

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS DESECHOS DE CHILE (*Capsicum
annum*) GENERADOS EN LA CENTRAL DE ABASTO DEL DISTRITO FEDERAL
PARA LA OBTENCION DE OLEORRESINAS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A
MARIA ELENA JIMENEZ HERNANDEZ

MÉXICO, DF.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

PRESIDENTE	PROF. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
VOCAL	PROF. MARCO ANTONIO LEON FELIX
SECRETARIO	PROF. JUAN DIEGO ORTIZ PALMA PEREZ
1er SUPLENTE	PROF. BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLEN
2do SUPLENTE	PROF. LUZ SANDRA SANCHEZ DEL ANGEL

SITIO EN DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

UNAM, Facultad de Química, Departamento de Alimentos y Biotecnología,
Edificio A Laboratorio 4-A

ASESOR DEL TEMA

QFB Juan Diego Ortiz Palma Pérez

SUPERVISOR TECNICO

QFB Agustín Reyó Herrera

SUSTENTANTE

María Elena Jiménez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres,

por todo su amor y apoyo brindado a lo largo de mi trayectoria como estudiante; además por sus sacrificios, paciencia y comprensión.

A mi esposo,

por ser parte fundamental en mi vida, por tu amor infinito, comprensión y ayuda en todo momento, por ser un ejemplo de ser humano fuerte y amoroso, gracias a ti he logrado parte de mis objetivos.

A ti mi hermosa bebé,

por ser lo más importante en mi vida, el mejor regalo que Dios y la naturaleza me han brindado, por darme la dicha de tenerte en mi vientre y compartir este momento juntas, TE AMO.

A mis hermanos,

por sus consejos y confianza depositada en mí.

A mis sobrinos,

Stephanie, Brandon, Jacqueline y Adriana por creer en mí y espero ser un buen ejemplo para ustedes "mis niños".

A Agustín Reyó,

por todo el apoyo brindado, por permitir estar en el laboratorio realizando en su momento el Servicio Social y haber colaborado en el desarrollo de esta Tesis, por brindarme su amistad, entusiasmo y confianza en mí, por el cariño y respeto, siempre estaré agradecida por los valores que has inculcado en mí como ser humano, muchísimas gracias.

A mis amigos de la Facultad de Química,

por todas aquellas experiencias que compartimos en el transcurso de la carrera, por ser grandes compañeros de clase.

Al Ing. Federico Galdeano y al QFB Juan Diego Ortiz,

por su valiosa cooperación y ayuda en la revisión de esta tesis, Gracias.

A la Universidad Nacional Autónoma de México,

por darme la oportunidad de ser parte de la máxima casa de estudios y haberme formado como profesionista e hacerme portar con honor el espíritu universitario.

INDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION 2	
2.1 ASPECTOS ECONÓMICOS Y COMERCIALIZACIÓN DEL CHILE	3
2.1.1. Precios al mayoreo	5
2.1.2 Precios al menudeo	6
2.2 MERCADO DE LAS OLEORRESINAS	7
2.2.1 Nuevas aplicaciones	8
3. ANTECEDENTES	10
3.1 LA CENTRAL DE ABASTO DEL DISTRITO FEDERAL	10
3.2 GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA CENTRAL DE ABASTO (CEDA).	14
3.3 UTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.	18
3.3.1 Consumo de chile y cultivo	18
3.4 CAPSAICINA	24
3.5 CAROTENOIDES	30
3.6 GENERALIDADES DE LAS ESPECIAS	32
3.6.1 Consumo de hierbas y especias	35
3.7 OLEORRESINAS	36
3.7.1 Oleorresinas de chile	38
3.7.2 Proceso tradicional para la obtención de oleorresinas	40
3.7.3 Exposición del disolvente.	41
3.8 ENVASADO	42
4. OBJETIVOS	43
OBJETIVO GENERAL	43
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
5. METODOLOGÍA	44
5.1 DIAGRAMA GENERAL	44
5.2 MATERIA PRIMA, MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPO	45
5.2.1 Materia Prima	45
5.2.2 Material	45
5.2.3 Reactivos	46
5.2.4 Equipo	46
5.3 RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA	46
5.4 SECADO	48
5.5 MOLIENDA, HOMOGENIZACIÓN Y TAMIZADO	49
5.6 ADICIÓN DEL DISOLVENTE Y EXTRACCIÓN	51
5.7 CUANTIFICACIÓN	52
5.7.1 Determinación de la pungencia en unidades Scoville (U.S)	52
5.7.2 Determinación de unidades de color	54
5.7.3 Determinación de la concentración de carotenos y xantofilas en plantas deshidratadas y alimentos mezclados. Método oficial AOAC 970.64 (1995)	54
6. RESULTADOS	56
6.1 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO DE CHILE JALAPEÑO DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	56
6.2 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO DE CHILE POBLANO DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	58

6.3 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO DE CHILE SERRANO DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	60
6.4 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO DE CHILE DE ÁRBOL DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	62
6.5 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO EN MEZCLA DE CHILES VERDES DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	64
6.6 RENDIMIENTO DEL % OBTENIDO EN MEZCLA DE CHILES ROJOS DE ACUERDO AL TIPO DE DISOLVENTE UTILIZADO.	68
6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS	71
6.7.1 Chile poblano	71
6.7.2 Chile de árbol	74
6.7.3 Chile serrano	77
6.7.4 Chile jalapeño	80
6.7.5 MEZCLA DE CHILES VERDES	83
6.7.6. MEZCLA DE CHILES ROJOS	90
7. CONCLUSIONES.	91
8. BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXO I	95
EL CHILE	95
ANEXO II	99
NORMAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL CHILE	99
ANEXO III	101
NORMAS DE IDENTIDAD PARA DIVERSOS DISOLVENTES PARA LA EXTRACCIÓN DE OLEORRESINAS	101
ANEXO IV	103
FABRICACIÓN DE OLEORRESINAS	103

1. RESUMEN

El chile es una planta originaria de América, específicamente de Perú, y se considera que de ahí fue trasladada a México. Es rico en vitaminas y minerales, se utiliza como condimento en gran variedad de platillos debido a su característica como picante. En México se cultiva en todo el territorio nacional, desde el nivel del mar hasta altitudes de 2,500 metros. En el aspecto económico, la especie *Capsicum annum* es la más importante, de la cual se desprende un gran número de variedades, que son conocidas por nombres específicos de acuerdo a su fruto o al lugar donde se producen, entre los que destacan están: *Árbol*, *Pimiento*, *Poblano*, *Mulato*, *Ancho*, *Serrano*, *Jalapeño* y *Pasilla*.

El propósito de esta investigación fue establecer estrategias para el aprovechamiento de desechos de chile *Capsicum annum* y otras variedades generados en la Central de Abasto del Distrito Federal (1.5 ton/día) con la finalidad de obtener productos de interés comercial, como las oleorresinas y pigmentos naturales. Las oleorresinas se utilizan frecuentemente en la Industria de Alimentos de donde se obtienen aditivos responsables de sabores y pigmentos característicos.

La importancia de las oleorresinas es que están compuestas de aceite comestible, resinas solubles y ácidos grasos solubles no volátiles y la capsaicina que proporciona la pungencia en la oleorresina de chile (*Capsicum annum*). Aunque se comercializan de igual forma que la especia seca, se recomienda su utilización debido a que se garantiza la eliminación total de contaminación microbiana, además de que existe uniformidad en la intensidad de sabor que la especia deshidratada no garantiza.

Las tendencias actuales de la industria incluyen la sustitución de los aditivos sintéticos por productos naturales. En la rama alimentaria, esto ha provocado que los colorantes naturales reemplacen a los artificiales, existiendo amplias perspectivas para productos regionales con alto contenido de compuestos coloridos.

2. INTRODUCCION

El chile tiene una larga tradición cultural en México, junto con el maíz, el frijol y la calabaza sigue siendo parte fundamental en la alimentación del pueblo mexicano. Es rico en vitaminas y minerales, se consume principalmente en estado fresco y como condimento en una gran variedad de platillos. A nivel nacional, el cultivo de esta hortaliza presenta una tendencia a la alza en lo que a superficie cosechada y producción se refiere.

Las especias y sus extractos, son desde hace miles de años, ingredientes primordiales en la preparación de los platillos de todas las culturas siendo los saborizantes naturales más empleados por la Industria Alimentaria Moderna.

Económicamente, son los productos vegetales que más alto valor agregado presentan tanto para la especia sin transformar como para sus subproductos.

El cultivo de especias en las regiones y climas que lo permiten es una actividad agrícola muy rentable pues normalmente son vegetales que difícilmente son afectados por plagas. Las sustancias que se obtienen son apreciadas debido a que normalmente se encuentran en altas concentraciones en todos los tejidos de la planta, además de lo anterior, dichas sustancias presentan propiedades antimicrobianas o sirven de repelente para la fauna nociva.

Las especias también son utilizadas como colorantes, tal es el caso de la cúrcuma, el azafrán, el achiote y frutos de chile (*Capsicum spp*) con bajo contenido de capsaicina como el pimentón morrón o páprika.

Las oleorresinas son extractos preparados de especias y hierbas molidas utilizando disolventes orgánicos de alta pureza (metanol, acetona, hexano) y bajo punto de ebullición por lo que son factibles de reutilizarse en el proceso. Las oleorresinas obtenidas contienen componentes no volátiles que le imparten un efecto saborizante completo, es decir, similar al que pudiera presentar el producto sin procesar.

Debido a que tradicionalmente la extracción se efectúa con disolventes orgánicos, se recomienda utilizar partes de la planta con bajo contenido de humedad para mejorar los rendimientos o se deberán someter dichas partes a una operación previa de secado y posterior reducción de tamaño.

Entre las principales sustancias encontradas en los extractos y que le infieren valor agregado a esta clase de productos esta la capsaicina (8 metil-N-vainillil-6-nonamida) y la dehidrocapsaicina que son los compuestos responsables del principio pungente de gran variedad de chiles, los carotenos y las xantofilas

2.1 Aspectos económicos y comercialización del chile

En México, la comercialización de productos hortofrutícolas se caracteriza por tener rasgos particulares. Para el caso del chile serrano por poner un ejemplo, en la Central de Abasto de Iztapalapa, en la Ciudad de México (CEDA), existen dos grandes mayoristas que controlan los productores, lo cual les permite influir en el precio. Generalmente los mayoristas de la CEDA se hacen llegar el producto mediante agentes que realizan recorridos en las zonas productoras de los estados de San Luís Potosí, Tamaulipas e Hidalgo.

Los productores reciben el pago respectivo por la venta de sus cosechas 48 horas después de haber entregado el producto y de acuerdo al precio que el comisionista reporta haber vendido en la CEDA, cobrándoles una comisión del 10 % del valor total de la venta, además de que los costos de flete de las zonas productoras a la CEDA y las mermas que el producto sufre en el trayecto corren a cuenta del productor, por lo que el comisionista se los descuenta del precio de venta reportado al momento de hacer la liquidación, se considera una merma de 11.25 gramos por kilogramo.

En algunos casos, ante la escasez de recursos económicos por parte de los productores, se establece un compromiso previo para que estos vendan su cosecha a determinados agentes, los cuales les otorgan una cosecha, tales como: compra de semilla, fertilización, fumigación, corte y empaçado del producto. Los agentes económicos se comprometen a colocar el producto en el mercado, descontando todos los gastos que realizó durante el proceso. Posteriormente, el mayorista traslada el producto a los comerciantes medio mayoristas y detallistas, quienes realizan la función de hacerlo llegar al consumidor final a través de recauderías, mercados públicos, tianguis, tiendas de autoservicio, etc. **(SAGARPA, Gobierno del Estado de México, Boletín Informativo).**

En el proceso de comercialización existe una relación directa entre el número de agentes intermediarios con el incremento del precio de chile al consumidor. Durante 1994 el productor cotizó su producto en 1.72 el kilogramo, en tanto, el mayorista lo ofertó a 2 pesos con 19 centavos. Por su parte, el comerciante detallista lo ofreció al consumidor final en 4 pesos con 68 centavos. De esta forma el productor retuvo el 36.8 % del precio final y el mayorista obtuvo el menor margen de comercialización de 9.9 % considerando que este agente maneja un mayor volumen de producto. Por lo tanto, algunos agentes mayoristas consiguen un mayor volumen absoluto o margen de comercialización monetario. En contraste, el comerciante detallista obtiene el margen del 53.3 %, aunque con menores volúmenes de comercialización de producto y margen monetario. (**SAGARPA, Gobierno del Estado de México, Boletín Informativo**).

De acuerdo a los datos disponibles de 1989 a 1994, el precio medio rural a nivel nacional de chile verde presentó un encarecimiento de 123.8 % al aumentar de \$923.00 a \$2,006 pesos la tonelada, con esto se registró un crecimiento medio por año de 15.5 %.

Al disminuir los precios nominales, considerando como un año base el de 1989, pese a no registrarse una tendencia definida, se observa una ligera tendencia a la baja en el precio real de productor. De esta forma, de 1989 a 1994, el precio real registró una caída media por año de 0.3 % al pasar en estos años de \$923.00 a \$911.00 pesos la tonelada. Cabe mencionar que en 1990 y 1992 se registraron los menores precios, de \$879.00 y \$859.00 pesos la tonelada, el 95.2 y el 93.1 % respectivamente del precio del año base. En cambio, en 1991 se registró el precio real más alto, de \$1,057 pesos la tonelada, superior en 14.5 % al precio del año base. En el caso de los precios nominales pagados al productor en el Estado de México, entre 1989 y 1994 se registró un incremento medio por año de 1.8 % al incrementarse de \$1,574 a \$1,723 pesos la tonelada. Sin embargo, al deducirles la inflación, considerando como año base 1989 se mostró un desplome de 13.5 % en promedio anual al caer de \$1,574 a \$760 pesos la tonelada. De esta forma el precio real de 1994 sólo representó el 48.3 % del precio del año base.

2.1.1. Precios al mayoreo

Las fluctuaciones en los precios de chile verde en la Central de Abasto de Iztapalapa, es reflejo de los altibajos que se registran en la producción, la cual se encuentra determinada por la superficie cosechada, condiciones climatológicas, periodo de cosecha y por la demanda del producto en determinadas épocas del año.

Después de registrarse en enero de 1994 (que son los únicos datos registrados) una cotización ligeramente por arriba de los 2 pesos el kilogramo de chile serrano en la Central de Abasto de Iztapalapa, en los meses de febrero y marzo, se presentó una tendencia a la baja motivada por un incremento en la oferta nacional, al coincidir en el mercado producto de Tamaulipas, Nayarit y Sinaloa. En el cuarto y quinto mes del año, con la salida del mercado el producto de Tamaulipas, se registraron incrementos de 62.5 y 68.6 %, respecto al precio del mes anterior. A partir de junio y hasta agosto, con la incorporación en la oferta del producto de San Luís Potosí e Hidalgo, las cotizaciones observaron un nivel similar al presentado en el primer mes de ese año. En septiembre, se registró un incremento en el precio del 55.7 %, como consecuencia de una reducción en la oferta, al entrar en su etapa final, la cosecha del Estado de Hidalgo, además de que la recolección terminó antes de lo previsto, debido a los daños que las lluvias causaron al cultivo en esta entidad. Para el periodo de octubre a diciembre, se registró una recuperación en la oferta, al coincidir en el mercado oferta de los estados de Hidalgo, Tamaulipas y Veracruz, registrándose con ello caídas en el precio de 5.3%, 13.7% y 27.9 % respecto al precio del mes previo. A partir de enero de 1995, las cotizaciones al mayoreo de chile serrano, registran una tendencia alcista, alcanzando su máximo nivel en los meses de mayo y junio con precios de \$8,97 y \$11,15 pesos por kilogramo respectivamente, lo cual significó precios superiores en 241 y 643.3 % respecto al precio registrado en los mismos meses de 1994. La explicación se encuentra en una importante reducción de la oferta, determinada por los daños ocasionados al cultivo ante la falta de lluvias en Río Verde, San Luís Potosí; asimismo, la producción de Sinaloa y Nayarit fue inferior a la que normalmente se registraba. En julio y agosto de ese año se presentaron reducciones en la cotización de 72.3 y 46.3% respectivamente, al entrar en plena cosecha el Estado de Hidalgo, además de recibirse

volúmenes considerables de Arista, San Luís Potosí. En los meses de septiembre a noviembre se registra una tendencia a la alza, alcanzando su máximo nivel en el último mes, el cual se ubicó en 94.5 % por arriba del precio del mes anterior, esta alza fue provocada por una parte, por la finalización de la cosecha en el Estado de Hidalgo, y por otra, a que apenas iniciaba la recolección en los Estados de Tamaulipas y Veracruz, por lo que sus envíos fueron poco significativos. En el último mes del año pasado, se registra una disminución en la cotización de 7.1 % respecto al precio de noviembre como consecuencia de un incremento en la oferta, al entrar en su fase de alta recolección la zona productora de Tampico, Tamaulipas. En el primer trimestre del presente año, continuo con la tendencia a la baja iniciada en el último mes de 1995, de esta forma, el precio promedio de estos tres meses se ubicó en \$1,96 el kilogramo, lo que representó una caída de 52.4 % respecto al precio promedio de 1995.

Al igual que en los precios de chile serrano, en los precios del chile jalapeño, entre enero de 1994 y marzo de 1996, también se registró una tendencia indefinida; sin embargo, cabe mencionar que en el mes de junio de 1995 se registró el precio más alto, de \$6,34 el kilogramo, lo que significó un incremento del 81.7 % respecto al precio del mes anterior, que fue de \$3,49 el kilogramo; esto se explica por la finalización de la recolección en el estado de Sonora y a que los envíos de Coahuila fueron muy reducidos. En contraste, la menor cotización se presentó en los meses de agosto y septiembre de ese mismo año, con precios de \$1,67 y \$1,58 pesos por kilogramo, representando solo 26.3 y 24.9 % del precio de junio. En este período de análisis, los precios reales al mayoreo, tanto de chile serrano, como de jalapeño, presentaron una tendencia similar a la registrada por los precios nominales. (**SAGARPA, Gobierno del Estado de México, Boletín Informativo**).

2.1.2 Precios al menudeo

Entre enero de 1994 y marzo de 1996, los precios de venta al menudeo de chile verde no presentaron una tendencia definida, registrando una serie de fluctuaciones de acuerdo con la ley de la oferta y la demanda. En 1995, el precio se ubicó en 6 pesos con 66 centavos el kilogramo, 42.2 % superior al precio registrado en 1994, que fue de

4 pesos con 68 centavos. Para el primer trimestre del presente caída de 16.5 %, al cotizarse en 5 pesos con 56 centavos el kilogramo en promedio mensual.

Al igual que en los precios al mayoreo, los precios reales al menudeo mostraron una tendencia similar a la presentada por los precios nominales. Durante el primer trimestre del presente año, la menor cotización al menudeo de chile serrano se registró en los tianguis a un precio promedio de 4 pesos con 85 centavos el kilogramo. Los mercados públicos se situaron como el segundo canal que ofreció el producto al menor precio de 5 pesos con 71 centavos. En tanto las tiendas de autoservicio vendieron al precio más alto, de 6 pesos con 55 centavos. De esta forma, los precios en los tianguis y en los mercados públicos sólo representaron el 74 y el 87.1 % del precio de las tiendas de autoservicio. Asimismo, en el precio del chile jalapeño, los mercados ambulantes se distinguieron como el canal que vendió más barato, al ofrecer el producto a un precio promedio de 4 pesos con 75 centavos el kilogramo, en tanto, las tiendas de autoservicio se ubicaron como el establecimiento que expendió al mayor precio, al vender a 6 pesos con 28 centavos el kilogramo, 32.2 % más caro que los tianguis. Por su parte, los mercados públicos se situaron como canal que ofreció a un precio intermedio, 5 pesos con 55 centavos el kilogramo (**SAGARPA, Gobierno del Estado de México, Boletín Informativo**).

2.2 Mercado de las oleorresinas

El mercado de las oleorresinas es hasta ahora en su totalidad dirigido por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Alimentos (CIAL), que permite desarrollar productos innovadores de alto valor agregado para la Industria Alimentaria Nacional e Internacional, mediante un proceso de adaptación tecnológica de extracción de oleorresinas a partir de materias primas hortofrutícolas, de acuerdo con estándares de calidad internacional.

El desarrollo experimental de la obtención de oleorresinas a partir de páprika y ají (Capsicum) como productos intermedios en la Industria de Alimentos, genera un mercado de productos con alto valor agregado y se aplican principalmente como saborizantes y aromatizantes en la industria cárnica y de salsas, siendo la oleorresina de páprika la que se utiliza como colorante natural en la industria cárnica y láctea.

La producción de oleorresinas en el país para el año 2003 se estimó en 47.4 millones de dólares y dado que las tendencias del mercado mundial indican una clara preferencia por los ingredientes de origen natural, en reemplazo de los aditivos de síntesis química la comercialización, se confirma el inmenso potencial para la exportación de este tipo de materias primas.

A pesar de ser un mercado muy competido y exigente, el país cuenta con una serie de posibilidades de diferenciación, factores de competitividad, recursos naturales, diversidad de especies y potencial de desarrollos y aplicaciones industriales que son opciones productivas sostenibles y acordes a riquezas autóctonas y fortalezas internas. Muchos países latinoamericanos como Brasil y Argentina han entendido estas potencialidades y han invertido en la investigación y desarrollo de acuerdo con las especies que tienen mayor posibilidad de mercadeo. El problema no es solo producir una oleorresina específica, sino lograr su estandarización y estabilización para que compita con productos sintéticos de alta demanda. Las oleorresinas de *Capsicum* (ají picante) y páprika pueden ser usadas para impartir sabor, aroma y/o como colorantes para quesos, salchichas, mortadelas, chorizos, caldos de gallina, salsas, entre otros.

En general, las oleorresinas se aplican en el mundo como ingrediente para aportar sabor y aroma a los alimentos procesados y modificando las condiciones de extracción se aumenta la posibilidad de diversificar las aplicaciones utilizándolas también en la industria cosmética, farmacéutica y en la alimentación animal.

Los fabricantes requieren además sustitutos para los aditivos químicos de síntesis que cada día cuentan con más restricciones legales por parte de las autoridades y con menos aceptación por parte del consumidor final.

2.2.1 Nuevas aplicaciones

El desarrollo de oleorresinas representa un avance tecnológico importante para la industria de alimentos nacional, con la conformación de un grupo de innovación y desarrollo tecnológico para tecnologías de extracción y desarrollo de nuevos productos y aplicaciones. Sin embargo, existen barreras en el mercado debido a que las empresas

importadoras son multinacionales muy exigentes en términos de calidad y estandarización, lo que hace que el acceso a este mercado sea muy complejo y extremadamente competido. Por eso se requieren mayores esfuerzos en desarrollos, tanto a nivel industrial como agrícola, falta más investigación, líneas de crédito, incentivos y normatividad apropiada en el país para dinamizar el desarrollo de este subsector de la economía. El adelanto de desarrollos tecnológicos como el de las oleorresinas, significa la posibilidad de contar con el conocimiento y la experiencia necesaria para generar valor agregado a partir de productos naturales derivados de la biodiversidad y/o agricultura, la posibilidad de generar empleo a nivel rural y agroindustrial y de sustituir importaciones por productos nacionales con diferenciación, potencial y vigencia global.

En 2003, Estados Unidos importó un total de 7.1 millones de dólares en oleorresina de páprika, 4.5 millones de dólares en oleorresina de pimienta negra y 8.1 millones en otras oleorresinas. Por su parte, la Unión Europea importó en aceites esenciales y oleorresinas un total de 613 millones de Euros en 2001, y en saborizantes y colorantes naturales un total de 291 millones en el mismo año.

A pesar de que en el corto plazo los esfuerzos comerciales para las oleorresinas se centran en la atención del mercado nacional, la visión de la empresa en el mediano plazo abarca también los mercados internacionales incluyendo países como Comunidad Andina, Estados Unidos y la Unión Europea, donde serán fundamentales las negociaciones de los diversos tratados de libre comercio.

3. ANTECEDENTES

3.1 La Central de Abasto del Distrito Federal

La Central de Abasto nace con el objetivo de satisfacer la demanda de alimentos de más de 20 millones de habitantes de la Ciudad de México y su Área Metropolitana, dando lugar a interrelaciones con la totalidad de las entidades federativas del país y agentes que intervienen en la cadena alimentaria. El mercado mayorista y los mercados públicos de la ciudad desempeñan una función de la más alta importancia en el proceso de abasto y distribución alimentaria. En el caso particular de productos hortofrutícolas como lo es el chile, el antiguo Mercado de La Merced alcanza su obsolescencia en los años sesentas, por lo que el Gobierno Federal decide construir una Central de Abasto adecuada a las necesidades de consumo de la Ciudad de México. La nueva Central, ubicada en la Delegación Iztapalapa, iniciando su operación en noviembre de 1982, con la construcción de esta Central se obtuvieron los siguientes beneficios:

- En lo urbano, permitió liberar el centro de la ciudad a fin de regenerar la arquitectura,
- La vialidad y la comercialización,
- La modernización de las instalaciones fundamentalmente para el abasto y comercialización al mayoreo de frutas, legumbres, hortalizas y abarrotes.

Tabla No.1 Instalaciones de la Central de Abasto del Distrito Federal.

Superficie	2,966,600 m
Superficie Construida	2,096,900 m ²
No. de Locales Comerciales	1,445
No. de Bodegas:	2,182
Locales (que no tienen categoría de bodegas):	5 cocinas, 1 frigorífico, 10 helicoidales (dos operando como Oficinas), 8 anexos helicoidales
Promedio de Carga Media:	19,837 ton.
Personas que laboran diariamente:	70 mil
Promedio de visitantes diarios:	206 mil personas
Población total diaria:	276 mil
Capacidad Instalada de almacenamiento en bodegas:	155 mil ton.
Promedio de entrada diaria de vehículos de carga y particulares:	47 mil
Zona de pernocta:	65'000 m ² con capacidad para 300 vehículos de hasta 30 ton.
Área de subasta y productores:	Superficie de 103'000 m ² con capacidad para 624 trailers de hasta 30 ton. c/u.
Número de lotes comerciales del Mercado de Flores y Hortalizas:	3,189
Número de permisionarios del Mercado de Flores y Hortalizas:	3,150
Número de productores del Mercado de Flores y Hortalizas:	3000
Número e locales del Mercado de Envases Vacíos:	356
Recolección de basura:	875 toneladas diarias
Área de estacionamientos:	300,004 m ²
Cajones para camiones:	6 mil.
Mercado de Pescados y Mariscos:	190 000 m ²
Número de bodegas de Pescados y Mariscos:	387

(Programa Universitario del Medio Ambiente, UNAM, Gobierno del Distrito Federal y Central de Abasto, 1998).

A su vez se encuentra dividida en las siguientes secciones:

- Abarrotes y víveres
- Frutas y legumbres
- Carnes y pollos
- Flores y hortalizas

Tabla No.2 Ubicación dentro de las instalaciones Central de Abasto:

Nave A – D	Abarrotes y Víveres.
Nave E – H	Abarrotes, venta de lácteos.
Nave I – J	Medio mayoreo y menudeo. Frutas, frutas finas, Legumbres y Comercio en general.
Nave K – L	Cebolla y ajo.
Nave M – R	Frutas diversas y legumbres.
Nave S – V	Frutas diversas.
Nave W – X	Plátano.

El área donde se lleva a cabo principalmente la comercialización del chile, es en el Mercado de Flores y Hortalizas. Este mercado ocupa una extensión de 100 mil metros cuadrados. En él se asientan 3 mil productores directos y 3 mil 188 comerciantes permisionarios que realizan el mercadeo de mayoreo y medio mayoreo de los productos que ahí se comercializan, entre los que destacan:

- **Col, Rábano ,Cebolla de rabo, lechuga, zanahoria, elote, coliflor, nopal**
- **Cilantro, perejil y otras hierbas**
- **Diferentes variedades de chiles**
- **Flores y follaje**

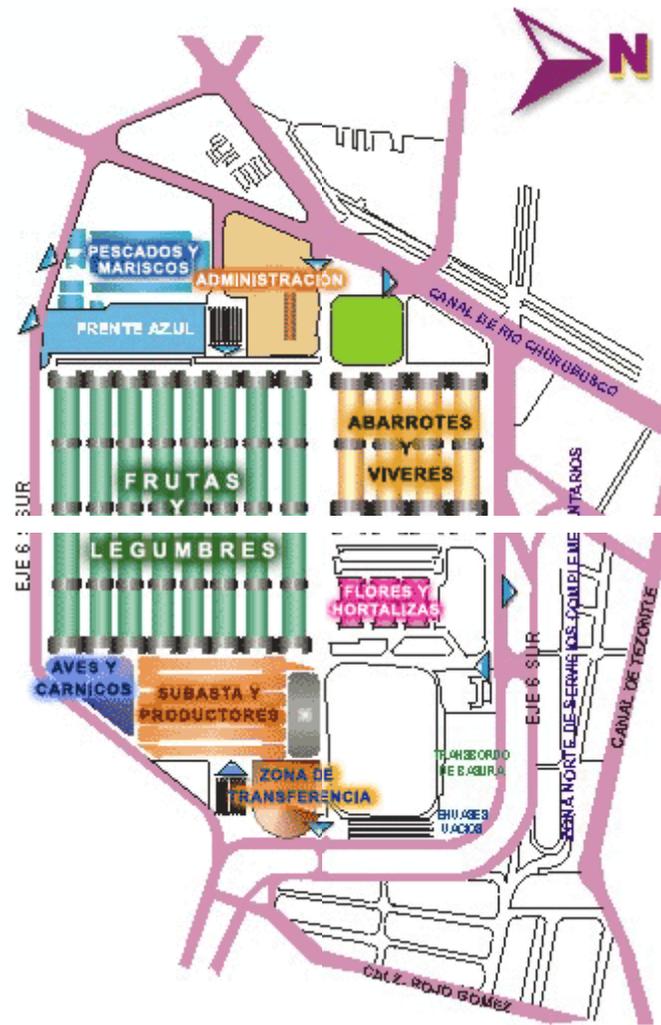


Fig. No.1 Mapa de localización

3.2 Generación de residuos en la Central de Abasto (CEDA).

Con la idea de caracterizar y cuantificar los residuos que se generan en la Central de Abasto en los meses de Noviembre de 1998 a Febrero de 1999 el Programa Universitario del Medio Ambiente (**PUMA**) llevo a cabo un proyecto llamado “Caracterización de los residuos sólidos orgánicos generados por la Central de Abasto”.

El plan de acción para desarrollar este proyecto fue el siguiente:

- a) Llevar a cabo un programa de recolección de desechos, recabar y revisar la documentación necesaria y relacionada con el manejo de residuos de acuerdo a las referencias (**NOM – AA – 91, NOM – AA 15, NOM – B 231, NOM – AA – 62 –1985, NOM – AA- 19 – 1985**) y
- b) Elaborar estrategias que permitan obtener la información requerida para realizar un muestreo estadístico válido.

Con el esquema anteriormente planteado se identificaron las características cualitativas de los residuos sólidos orgánicos generados en la Central de Abasto (CEDA) mediante una serie de muestreos en las áreas generadoras que permitieron obtener datos confiables con la finalidad de poder evaluar y establecer las opciones de aprovechamientos viables, respaldados con una investigación documental que se realizo en forma paralela.

Se realizó un trabajo de investigación directa el cual consistió en entrevistar al personal sobre el programa de recolección de la CEDA incluidos los locatarios, se recabo y reviso la documentación relacionada con el manejo y disposición de la basura y desperdicios. Esta actividad consistió en determinar las diversas áreas que generan los diversos tipos de residuos con lo que se estaría en posibilidad de diseñar las rutas de recolección interna y de cuantificación. Para llevar a cabo los muestreos de identificación, se definieron e identificaron las áreas generadoras, las cuales se definieron de acuerdo al tipo de residuos que generan.

- Flores y hortalizas.
- Frutas y legumbres.
- Abarrotes y víveres.
- Subasta y productores.
- Mercado de aves y cárnicos.
- Preparación de alimentos.
- Oficinas sanitarias.
- Corredores y pasillos peatonales.
- Áreas verdes.
- Vialidades
- Estacionamientos.

En base a los resultados obtenidos de los muestreos realizados se realizaron tablas de clasificación de los residuos sólidos generados en la CEDA, haciendo un desglose detallado de los residuos orgánicos en las áreas de flores y hortalizas, y frutas y legumbres.

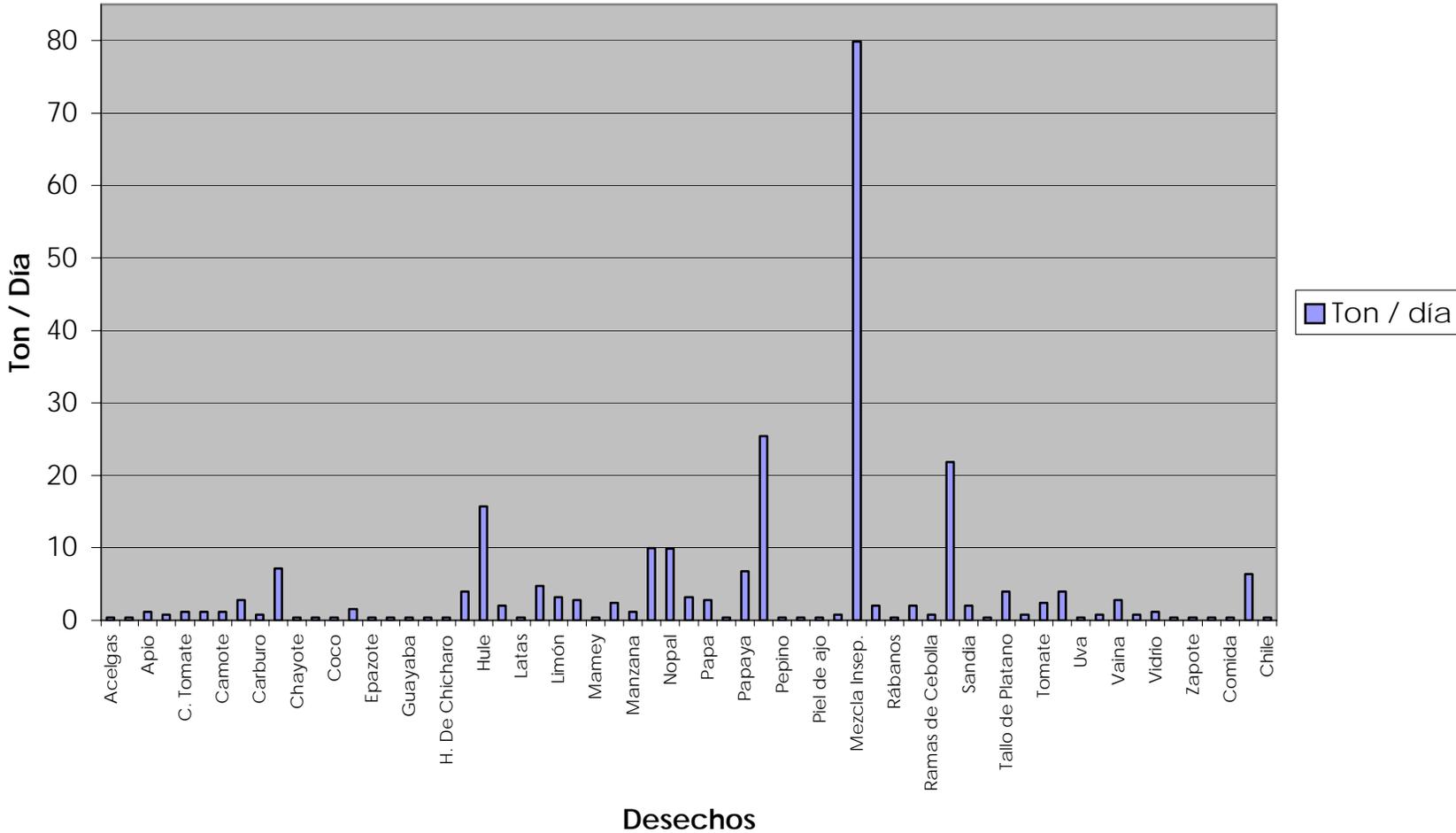


Fig. No.2 Aspecto de los chiles depositados en los contenedores de la CEDA

Tabla No.3 Generación de Residuos sólidos en la CEDA.

Desecho	Ton / día	Desecho	Ton / día	Desecho	Ton / día
Nopal	4.1924	Acelgas	0.3975	Mamey	0.3975
P. Caña	3.1797	Aguacate	0.3975	Mandarina	2.3847
Papa	2.7822	Apio	1.1924	Verdolaga	0.7949
Pápalo	0.3975	Chile Morrón	0.7949	Vidrio	1.1924
Papaya	6.7568	C. Tomate	1.1924	Zanahoria	0.3975
Papel	25.4373	Calabaza	1.1924	Zapote	0.3975
Pepino	0.3975	Camote	1.1924	Melón	0.3975
Perejil	0.3975	Caña	2.7822	Comida	0.3975
Piel de ajo	0.3975	Bolsas de plástico	0.7949	Jícama	6.3593
Piña	0.7949	Cebolla	7.1542	Chile	0.3975
Mezcla vegetales	79.8890	Chayote	0.3975	Madera	2.7822
Plátanos	1.9873	Cilantro	0.3975	Hule	19.475
Rábanos	0.3975	Coco	0.3975	Limón	3.1797
Ramas de Piña	1.9873	Col	1.5898	Latas	0.3975
Pápalo	0.3975	Epazote	0.3975	Lechuga	4.7695
Toronja	3.9746	Espinaca	0.3975	Chícharo	0.3975
Uva	0.3975	Guayaba	0.3975	Elote	3.9746
Poliuretano	0.7949	Verdolaga	0.3975	Jitomate	1.9873
Vaina	2.7822				

Grafico No. 1 Generación de Residuos Sólidos Ton / día



3.3 Utilización de residuos sólidos.

Una vez que se contó con los resultados del diagnóstico, se pudo observar que la materia orgánica tiene relevancia al representar el 80 por ciento del total generado, por lo que una de las propuestas para aprovechar los residuos fue iniciar el proyecto para el funcionamiento de plantas para procesar los residuos orgánicos y generar ensilados en una cantidad de 100 toneladas diarias. En el proyecto se contemplaba incrementar trimestralmente 50 toneladas diarias, hasta llegar a producir 300 toneladas. A los 12 meses de operación se estaría en la posibilidad de diversificar los productos entre los cuales se encuentran:

- **Croquetas para ganado vacuno**
- **Alimento para monogástricos**
- **Composta y ensilados**
- **Nutraceuticos**
- **Compuestos naturales de interés en la alimentación humana**
- **Aditivos y cualquier otro compuesto de interés comercial.**

En lo que corresponde al Chile, el cual y de acuerdo a la caracterización de los residuos obtenidos representa aproximadamente 1.5 ton/día del total donde se planteó la alternativa de obtener oleorresinas y pigmentos. Aunque la extracción de estos compuestos se realizó tradicionalmente, uno de los propósitos del presente estudio es aprovechar los residuos generados y eliminar la proporción que representan estos desechos para la CEDA.

Para ello, una serie de grupos de investigación en diferentes instituciones como en el que se realizó el presente trabajo, han desarrollado diversos esfuerzos para contribuir a resolver esta problemática

3.3.1 Consumo de Chile y cultivo

Aunque la producción de Chile verde se destina principalmente para el consumo en fresco como condimento debido a su principio picante, en los últimos años se le han encontrado usos industriales, para lo cual se destina una parte de la producción nacional.

Entre 1989 y 1994, a nivel nacional el consumo aparente de chile verde fue de aproximadamente de 9 kilogramos/ per cápita en promedio anual. En estos años, la población registró una tasa de crecimiento media anual de 2 % al pasar de 79,680 a 87,845 mil habitantes. En tanto, la producción creció en 3.5 % en promedio anual, al incrementarse de 644 a 766 mil toneladas. De esta forma, durante el período de estudio, el consumo aparente se incrementó de 8 kilogramos con 100 gramos en 1989 a 8 kilogramos con 700 gramos en 1994, lo que significó 600 gramos más del producto y una tasa de crecimiento media anual de 1.5 por ciento.



Fig. No.3 Comercialización de chile verde al menudeo y medio mayoreo en la CEDA

En cuanto a su cultivo, la planta es bastante resistente que puede crecer en diversos climas y altitudes y si está bien protegida, también se puede cultivar en las regiones templadas del norte de Europa.

Las semillas se siembran por lo regular en superficies elevadas, al inicio de la primavera los brotes se plantan al comienzo del otoño y la recolección se realiza al final del verano. La planta, herbácea, de la familia de las *Solanáceas* alcanza los 50-150 cm., tiene flores blancas y frutos verdes que se vuelven rojos cuando maduran.

Se comercializa también como polvo y genera un color rojo vivo hasta el café rojizo proveniente del fruto desecado de algunas especies grandes y “dulces” como *Capsicum*. Tradicionalmente es utilizada para dar color y un delicado sabor de pimiento a sopas y salsas a base de carne. Su gusto se asocia también a las verduras y con los quesos cremosos y crustáceos. En España y Portugal se usa en muchos platos entre ellos las salchichas "chorizo", paella y otros guisados. Se debe consumir rápidamente, ya que, si es conservada por mucho tiempo tiende a oscurecerse, y perder el aroma a su vez adquiere un desagradable sabor rancio.

El general los pimientos (rojos, verdes, picantes, morrones), ajís, chiles (chipotle, serrano, habanero, árbol, jalapeño) más de veinte variedades tan solo en México, páprika, pimentón, pimienta de Cayena, salsa Tabasco, etc., tienen una característica común: su pungencia.

Cabe mencionar que el pimiento silvestre, origen de todas las actuales variedades cultivadas, tiene su origen en Colombia y Perú. Cristóbal Colón introdujo el pimiento en España en 1493, procedente de Haití, siendo cultivado actualmente en diversas regiones áridas y secas del sur de Europa, América Central, la India y Asia Central.

Respecto a su clasificación científica, los pimientos son especies y variedades del género *Capsicum*, de la familia *Solanácea*.

Existe más de una decena de especies diferentes. El pimiento rojo común es el *Capsicum annum*. La variedad roja de fruto alargado y curvo es el *Capsicum annum longum*; el pimiento morrón rojo o verde corresponde a la variedad *Capsicum annum grossum*, y el chile a partir del cual se elabora la salsa de Tabasco es el *Capsicum frutescens*. El fruto suele ser una baya que encierra bastantes semillas, que,

dependiendo de la variedad se conocen como pimiento, guindilla, chile o ají, consumiéndose cocinado, o incorporado a salsas y encurtidos. Los pimientos menos picantes o dulces se presentan en variedades, colores (rojo, amarillo y verde), formas y tamaños muy diferentes. Con la carne seca molida del pimiento dulce se elabora el pimentón. En el Continente Americano se cultivan preferentemente las variedades picantes, llamadas chiles o ajís como aparece comúnmente en la literatura.

La especie más picante la constituyen los frutos maduros de las diversas variedades del *Capsicum frutescens* o “habaneros”. Sus bayas, de menor tamaño que los pimientos, poseen diversas formas, según la variedad, y diferentes tonalidades rojas, tras su secado. El chile de árbol, es la planta de la que se deriva la pimienta de Cayena, que se obtiene moliendo guindillas secas, creciendo en América Central y del Sur. La base de la salsa de Tabasco es una guindilla roja muy picante. En nuestros días la guindilla se cultiva en la mayor parte de los países tropicales, en forma de arbusto de más de un metro de altura, mientras que en Europa suele ser una planta anual de invernadero.

En la siguiente tabla se describen las variedades de chile picante que más se cultivan en el país de las cuales sobresalen del tipo tabasco, serrano, cayenne y jalapeño.

Tabla No.4 Variedades de Chile Picante

Características	Jalapeño	Serrano	Cayenne	Tabasco
Tamaño, longitud y diámetro (cm.)	7.6 X 3.8	5.7 X 1.3	12.7 X 1.3	4.5 X 1.3
Forma del fruto	Forma de salchicha con punta achatada	Cilíndrica, estrechando hacia ambas puntas	De 2 celdas, largo, arrugado	Pequeño, puntiagudo
Color	verde oscuro al rojo	verde al rojo	Verde al rojo	Rojo
Días relativos hasta la madurez	72 - 75	65 - 70	70 - 75	65 - 70
Resistencia/Tolerancia a plagas	-	PVY	-	-
Paredes	Grosor medio	Delgada	Delgada	Delgada
Escala relativa Scoville	3.500 a 6.000	2.500 a 4.500	3.500 a 5.000	-
Características	Tipo para mercado fresco y para procesamiento	Excelente para mercado fresco, para escabeche y salsas	Tipo para cultivo doméstico y para procesamiento	Tipo para cultivo doméstico y para procesamiento
Rendimiento Kg. / Ha.	11,00	9,740	10,000	12,000

(Coto A., 1974)



Fig. No. 4 Aspecto de los sitios donde se comercializan las diferentes variedades de chiles

3.4 Capsaicina

La capsaicina (8 metil-N-vainillil-6-nonamida) es el componente responsable del sabor picante de los frutos de la familia *Capsicum*, localizándose, fundamentalmente, en sus semillas y membranas. Es un compuesto orgánico de nitrógeno de naturaleza lipídica, frecuentemente clasificado, de forma errónea, como un alcaloide. El nombre fue aplicado, en 1876, a un compuesto incoloro aislado de la oleorresina del *Capsicum*. En los años 60 el compuesto natural fue caracterizado.

Su fórmula molecular corresponde a $C_{18}H_{27}NO_3$, pudiéndose almacenar durante años en forma estable. La capsaicina purificada, diluida cien mil veces, sigue siendo tan activa que aun es capaz de producir ampollas en la lengua. La capsaicina es la responsable de la sensación de ardor, e incluso dolor, en la mucosa oral. Estimula las secreciones gástricas y, si se consume en demasía, ocasiona inflamación. Se sabe que esta molécula es capaz de actuar sobre fibras no mielinizadas delgadas, activando a ciertas subpoblaciones de neuronas sensoriales. La capsaicina posee otras cualidades y a concentraciones adecuadas, favorece en el cerebro la producción de endorfinas, que son moléculas que promueven la sensación de bienestar. **(Fenema O., 1998).**

Debido a sus acciones específicas la capsaicina es utilizada en los laboratorios de Investigación neuronal ya que, dependiendo de su dosis puede provocar efectos analgésicos y anti-inflamatorios. Asimismo, ha permitido definir las funciones eferentes de las neuronas sensoriales.

También el estudio de las acciones selectivas neuronales de la capsaicina está ayudando al progreso del conocimiento de ciertas funciones neuronales. Aunque parezca extraño, la capsaicina, por sí misma, es una molécula sin sabor ni olor. Sus acciones se ejecutan a través de su reconocimiento por parte de una proteína receptora, que no es específica para ella, sino que también efectúa otras funciones de reconocimiento.

Al estimularse el receptor de la capsaicina se facilita la entrada de iones calcio a las células, a través de canales específicos (fenómeno de despolarización de las membranas celulares). Ello significa una especie de mensaje, que es transportado

hasta el cerebro donde es traducido en forma de sensación de quemazón o ardor. Muy recientemente, investigadores de la Universidad de California, en San Francisco, han sido capaces de identificar y clonar al gen responsable de codificar la síntesis de la proteína receptora de la capsaicina. Este receptor se conoce con el nombre de receptor vainilloide subtipo I, y no se trata de un receptor específico solo para la capsaicina, sino que corresponde, por ejemplo, al calor, tal como se ha demostrado en investigaciones realizadas con cultivos celulares.

Al parecer, la exposición prolongada del receptor al ligando (la capsaicina) puede llegar a matar las fibras transportadoras de la señal hasta el cerebro. Posiblemente, esta es la razón de que las personas que ingieren mucha cantidad de sustancias picantes sean más resistentes a su acción simplemente les llega menos señal a su cerebro porque previamente han ido destruyendo, con el consumo elevado de picantes, a las neuronas correspondientes transportadoras de la señal hasta el cerebro, donde esa señal se traducirá en sensación. Esa destrucción neuronal pudiera tener aspectos positivos ya que podría ayudar a mitigar otras sensaciones dolorosas que fuesen estimuladas a través de la activación del receptor común con la capsaicina.



Fig. No.5 Muestreo manual en los contenedores de la CEDA

Actualmente, las técnicas existentes para la extracción de capsaicinoides y colorantes de los ajíes (*Capsicum* spp.) en la industria, requieren del uso de disolventes orgánicos que pueden afectar la calidad sanitaria del producto y contribuyen al impacto ambiental. Existen industrias mexicanas de extracción de colorantes para uso alimentario y acuícola que requieren separar los capsaicinoides para disminuir la toxicidad de los colorantes, y aprovecharlos en diversas aplicaciones. Una alternativa a los procesos actuales es el empleo de agentes biológicos como son las enzimas para facilitar el proceso de extracción.

Como bien se sabe, los capsaicinoides son los compuestos responsables del sabor picante o pungente en los ajíes. El principal y más picante de ellos es la capsaicina. Estos compuestos se aplican tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica, ya que además de sus propiedades organolépticas son bloqueadores de la transmisión del dolor (desensibilizan) y promueven el metabolismo energético.

Por otro lado se han evaluado, con resultados positivos, las propiedades anti-inflamatorias de una nueva clase de productos derivados de la capsaicina. En alimentación, los extractos de *Capsicum* son utilizados en su forma de oleoresina en la preparación de salsas tipo tabasco y en alimentos fuertemente especiados.

Se utiliza además como saborizante en bebidas no alcohólicas y en otros tipos de confitería. Una de las aplicaciones modernas es en el medicamento para la **artritis** y **cáncer de estómago**, sin embargo presentan reacciones secundarias de ardor en la piel.

Sería de gran potencial para las industrias, contar con un compuesto que provocara las reacciones de calor e insensibilidad pero con un efecto picante menor. Si bien este tipo de compuestos se encuentran naturalmente en ciertas variedades de pimientos dulces, su abundancia es limitada y podrían sintetizarse enzimáticamente en un paso a partir de la capsaicina.

El método tradicional para medir la pungencia de los capsaicinoides, es a través de un análisis sensorial evaluado en una escala de unidades Scoville se ha correlacionado con análisis realizados en cromatografía de líquidos de alta resolución. Sin embargo, este método se basa en la longitud de la cadena hidrofóbica de los compuestos, lo que limita que nuevos análogos modificados en otra parte de la molécula puedan cuantificarse en pungencia. El descubrimiento que los capsaicinoides activan las fibras nerviosas sensoriales a través de canales iónicos como es el receptor vainilloide 1 (VR1) o que tienen efecto en otro tipo de canales iónicos permitiría diseñar métodos mucho más sensibles y exactos para medir la pungencia así como el efecto de los capsaicinoides y sus análogos en el organismo.

Tabla No.5 Usos de la capsaicina

Usos
Aditivo de pintura para casco de barcos y para válvulas de toma de aguas municipales para evitar el crecimiento de barnacles (ictiol, percebe) y mejillones cebra.
Denatonium capsaicinate (Burlington Biomedical and Scientific Corporation of Farmingdale) producto que combina capsaicina y lidocaina, muy picante y amargo se utiliza como aditivo para pinturas, no es tóxico y es repelente. Se utiliza también en suturas veterinarias previniendo que los animales se las jalen con los dientes. Para cubrir cables de fibra óptica previniendo ataques de roedores.
Deterrent animal. Se utiliza en alimentos de aves.
Compañía (IntAgra) produce repelente en forma de spray en dos presentaciones (para mantener roedores y otros animales fuera del alcance de alimento para aves y para mantener perros y gatos fuera de jardines o basureros).
Repelente de insectos (cucarachas) Nit International (NouGuard) es un biorepelente para hormigas.
Cremas para el dolor y la artritis, shingles, psoriasis y otros desordenes de la piel.
Dolor de espalda, dolores musculares y de articulaciones.
Asma, tos, dolor de garganta, dolor de dientes.
Bálsamo contra irritante.
Dolores postoperatorios, vasectomías, amputaciones, cáncer.
Herpes.
Inflamaciones.
Cerveza de ají.
Neuralgias posterapeuticas.
Anestesia tópica.
Mejora el sistema inmunológico.
Antiséptico.
Disminuye el colesterol.
Mejora la circulación.
Reduce la presión sanguínea.
Mejora la calidad de vida de personas diabéticas.

Las tendencias actuales de la industria incluyen la sustitución de los aditivos sintéticos por productos naturales. En la rama alimentaría, esto ha provocado que los colorantes naturales reemplacen a los artificiales, existiendo amplias perspectivas para productos regionales con alto contenido de compuestos coloridos. En el caso de los ajíes fuente industrial de capsantina y otros carotenoides son empleados como colorantes. Los ajíes también son fuente de moléculas de gran interés como son los capsaicinoides. La extracción selectiva y eficiente de estos compuestos permitiría aprovechar sus propiedades en la industria.

Tabla No.6 Costos de Capsaicinoides en el Mercado.

Compañías		Precio/gramo US\$		
Laboratorio	Catálogo No.	Pureza	Capsaicina	Dehidrocapsaicina
TCI AMERICA	M1149	>60%	73,35	
BIOMOL USA	EI125-1000	98%	427,259	
CAYMAN CHEMICAL	92355	>98%		2,800
	92350	>98%	2,800	
A.G. SCIENTIFIC, Inc.	C1095	>98% (E) Capsaicina	376	
LKT LABORATORIES, Inc.	C0266	CAPSAICINA NATURAL Capsaicina, ≥65%, dehidrocapsaicina, ~20%, nordihidrocapsaicina, ~4%	70,20	

Tabla No.7 Costos de Oleoresina Capsicum en el Mercado.

Compañía	Scoville Heat Units	Precio por litro US\$
LIBERTY NATURAL PRODUCTS, Inc.	250 K SHU	36
ASHLEY FOOD COMPANY, Inc.	1,000,000 SHU	166
THE EYE OF NEWT	1,350,000 SHU	299,33

El fruto del ají cayenne, posee un sabor fuerte astringente y picante. El grado de picantez se debe al alcaloide capsaicina, que se hereda como gen dominante y se mide en grados Scoville, que es la unidad de pungencia de un chile.

Los rangos varían desde 300-600 grados para un suave (Sonora), de 3,500 a 6,000 moderado (Cayenne Jalapeño), un fuerte (Super Cayenne II) tiene entre 30,000 a 60,000 y 80,000 el Tabasco, hasta un ampollante no apto para el consumo humano con más de 200,000 unidades (Habanero). El ají polvo (deshidratado), contiene 10 veces más calor que el fruto fresco.

3.5 Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos ampliamente distribuidos en la naturaleza siendo los responsables del color amarillo, naranja y rojo en frutas, raíces, especias, flores, pescados, insectos y aves.

Estos compuestos se localizan en los cloroplastos de las plantas superiores, aunque en este tejido fotosintético su color esta enmascarado por la clorofila. Se encuentran también en bacterias, hongos y levaduras. Se calcula que naturalmente se producen 100 millones de toneladas de carotenoides al año.

La estructura básica de los carotenoides consta de un tetraterpeno de 40 carbonos simétricos y lineales formado por ocho unidades de isoprenoides de cinco carbonos

unidas de manera tal que el orden se invierte al centro. Este esqueleto básico puede modificarse de diferentes maneras con la hidrogenación, deshidrogenación, ciclación, migración de los dobles enlaces, acortamiento o extensión de la cadena, reordenamiento, isomerización, introducción de funciones oxigenadas o por combinaciones de estos procesos, originando una gran diversidad de estructuras. Se han aislado y caracterizado más de 600 carotenoides naturales.

Los carotenoides hidrocarbonatos se denominan colectivamente como carotenos y aquellos que contienen oxígeno se denominan xantofilas. Las funciones oxigenadas son con grupos hidroxilo y epoxi. También pueden encontrarse los grupos aldehído, ceto, carboxi, carboximetil y metoxi.

Las xantofilas están distribuidas ampliamente en el reino vegetal formando parte del follaje verde de las plantas, frutas, flores y en este caso del chile morrón. En general las xantofilas se encuentran como xantofilas libres (no esterificadas) en la parte verde de las plantas. Cabe mencionar que en plantas como el cenpasúchitl, estas se encuentran en forma de ésteres grasos.

Los carotenoides no son producidos por el cuerpo humano por lo que es importante incluirlos en la dieta a través de la ingesta de vegetales verdes y frutas. Algunos alimentos que son fuente de carotenos se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla No.8 Cantidad de carotenoides (mg /100g) en frutas y flores seleccionados

Vegetales (crudos)	Luteína	Zeaxantina	β- caroteno	α-caroteno	β-criptoxantina	Licopeno
Espinaca	9.5	0.4	3.3	Np	Np	Np
Zanahoria	0.3	Np	9.9	3.9	Nd	Np
Maíz amarillo	.05	1.6	0.2	0.2	Nd	Np
Pimiento naranja	Np	1.6	0.2	0.2	Nd	Np
Pimiento rojo	Np	2.2	3.3	0.5	1	0.1
Jitomate	0.08	Np	0.4	Np	Nd	1.6-5.6
Mandarina	0.1	0.05	0.3	0.01	1.8	Np
Durazno	0.08	0.04	0.08	Trazas	0.09	Np
Cenpasúchitl	37	0.5	nr	nr	Nr	Nr

Fuente: Trujillo 2005

Nota*. Nr= no determinado, np= no presentado, nr= no reportado

Los carotenoides son sustancias hidrofóbicas e insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos como acetona, etanol, éter etílico, tetrahidrofurano y cloroformo. Los carotenos son fácilmente solubles en éter de petróleo y hexano. Las xantofilas se disuelven mejor metanol y etanol.

En plantas y animales los carotenoides pueden presentarse como cristales o sólidos amorfos, en dispersión coloidal o en combinación con proteínas en fase acuosa.

3.6 Generalidades de las especias

Los aromas, colores y sabores de los alimentos son ingredientes primordiales a pesar que desde el punto de vista nutrimental pueden considerarse secundarios. Estos componentes no contribuyen en la dieta como fuente de energía, no aportan elementos para la síntesis de proteínas, ni tampoco son considerados como fuente de micro nutrientes. **(Tainter, 1993).**

Sin embargo, son indispensables en muchos alimentos porque le infieren cualidades de color y sabor característicos. Es imposible imaginar un alimento procesado sin colores y condimentos, tanto es así que la tendencia mundial de

aceptar o rechazar un alimento se basa fundamentalmente en estos componentes secundarios. Cabe mencionar que el uso primitivo de los sabores, no tuvieron un papel intencional y se derivaron en gran parte de la evolución del ser humano surgiendo así adaptaciones y gustos básicos que permitieron seleccionar y diferenciar los alimentos y platillos preparados.

Al acceder a una mayor organización social y cultural, los sabores cumplen otra función, permitiendo formular variaciones en la dieta, consiguiéndose una gran cantidad de modificaciones culinarias.

Es de hacer notar que la tendencia a elegir los sabores lleva consigo dos cambios muy importantes en la forma de preparar alimentos y que ambos tienen la función de variar y potenciar el sabor de los alimentos.

El primer cambio consiste en la fermentación de ciertos alimentos. En estos productos el desarrollo del sabor se debe a que ciertos microorganismos actúan sobre los sustratos existentes en el alimento original produciendo una gama de compuestos químicos responsables de inferirle al alimento características sensoriales particulares como son los relacionados al beneficio del cacao y vainilla.

Pero el cambio más generalizado y trascendente desde el punto de vista de la evolución humana es puramente artificial. Es costumbre universal “cocinar” los alimentos previos a su ingestión para disminuir la carga bacteriana peligrosa y para hacer más digeribles los alimentos. Lo que no permite lugar a dudas es el aspecto sobresaliente de las especias y sus extractos en potenciar el sabor. Muchos de los productos químicos extraídos, caracterizados y algunas veces sintetizados en el laboratorio, no tienen otra función como se mencionó anteriormente. En el proceso general de extracción cabe mencionar que se pierden vitaminas e incluso llegan a formarse subproductos que son menos útiles que los originales. Sin embargo, los condimentos pasan a formar parte de la vida civilizada y mediante su uso se logró hacer aprovechables ciertos recursos alimenticios de calidad secundaria que de lo contrario eran desperdiciados o poco utilizados.

Bajo este esquema debe mencionarse que ciertos hábitos culinarios y culturales empezaron a darse en algunos pueblos como resultado de la utilización de los

bienes que existían en su lugar de origen. Por ejemplo, en los países tropicales debido a su biodiversidad vegetal, los alimentos están más condimentados que en países templados, tal es el caso de los platillos mexicanos, hindúes o indonesios.

Por otro lado los avances científicos han hecho posible el desarrollo de saborizantes sintéticos. En primera instancia el avance tecnológico de la instrumentación analítica va permitiendo la detección y cuantificación de los analitos involucrados. Por otro lado, la investigación en las áreas de la salud han incrementado los conocimientos sobre todos los aspectos relacionados con la química neuronal y su impacto fisiológico cuando un compuesto relacionado con el sabor interactúa con el organismo.

En la actualidad y debido a las exigencias del mercado para la producción de alimentos se hace necesario implementar metodologías que permitan una calidad homogénea considerando lo heterogéneo de las materias primas. En este sentido la Industria Alimentaria Moderna se ha dado a la tarea de fijar controles estrictos y la exigencia de ubicar también químicamente los puntos básicos que existen en la producción. Los saborizantes como una forma de aditivos pueden presentarse de diversas formas. En términos generales se pueden agrupar como:

- saborizantes naturales,
- sintéticos
- artificiales.

(Tainter, 1993).

El presente estudio se concreta a los saborizantes naturales, siendo éstos sustancias obtenidas por métodos físicos como la extracción, evaporación, concentración y destilación de compuestos aromáticos naturales destinados al consumo humano. Los aditivos de estudio pueden ser procesados o no y a este grupo pertenecen las oleorresinas y los pigmentos extraídos.

3.6.1 Consumo de hierbas y especias

Puesto que la materia prima que se emplea para elaborar oleorresinas son las hierbas y especias, es importante considerar la adecuada selección y manejo de estos materiales. Las oleorresinas son obtenidas de sustancias aromáticas naturales, donde el sabor se genera como resultado de reacciones metabólicas producidas en organismos vegetales a través de procesos bioenergéticos intracelulares. Por lo tanto, su calidad depende de factores genéticos y esta influenciada por la maduración. **(Tainter, 1993).**

Las especias ya sea entera o molida se utilizan desde tiempo inmemorial en el sazonado de alimentos, las cuales además de impartir sabor, pueden proporcionar un efecto de conservador en los mismos. Cabe mencionar que no son esenciales en la conservación de los alimentos ya que se puede adicionar a productos congelados, refrigerados o tratados térmicamente como carnes, pescados y verduras.

El término “especias” puede aplicarse a un gran número de productos vegetales aromáticos utilizados para dar sabor a los alimentos como ya se mencionó anteriormente. Casi siempre son de origen tropical o semitropical donde se incluyen cortezas (canela); raíces (jengibre); flores (azafrán); frutos y semillas (chiles y mostaza).

Por lo tanto, en su aplicación a los alimentos las especias cumplen una doble función:

- 1) impartir o mejorar el sabor del alimento y
- 2) excitar las papilas gustativas lo que es benéfico para el apetito y la estimulación de la función intestinal al incrementarse la salivación y el jugo gástrico.

El uso de las especias es tan extenso que podría decirse que existen pocos productos alimenticios que no contengan una o más de las especias comunes.

La producción mundial de especias así como su consumo tanto en países en desarrollo como en países industrializados depende entre otros factores de la

magnitud de la población, el estado de la economía y las costumbres culinarias y sociales.

En los países en desarrollo, como es el caso de México, el consumo de las especias es predominante doméstico, en tanto que en los países industrializados se utiliza en grandes cantidades sobre todo para la elaboración de alimentos. Sin embargo, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo las costumbres sociales, en especial en materia de cocina y alimentación son los factores principales que determinan los niveles totales de consumo de especias. Se sabe que de todas las especias, la pimienta negra supera a todas las demás en consumo, sin embargo también son bastante apreciadas la nuez moscada, la canela, la vainilla y el pimentón. **(Tainter, 1993).**

Las especias generalmente no proporcionan su sabor característico si se añaden a los alimentos en forma íntegra y deben por lo tanto, pasar por algunos tratamientos con el fin de facilitar la dispersión del sabor (componentes aromáticos). A escala doméstica, las especias, se obtienen de forma entera o molida, mezcladas con otras especias o en forma de aderezos o condimentos para obtener un sabor específico. A nivel industrial las especias se procesan con el fin de obtener mejor rendimiento y utilidad de las mismas. La mayoría de las industrias que emplean subproductos de especias no las elaboran ellos mismos y por lo que deberán ser modificados tales productos según las especificaciones sanitarias.

3.7 Oleorresinas

En principio, las oleorresinas eran más bien curiosidades de laboratorio, esto es en la década de 1930 en donde se obtuvieron por primera vez la oleorresina de la pimienta negra y jengibre, los químicos comenzaron a perfeccionar el método y su posible utilización en los alimentos.

Las oleorresinas se obtuvieron por la extracción de la especia entera con un disolvente, el cuál era eliminado por vacío y separando por último el material remanente. Las primeras oleorresinas eran materiales densos y de consistencia pastosa ricas en componentes aromáticos algunos de ellos no siempre agradables y no apetecibles en apariencia, debido a su alta viscosidad.

Los componentes no volátiles de sabor de hierbas y especias se obtiene por extracción, utilizando un disolvente que solubilice tanto el aceite esencial como los componentes no volátiles presentes, obteniéndose un producto conocido como oleorresina, una vez que el disolvente ha sido evaporado.

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. **(Oviedo, 1988).**

3.7.1 Oleorresinas de Chile

Las oleorresinas *Capsicum* son los extractos libres de disolvente tales como páprika y el Chile. Son de color rojo oscuro de viscosidad aceitosa, olores y sabores característicos. De las oleorresinas la proveniente de páprika son de un rojo oscuro nada picante y las oleorresinas de Chile proveen el sabor picante debido a la capsaicina y de color variable.

La American Spice Trade Association (ASTA) ha desarrollado métodos estándares para la cuantificación del color y el sabor picante de las oleorresinas *capsicum*. La concentración de color es medida en unidades ASTA de color por gramo de oleorresina y es determinada espectrofotométricamente. Por otro lado la concentración del picante es medida en partes por millón de capsaicina o unidades Scoville Heat en oleorresina (1 ppm de capsaicina es igual a 15 unidades Scoville Heat).

Hasta ahora las oleorresinas constituyen una opción favorable de saborizantes naturales con numerosas ventajas con respecto a la especia natural como se mencionó anteriormente. De estos extractos primarios que se obtienen de las hierbas y especias se han obtenido numerosos productos secundarios a fin de proveer al procesador de alimentos, una amplia gama de saborizantes estandarizados que resultan prácticamente compatibles con casi todos los procesos industriales. Cabe mencionar que entre los inconvenientes de las oleorresinas esta

su manipulación. Como se formula en concentrados (de 10 a 50 veces superior al la especie original) tienden a ser muy irritantes.

Aunado a esto las características físicas de la oleorresina dependerán de la naturaleza misma de la especia, del medio de dispersión empleado y del disolvente para la extracción. De tal manera que se pueden obtener oleorresinas claras y oscuras, aceites fluidos y muy viscosos o pastas. Tales productos no pueden por lo tanto, ser administrados a los alimentos sin correr el riesgo de provocar puntos intensos de sabor.

Además el perfil del sabor de la oleorresina está determinado en parte por la naturaleza del disolvente empleado, como se mencionó anteriormente y por el cuidado con el cuál este es removido. Los disolventes grado industrial frecuentemente contienen trazas de compuestos de alto punto de ebullición y cuando se emplean en la producción de oleorresinas permanecen en ésta creando sabores y olores que no corresponden a la especia natural. Por otro lado, una extracción excesiva puede fácilmente provocar daños a los compuestos termolábiles provocando pérdidas en ciertas notas de sabor. A pesar de que su sabor es más complejo y se asemeja bastante a la especia natural, las oleorresinas pueden ser tan variables como la especia misma. La selección de la materia prima de la cuál se extrae la oleorresina es de gran importancia para su calidad. Si no existe un balance adecuado de materia volátil y no volátil en la materia prima, lo cual ocurre cuando la especia ha permanecido almacenada demasiado tiempo se verá reflejado en la oleorresina final.

Sin embargo, como una fuente de sabor, las oleorresinas son muy importantes para la Industria Alimentaria Moderna y debido a su alta concentración es necesario formular pre-mezclas antes de su incorporación a los alimentos. Esto se realiza preparando bases líquidas o productos secos en polvo para obtener entonces esencias, emulsiones, oleorresinas solubilizadas, oleorresinas encapsuladas, etc.

En la Tabla No. 9 se determina la solubilidad de la oleorresina de chile y de pimentón y se observa que en alcohol y en propilenglicol no es tan soluble, ambas oleorresinas son solubles en aceites, como lo es el aceite vegetal, el aceite de enebro, el aceite de casia y el aceite de clavo.

Tabla No. 9 Solubilidad de las oleorresinas

Oleorresina	Alcohol	Propilenglicol	Aceite vegetal	Aceite de enebro	Aceite de casia	Aceite de clavo
Chile	No completamente	No soluble	Soluble	Soluble	Soluble	Soluble
Pimentón	No completamente	No soluble	Soluble	Soluble	Soluble	Soluble

Fuente: Oviedo, 1988, pág.69

Tabla No.10 Partes de la planta que se emplean para la extracción de sustancias aromáticas

Nombre común	Clasificación botánica	Parte empleada
Chile	<i>Capsicum annum y otras spp</i>	Fruto
Pimentón	<i>Capsicum annum</i>	Fruto

Fuente: Oviedo, 1988, pág.22

3.7.2 Proceso tradicional para la obtención de oleorresinas

El proceso de obtención de oleorresinas es relativamente sencillo. Entre las variables más importantes de la extracción es la calidad del disolvente y el tamaño de partícula. Otro factor es el control de las temperaturas empleadas en cada uno de las etapas es decir, la temperatura de extracción, la temperatura de concentración, la temperatura de ebullición del disolvente (para evitar reacciones de oxidación debidas a un calentamiento excesivo) y la temperatura de recuperación del disolvente. Además la velocidad y el tiempo que se emplee en la extracción así como también la habilidad en la operación de concentrar el producto.

El producto de la extracción pasa directamente al evaporador para recuperar el disolvente una vez que la extracción ha sido completa. El medio de extracción deberá removerse hasta los límites admisibles establecidos por las autoridades sanitarias.

En el caso de hierbas y especias la eliminación del disolvente es de suma importancia en la calidad del producto final. En el caso de materia prima altamente aromática el disolvente debe ser evaporado a partir de otras sustancias de bajo punto de ebullición tan rápido como sea posible y a la mínima temperatura a fin de evitar pérdida o daño en el perfil de sabor. Por tal razón, el disolvente de menor punto de ebullición será el mejor.

Existen dos grandes grupos de disolventes que se emplean para el proceso de plantas o especias aromáticas y esto son los disolventes polares y no polares.

Los disolventes polares son más eficientes en el sentido de que “arrastran” una variedad muy grande de compuestos que los disolventes no polares son incapaces de extraer. Los disolventes clorados, a pesar de no ser inflamables, son generalmente más tóxicos ya que son capaces de afectar la salud de manera crónica, al estar éste expuesto por largo tiempo.

3.7.3 Exposición del disolvente.

Esta parte del proceso de extracción involucra tres diferentes fases:

- a) la adición del disolvente adecuado y su penetración en la masa,
- b) obtención del punto de equilibrio y
- c) resolubilización al soluto con disolvente fresco.

En base a lo anterior, los disolventes que se utilizaron fueron seleccionados de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas, a que son económicos, de fácil manejo, baja toxicidad y fáciles de adquirir, por ello son los más utilizados en las extracciones de las oleorresinas.

Esto se lleva a cabo colocando el material en un extractor, rociando el disolvente sobre la masa hasta su completa saturación permitiendo cierto tiempo para que se logre la maceración seguida de una filtración y la adición de disolvente nuevo o recuperado. El diseño del extractor esta dictado por la cantidad de material que se va a emplear.

El proceso de extracción se puede llevar a cabo por lotes cuando la producción es pequeña o bien cuando se va a utilizar para diferentes materiales. También puede llevarse a cabo de manera continua cuando se van a extraer grandes cantidades de una sola materia prima.

La extracción generalmente se lleva a cabo a temperatura ambiente a pesar de que la mayoría de los extractores están provistos de dispositivos para el control de la temperatura.

El disolvente circulará a través del extractor por gravedad o con ayuda de una bomba, en cualquiera de los casos el disolvente es recuperado y se recicla. Esto acarrea problemas en el caso de disolventes polares ya que se extraen sales y gomas indeseables. El sistema de recirculación del disolvente es importante y se determinará por el disolvente mismo, a temperatura a la cual la extracción se lleva a cabo, la velocidad de flujo y la relación de soluto-disolvente. El principio de la extracción Soxhlet (por lotes) a nivel laboratorio se ha ampliado a la extracción de mediana escala que resulta ser la de mayor rendimiento para material de origen vegetal.

3.8 Envasado

Por lo general se adicionan antioxidantes para prevenir rancidez y se envasan en recipientes de vidrio oscuro o plástico de diferente capacidad provistos de un pistón para la salida del líquido. Cuando se almacenan en recipientes llenos en un lugar fresco el producto permanecerá en buenas condiciones por lo menos 3 años. Los recipientes parcialmente llenos se recomienda vaciarlos a recipientes más pequeños o usar el producto tan rápido como sea posible para prevenirlo de deterioro.

Cuando las condiciones de almacenamiento en frío son extremas, tienden a producirse aglomerados o partículas semisólidas las cuáles requerirán de calentamiento en baño para devolverles la consistencia original. Por ningún motivo deberán disolverse las partículas gruesas al fuego directo.

4. OBJETIVOS

Objetivo general

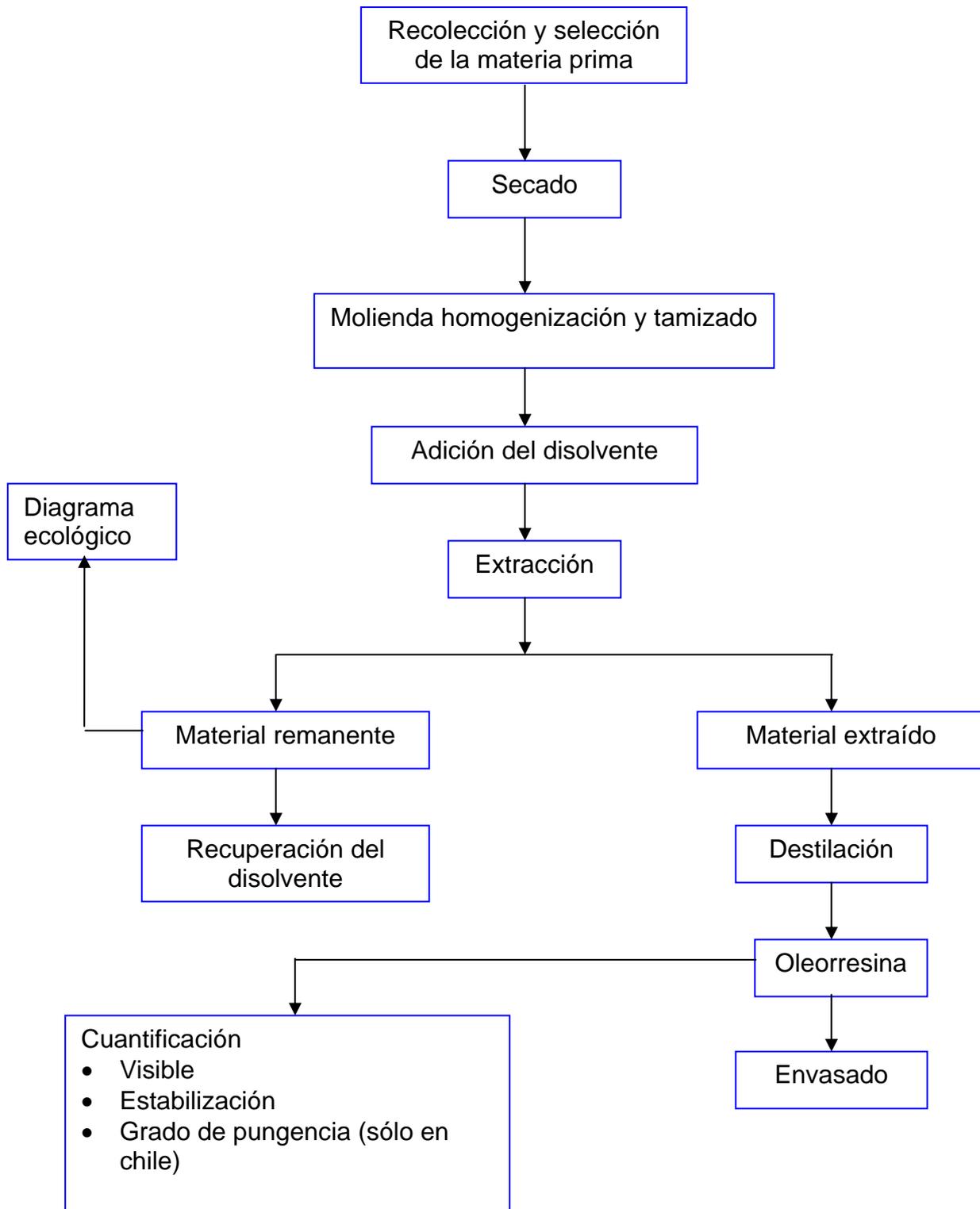
- Aprovechamiento de los desechos de Chile (*Capsicum annum*) generados en la Central de Abastos del Distrito Federal con el propósito de obtener productos de interés comercial como son las oleorresinas.

Objetivos específicos

- Establecer metodologías para la extracción eficiente de oleorresinas.
- Implementar técnicas analíticas instrumentales para la cuantificación de capsaicina en el producto final.
- Determinar el nivel de pungencia del chile (capsaicina) por el método clásico de Scoville de los extractos obtenidos.
- Determinar el nivel de pungencia del Chile (capsaicina) mediante técnicas espectrofotométricas.

5. METODOLOGÍA

5.1 DIAGRAMA GENERAL



5.2 Materia prima, material, reactivos y equipo

5.2.1 Materia Prima

Chiles verdes frescos: chile jalapeño, chile poblano, chile serrano y chile de árbol.

Chiles rojos frescos: pimiento morrón, jalapeño rojo.



Fig. No.6 Aspecto de los contenedores donde se extrajo la materia prima

5.2.2 Material

- Matraz Erlenmeyer de 25, 50 y 250ml.
- Vaso de precipitados de 50 ml.
- Probeta de 50 ml.
- Micro pipetas de 1000 μm .
- Puntas de plástico
- Matraz de bola cuello largo
- Matraz aforado de 1lt.
- Pipetas de vidrio graduadas de 1 ml y 10 ml.
- Tubos de ensaye con tapón de rosca.
- Matraz Kitasato.
- Embudo büchner con alargadera.
- Matraz bola para rota vapor.
- Embudo para filtración rápida de cuello corto.
- Papel filtro.
- Papel Whatman
- Piseta.
- Perlas de ebullición.
- Algodón.

5.2.3 Reactivos

Agua destilada

Acetona Grado Reactivo Marca Baker

Metanol Grado Reactivo Marca Baker

Hexano Grado Reactivo Marca Baker

Metanol al 70%

Sulfato de sodio anhidro Grado Reactivo

Hidróxido de sodio 1N

Acido clorhídrico 1N

5.2.4 Equipo

Horno de Secado Marca Thermolyne Oven Series 9000

Licudadora Convencional Ecko

Tamices (no. de malla 10 -70 mm)

Equipo para sistema de reflujo

Rotavapor Marca Yamato Scientific Co. LTD (Rotary Evaporator Re47).

Espectrofotómetro Ultravioleta-Visible de doble haz

Cromatógrafo de Líquidos de Alta Resolución (HPLC)

5.3 Recolección y selección de materia prima

A la materia prima obtenida del supermercado y la generada en la Central de Abasto del Distrito Federal. Se le realizó el procedimiento tradicional de extracción de acuerdo a la información recabada con los productores de oleorresinas.



Fig. No.7 Recolección manual de la materia prima en la Central de Abasto del Distrito Federal

Este proceso de limpieza fue para eliminar suciedad y otros materiales ajenos al producto vegetal (chile). La que se adquirió en el supermercado fue posible seleccionarla por su estado de madurez y tamaño, mientras que a la recuperada de la CEDA se le realizó una limpieza manual lavando al chorro del agua pieza por pieza hasta que quedó limpia. Se cortaron los frutos y se eliminó el tallo, dejando el pericarpio y las semillas, (Fig. No.8 y No.9).



Fig. No.8 Limpieza y selección de materia prima



Fig. No.9 Cortado en trozos para su posterior secado

5.4 Secado

En este proceso de secado se elimina la humedad en el producto vegetal a una temperatura entre 60 a 70 °C durante 24 horas. Se utilizó un Horno de Secado Marca Thermolyne Oven Series 9000 con flujo de aire para eficientar el proceso.



Fig. No.10 Aspecto del material seco

5.5 Molienda, homogenización y tamizado

El principio básico de la molienda es disminuir el tamaño de partícula, por tal motivo fue necesario realizar una molienda eficiente ya que al existir ruptura de glándulas oleosas queda expuesto el componente aromático. Conviene señalar que el proceso de reducción de tamaño puede generar un aumento en la temperatura dando lugar a la pérdida de los compuestos volátiles característicos, por ello se recomienda realizarlo lo mas rápido posible y a baja velocidad, (Fig. No.11).



Fig. No.11 Licuadora casera utilizada como homogenizador

Con el propósito de establecer el tamaño de partícula que es una variable determinante en los procesos de extracción, se empleó un tamizador fijo, (Fig. No.12). Las mallas seleccionadas para el proceso de tamizado fueron de 10 a 70 mm. Las muestras seleccionadas por su tamaño de partícula y secas fueron pesadas (5 g aproximadamente) y colocadas en matraces de fondo plano de 250 ml, (Fig. No.14).



Fig. No.12 Fotografía del tamizador utilizado en el proyecto



Fig. No.13. Material seco y fraccionado de acuerdo a su tamaño

5.6 Adición del disolvente y extracción

Se adicionaron aproximadamente 75 ml de los disolventes previamente seleccionados para la extracción, en este caso acetona, metanol y hexano. Se colocaron a reflujo por espacio de 1 hora. Se dejaron enfriar y se procedió a recuperar los disolventes empleados y extraer el extracto de chile.



Fig. No.14 Equipo de extracción múltiple

Este proceso de extracción del producto y recuperación de los disolventes empleados se llevo a cabo en un Rotavapor Marca Yamato Scientific Co. LTD. Rotary Evaporator Re 47.

5.7 Cuantificación

El material extraído se cuantifica realizando las diferentes pruebas como nivel de pungencia (concentración de capsaicina) y si es el caso unidades de color.

5.7.1 Determinación de la pungencia en unidades Scoville (U.S)

- 1) Pesar 1g de muestra en un matraz aforado de 100 ml utilizando balanza analítica.
- 2) Aforar hasta la marca con metanol al 70 % grado reactivo disuelto en agua destilada.
- 3) Vaciar esta solución en una matraz Erlenmeyer de 250 ml, agregar 0.1 g de carbón activado y llevar a agitación durante 20 minutos.
- 4) Filtrar con papel filtro de poro cerrado (papel Whatman), obteniendo una solución transparente o ligeramente amarilla, la solución así filtrada se llamará solución filtrada.
- 5) Agregar a un matraz aforado de 25 ml: 2.7 ml de agua destilada, 2 ml de ácido clorhídrico 1 Normal, 1 ml de la solución filtrada y aforar hasta 25 ml con metanol al 100% grado reactivo. Esta solución se llamará muestra ácida (a).
- 6) En un matraz aforado de 25 ml preparar un blanco: 3 ml de agua destilada, 2 ml de ácido clorhídrico 1 Normal y aforar con metanol al 100 % grado reactivo. Esta solución se llamará blanco ácido (A).
- 7) Agregar a un matraz aforado de 25 ml: 2.7 ml de agua destilada, 2 ml de hidróxido de sodio 1 Normal, 1 ml de la solución filtrada y aforar hasta 25 ml con metanol al 100% grado reactivo. Esta solución se llamará muestra básica (b).
- 8) En un matraz aforado de 25 ml preparar un blanco: 3 ml de agua destilada, 2 ml de hidróxido de sodio 1 Normal y aforar con metanol al 100 % grado reactivo. Esta solución se llamará blanco básico (B).

La capsaicina absorbe la luz a 2 longitudes de onda distintas que son 248 nm y 296 nm, por lo que se realiza el siguiente procedimiento:

- a) Se coloca metanol 100% grado reactivo en la celda de referencia y en la celda de la muestra. A 248 nm se coloca en cero el espectrofotómetro y se cambia la longitud de onda a 296 nm sin cambiar a ceros (para obtener la absorbancia del metanol) y se toma esa lectura.
- b) Se regresa a la longitud de onda de 248 nm, se retiran las 2 celdas que contienen metanol y se cambian por la celdas que contienen los blancos ácido colocándola en la celda de referencia y el blanco básico colocándola en la celda de la muestra, se mide la absorbancia a 248 nm y a 296 nm sin colocar nunca en ceros el espectrofotómetro, obteniéndose la absorbancia de los blancos a 248 nm y a 296 nm.
- c) Se regresa a la longitud de onda de 248 nm, se quitan los blancos ácido y básico y se cambian por una celda conteniendo la muestra ácida en la celda de referencia y la muestra básica en la celda de la muestra. Se determina la absorbancia a 248 nm y posteriormente a 296 nm, obteniéndose así la absorbancia de la muestra a 248 y a 296 nm.
- d) Calcular el % de transmitancia a 248 nm y a 296 nm con las siguientes fórmulas:

$$\%T_{248\text{nm}} = \frac{(\text{Abs muestra} - \text{Abs blanco}) \times 2500}{314 \times \text{peso de la muestra en gramos}}$$

$$\%T_{296\text{nm}} = \frac{(\text{Abs muestra} - \text{Abs blanco}) \times 2500}{127 \times \text{peso de la muestra en gramos}}$$

- e) Calcular el porcentaje de capsaicina en la muestra con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Capsaicina} = \frac{\%T_{248\text{nm}} + \%T_{296\text{nm}}}{2}$$

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

$$10\% \text{ Capsaicina} = 1500\,000 \text{ U.S.}$$

5.7.2 Determinación de unidades de color

- 1) En un matraz aforado de 100 ml color ámbar, utilizando una balanza analítica, pesar de 0.3 a 0.5 g de muestra (extracto)
- 2) Aforar hasta la marca con Acetona al 100% grado reactivo.
- 3) Tomar una alícuota de 1 ml con pipeta volumétrica e introducirla en una matraz aforado color ámbar de 100 ml.
- 4) Aforar hasta la marca con Acetona al 100% grado reactivo.
- 5) Leer la absorbancia a 462 nm de esta última solución, utilizando acetona al 100% como blanco utilizando una celda de 1 cm de longitud.

Calcular las unidades de color (U.C) con la siguiente fórmula:

$$\text{U.C} = \frac{\text{Absorbancia} \times 66000}{\text{Peso de la muestra en g}}$$

NOTA: El tiempo máximo que deberá transcurrir desde que se hace la primera dilución hasta que se lee la absorbancia no debe exceder los 5 minutos.

5.7.3 Determinación de la concentración de carotenos y xantofilas en plantas deshidratadas y alimentos mezclados. Método oficial AOAC 970.64 (1995)

1. El material deshidratado se tamizó obteniéndose cuatro diferentes tamaños de partícula.
2. El material tamizado se sometió a una saponificación en frío para eliminar los ácidos grasos.
3. A los extractos saponificados se les realizó la determinación espectrofotométrica utilizando diferentes disolventes
4. Se realizó el cálculo de la concentración de carotenos y xantofilas de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Carotenos (mg/lb)} = (A_{436} * 454 * f) / (196 * b * d)$$

Donde:

A_{436} = absorbancia medida a 436 nm

454 = factor de corrección del instrumento

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

b = longitud de la celda en centímetros

d = factor de dilución

$$\text{Xantofilas (mg/lb)} = (A_{474} * 454 * f) / (236 * b * d)$$

Donde:

A_{474} = absorbancia medida a 474 nm

454 = factor de corrección del instrumento

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

b = longitud de la celda en centímetros

d = factor de dilución

6. RESULTADOS

En las tablas que se presentan a continuación se plasman los resultados generados para la extracción con diferentes variedades de chiles verdes comprados en el supermercado durante un periodo que abarco 6 meses. Se realizaron estas extracciones basándose en los métodos tradicionales para la obtención de oleorresinas. Se decidió realizar este tipo de experimentos con la intención de estandarizar el método de extracción modificando el tamaño de partícula y el tipo de disolvente. Cabe señalar que los resultados son el producto de tres repeticiones, se obtuvo un coeficiente de recuperación del 92% y un coeficiente de variación cercano al 10 %.

6.1 Rendimiento del % obtenido de Chile Jalapeño de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tamaño de partícula (mm)	metanol	hexano	acetona
10 – 30	44.20	3.61	2.72
40	44.98	7.56	20.75
50 - 70	45.91	9.88	8.77

Tabla No.11 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Chile Jalapeño

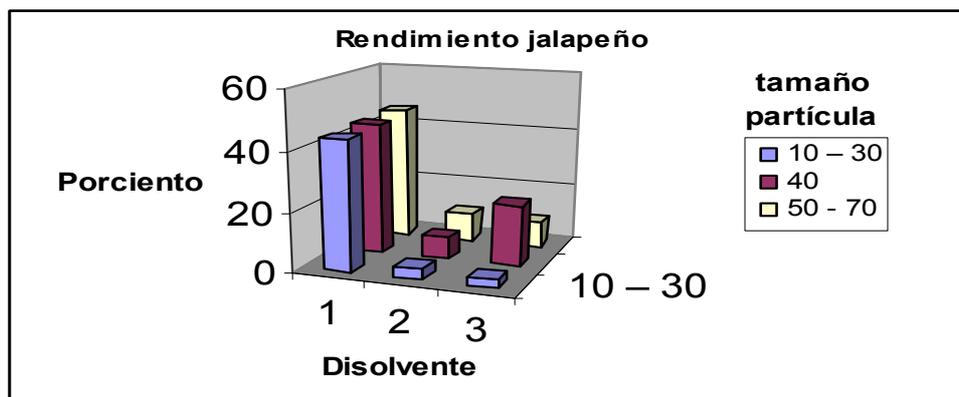


Gráfico No. 2 Rendimiento del extracto de Chile jalapeño en base al tamaño de partícula

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	1.8	3.4	7.6
40	2.3	1.7	1.0
50 – 70	1.8	3.3	3.7

Tabla No.12 Determinación del porcentaje de Capsaicina en Chile Jalapeño utilizando diferentes disolventes

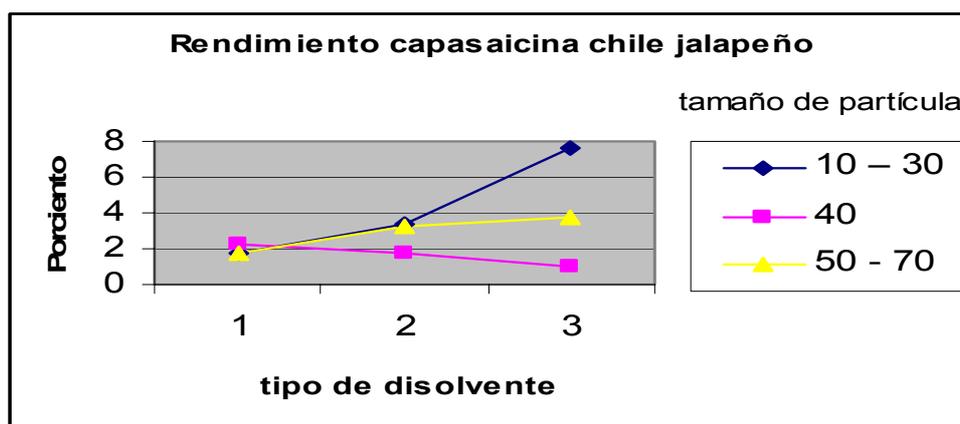


Grafico No. 3 Rendimiento del porcentaje de capsaicina de chile jalapeño en base al tamaño de partícula

De los resultados obtenidos para chile jalapeño se desprende que aunque los rendimientos del extracto crudo son más elevados cuando se utiliza metanol como medio de extracción, su contenido de capsaicina es el menor de los reportados, debido principalmente a la baja solubilidad que presenta este compuesto ante el metanol.

Si bien es cierto que el tamaño de partícula es determinante para una extracción eficiente, en este tipo de sistemas las partículas finas tienden a aglomerarse impidiendo la adecuada permeabilidad de los disolventes empleados. Sin embargo proporcionalmente la acetona es un buen vehículo para la extracción del principio activo.

El principio activo del chile esta concentrado en la fracción donde el tamaño de partícula es mas grande debido principalmente a que en esta fracción se localizan las semillas de un chile entero.

6.2 Rendimiento del % obtenido de Chile Poblano de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	56.83	3.22	4.30
40	56.05	5.15	4.05
50 - 70	52.03	6.76	5.46

Tabla No.13 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Chile Poblano.

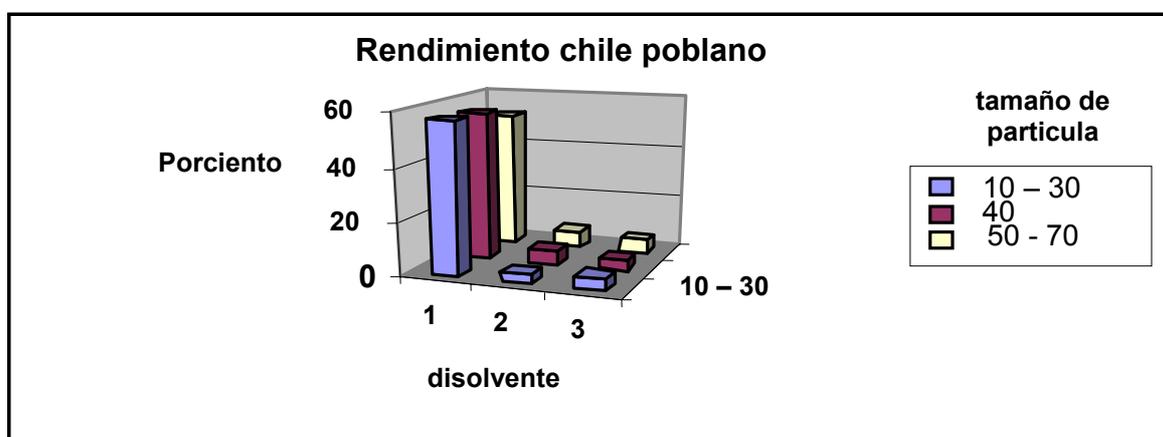


Grafico No.4 Rendimiento del extracto de Chile Poblano en base al tamaño de partícula.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	0.4	1.3	1.3
40	0.7	0.8	1.6
50 - 70	0.6	0.6	1.0

Tabla No.14 Determinación del porcentaje de Capsaicina en Chile Poblano utilizando diferentes disolventes

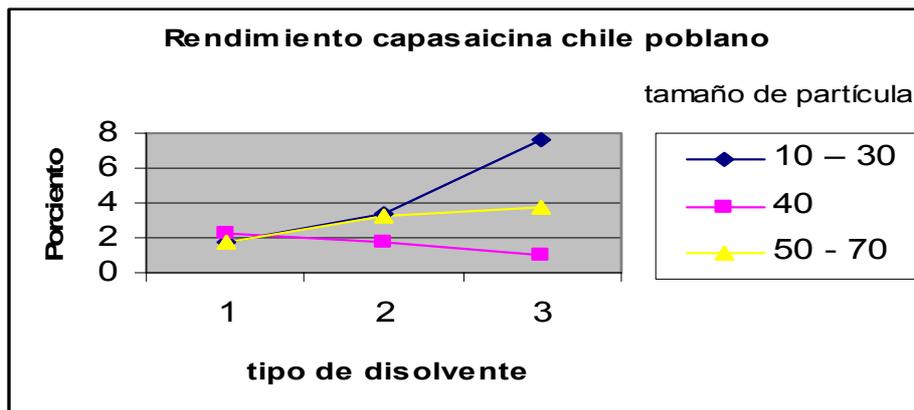


Grafico No. 5 Rendimiento del porcentaje de capsaicina de Chile poblano en base al tamaño de partícula.

Los rendimientos del extracto crudo para chile poblano son superiores cuando se utiliza metanol en contraste con los porcentajes de, acetona y hexano. De igual forma que en el chile jalapeño los contenidos de extracción bajan por problemas de solubilidad.

6.3 Rendimiento del % obtenido de Chile Serrano de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	32.84	2.88	3.22
40	37.04	4.7	4.45
50 - 70	35.95	6.27	6.02

Tabla No.15 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Chile Serrano

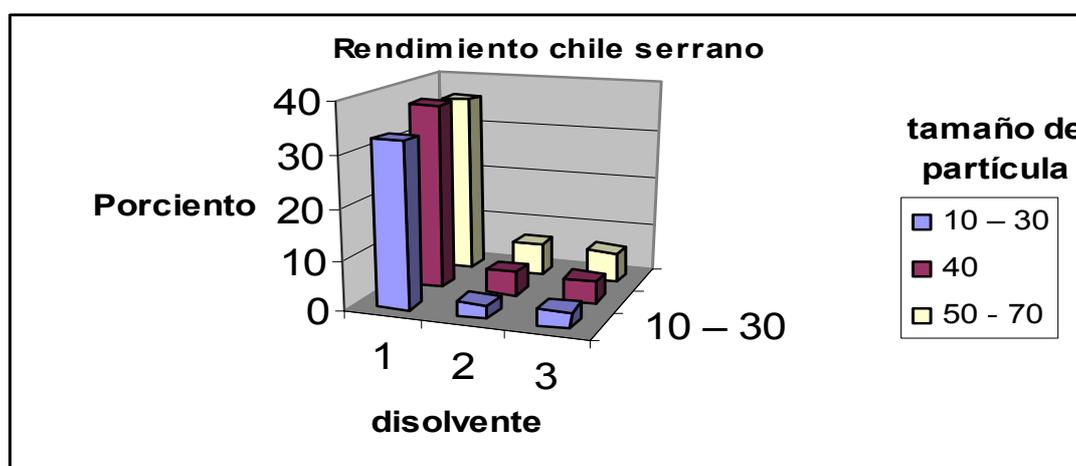


Grafico No.6 Rendimiento del extracto de Chile Serrano en base al tamaño de partícula.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	0.8	3.6	6.5
40	0.9	3.7	7.2
50 - 70	1.6	5.5	6.7

Tabla No.16 Determinación del porcentaje de Capsaicina en Chile Serrano utilizando diferentes disolventes

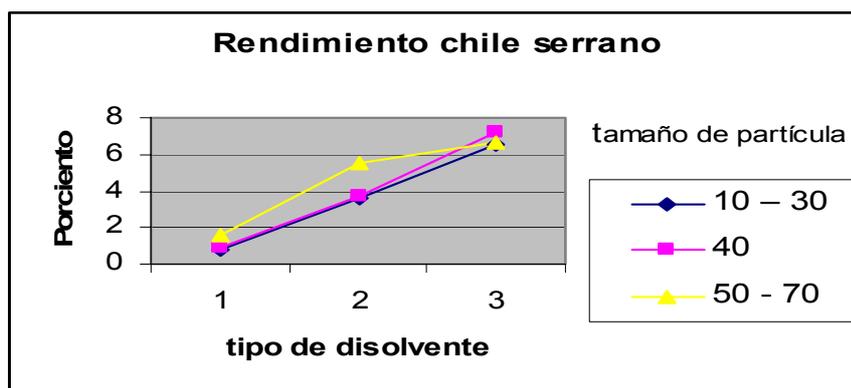


Grafico No.7 Rendimiento del porcentaje de capsaicina de Chile Serrano en base al tamaño de partícula.

De los resultados obtenidos para chile serrano se desprende que aunque los rendimientos del extracto crudo son mas elevados que con el resto cuando se utiliza metanol como medio de extracción, su contenido de capsaicina es el menor de los reportados, debido principalmente a la baja solubilidad que presenta este compuesto ante el metanol.

Si bien es cierto que el tamaño de partícula es determinante para una extracción eficiente, en este tipo de sistemas las partículas finas tienden a aglomerarse impidiendo la adecuada permeabilidad de los disolventes empleados.

Por otro lado y de acuerdo a los resultados obtenidos, la tendencia general para la extracción del principio activo del chile es que este se concentre en la fracción donde el tamaño de partícula es mas grande debido principalmente a que en esta fracción se localizan las semillas de un chile entero.

6.4 Rendimiento del % obtenido de Chile de Árbol de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	30.05	3.24	4.24
40	33.79	4.44	6.62
50 - 70	38.65	9.03	6.69

Tabla No.17 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Chile de Árbol

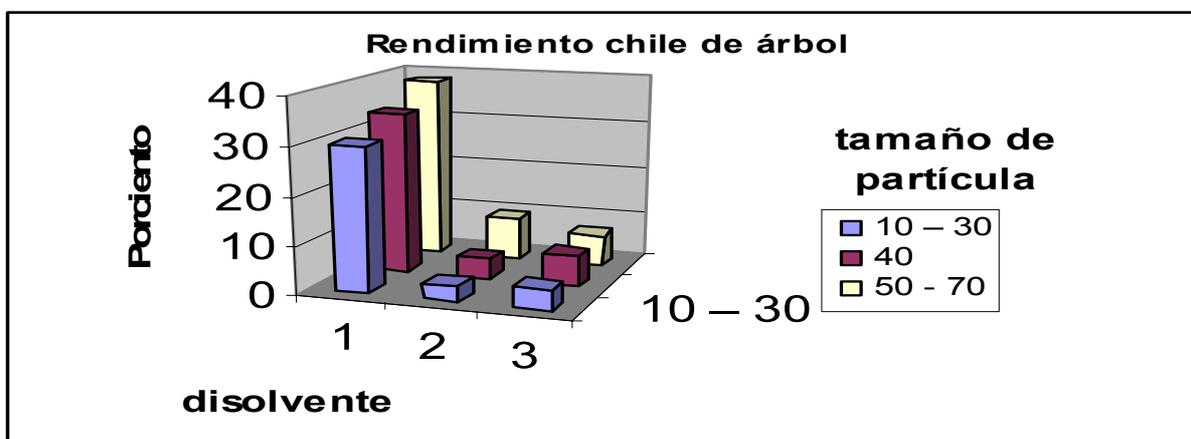


Grafico No.8 Rendimiento del extracto de Chile de Árbol en base al tamaño de partícula.

Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
10 – 30	1.0	3.4	7.5
40	1.2	3.3	6.2
50 - 70	1.5	6.9	3.5

Tabla No.18 Determinación del porcentaje de Capsaicina en Chile Árbol utilizando diferentes disolventes

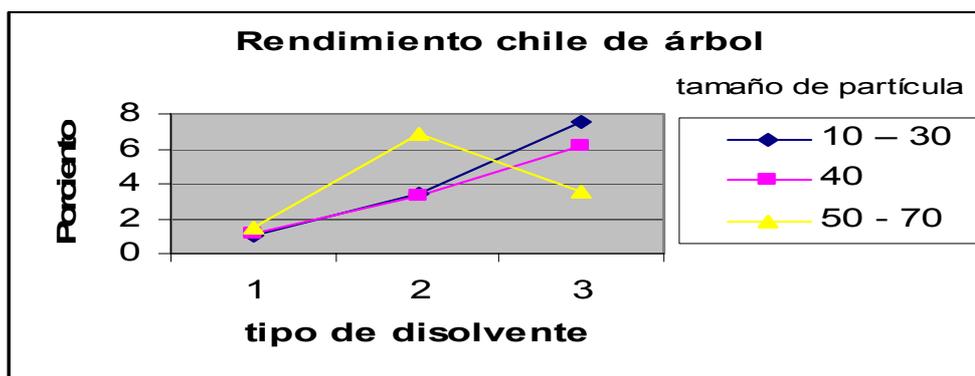


Grafico No.9 Rendimiento del porcentaje de capsaicina de Chile de Árbol en base al tamaño de partícula.

De los resultados obtenidos para chile de árbol se desprende que aunque los rendimientos del extracto crudo son mas elevados cuando se utiliza metanol que con el resto de los disolventes, acetona y hexano como medio de extracción, su contenido de capsaicina es el menor de los reportados, debido principalmente a la baja solubilidad que presenta este compuesto ante el metanol.

Si bien es cierto que el tamaño de partícula es determinante para una extracción eficiente, en este tipo de sistemas las partículas finas tienden a aglomerarse impidiendo la adecuada permeabilidad de los disolventes empleados.

Por otro lado y de acuerdo a los resultados obtenidos, la tendencia general para la extracción del principio activo del chile es que este se concentre en la fracción donde el tamaño de partícula es mas grande debido principalmente a que en esta fracción se localizan las semillas de un chile entero.

6.5 Rendimiento del % obtenido en mezcla de chiles verdes de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tipo de Muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	10 – 30	22.4193	5.0193	4.5589
II	10 – 30	27.0297	3.9954	2.7431
III	10 – 30	30.7518	6.5170	4.0650
IV	10 - 30	39.8591	3.9403	3.2969

Tabla No. 19 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Mezcla de Chiles verdes

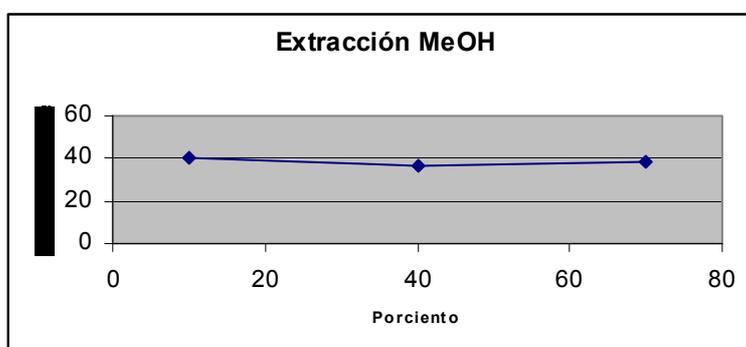


Grafico No. 10 Rendimiento del extracto de una mezcla de chiles verdes en base al tamaño de partícula utilizando Metanol como disolvente.

Tipo de muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	40	32.89	3.04	1.80
II	40	25.77	3.33	2.52
III	40	26.06	3.90	2.55
IV	40	36.25	2.35	1.10

Tabla No.20 Extracción de muestras (malla # 40) con distintos disolventes

Tipo de muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	70	37.48	3.03	2.56
II	70	21.55	4.04	3.32
III	70	39.21	5.16	3.71
IV	70	38.42	3.34	1.21

Tabla No.21 Extracción de muestras (malla # 70) con distintos disolventes

Tipo de Muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	10 – 30	4.0	3.5	3.7
II	10 – 30	3.5	4.5	3.6
III	10 – 30	2.4	3.5	4.4
IV	10 - 30	2.0	4.4	4.4

Tabla No.22. Determinación del porcentaje de Capsaicina en Mezcla de Chiles verdes utilizando diferentes disolventes

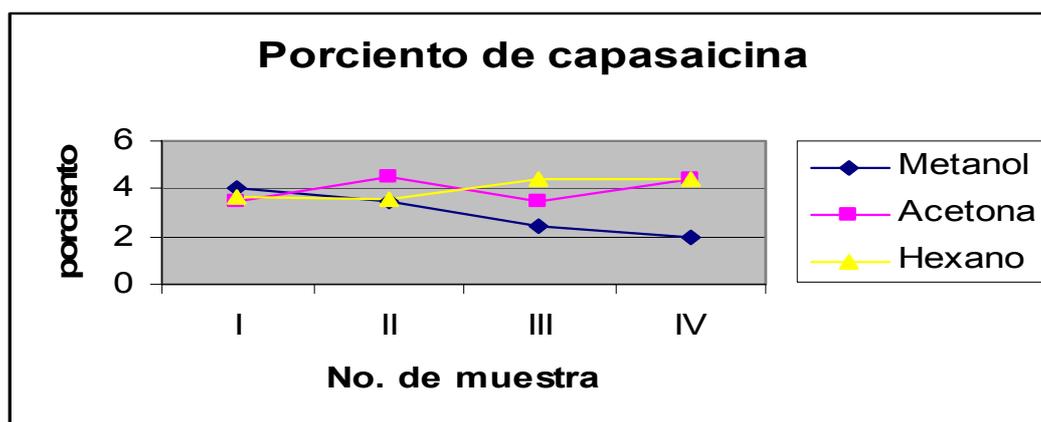


Grafico No. 11 Determinación de capsaicina en mezcla de chiles verdes en base al tamaño de partícula.

Tipo de Muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	10 – 30	597945	521055	556125
II	10 – 30	530325	669765	547980
III	10 – 30	358470	529995	654330
IV	10 - 30	308535	661125	659655

Tabla No.23 Determinación de Unidades Scoville en Mezcla de Chiles verdes

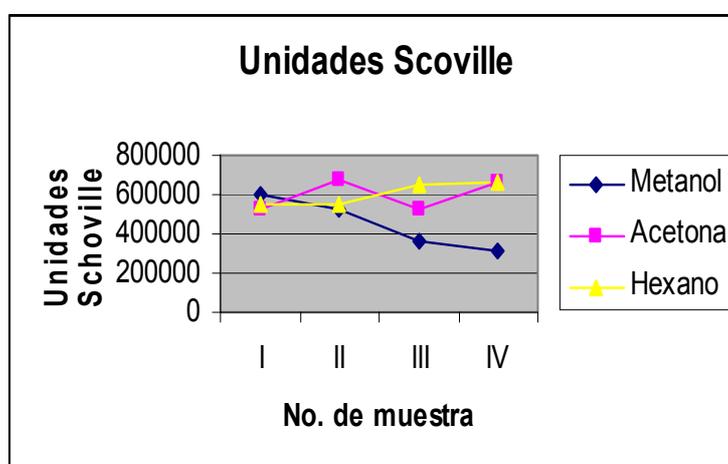


Grafico No. 12 Determinación de unidades Scoville utilizando diferentes disolventes.

En base a los resultados obtenidos en las extracciones con las diferentes variedades de chiles verdes que se compraron en el supermercado, se determinó que el tamaño de partícula y el tipo de disolvente son variables que influyen directamente en la cuantificación del porcentaje de capsaicina en los extractos crudos, siendo así, se decide utilizar como tamaño de partícula “estándar” aquel tamaño de partícula que contenga la mayor parte de las semillas, determinando entonces que el adecuado es el de 10 - 30 mm, con la finalidad de obtener oleorresinas con un nivel de pungencia elevado.

Al realizar los muestreos correspondientes en la Central de Abasto del Distrito Federal, se observa que los rendimientos del extracto crudo en todos los muestreos son más elevados utilizando metanol como medio de extracción, sin embargo, el porcentaje de capsaicina es el menor de los reportados, no obstante el mejor porcentaje de capsaicina es cuando se utiliza hexano como medio de extracción y por lo tanto al calcular las Unidades Scoville se obtienen valores altos en acetona y hexano respectivamente.

Tabla No.24 Extracción de muestras de diferente tamaño de partícula con mezcla de disolventes

MUESTRA / DISOLVENTE	METANOL	ACETONA	RENDIMIENTO
Árbol 10-20 (mm)	50	50	10.246
Árbol 40 (mm)	50	50	13.834
Árbol 50-70 (mm)	50	50	18.427
Serrano 10-20 (mm)	50	50	16.439
Serrano 40 (mm)	50	50	19.932
Serrano 50-70 (mm)	50	50	22.182
Jalapeño 10-20 (mm)	50	50	19.498
Jalapeño 40 (mm)	50	50	21.913
Jalapeño 50-70 (mm)	50	50	24.160
Poblano 10-20 (mm)	50	50	10.246
Poblano 40 (mm)	50	50	13.834
Poblano 50-70 (mm)	50	50	18.427

MUESTRA / DISOLVENTE	METANOL	ACETONA	RENDIMIENTO
1ª Muestra	10-20 (mm)	50	13.870
	40 (mm)	50	18.882
	50-70 (mm)	50	16.585
2ª Muestra	10-20 (mm)	50	14.921
	40 (mm)	50	19.312
	50-70 (mm)	50	22.935
3ª Muestra	10-20 (mm)	50	11.8
	40 (mm)	50	17.5
	50-70 (mm)	50	15.64
4ª Muestra	10-20 (mm)	50	14.3
	40 (mm)	50	20.003
	50-70 (mm)	50	21.935

6.6 Rendimiento del % obtenido en mezcla de chiles rojos de acuerdo al tipo de disolvente utilizado.

Tipo de Muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	10 – 30	3.9274	3.7265	4.5464
II	10 – 30	2.8348	2.2540	2.8724
III	10 – 30	3.7483	2.780	3.8116
IV	10 - 30	3.4569	3.4697	3.3526

Tabla No. 25 Rendimiento de acuerdo al tipo de disolvente expresado en por ciento para Mezcla de Chiles rojos

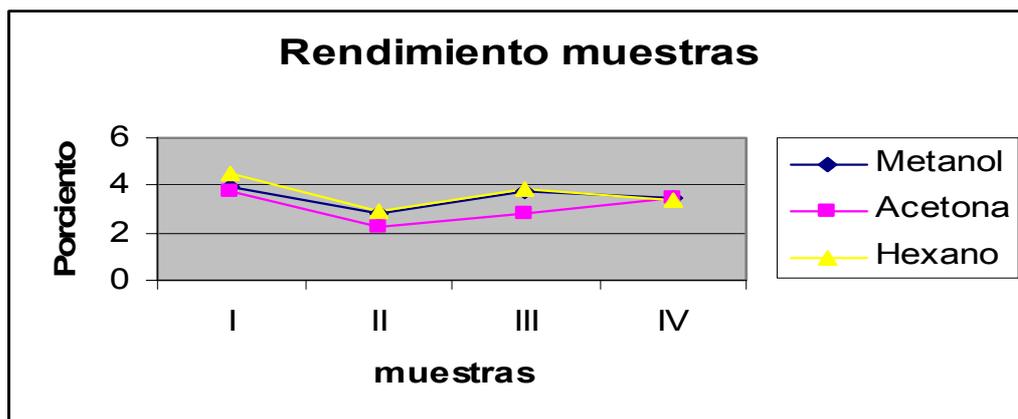


Grafico No. 13 Rendimiento del extracto de una mezcla de chiles rojos en base al tamaño de partícula utilizando diferentes disolventes.

Tipo de Muestreo	Tamaño de partícula (mm)	Metanol (1)	Hexano (2)	Acetona (3)
I	10 – 30	13725	9636	10539
II	10 – 30	9216	11286	12674
III	10 – 30	7826	8856	9185
IV	10 - 30	8078	5310	10455

Tabla No.26 Determinación de Unidades de Color en Mezcla de Chiles rojos.

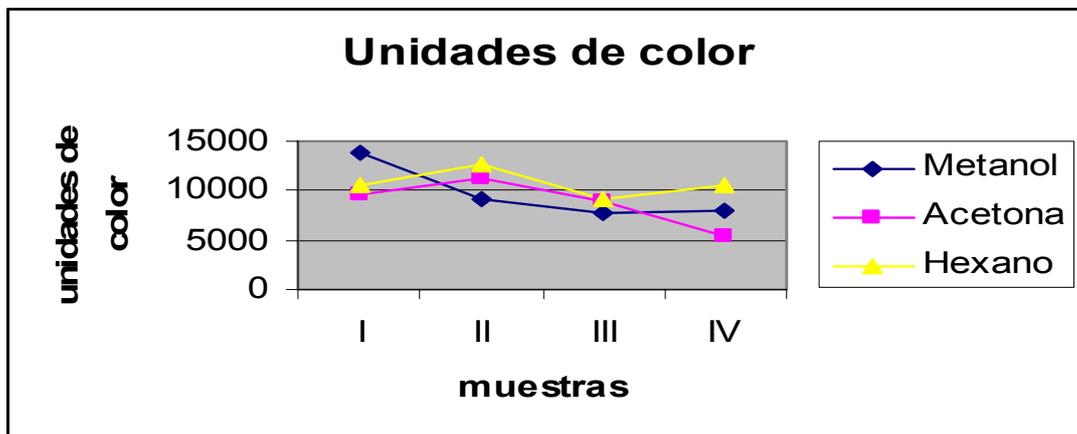


Grafico No. 14 Determinación de unidades de color en mezcla de chiles rojos utilizando diferentes disolventes.

Tabla No.27 Concentración de carotenos y xantofilas de la muestra I extraídas con tres tipos de disolventes.

Muestra	Disolvente / Tamaño de partícula	A₄₃₆	A₄₇₄	Carotenos (mg/lb)	Xantofilas (mg/lb)
I	Acetona 10 (mm)	0.34	0.28	52.83	64.43
I	Metanol 10 (mm)	0.54	0.42	52.88	64.49
I	Hexano 10 (mm)	0.12	0.1	52.85	64.46
I	Acetona 40a (mm)	0.18	0.15	52.67	64.23
I	Metanol 40a (mm)	0.59	0.51	53.28	64.97
I	Hexano 40a (mm)	0.34	0.26	53.20	64.88
I	Acetona Base	0.78	0.7	51.67	63.02
I	Metanol Base	0.63	0.58	53.22	64.91
I	Hexano Base	0.3	0.21	53.28	64.97
I	Acetona 70b (mm)	0.4	0.37	52.93	64.55
I	Metanol 70 (mm)	1	0.77	53.09	64.75
I	Hexano 70 (mm)	1.38	0.93	51.82	63.20

6.7 Análisis estadístico de resultados

6.7.1 Chile poblano

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	56.83	4.3	3.22	64.35
40	56.05	4.05	5.15	66.25
50 - 70	52.03	5.46	6.76	64.25
Suma	164.91	13.81	15.13	193.85

Sc_{total}	5050.3513
Sc_{factor}	5029.667
Sc_{vía}	0.202222
Sc_{error}	20.4823

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

En base a los resultados del análisis estadístico, existe diferencia significativa entre los 3 disolventes dependiendo del tamaño de partícula en Chile poblano.

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Decisión
Factor (disolvente)	5029.66676	2	2514.83338	491.1230	0.05	6.94	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	0.20222222	2	0.10111111					
Error	20.4823111	4	5.12057778					
Total	5050.35129	8						

Duncan

Ta = 4.60	Th = 5.04	Tm = 54.97
Sy = 1.306468239		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,4)} = 3.93$	$R_2 = 5.134420177$
$R_{0.05(3,4)} = 4.01$	$R_3 = 5.238937637$

Matriz de diferencia

	Ta	Th	Tm
Ta	---	0.44	50.37
Th	---	-----	49.93
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Ta Tm = diferente a todas

R_2 } Tm \neq Th Ta = Th

R_1 } Th = Ta

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

Capsaicina

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	0.4	1.3	1.3	3.0
40	0.7	1.6	0.8	3.1
50 - 70	0.6	1.0	0.6	2.2
Suma	1.7	3.9	2.7	8.3

Hipótesis

Ho = Da = Dm = Dh

Hi = Da ≠ Dm ≠ Dh

Sc_{total}	1.29556
Sc_{factor}	0.80889
Sc_{vía}	0.16222
Sc_{error}	0.32444

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	0.80889	2	0.404444	4.986301	0.05	6.94	Fc < Ft	Ho se acepta
Vía (tipo de muestra)	0.16222	2	0.081111					
Error	0.32444	4	0.081111					
Total	1.29556	8						

En base a los resultados podemos concluir que no existe diferencia significativa entre los disolventes dependiendo del tamaño de partícula para la obtención de la capsaicina.

6.7.2 Chile de árbol

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	30.05	4.24	3.24	37.53
40	33.79	6.62	4.44	44.85
50 - 70	38.65	6.69	9.03	54.37
Suma	102.49	17.55	16.71	136.75

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_1 = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	1679.05902
Sc_{factor}	1619.30196
Sc_{vía}	47.5331556
Sc_{error}	12.2239111

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	ƒ	Ft	Criterio	Decisión
Factor (disolvente)	1619.30196	2	809.65098	264.940075	0.05	6.94	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	47.5331556	2	23.7665778					
Error	12.2239111	4	3.05597778					
Total	1679.05903	8						

En base a los resultados del análisis estadístico, existe diferencia significativa entre los 3 disolventes dependiendo del tamaño de partícula en chile de árbol.

Duncan

Ta = 5.85	Th = 5.57	Tm = 34.16
Sy = 1.00928651		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,4)} = 3.93$	$R_2 = 3.96649598$
$R_{0.05(3,4)} = 4.01$	$R_3 = 4.0472389$

Matriz de diferencia

	Ta	Th	Tm
Ta	---	0.28	28.59
Th	---	-----	28.31
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Ta Tm = diferente a todas

R_2 } Tm \neq Th Ta = Th

R_1 } Th = Ta

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

Capsaicina

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	1.0	7.5	3.4	11.9
40	1.2	6.2	3.3	10.7
50 - 70	1.5	3.5	6.9	11.9
Suma	3.7	17.2	13.6	34.5

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_1 = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	49.44
Sc_{factor}	32.58
Sc_{vía}	0.32
Sc_{error}	16.54

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	ƒ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	32.58	2	16.29	3.93954051	0.05	6.94	$F_c < F_t$	Ho se acepta
Vía (tipo de muestra)	0.32	2	0.16					
Error	16.54	4	4.135					
Total	49.44	8						

En base a los resultados podemos concluir que no existe diferencia significativa entre los disolventes dependiendo del tamaño de partícula en Chile de árbol.

6.7.3 Chile serrano

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	32.84	3.22	2.88	38.94
40	37.04	4.45	4.77	46.26
50 - 70	35.95	6.02	6.27	48.24
Suma	105.83	13.69	13.92	133.44

Hipótesis

Ho = Da = Dm = Dh

Hi = Da ≠ Dm ≠ Dh

Sc_{total}	1901.1308
Sc_{factor}	1881.92007
Sc_{vía}	15.9992
Sc_{error}	3.21153333

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	1881.92007	2	940.960035	1171.97605	0.05	6.94	Fc > Ft	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	15.9992	2	7.9996					
Error	3.21153333	4	0.80288333					
Total	1901.1308	8						

En base a los resultados del análisis estadístico, existe diferencia significativa entre los 3 disolventes dependiendo del tamaño de partícula en Chile serrano.

Duncan

Ta = 4.56	Th = 4.64	Tm = 35.27
Sy = 0.51732753		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,4)} = 3.93$	$R_2 = 2.03309721$
$R_{0.05(3,4)} = 4.01$	$R_3 = 2.07448341$

Matriz de diferencia

	Ta	Th	Tm
Ta	---	0.008	30.71
Th	---	-----	30.63
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Ta Tm = diferente a todas
 R_2 } Tm \neq Th Ta = Th
 R_1 } Th = Ta

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

Capsaicina

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	0.8	6.5	3.6	10.9
40	0.9	7.2	3.7	11.8
50 - 70	1.6	6.7	5.5	13.8
Suma	3.3	20.4	12.8	36.5

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	51.8622222
Sc_{factor}	48.9355556
Sc_{vía}	1.46888889
Sc_{error}	1.45777778

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	ƒ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	48.9355556	2	24.4677778	67.13711951	0.05	6.94	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	1.46888889	2	0.734444445					
Error	1.45777778	4	0.364444445					
Total	51.8622223	8						

En base a los resultados, todos son diferentes entre sí dependiendo el tamaño de partícula.

6.7.4 Chile jalapeño

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	44.2	2.72	3.61	50.53
40	44.98	20.75	7.56	73.29
50 - 70	45.91	8.77	9.88	64.56
Suma	135.09	32.24	21.05	188.38

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	2824.23969
Sc_{factor}	2634.27336
Sc_{vía}	87.8968222
Sc_{error}	102.069511

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	2634.27336	2	1317.13668	51.6172427	0.05	6.94	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	87.8968222	2	43.9484111					
Error	102.069511	4	25.5173778					
Total	2824.23969	8						

En base a los resultados del análisis estadístico, existe diferencia significativa entre los 3 disolventes dependiendo del tamaño de partícula en Chile jalapeño.

Duncan

Ta = 5.85	Th = 5.57	Tm = 34.16
Sy = 2.9164692		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,4)} = 3.93$	$R_2 = 11.4617239$
$R_{0.05(3,4)} = 4.01$	$R_3 = 11.6950415$

Matriz de diferencia

	Ta	Th	Tm
Ta	---	3.72	38
Th	---	-----	34.29
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Th Tm = diferente a todas
 R_2 } Tm \neq Ta Ta = Th
 R_1 } Th = Ta

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

Capsaicina

Tamaño de partícula	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
10 - 30	1.8	7.6	3.4	12.8
40	2.3	1.0	1.7	5.0
50 - 70	1.8	3.7	3.3	8.8
Suma	5.9	12.3	8.4	26.6

Hipótesis

Ho = Da = Dm = Dh

Hi = Da ≠ Dm ≠ Dh

Sc_{total}	30.9422222
Sc_{factor}	6.93555556
Sc_{vía}	10.1422222
Sc_{error}	13.8644444

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	ƒ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	6.93555556	2	3.46777778	1.00048085	0.05	6.94	Fc < Ft	Ho se acepta
Vía (tipo de muestra)	10.1422222	2	5.07111111					
Error	13.8644444	4	3.4661111					
Total	30.9422222	8						

En base a los resultados podemos concluir que no existe diferencia significativa entre los disolventes dependiendo del tamaño de partícula para la obtención de capsaicina.

6.7.5 MEZCLA DE CHILES VERDES

No. malla 10 - 30

No. de muestra	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
I	22.4193	5.0193	4.5589	31.9975
II	27.0297	3.9954	2.7431	33.7682
III	30.7518	6.517	4.065	41.3338
IV	39.8591	3.9403	3.2969	47.0963
Suma	120.0599	19.472	14.6639	154.1958

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	1941.14448
Sc_{factor}	1770.78002
Sc_{vía}	48.8632164
Sc_{error}	121.501239

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	1770.78002	2	885.39001	36.4354313	0.05	5.79	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	48.8632164	3	16.2877388					
Error	121.501239	5	24.3002478					
Total	1941.14448	10						

Por lo tanto, existe diferencia significativa entre los tres disolventes para cada tipo de muestra.

Duncan

Ta = 4.86	Th = 3.66	Tm = 30.01
Sy = 2.46		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,5)} = 3.64$	$R_2 = 8.9544$
$R_{0.05(3,5)} = 3.74$	$R_3 = 9.2004$

Matriz de diferencia

	Th	Ta	Tm
Th	---	1.2	26.35
Ta	---	-----	25.15
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Th Tm = diferente a todas
 R_2 } Tm \neq Ta Ta = Th
 R_1 } Ta = Th

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

No. malla 40

No. de muestra	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
I	32.89	3.04	1.8	37.73
II	25.77	3.33	2.52	31.62
III	26.06	3.9	2.55	32.51
IV	35.25	2.35	1.1	38.7
Suma	119.97	12.62	7.97	140.46

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	2079.47087
Sc_{factor}	2007.47042
Sc_{vía}	12.8963333
Sc_{error}	59.1041167

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	ψ	Ft	Criterio	Decisión
Factor (disolvente)	2007.47042	2	1003.73521	84.9124618	0.05	5.79	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	12.8963333	3	4.29877777					
Error	59.1041167	5	11.8208233					
Total	2079.47087	10						

Por lo tanto, existe diferencia significativa entre los tres diferentes disolventes con respecto a cada muestra.

Duncan

Ta = 3.15	Th = 1.99	Tm = 29.99
Sy = 2.95		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,5)} = 3.64$	$R_2 = 10.75$
$R_{0.05(3,5)} = 3.74$	$R_3 = 11.033$

Matriz de diferencia

	Th	Ta	Tm
Th	---	1.16	28
Ta	---	-----	26.84
Tm	---	-----	-----

$R_3 \} Tm \neq Th \quad Tm = \text{diferente a todas}$
 $R_2 \} Tm \neq Ta \quad Ta = Th$
 $R_1 \} Ta = Th$

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

No. malla 70

No. de muestra	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
I	37.48	3.03	2.56	43.07
II	21.55	4.04	3.32	28.91
III	39.21	5.16	3.71	48.08
IV	38.42	3.34	1.21	42.97
Suma	136.66	15.57	10.8	163.03

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	2763.86289
Sc_{factor}	2543.85672
Sc_{vía}	68.075025
Sc_{error}	151.93115

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Decisión
Factor (disolvente)	2543.85672	2	1271.92836	41.858709	0.05	5.79	$F_c > F_t$	Ho se rechaza
Vía (tipo de muestra)	68.075025	3	22.691675					
Error	151.93115	5	30.38623					
Total	2763.8629	10						

Por lo tanto, existe diferencia significativa entre los tres diferentes disolventes con respecto a cada muestra.

Duncan

Ta = 3.9	Th = 2.7	Tm = 34.16
Sy = 7.59		

Rangos significantes	Rangos múltiples
$R_{0.05(2,5)} = 3.64$	$R_2 = 27.62$
$R_{0.05(3,5)} = 3.74$	$R_3 = 28.3866$

Matriz de diferencia

	Th	Ta	Tm
Th	---	1.2	31.46
Ta	---	-----	30.26
Tm	---	-----	-----

R_3 } Tm \neq Th Tm = diferente a todas
 R_2 } Tm \neq Ta Ta = Th
 R_1 } Ta = Th

En base a los resultados podemos concluir que existe diferencia entre el metanol con respecto a la acetona y el hexano, los cuales no presentan diferencia entre ellos.

Capsaicina

No. de muestra	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
I	4.0	3.5	3.7	11.2
II	3.5	4.5	3.6	11.6
III	2.4	3.5	4.4	10.3
IV	2.0	4.4	4.4	10.8
Suma	11.9	15.9	16.1	43.9

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_1 = D_a \neq D_m \neq D_h$

SC_{total}	6.88916667
SC_{factor}	2.80666667
SC_{vía}	0.30916667
SC_{error}	3.77333333

Tabla Anova

F.V.	SC	g.l	MC	FC	Ƴ	Ft	Criterio	Desición
Factor (disolvente)	2.80666667	2	1.40333334	1.85954064	0.05	5.79	$F_c < F_t$	Ho se acepta
Vía (tipo de muestra)	0.30916667	3	0.10305556					
Error	3.77333333	5	0.75466667					
Total	6.88916667	10						

En base a los resultados podemos concluir que no existe diferencia significativa entre los disolventes en base a las muestras para la obtención de capsaicina.

6.7.6. MEZCLA DE CHILES ROJOS

No. de muestra	Metanol	Acetona	Hexano	Suma
I	3.9274	3.7265	4.5464	12.2003
II	2.8348	2.254	2.8724	7.9612
III	3.78	2.78	3.8116	10.3716
IV	3.4697	3.4697	3.3526	10.292
Suma	14.0119	12.2302	14.583	40.8251

Hipótesis

$H_0 = D_a = D_m = D_h$

$H_i = D_a \neq D_m \neq D_h$

Sc_{total}	4.32023977
Sc_{factor}	0.75302316
Sc_{vía}	3.01705953
Sc_{error}	0.55015708

Tabla Anova

F.V.	Sc	g.l	Mc	Fc	Ƴ	Ft	Criterio	Decisión
Factor (disolvente)	0.75302316	2	0.37651158	3.42185526	0.05	5.79	$F_c > F_t$	Ho se acepta
Vía (tipo de muestra)	3.01705953	3	1.00568651					
Error	0.55015708	5	0.11003142					
Total	4.3223977	10						

Por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los tres disolventes con respecto a cada muestra.

7. CONCLUSIONES.

- A través de este estudio se plantea una alternativa viable para el aprovechamiento de una parte significativa de los desechos generados en la Central de Abasto del Distrito Federal para obtener productos de interés comercial.
- Los desechos de chiles recolectados en la Central de Abastos del Distrito Federal son una fuente de oleorresinas ricas en capsaicina y pigmentos como carotenoides.
- Debido a que las materias primas utilizadas en este trabajo fueron recolectadas en los contenedores, los costos de procesamiento de esta propuesta a escala comercial se ven notablemente reducidos.
- Al darle un posible cause comercial a los desechos de chile que representan aproximadamente 1.5 ton/día se está contribuyendo a eliminar una fuente de contaminación importante.
- El desarrollo tecnológico como el de la obtención de oleorresinas, significa la posibilidad de contar con el conocimiento y la experiencia necesaria para generar valor agregado a partir de productos naturales derivados de la biodiversidad y/o agricultura, la posibilidad de generar empleo a nivel rural y agroindustrial y de sustituir importaciones por productos nacionales con diferenciación, potencial y vigencia global.
- De los resultados obtenidos para chile jalapeño se desprende que aunque los rendimientos del extracto crudo son más elevados cuando se utiliza metanol como medio de extracción, su contenido de capsaicina es el menor de los reportados, debido principalmente a la baja solubilidad que presenta este compuesto ante el metanol.

- El principio activo del chile está concentrado en la fracción donde el tamaño de partícula es más grande debido principalmente a que en esta fracción se localizan las semillas de un chile entero.
- Si bien es cierto que el tamaño de partícula es determinante para una extracción eficiente, en este tipo de sistemas las partículas finas tienden a aglomerarse impidiendo la adecuada permeabilidad de los disolventes empleados.
- De la cadena de comercialización los productores primarios son los menos favorecidos. Por ello sería factible que se establecieran acuerdos previos para que estos vendan su cosecha a determinados agentes, creando compromisos como: compra de semilla, fertilización, fumigación, corte y empaquetado del producto. Los agentes económicos se comprometen a colocar el producto en el mercado, descontando todos los gastos que realizó durante el proceso.
- A pesar de ser un mercado muy competitivo y exigente, el país cuenta con una serie de posibilidades de diferenciación, factores de competitividad, recursos naturales, diversidad de especies y potencial de desarrollos y aplicaciones industriales que son opciones productivas sostenibles y acordes a riquezas autóctonas y fortalezas internas.
- Se requieren mayores esfuerzos en desarrollos, tanto a nivel industrial como agrícola, falta más investigación, líneas de crédito, incentivos y normatividad apropiada en el país para dinamizar el desarrollo de este sub sector de la economía.
- Muchos países latinoamericanos como Brasil y Argentina han entendido estas potencialidades y han invertido en la investigación y desarrollo de acuerdo con las especies que tienen mayor posibilidad de mercadeo. El problema no es solo producir una oleorresina específica, sino lograr su estandarización y estabilización para que compita con productos sintéticos de alta demanda.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. Official Methods of the Analysis, Washington, D.C., 1970, Pág. 310, 464–466, 496–499, 511- 518, 529,530.
- ASTA Analytical Methods of the American Spice Trade Association, Englewood Cliffs N.J., 1978, Pág. 8-11, 27, 28, 40-58.
- Cano Alvarado, Manuel Francisco, "El cultivo del Chile".
<http://www.mflor.mx/material/temas/cultivochiles>
- Centro de Comercio Internacional, Los mercados de algunos aceites esenciales y oleorresinas, GATT-ONU, Ginebra, Suiza, 1974, Pág. 84, 162-172, 251-263.
- Comitee on Codex Specifications, Food Chemical Codex, National Academy Press, Washington, D.C., USA, 1981, 322-326.
- Fennema O. Química de alimentos, Editorial Acribia, S.A., 1998, Pág. 647-656, 700, 701.
- Fritzsche, Dodge & Olcott, The Oleoresin Handbook, New York USA, 1981, Pág. 4-22, 26, 30, 33, 35, 39.
- Gobierno del Estado de México, Secretaría de desarrollo económico. Dirección general de abasto y comercio. Boletín Informativo Chile verde, Año VII No.3.
- Guenter, E., The Essential Oils, D. Van Nostrand Co. Inc., New York, New York USA, 1972,
- Hui, Y. H., Encyclopedia of Food Science and Technology, Vol.4, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y: USA, 1992, Pág. 2407-2418.
- Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Tablas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Ciencias Médicas DF. 2000
- Lindner, E. Toxicología de alimentos, Editorial Acribia S.A., Zaragoza España, 1995, Pág. 50 – 51.
- Marmion, D.M, Handbook of U.S. Colorants for Foods, Drugs and Cosmetics, John Wiley and Sons, Inc., New York, New York USA, 1991, Pág.197-218.
- Oviedo V. A. Oleorresinas transformadas. Tesis Licenciatura, UNAM, 1988, México, DF.
- Tainter, R.D. "Especias y aromatizantes alimentarios", Editorial Acribia S.A., 1993, Pág. 6-9, 17-22, 50-58, 149-152.

- Trujillo Juárez, Lázaro Gabriel “Procesos enzimáticos como alternativa a la extracción industrial de luteína de flor de Cempasúchil” Tesis de Maestría Universidad Nacional Autónoma de México 2005
- www.inta.gov.ar/salta/info/boletines/desideratum/boletin_desideratum18.htm
- www.empacadorasanmarcos.com/historia.html
- www.canales.laverdad.es/cienciaysalud/html
- www.zarc.com/espanol/cap_stun/tech_info/extract.html
- www.ofired.org.ar/esp2/redes/aromatic/5_conclu.htm

ANEXO I

El chile

Derivado de la lengua antigua del náhuatl, la palabra “chile” es un término genérico para una amplia gama de las frutas del género pimiento. Cinco especies del pimiento se cultivan, pero la mayoría de las variedades modernas se cultivan de las dos especies más populares, *Capsicum annum* y *Capsicum frutescens*, con el *Capsicum chinense* en el tercer lugar. Desde 7000 A. C. los chiles silvestres eran recolectados y comidos. En nuestro país se tienen referencias que desde 3500 A.C. los antiguos mexicanos cultivaban chiles. Existen referencias que Cristóbal Colón conoció estos frutos en su primer viaje al mundo nuevo. Posteriormente del descubrimiento de América Central, los marineros españoles y portugueses los llevaron a la India y Asia Sur-Oriental. extendiéndose al Oriente Medio, Balcanes, y Europa central. Los expedientes demuestran chiles en Italia antes de 1526, Alemania antes de 1543, y Hungría antes de 1569. En corto tiempo fueron conocidos a nivel global y ahora la India es el productor más grande del mundo de chiles.

Los primeros en cultivar el *Capsicum annum*, una planta tropical en una región con clima templado, fueron los españoles. Con el paso del tiempo, sufrió una evolución volviéndose el delicado y dulce pimiento cultivado en España con el nombre de "pimiento". Esta misma planta desecada y molida se comercializa como una especia: la páprika. Muchos son los que conocen su sabor a través del "goulash" un plato típico de Hungría, pero es común en toda la Europa oriental, y es propio en Hungría donde la páprika entra por obra de los Turcos, los cuales producen la páprika de mejor calidad con una gran variedad de graduaciones: desde aquella dulce y delicada a aquella muy picante.

El chile para ser comercializado dentro de los grados de calidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-25 se clasifican en México Extra, México 1 y México 2.

Cuando el producto no sea clasificado conforme a la norma debe identificarse como NO CLASIFICADO, lo que indica que ningún grado de calidad se ha dado al lote. Este producto está sujeto a los reglamentos que en materia sanitaria han establecido las Secretarías de Salubridad y Asistencia, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Descripción del producto

El chile es un fruto de la planta cultivada perteneciente a la familia de las solanáceas y del género *Capsicum*: Estos frutos son bayas que presentan formas y tamaños característicos de color verde y sabor picante. Se consideran en esta norma a la variedad jalapeña y serrana.

Defectos menores

Se consideran defectos menores a las raspaduras, ligeras manchas, quemaduras del sol, ligeras deformaciones y rozaduras, siempre y cuando sean superficiales y tengan un área de 1.0 cm².

Defectos mayores

Se consideran defectos mayores a las raspaduras, ligeras manchas, quemaduras del sol, ligeras deformaciones y rozaduras, siempre y cuando sean mayores de 1.0 cm² y menores de 2.0 cm², además heridas cicatrizadas, evidencia de plagas y enfermedades.

Defectos críticos

Los mencionados en mayores y menores que tengan un área mayor de 2.0 cm², además deshidrataciones, ataques de plagas y enfermedades (barrenillo, mosaico de chile), heridas no cicatrizadas, frutos agrietados y agujerados y deformaciones severas.

Muestreo

El muestreo del producto puede establecerse de común acuerdo entre vendedor y comprador, a falta de éste se puede llevar a cabo conforme a las indicaciones de la Norma NOM-Z-12. Se sugiere la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de producto defectuoso en un lote:

$$\% \text{ de defectuosas} = \frac{\text{Cantidad de defectuosas}}{\text{Cantidad inspeccionada}} \times 100$$

El resultado indica si el producto o lote está dentro de los rangos mencionados en las tablas de tolerancia correspondientes.

Tamaño

Tamaño	Longitud (cm.) Jalapeño	Longitud (cm.) Serrano
A	menor de 3.0	menor de 2.0
B	3.0 – 4.5	2.0 – 3.5
C	4.6 – 6.0	3.6 – 5.0
D	6.1 – 7.5	5.1 – 6.5
E	mayor de 7.5	mayor de 6.5

Grados de calidad

Tabla No.2 Especificaciones para los grados de calidad

Especificaciones	México extra	México 1	México 2
Generales	Los chiles deben ser de forma, color, sabor y olor característicos a la variedad, bien desarrollados, enteros, sanos, limpios, de consistencia firme, de textura lisa y brillante, cortados en punto de sazón.		
Tamaño	C,D	B,C,D,E	A,B,C,D,E
Defectos	Prácticamente libre	Máximo un defecto	Máximo un de-

	de defectos	menor	fecto mayor
Presentación	Selección rigurosa aspecto global uni- forme en cuanto a tamaño	Variaciones en cuanto a homogeneidad de tamaño	
Tolerancias de tamaño	5 %	10 %	15 %
Defectos	Punto de embarque		Punto de arribo
Críticos	4 %		5 %
Mayores	6 %		7 %
Menores	10 %		12 %
Acumulativo	10 %		12 %
Pudrición	0.5 %		1 %

ANEXO II

Normas de comercialización del chile

La Norma Oficial Mexicana para el chile serrano (*Capsicum sp*), define el chile como el fruto de la planta cultivada perteneciente a la familia de las solanáceas y del género *Capsicum*, que tienen formas y tamaños característicos, de color verde y sabor picante.

Para su comercialización en territorio nacional, el chile serrano se clasifica en tres grados de calidad: México Extra, México no.1 y México no.2. Las especificaciones para los tres grados son las siguientes:

- Los chiles deberán de ser de forma, color, sabor y olor característicos de la variedad.
- Estar bien desarrollados, enteros, limpios, de consistencia firme y textura lisa y brillante.
- Deben ser cortados en punto de sazón y con péndulo.
- Deben estar libres de humedad exterior, de pudrición o descomposición y de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético-fisiológico.

Tolerancias

Los chiles serranos de la calidad México Extra deben clasificarse en los tamaños correspondientes con las letras (c ó D), o bien, de 3.6 y 6.5 centímetros. Asimismo, estar prácticamente libres de cualquier defecto y dentro de las tolerancias establecidas por las normas en puntos de embarque y arribo.

En la calidad México no.1, los chiles serranos se clasifican en los tamaños correspondientes a las letras B, C, D ó E, es decir, deben medir más de 6.5 centímetros de longitud, se acepta como máximo que presenten un defecto menor (raspaduras, ligeras manchas, quemaduras de sol, ligeras deformaciones y rozaduras, siempre y cuando sean superficiales y tengan un área máxima de un centímetro cuadrado), y dentro de las tolerancias de los puntos de embarque y arribo.

Los chiles de la calidad México no.2, se pueden clasificar en cualquiera de los tamaños, presentar como un máximo un defecto mayor, que son los mismos que se

señalan como defecto menor para la calidad México no.1 (raspaduras, ligeras manchas, quemaduras de sol, ligeras deformaciones, rozaduras siempre y cuando sean superficiales y tengan un área de un centímetro cuadrado), y dentro de las tolerancias de los puntos de embarque y arribo.

El chile que no se encuentre dentro de estas calidades, se define como “no clasificado”, entendiéndose que éste no cuenta con algún grado de calidad. Asimismo, el producto de cualquier categoría estará sujeto a las tolerancias establecidas para residuos tóxicos, por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Secretaría de Salud, incluyendo a los correspondientes residuos de plaguicidas, productos mejorados de la apariencia y otros.

Además, la Norma Oficial establece los requisitos que se deben cubrir en cuanto al mercado o etiquetado, en donde se indica que cada envase debe llevar en el exterior una etiqueta o impresión permanente, con caracteres legibles, redactados en español o en cualquier otro idioma cuando el producto sea para exportación y el importador lo requiera, y tener como mínimo los siguientes datos:

- chile serrano en estado fresco
- identificación simbólica del chile en estado fresco
- marca o identificación simbólica del productor o envasador
- nombre y dirección del productor o distribuidor
- fecha de envasado y designación del producto y
- contenido neto en gramos o kilogramos.

En relación a los envases, se establece que deben reunir la calidad y resistencia que garanticen el estibado y la transportación al lugar del consumo, los cuales pueden ser de madera, cartón u otro material aceptable y conveniente de las dimensiones que se adapten a las necesidades de transportación nacional e internacional y deben reunir las condiciones de higiene, ventilación y resistencia a la humedad y temperatura, que aseguren un adecuado manejo y conservación del producto.

ANEXO III

Normas de identidad para diversos disolventes para la extracción de oleorresinas

Acetona

Nombre químico: Acetona

Fórmula: C₃H₆O

Fórmula estructural: CH₃COCH₃

Peso molecular: 58.08 g/mol

Definición: Producto que contiene como mínimo, 99.5% de acetona.

Descripción: Líquido volátil, incoloro, transparente, muy inflamable, de olor característico, sin sedimentos ni materias en suspensión.

Aplicaciones: Extracción de grasas y aceites naturales, comprendidos los aceites esenciales; otras aplicaciones son como agente precipitante en la purificación de almidones, azúcares y sus derivados.

Una tolerancia de 30 ppm se establece para acetona en oleorresinas de especias cuando se encuentran presentes como residuo de la extracción de la especia.

Metanol

Nombre químico: Metanol

Fórmula empírica: CH₄O

Fórmula estructural: CH₃OH

Peso molecular: 32.04 g/mol

Definición: Producto que contiene aproximadamente 99% de metanol.

Descripción: Líquido móvil, incoloro, inflamable, transparente de olor suave, carece de sedimentos y de materias en suspensión.

Aplicaciones: Extracción de aceite de especias y lúpulo.

Una tolerancia de 50 ppm se establece para alcohol metílico en oleorresinas de especias cuando se encuentran presentes como residuo de la extracción de la especia.

Hexano

Nombre químico: Hexano

Fórmula empírica: C_6H_{14}

Fórmula estructural: $CH_3(CH_2)_nCH_3$ e isómeros

Peso molecular: 86 g/mol

Definición: Se entiende como la fracción de hexano de los hidrocarburos del petróleo, la cual puede contener o no una gran proporción de n-hexano. No obstante, generalmente el metilpentano o mezclas de éstos con cantidades menores de n-pentano, dimetilbutanos y metilciclopentano.

Descripción: Líquido móvil, incoloro, claro, muy inflamable, de característico olor a petróleo, carece de sedimentos y de materias en suspensión.

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

Una tolerancia de 25 ppm se establece para el hexano en oleorresinas de especias cuando se encuentra presente como residuo de extracción de las mismas.

ANEXO IV

Fabricación de oleorresinas

ESQUEMA DE PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE OLEORRESINAS DE PIMENTÓN

