partes es capaz por si sola o a través de reaccionar con otras sustancias de impartir color. (García Garibay; et al, 2002).

Color en México:

Colorante: Es la sustancia que tiene propiedad de impartir color al medio que los contiene por la solubilidad que tenga en el mismo, ya sea un medio hidrofílico o lipofílico, o a otro material o mezcla; elaborado por un proceso de síntesis o similar, por extracción o por separación, obteniéndose de una fuente animal, vegetal o mineral que posteriormente, ha sido sometido a prueba de seguridad que permitan su uso en alimentos y productos de perfumería belleza o aseo o en alguna parte de ellos y que, directamente o a través de sus reacciones con otras sustancias es capaz de impartir color que le caracteriza. (NOM-038-SSA1-1993).

Corchosidad:

Son las rayaduras longitudinales o transversales, de apariencia similar al corcho, propias del fruto de acuerdo a su variedad. (NMX-FF-025-SCFI-2007).

Defecto menor:

Es aquel que no afecta en forma considerable la aceptación de la fruta por el consumidor y que afecten no más del 5% de su superficie. Puede consistir en raspaduras, ligeras manchas o decoloraciones y deformaciones ligeras, siempre y cuando sean superficiales y de escasa extensión. (NMX-FF-025-SCFI-2007).

Defecto mayor:

Es aquél que sin ser crítico, reduce la aceptación del fruto por el consumidor, puede afectar hasta un 30% de su superficie. Se consideran defectos mayores a las raspaduras, manchas, quemaduras de sol, deformaciones, rozaduras, heridas cicatrizadas y/o evidencia de plagas y enfermedades y otras que afecten las raspaduras del fruto. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Defecto crítico:

Es el daño que afecta la pulpa de la fruta y puede ocasionar el rechazo de la misma por el consumidor. Se consideran defectos críticos aquellos que abarcan una extensión considerable y/o deshidrataciones, ataques de plagas, enfermedades, daños severos ocasionados por condiciones ambientales, heridas no cicatrizadas, frutos agrietados o agujerados y deformaciones severas. Estos productos no son aptos para su comercialización. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Determinación de Capsaicina en *Capsicum*:

El principio térmico en los capsicums es la capsaicina. Históricamente el método para medir el nivel del color relativo, ha sido determinado organolépticamente a través de diluciones, en las cuales el color es detectado en el extracto de la muestra, determinando el valor de color de Scoville.

Este método se basa en la determinación del contenido de capsaicina en los capsicums; en primer lugar mediante una serie de diluciones para la elaboración de una curva tipo, y en segundo lugar una extracción mediante columna. **(NMX-F-389-1982).**

Determinación de Fibra Cruda:

Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda. **(NMX-F-090-S-1978).**

Determinación de Grasa por el método de Soxhlet:

Se realiza el método Soxhlet que utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en el solvente orgánico (éter etílico) que se encuentran en el chile. **(NMX-F-089-S-1978).**

Determinación de Humedad por destilación con disolvente:

Este método se basa en medir el volumen de agua liberada por la muestra durante su destilación continua junto con un disolvente inmiscible, utilizando para este método la trampa de Bidwell-Sterling. **(NMX-F-227-1982).**

Determinación de Proteínas:

Este método se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico. El hidrógeno y el carbón de la materia orgánica se oxidan para formar agua y bióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en SO₂, el cual reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio.

El amoniaco se libera después de la adición de hidróxido de sodio y se destila recibiendo en una disolución al 2% de ácido bórico. Se titula el nitrógeno amoniacal con una disolución valorada de ácido, cuya normalidad depende de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra. En este método de Kjeldahl Gunning se usa el sulfato de cobre como catalizador y el sulfato de sodio para aumentar la temperatura de la mezcla y acelerar la digestión. **(NMX-F-068-S-1980).**

Endocarpio:

Puede bien tener una consistencia parecida a la del mesocarpio o endurecerse mucho, puede ser membranoso, jugoso o leñoso. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Epicarpio o exocarpio:

Es normalmente una capa delgada coloreada que aunque endurecida no suele ser leñosa. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Fruto sano:

Cuando el chile está libre de daños a simple vista. Libre de insectos vivos, insectos muertos o larvas de insectos, libre de enfermedades, heridas, pudriciones o daños causados por insectos u otras plagas. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Fruto limpio:

Cuando el chile está libre de tierra, ramas, hojas o cualquier otro tipo de materia extraña. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Fruto en madurez fisiológica o estado sazón:

Es el fruto que ha completado su desarrollo y ha experimentado el nivel de maduración característico del tipo de chile que le hace apto para el proceso de deshidratado. **(NMX-FF-107/1-SCFI-2006).**

Índice de Scoville o Unidades Scoville:

Es la sensación de pungencia en la boca y en la garganta a la dilución más baja. **(NMX-F-389-1982).**

Lóculo:

Cavidad interna del fruto. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Madurez fisiológica (punto sazón):

Parte del periodo de maduración de los frutos en el cuál pueden ser cosechados. Si el corte se realiza antes de la madurez fisiológica, el chile no alcanza su desarrollo completo considerándosele inmaduro. En particular para el chile en estado fresco las características de color y firmeza son preponderantes para evaluar el grado de madurez. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Materia Extraña:

Cualquier material orgánico o inorgánico que no pertenezca al fruto y que se encuentre presente en él por contaminación o por manejo no higiénico del mismo durante el proceso de producción. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Mesocarpio:

Suele estar construido por muchas células grandes y suele ser la parte succulenta de las frutas. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Oleorresinas:

Es el nombre que se da al extracto líquido del chile en forma de aceite de color rojo intenso con aroma típico del chile que contiene todos los pigmentos extraídos y los capsicinoides. **(NMX-FF-107/1-SCFI-2006).**

Pedúnculo:

Parte de la fruta que la mantiene unida a la planta. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Perenne: Planta que desarrolla órganos de reserva y estrategias como la pérdida de hojas en la estación desfavorable, que le permiten vivir más de dos años. Poseen tallos fértiles, portadores de flores o esporangios, y tallos estériles. **(Raven, J; etal., 1992).**

Pericarpio:

La cubierta o pared externa del fruto. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Pigmento:

Producto insoluble en disolventes polares y no polares. Imparte color a una sustancia o mezcla de sustancias por dispersión. **(NOM-038-SSA1-1993).**

Pivotante (axonomorfo):

Sistema con una raíz principal más desarrollada que las laterales que crece habitualmente en línea recta hacia abajo a partir de la base de la planta al suelo. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Placenta:

Tejido o región donde se unen las semillas al interior del fruto. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Postrado:

Es la forma de crecer la planta a lo largo del suelo en lugar de crecer erguida. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Pungencia:

Sensación de picor provocado por efecto de los capsicinoides después de la ingesta de chiles o sus derivados, que puede medirse en unidades Scoville. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Raíces adventicias:

Son raíces que se producen a partir de yemas ubicadas en los tallos de la planta y que no provienen de la raíz original del embrión. **(Fuentes Yagüe, J.L., 1998).**

Septo:

Tejido o pared que divide internamente al fruto en lóculos o cavidades. Frecuentemente llamados venas del chile. **(NMX-FF-025-SCFI-2007).**

Sistema radicular:

Se denomina así al conjunto de raíces. **(Raven, J; etal., 1992).**

Solanaceae:

Comprenden cerca de 2000 especies distribuidas sobre todo en América, muchas de ellas son conocidas por el elevado contenido en alcaloides. Se trata de plantas leñosas (sobre todo en la zona tropical) y herbáceas, anuales o perennes, con hojas en espiral o alternas, sin estípulas. Algunos caracteres anatómicos importantes consisten en la presencia constante de haces laterales, de células provistas de sales cristalizadas formadas por oxalato de calcio, y la ausencia de tejidos secretores internos. Las inflorescencias son normalmente uníparas o bíparas, pero también son frecuentes las flores solitarias. Las flores hermafroditas son actinomorfas o doblemente zigomorfas (*Hyoscyamus*), y están constituidas por un cáliz de 5 sépalos, soldados o casi libres, con tendencia a quedar pegados en el fruto, y una corola gamopétala, también pentámera, con forma de copa o tubo. El androceo tiene 5 estambres insertados en el tubo corolino, y el gineceo, un ovario súpero bilocular formado por 2 carpelos y un único estilo con estigma bilobado o bífido. **(<http://es.wikipedia.org/wiki/Atropaceae>).**

Unidades Scoville o Escala Scoville:

Es una medida de picor en los ajíes (también conocidos como chiles, morrones o pimientos). Estas frutas del género *Capsicum* contienen capsaicina, un componente químico el cual estimula el receptor térmico en la piel, especialmente las membranas mucosas. El número de unidades Scoville (SHU) (del inglés *Scoville heat units*) indica la cantidad presente de Capsaicina. Es la sensación de pungencia en la boca y en la garganta a la dilución más baja. (http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Scoville).