

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería



**“Evaluación Antioxidante y Antibiótica de diferentes Especies del Género  
*Capsicum*”**

Que para obtener el título de Químico Farmacobiólogo

PRESENTA

Tamara Yadira Hernández Navarrete

Tijuana, B.C

Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

Folio No.014/11  
Tijuana, Baja California  
Junio /11

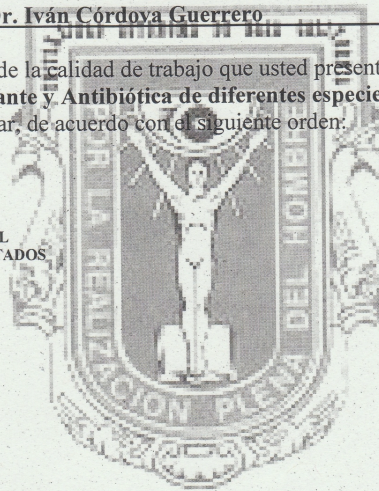
**C. HERNANDEZ NAVARRETE TAMARA YADIRA**  
Pasante de Químico Farmacobiólogo  
Presente

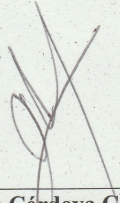
El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional, en la  
Opción TESIS

es propuesto por el Dr. Iván Córdova Guerrero

quién será responsable de la calidad de trabajo que usted presenta, referido al tema:  
"Evaluación Antioxidante y Antibiótica de diferentes especies del género *Capsicum*"  
el cual deberá desarrollar, de acuerdo con el siguiente orden:

- I.- INTRODUCCION
- II.- ANTECEDENTES
- III.- PARTE EXPERIMENTAL
- IV.- DISCUSION DE RESULTADOS
- V.- CONCLUSIONES
- VI.- BIBLIOGRAFIA



  
Dr. Iván Córdova Guerrero  
Asesor

  
Q. Noemi Hernández Hernández  
Sub- Director

  
Dr. Luis Enrique Palafox Maestre  
Director

## AGRADECIMIENTOS.

Le doy gracias a Dios que ha sido y seguirá siendo la fuerza que me motiva a seguir adelante, ya que gracias a él he comprendido que el hecho de terminar una Licenciatura es para ser mejor ser humano y servir mejor a mis semejantes.

Le doy gracias a mi hermana mayor Veronica Hernández Navarrete, ya que gracias a ella estoy en donde estoy, sin tener ninguna responsabilidad me ha apoyado incondicionalmente, y si no hubiese sido por ella no habría llegado hasta aquí.

Le doy gracias a mi Mamá, a mis hermanos Jehu, Arturo, Gaby y a mi sobrina Isis que me apoyaron en muchas etapas de mi carrera.

Le doy gracias al profesor Dr. Iván Córdova Guerrero porque me ayudo a ver lo importante que es aportar a la ciencia y a la sociedad, el desarrollo del conocimiento que la misma me enseñó, a través de un proyecto de tesis como el presente.

Le doy gracias a mis compañeras del Laboratorio de Productos Naturales: Andrea, Karina, Lupita, Gaby, Elizabeth, por su compañía, por sus conocimientos y por compartir conmigo su amistad.

Le doy gracias a Saray, que me estuvo apoyando en el Laboratorio de Microbiología, gracias más que por todo, tu compañía, tu alegría, y la manera tan profesional como haces las cosas.

Le doy gracias a la Doctora Elia Leal Orozco, por su amabilidad por apoyarme en varias ocasiones en el transcurso de este proyecto.

Le doy gracias a la Maestra Lilia Hurtado Ayála que me enseñó a realizar estudios microbiológicos, el cual me intrigaba mucho saber, muchas gracias.

Le doy gracias a todos los maestros que me han impartido sus clases. Gracias por hacerme que hiciera un mayor esfuerzo a todos gracias.

# ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas .....	<i>i</i>
Índice de figuras .....	<i>ii</i>
Índice de gráficas .....	<i>iii</i>
Abreviaturas y acrónimos.....	<i>iiii</i>
Introducción.....	1
Hipótesis.....	3
Objetivos.....	4

## CAPITULO I. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE ESPECIES DEL GÉNERO CAPSICUM

### 1.1 Generalidades

1.1.1 Medicina Tradicional.....	5
1.1.2 Aspectos generales del género <i>capsicum</i> .....	14
1.1.3 Chile de árbol.....	38
1.1.4 Chile habanero .....	39
1.1.5 Chile Chiltepín .....	40
1.1.6 Chile Puya .....	41
1.1.7 Chile Morita .....	42
1.1.8 Antioxidantes .....	44
1.1.9 Radicales libres.....	53
1.1.10 Importancia de los compuestos polifenolicos .....	54

### 1.2 Metodología experimental.

1.2.1 Generación de extractos de las especies de chiles.....	57
1.2.2 Decoloración oxidativa del $\beta$ caroteno.....	58
1.2.3 Actividad antirradicalaria por la reducción del radical DPPH...	61

1.2.3 Cuantificación de compuestos fenólicos.....	65
1.3 Discusión de resultados.	
1.3.1 Decoloración oxidativa del $\beta$ -caroteno .....	78
1.3.2 Reducción del radical DPPH .....	79
1.3.3 Composición polifenólica.....	80
CAPITULO II. ACTIVIDAD ANTIBIÓTICA DE ESPECIES DEL GÉNERO CAPSICUM	
2.1 Generalidades	
2.1.1 <i>Capsicum annuum</i> .....	69
2.1.2 Antibióticos .....	69
2.1.3 Actividad antibiótica .....	69
2.2 Metodología experimental	
2.2.1 Fundamento.....	70
2.2.2 Determinación de la actividad antibiótica.....	71
2.3 Discusión de resultados.....	81
CONCLUSIONES .....	
BIBLIOGRAFÍA.....	
APÉNDICE	
Anexos.....	

Introducción.

Las especies del género *Capsicum*, son plantas importantes que han sido ampliamente utilizadas como alimentos, especias y medicinas. La capsaicina, el capsaicinoide de mayor abundancia, ha mostrado tanto actividades anticarcinogénicas, antimutagénicas, analgésicas y antioxidantes entre otras propiedades.

Es necesario hacer del conocimiento público que México, Centro América y Sur América son los países con los recursos más ricos que a chiles se refiere y que a partir de la llegada de los españoles, el mundo entero pudo conocer este fruto.

Es de suma importancia tener un conocimiento más profundo sobre los beneficios de las especies *Capsicum* ya que en nuestro país a pesar de su alto consumo no se le ha dado un estudio sistemático completo.

Con este trabajo se busca darle auge a esta especie reconocida en todo el mundo por su rico sabor y sus beneficios nutrimentales .

Se ha establecido en esta investigación realizar experimentos para determinar la capacidad de estos frutos para eliminar la formación de radicales libres. Cabe mencionar que día con día el núcleo de nuestras células está expuesta a constantes ataques de estos agentes inestables que pueden provocar daños irreversibles.

También se ha planteado el desarrollo de técnicas de laboratorio que evalúen la actividad antimicrobiana de estas especies, mediante métodos estandarizadas para facilitar la detección de sus bioactividades.

Con los resultados que se obtengan con estos ensayos, podremos llevar a cabo una depuración de las muestras analizadas para poder identificar aquellas con mayor actividad biológica, extraer sus principios activos, y realizar los estudios pertinentes para posteriormente proceder a estudios farmacológicos que nos permitan en un futuro generar y ofrecer fitofármacos que beneficien los problemas de salud de nuestra sociedad.

# HIPOTESIS

Los frutos del género *capsicum* presentan por su composición química, propiedades antioxidantes y antibióticas

Objetivo general:

Determinar la actividad antioxidante y la susceptibilidad microbiana, de diferentes especies del género *Capsicum* (chile).

Objetivos específicos:

1. Determinar la capacidad antioxidante de diferentes especies del género *capsicum* por el método de la decoloración oxidativa del  $\beta$ -caroteno.
2. Determinar la capacidad antioxidante de diferentes especies del género *capsicum* por el método de reducción del radical DPPH.
3. Cuantificar los componentes polifenólicos de estas especies, mediante la técnica estandarizada de ácido gálico.
4. Estandarizar un método microbiológico que permita elegir la determinación eficaz con respecto a la actividad antibiótica que puedan ejercer la especies seleccionadas para este estudio.
5. Determinar la actividad antimicótica en especies *Capsicum annuum* con métodos predeterminados.

### 1.1.1 Medicina Tradicional.

La medicina tradicional es todo el conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas basados en teorías, creencias y experiencias indígenas de las diferentes culturas, sean o no explicables, usados para el mantenimiento de la salud, así como para la prevención, el diagnóstico, la mejora o el tratamiento de enfermedades físicas o mentales.

*(General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine).*

### 1.1. Historia sobre la especie *Capsicum*

#### EL CHILE



Cococ, cocopatic y cocopalatic, desde la época prehispánica, estos términos en náhuatl se utilizaban para categorizar a gran variedad de chiles según su grado de pungencia; picantes,

muy picantes y picantísimos.

Hoy día, la diversidad de formas, tamaños y los diferentes sabores picantes de estos peculiares frutos, nos dan la posibilidad de saborear deliciosos platillos como los chiles en nogada, los exquisitos moles y no se diga las salsas. En muchos guisos sencillos o complejos los chiles son ingredientes que no pueden faltar.

Junto con la calabaza, el maíz y el frijol, el chile (*Capsicum annuum*) fue la

base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica, que es su lugar de origen y donde se considera fue domesticado. La historia del uso prehispánico del chile ha quedado registrada en algunos textos: Entre los escritos acerca de las comidas de los mexicas, fray Bernardino de Sahagún reseñó desde los manjares exclusivos del emperador hasta los más modestos bocados de los plebeyos, y en ese abanico de platillos el ingrediente común era el chile. Este producto también figuró entre los tributos fijados por el tlatoani de México antes y durante los primeros tiempos de la Conquista, según se aprecia en el Códice Mendocino. Los tributarios, en su mayoría vasallos, entregaban "cargas" de chile en cestos, tenates, etc., a inspectores oficiales quienes las recibían y depositaban en las bodegas imperiales e incluso, en las épocas de sequía, el chile seco seguía figurando en la lista de los productos almacenados.

De América, el chile fue llevado a España y de ahí se dispersó a varios países de Europa, de Asia y posteriormente de África, convirtiéndose así en un cultivo de uso mundial. Actualmente en países como China, la India, Nigeria, Hungría y Yugoslavia, el chile, además de ser muy común en el sector alimentario, es un producto que alcanza volúmenes de producción muy superiores a los de los países productores de América, de donde es originario.

Todos los chiles son del género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas.

Los estudios taxonómicos coinciden en que son cinco las especies cultivadas: *Capsicum baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*, de las cuales ésta última es la más importante. *C. annuum* agrupa la mayor diversidad de chiles, ya sean cultivados o silvestres. Entre los más populares destacan el guajillo o mirasol, el piquín, el de árbol, el serrano, el jalapeño, el poblano, y el chilaca, de los cuales los tres últimos, una vez

secados, se denominan chipotle, ancho o mulato y pasilla, respectivamente. El cultivo de *C. annuum* se adapta a los diversos climas y tipos de suelo del país, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2500 m. El chile habanero (*C. chinense*) y el manzano (*C. pubescens*) son originarios de Sudamérica pero en nuestro país son ampliamente conocidos, especialmente en las regiones donde se cultiva: el habanero en Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Tabasco;

El manzano, también conocido como ciruelo o perón, sólo prospera en lugares altos que superen los 2000 msnm como en la Sierra de Puebla, en Veracruz, en Chiapas y en algunas zonas de Michoacán.

Fresco o seco, el chile se consume de muy diversas maneras: el fresco generalmente como verdura o condimento, el seco ,ancho, mulato, mirasol y pasilla principalmente se destina a la industria artesanal del mole. Actualmente también se usa para extraer un pigmento rojo que se emplea para colorar embutidos, como chorizo y salami, y en la industria avícola se mezcla con los alimentos balanceados para producir huevos con yema de color más rojizo, e incluso en la elaboración de cosméticos.

### 1.1.2 Aspectos generales del género *Capsicum*

La producción de chile a escala mundial se localiza principalmente en China, México, Turquía, España, Estados Unidos, Nigeria e Indonesia. En los últimos 10 años, esa producción, se ha incrementado gradualmente a una tasa de crecimiento anual promedio de 6.26% para un acumulado durante el período 1992-2001 de 56,3%. Con facilidad podría pensarse que México es el país con mayor producción mundial, al ser el que mayor variedad genética de especies *Capsicum* posee, sin embargo no es así, ocupa el segundo lugar después de China y es por los bajos rendimientos que registra, los que oscilan alrededor de 10 ton/ha. México es la región del mundo en donde se produce no sólo el mayor volumen de chile en fresco, sino que además, el mayor número de variedades, las cuales dependen de la región (ya que algunas se adaptan mejor a ciertas condiciones ambientales), así como de la cultura productiva y de consumo. Por ejemplo es posible distinguir que en la zona del Golfo destacan las variedades de Jalapeño y Serrano; en el Bajío predominan los chiles secos como el Ancho, Pasilla y Mulato; en la Mesa Central el Poblano, Serrano, Carricillo; en el Pacífico Norte el pimiento Bell, Anaheim, Caribe y Fresno; mientras que en el Sur aparece nuevamente el Jalapeño, pero ahora combinado con variedades más locales como es el Costeño y Habanero (*Claridades Agropecuarias/56, 1998*).

## Situación Internacional

Una característica importante del mercado global de Chile es que los principales países productores no son, a excepción de México y España, los más destacados exportadores, ya que estos destinan casi la totalidad de su producción al mercado interno. En cambio, como países exportadores sobresalen algunos países industrializados, los cuales a su vez suelen ser importantes importadores de este producto, caracterizándose por darle valor agregado al producto al exportarlo mayormente como enlatado. España, ocupa el primer lugar por su volumen exportado 250 mil ton, seguido por México (229 mil ton), Holanda (220 mil ton), y USA (62 mil ton). Mientras que España y Holanda dirigen sus exportaciones hacia la Unión Europea, México exporta hacia USA y Canadá. Por su parte USA, dirige sus exportaciones a países latinoamericanos, Europa y Asia. Los principales países importadores son Alemania, Francia, USA, y Canadá, quienes absorben el 70% del total de las exportaciones. En su mayor parte importan los tipos no picantes o dulces, utilizando parte para consumo y parte para procesarlo antes de exportarlo como producto envasado.

## Situación Nacional de la especie *Capsicum*:

Entre los cultivos hortícolas, el cultivo de Chile es el más importante a nivel nacional. Actualmente se produce Chile verde en cada uno de los 32 estados que conforman la República Mexicana. Los principales estados productores son: Chihuahua, Sinaloa, Guanajuato, Zacatecas, y Sonora; los cuales en conjunto cultivan el 50% de una superficie total nacional estimada de 120 mil hectáreas; obteniéndose el 60% de la producción nacional. La media de producción nacional por hectárea es de 12.0 ton, siendo el estado de Chihuahua el de

mayor rendimiento promedio >21 ton/ha, seguido por Sonora 14.4 ton/ha y Sinaloa 12.4 ton/ha. Geográficamente se puede dividir el país en seis zonas productoras de chile verde, las cuales difieren entre sí en el tipo de chile que producen y el nivel de tecnología que aplican. En la zona del golfo (Veracruz y Tamaulipas), se produce mayormente jalapeños y serranos; en la zona sur (Yucatán y Tabasco), se producen jalapeños, costeños, y habaneros; en la zona del bajío (Guanajuato, Jalisco, y Michoacán), se producen anchos, mulatos, y pasillas; en la zona de la mesa central (Puebla e Hidalgo), se especializan en poblanos, miahuatecos y carricillos; en la zona norte (Chihuahua, Zacatecas), se producen jalapeños, mirasol, y anchos; y en la zona pacífico norte (Sinaloa, Sonora, y Baja California), se especializan en bell, anaheim, jalapeños y caribes, principalmente para exportación.

En cuanto al nivel tecnológico, este es mayor en la zona pacífico norte, zona norte y zona del bajío. Los tipos de chiles de mayor importancia a nivel nacional, por el área dedicada a su siembra, son jalapeños, anchos, serranos, bells, y mirasol, los cuales ocupan el 75% del total de área de siembra. Como consecuencia del alto consumo per cápita, el 80% del total producido se destina al mercado interno; el restante, se exporta principalmente en los tipos Bell, Anaheim, y jalapeño. Por otra parte, es importante señalar que el 40% del total nacional se destina a la producción de chiles secos, siendo el chile pasilla el principal producto de este tipo.

- Variedades y estados productores de diferentes clases de chile:

<b>Variedades y estados productores</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Estados</b>
Jalapeño	Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
Serrano	Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.
Habenero	Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
Poblano	Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.
Morrón	Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Morelos, Sinaloa y Sonora.

Tabla no.1 Fuente SIAP: Con información de las delegaciones de la SAGARPA 2009



Fig.1 Fuente SIAP: Cantidad de arena, arcilla y limo del suelo. 2009

Una de las características particulares que tiene México en cuanto a la producción de chile se refiere, es que se cultivan más de 140 variedades,

entre las más populares se mencionan:

a) Chiles Suaves b) Chiles con picor medio	a.1) Chile ancho	a.2) Chile Anaheim	a.3) Chile cascabel	a.4) Chile Nuevo México	a.5) Chile pasilla
b) Chiles con picor medio	b.1) Chile fresno	b.2) Chile jalapeño	b.3) Chile serrano México		
c) Chiles picantes	c.1) Chile de árbol	c.2) Chile piquín	oc.3) Chile Tabasco		
d) Chiles muy picantes	d.1) Chile chiltepín	d.2) Chile habanero			

*Tabla no. 2 Característica particulares de chiles más populares que se cultivan en regiones de México.*

<b>Propiedades nutrimentales</b>	
<b>Nutrimento</b>	<b>Calidad</b>
Agua	91%
Carbohidratos	5.1 g
Proteínas	1.3 g
Grasas	0.3 g
Fibra	1.4 g
Vitamina A	1000 UI
Vitamina B1	0.03 mg
Vitamina B2	0.05 mg
Vitamina B5	0.20 mg
Vitamina B12	0.45 mg
Vitamina C	120 mg
Azufre	17 mg
Calcio	9 mg
Cloro	37 mg
Cobre	0.10 mg
Fósforo	23 mg
Hierro	0.5 mg
Magnesio	11 mg
Manganeso	0.26 mg
Potasio	234 mg
Sodio	58 mg
Yodo	0.001 mg

*Tabla no.3 Propiedades nutrimentales de el chile en general en un documento titulado México: primer lugar mundial en producción de chile verde y sexto en la de chile seco 06-07-2010 por Director: Eduardo Gooycolea Nocetti*

Uso de especie *Capsicum* a nivel de Baja California:

Aunque la chilecultura se practica en todo los estados del país, los

principales estados que participan en esta actividad y que han orientado su producción hacia este producto son: Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Oaxaca, Colima, Veracruz, Jalisco, Tamaulipas, cabe destacar que estos nueve estados representan el 94% total de la producción mundial según datos proporcionados por *agroenlinea.com* . A estas fechas Baja California Sur ocupaba el 12º. Lugar nacional con una producción de 27,869 toneladas, sin embargo según datos de SAGARPA. *Anuario Estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. México.2002, publicados por INEGI.gob.mx* en su análisis económico, indican que Baja California Sur para el año el año 2001 ocupó el octavo lugar nacional con una producción de 34,209 toneladas representando un 2.6 % con respecto al total nacional, haciendo notar que esta información es referida al año agrícola en estudio y seleccionados de acuerdo al valor de la producción. Con lo que respecta a las exportaciones de chile verde se puede mencionar que a aumentado de manera constante a un ritmo del 15.9 % anual o un 109.2% acumulado en el período 1996 – 2001, según datos de *BANCOMEXT publicados por agroenlinea.com* y que corresponden al período de enero-marzo del 2002. El destino de estas exportaciones es principalmente Estados Unidos que representa el 99% del total de las mismas según la gráfica del anexo 9, aunque existen otros países como Canadá, Holanda, Francia e Italia que realizan compras esporádicas, pero no significativas. Sin embargo según *ASERCA, 1998*, el 80 % se consume internamente, esto es comprensible dado que el consumo de chile forma parte de la cultura mexicana.

Localización Geográfica de las principales zona productoras de chile verde  
en Baja California

Zonas productoras de chile verde:

Las principales zonas productoras de chile verde en el estado de Baja California Sur, se localizan en la zona de Todos Santos (Pescadero, El Carrizal, Ejido Agua Amarga, Ejido San Luis, Ejido Juan Domínguez Cota y el Valle de Los Planes, en el municipio de La Paz; la zona agrícola del Valle de Santo Domingo, en el municipio de Comondú; y en la zona del Vizcaíno, en el municipio de Mulegé, Baja California Sur .



FIG.2 Las principales zonas productoras de chile verde en el estado de Baja California Sur

### Exportaciones Mexicanas

La mayor parte del chile verde exportado por México se envía a USA. Las exportaciones ocurren principalmente durante los meses de noviembre a mayo, cuando por razones de clima no hay producción en ese país vecino. Además, se

cuenta con otros destinos para el Chile Mexicano como son: Canadá, Alemania, España, Suecia, Japón, Hong Kong, y Latinoamérica.

a) Mercado por tipo de producto Ancho o poblano.-

Este tipo de Chile cotiza durante todo el año en el mercado Mexicano y USA. Los principales estados productores son Sinaloa, Guanajuato, Zacatecas, y Baja California Sur. Los mejores precios se obtienen durante mayo a junio, mientras que los más bajos durante el mes de febrero, coincidiendo con el grueso de la cosecha en estos estados.

b) Jalapeños.-

Al igual que los Chiles poblanos, estos Chiles cotizan durante todo el año; siendo Chihuahua, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Chiapas, Colima, y Sinaloa los principales estados productores a nivel nacional. Los mejores precios se obtienen durante el mes de junio, y durante los meses de octubre y noviembre; mientras que los precios más bajos se obtienen en abril coincidiendo con la cosecha de Sinaloa, Michoacán, y Veracruz; y durante los meses de agosto y septiembre, cuando ocurre el grueso de la cosecha en el estado productor más

importante de este tipo de Chile, Chihuahua. En USA, el principal estado productor es California, constituyéndose en el principal competidor del producto Mexicano durante el periodo comprendido entre los meses de abril y octubre. En cuanto a precio, el producto Californiano alcanza un precio superior al Mexicano hasta en un 26%.

c) Bell.-

El principal estado Mexicano exportador de este tipo de chile es Sinaloa. El grueso de las exportaciones ocurre durante el periodo de diciembre a mayo. Se exporta en sus variantes verdes, amarillos, y rojos. Parte del producto es producido bajo condiciones de ambiente controlado y semicontrolado, especialmente en casa sombra. Otros estados exportadores importantes de este tipo de chile son Baja California y Sonora. La producción de California, en USA, compite ventajosamente con el producto Mexicano, ocurriendo la cosecha en ese estado durante el periodo de mayo a noviembre.

d) 50 Zonas productoras de chile ancho en México :

Zona de producción Temporada de cosecha Norte de Guanajuato Julio-Septiembre, Bajío (Guanajuato) Junio – agosto, Zacatecas Julio – septiembre, Michoacán Octubre – noviembre, Sur de Sinaloa Diciembre – febrero, Baja California Sur Diciembre, Jalisco Septiembre – octubre. El conocimiento de las zonas de producción y sus principales épocas de cosecha, permite establecer posibles periodos en los cuales la producción local, en este caso Baja California

Sur, se ve más competida especialmente en el mercado interno. Así, de acuerdo a la información arriba indicada, la producción de BCS, puede ser fuertemente competida por la del estado de Sinaloa, un importante productor de chile ancho a nivel nacional.

*Fuentes de la información:ASERCA. 1998. La producción de chile ancho en Guanajuato y del guajillo en Zacatecas. Claridades agropecuarias. No. 56. México ASERCA 1995. El chile verde y su trascendencia cultural.*

*Claridades Agropecuarias No. 27. México Boslan, P. W., A. L. Bailey, and J. Iglesias-Olivas. 1996. Capsicum peppervarieties and classification. NMSU Cooperative Extension Service. USA Laborde, C. J. y O. Pozo. 1982. Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. SARH. México. Pozo, C. O. 2001. Programa Nacional de Chile. [http://fwl.inifap.conacyt.mx/progs\\_a/agrícola/proa\\_chile.html](http://fwl.inifap.conacyt.mx/progs_a/agrícola/proa_chile.html)*

## La utilización del chile en la vida moderna

A pesar de ser un producto tradicional y culturalmente importante en nuestro país, el chile está poco estudiado en México.

El investigador del INIFAP opina que "es sorprendente el hecho de que en otros países del mundo, tanto instituciones públicas como privadas, estén instrumentando programas prioritarios de investigación con esta especie. Es en otros países donde un gran número de investigadores se dedican al estudio de los *Capsicum*, no sólo para lograr variedades mejoradas sino para estudiar los aspectos nutricionales, biomédicos, bioquímicos, e industriales, así como su comercialización interna y hacia el exterior. En México no se ha llevado a cabo una colección exhaustiva y sistemática de los chiles silvestres, semidomesticados y domesticados, cuya variabilidad es abundante y de gran valor como germoplasma; tampoco se ha avanzado en el mejoramiento genético, pues en nuestro país los programas no han tenido continuidad. "La biotecnología – continua el investigador debe ser una herramienta que ayude a caracterizar el

germoplasma y a entender el aspecto fitogenético de las especies y variedades de chile." Un conocimiento amplio de la diversidad genética tanto de las variedades silvestres como de las que se cultivan de manera tradicional y de las que se generan a partir del mejoramiento genético, resulta indispensable para el aprovechamiento adecuado de *Capsicum*.

Finalmente, debido a la gran difusión que ha tenido la comida asiática y la mexicana, la comercialización mundial del chile seco aumentó entre 1970 y 1990 de 61 400 a 156 361 toneladas. Este incremento, además del uso del chile seco como materia prima para elaborar colorante, representa buenas oportunidades para extender en México la producción de este producto.

Principales variedades de *Capsicum annuum* ,*Capsicum chinense* y *Capsicum. pubescens*

- Piquín: Es el más pequeño y el más picante. En su época de

producción, logra desplazar del mercado a otros tipos de chile. Es el ancestro silvestre de *C. annuum*.



Fig. 3 Imagen del chile piquín (*C.annuum*).

- Jalapeño: Tiene gran aceptación en el mercado nacional e internacional. Cuando está maduro se somete a un proceso de secado y ahumado con el que se obtiene el chile que conocemos como chipotle.



Fig. 4 Imagen del chile jalapeño (*C.annuum*).

- Serrano: También se le nombra simplemente chile verde, ya que se consume exclusivamente fresco en salsas y en encurtidos.



Fig. 5 Imagen del chile serrano (*C.annuum*).

- Mirasol: Se le conoce como guajillo. Al igual que otras variedades que se consumen secas, son deshidratado en hornos especiales que utilizan diesel como combustible.



Fig. 6 Imagen del chile mirasol (*C.annuum*).

- Pasilla: Se produce en los estados de Jalisco, Guanajuato, Aguascalientes y Zacatecas. Es de color café oscuro, de 15 a 30 cm de largo. Cuando se consume fresco se conoce como chilaca.



Fig. 7 Imagen del chile pasilla (*C.annuum*).

- Ancho: Se domesticó en el Valle de Puebla, después se desplazó al Bajío y a Zacatecas. Se utiliza en la preparación de diferentes moles y de colorantes; fresco se conoce como poblano.



Fig. 8 Imagen del chile ancho (*C.annuum*).

- Mulato: Es similar al chile ancho, la única diferencia es que al madurar adquiere un color café. Junto con el pasilla, el ancho y el mirasol, se usa para elaborar colorantes naturales



Fig. 9 Imagen del chile mulato (*C.annuum*).

### I.3.1 Otras especies cultivadas en México:

- Habanero (*C. chinense*): Se cultiva en Campeche, Quintana Roo y Yucatán donde suele formar parte de ciertos platillos regionales. Es originario de Sudamérica y se cree que fue introducido a la península de Yucatán vía Cuba. Es característico por sus colores amarillo, rojo y naranja brillantes.



Fig. 10 Imagen del chile habanero (*C.chinense*).

- Manzano (*C. pubescens*): Se le conoce también como perón y ciruelo, es originario de los Andes de América del Sur y en México se cultivan en pequeña escala. Se distingue del resto de los chiles por tener semillas

negras. Al igual que el habanero, este chile no se puede secar o deshidratar, por lo que se consume solamente fresco. Sus colores son rojos o amarillos. Se produce sólo en tres localidades ubicadas por encima de los 2000 msnm: la Sierra de Puebla, Veracruz, Chiapas y en algunas regiones de Michoacán.



Fig. 11 Imagen del chile manzano (*C. pubescens*).

La escala Escoville :

Wilbur L. Scoville (1865 – 1942) fue un químico estadounidense mejor conocido por la [Escala Scoville](#) de reconocimiento organoléptico. El desarrolló la escala y sus pruebas en 1912 mientras trabajaba en la farmacéutica *Parke-Davis*

para determinar cuán picante era un pimiento.

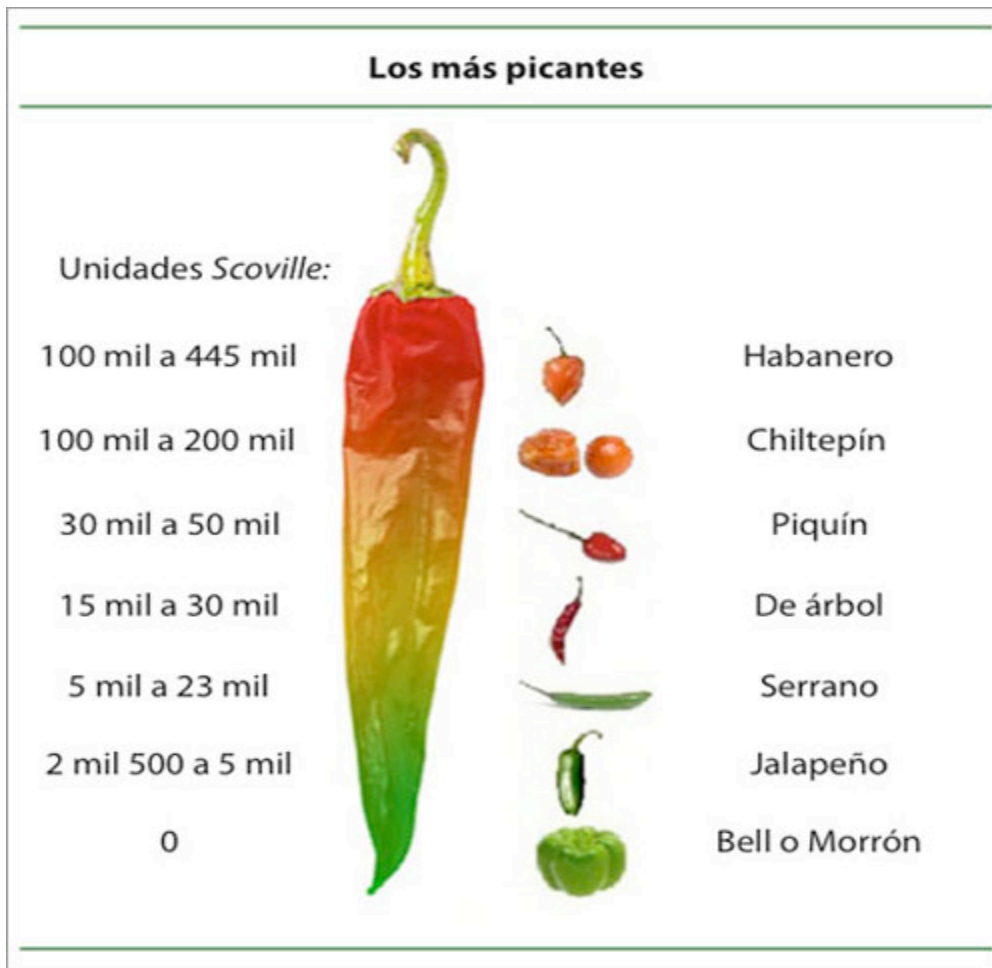


Fig. no. 12 La escala Scoville

La escala Scoville para medir el picante de las distintas variedades de chile consiste en diluir un extracto en agua tantas veces como sea necesario hasta hacer imperceptible la capsaicina. De acuerdo con este método, el chile habanero, considerado el más picante, debe ser diluido 300 mil veces antes de perder su nivel máximo de picante.

#### Uso terapéutico

Uso en medicina tradicional: Se utiliza como estimulante, tónico digestivo y circulatorio, aperitivo por lo cual evita la anorexia, tónico nervios, laxante, espasmolítico, diaforético, desinfectante, rubefaciente, carminativo ,

antibacteriano, y anti irritante, contra la artritis, diabetes, colesterol, relajante de los espasmos musculares, Se usa para aliviar a personas con escrófula enfriamientos, catarro, amigdalitis, ( en infusión muy diluida), laringitis, afonía, reumatismo, neuralgias, depresión y dispepsia.

El fruto seco, partido y puesto en contacto con la piel, es rubefaciente y se utiliza contra inflamaciones externas puesto en el cuello se recomienda para calmar el cansancio cerebral, Se recomienda consumirlo diariamente con los alimentos, como estimulante de la actividad del corazón, la circulación, la producción de jugo gástrico facilitando la digestión, paradójicamente para prevenir la gastritis y las enfermedades del colon y aumenta la energía física. El ají seco quemado se usa para fumigar las habitaciones.

La infusión por vía oral se utiliza para mejorar la circulación periférica, aliviar las flatulencias y los cólicos. La infusión diluida se emplea para curar catarros, resfriados, manos y pies fríos, estrés y depresión. Se dice que de 2 a 3 gotas de la infusión concentrada estimulan la digestión.

En homeopatía; Se utilizo el ají contra las molestias del climaterio, las hemorroides y los trastornos biliares.

Usos aprobados por la comisión revisora de Productos Farmacéuticos de INVIMA:

Rubefaciente

Posología: Oleorresina de capsico(8%) en pomadas y emplastos.

Propiedades del Ají, de algunos compuestos químicos comprobados científicamente. Alivia el dolor causado por herpes zoster y la migraña.

La capsaicina aplicada externamente es rubefaciente y revulsiva en soriasis y reumatismo. Por vía oral tiene pocos efectos farmacológicos pero muestra acción positiva sobre el sistema circulatorio, músculos lisos, regulación de temperatura corporal, desensibiliza las terminaciones nerviosas a los estímulos, dolorosos al reducir la sustancia P, del sistema nervioso, su uso como analgésico oral se fundamenta en este efecto. La capsacina tiene efectos antibióticos sobre algunos microorganismos. Se han observados propiedades antibacterianas al observar el jugo de los frutos de ají a cultivos in vitro de *Bacillus Sibiricus*, *Escherichia Coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

El fruto tiene propiedades estimulantes gástricas. También en presenta actividad colerética.

En concentración del 5% en la dieta de ratas se ha descubierto actividad antihipercolesterolemica, (*agos-write* y *camba*,). In vitro neutraliza parcialmente (58%) el efecto hemorrágico del veneno de *Bothrops atrox* aster en ratones (*Otero y otros 20000*).

### Composición Química

Composición Química: Contiene una serie de amidas denominadas capsaicinoides (0.3 a 1%), entre las que destaca la capsaicina (amida vainillica del ácido isodecenoico) (de sabor intensamente picante los capsaicinoides están formados, además de capsaicina(63 a 77%) por 6-7, dihidrocapasaicina(20 a

32%), nor-dihidrocapsaicina(7%), homodihidrocapsaicina(1%) y homocapsaicinal 2% otros componentes del fruto de capsico son: flavonoides capiosido, 7-glucosil-lutolina), carotenoides (capacantina, capsorrubina, criptocapsina, casantina -5,6-eposico, casantina -3,6- epóxido y otros), saponinas y vitamina C.

El fruto es el órgano más estudiado de la planta. De él, se ha aislado una oleoresina en la que se ha identificado una mezcla de alcaloides de capsicina, dos isómeros y dos derivados dihidrogenados. Otros alcaloides identificados en el fruto son el metil tetradecil-acetamida, dimetil- N-nitros amina, la N-nitroso – pilorridina, colina y acetil-colina. Además se han aislado los carotenos capsantín, capsorubín, alfa, beta y zeta-caroteno, critoxantín, fotoene, fitoflueno, violaxantina y zeaxantina; el sesquiterpeno capsidiol, los diterpenos capsianósido E, F, II y III y los triterpenos citostadienol, cicloartenol, 24-metilen-cicloartenol, cicloeucalenol, gramisterol, lanosterol, lanostenol, lofenol y sus derivados metilado y etilado, lupeol y obtusifoliol; así como los componentes fenólicos ácido caféico, clorogénico y cumárico.

De la semilla se han identificado los alcaloides metil, propil y pentil-amina, piperidina y pirolidina; los triterpenos 4-metil- colesterol, 24-dimetil-colesta-dienol, 4 metil- 24 etil-colesta-dienol y 4- 14- 24-trimetil- colesta-dien-ol y la sapogenina capsicósido.

De la hoja se han aislado el ácido clorogénico, capricósido, el alcaloide esferoidal solanina y tres flavonoides, glucósidos de luteolín y de la raíz las sapogeninas capsicósidas A-2, A-3, B-2, C-2, C-3, E y el funkciósido C)

Selección *Capsicum* para estudio de tesis:

Descripción botánica: arbusto perene o anual (cuando cultiva en condiciones ecológicas diferentes a las de su lugar de origen) de hasta 2m de altura. Tallos ramosos de división dicotómica en el ají pajarito. Hojas opuestas enteras, lanceoladas a aovadas, ápice agudo peciolo largo. Flores solitarias pendulares, blancas. Frutos tipo baya de color verde que cambian a amarillo, naranja o rojo brillante al madurar: alargados, cónicos, en forma de cuernos, oblongos, redondos, varían en tamaño y su sabor es picante, pueden alcanzar hasta 20 cm de longitud.

Especies utilizadas para el proyecto:

1.1.3 Chile de árbol:

Se consume tanto verde como seco, pero tiene más importancia en el mercado como seco, es de forma alargada, delgada, puntiaguda, ligeramente curva, mide en promedio 7 cm de largo y 1 cm de ancho. Cuando está fresco es de color verde y rojo al madurar, se puede conseguir en los mercados por lo que algunos le llaman cola de rata, como es muy picante, hay quienes prefieren llamarle chile bravo, crece en arbusto no en forma de árbol como lo indica su nombre. Cuando esta tierno tiene un tono verde oscuro intenso y madura en rojo vivo. Es muy picante, de los preferidos para salsas.



Fig. 12 Imagen del chile árbol (*C.annuum*).

#### 1.1.4 Chile manzano y habanero.

Originario de la cuenca amazónica del Brasil. El manzano es uno de los pocos chiles cultivados en México que no pertenece a la especie de *C. annuum* y es uno de los más picantes. Forma parte de la especie *Capsicum pubescens*, cuya planta se caracteriza por tener semillas negras rugosas y las hojas peludas fueron introducidas en México a principios del siglo y se desarrolla bien en zonas altas y frías crece como arbusto grande y puede llegar hasta los 3 metros su

fruto es esférico verde en estado tierno y va adquiriendo tonos de rojo, amarillo y naranja al madurar. Es muy picante, se usa en salsas frescas o como chile para rellenar. Además del nombre de manzano, tiene otros apelativos como perón, caballo, ciruelo, canario y jalapeño según la zona del país.

Se calcula que llegó a México después de la conquista, ya que es el único chile usado por los yucatecos que no tiene nombre en lengua maya.

Tiene la forma de un pequeño trompo redondo que varía de 2 a 6 cm. de largo, por 2 a 4 de ancho, con una constitución en la base. Es de color verde claro cuando esta tierno y de tonos salmón, rojo café, amarillo o naranja al madurar. Sus paredes gruesas contienen mucha humedad por lo que no es fácil deshidratarlo.



Fig. 14 Imagen del chile habanero (*C.pubescens*).

#### 1.1.5 Chiltepín

El Chile Chiltepín es un arbusto anual ó perenne profusamente ramificado, que alcanza una altura de 2 metros. Es de tallos delgados que, con frecuencia, se trepan en otros arbustos.

Generalmente es una planta compacta redonda de 1.5 metros de diámetro; con hojas de pecíolos delgados de 1 a 2.5 centímetros de largo, estrechamente alados, limbos ovados a lanceolado-ovados, de 1 a 4 centímetros de ancho, y de

2 a 6 centímetros de largo; flores solitarias con cáliz de 1.5 a 2 milímetros de largo, corola blanca de 6 a 9 milímetros de diámetro; los frutos son bayas globosas ó elipsoidales, de 6 a 8 milímetros de diámetro, rojos al madurar; las semillas son amarillas de 2.5 a 3 milímetros. La floración del chiltepín es de Julio a Septiembre.



Fig. 15 Imagen del chile chiltepín (*C.annuum*).

#### 1.1.6 Mirasol, guajillo, puya, catarino y cascabel.

El nombre de mirasol o miracielo le fue dado a este chile por su frecuente posición erguida en la rama de la planta, mirando al sol: de ahí su nombre. Pero es más común que se halle pendiente, debido al tamaño y peso del fruto. Es poco picante y se usa principalmente como chile seco, entonces, su variedad de forma y tamaño da lugar a que se llame de diversas maneras. La forma del fruto puede ser alargada puntiaguda, chata, de cuerpo cilíndrico y de mucho otros

perfiles. Todos los chiles de este grupo maduran en un color rojo vivo y adquieren un tono guinda transparente al secarse. El guajillo, puya y catarino, son chiles alargados mientras que el cascabel es de forma cilíndrica como una pequeña bola. La semilla del cascabel se desprende de la placenta durante la deshidratación y después producen un sonido como el de la sonaja o cascabel, lo cual explica su denominación.



Fig. 16 Imagen del chile puya (*C.annuum*).

#### 1.1.7 Jalapeño, Chipotle y Morita.

El chile jalapeño es uno de los más versátiles en la comida mexicana tiene varios nombres regionales como cuaresmeño, gordo, guachinango, de agua y otros más. Se usa tanto fresco como seco, que es cuando adquiere los nombres de Chipotle, mora y Morita, meco o tamarindo mide en promedio 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Tiene mucha demanda en la industria de enlatados para fabricar

rajas de chile en escabeche.

Un Jalapeño de buena calidad tiene forma cónica, color verde intenso, es de 6 a 8 cm. de largo, y sus paredes son gruesas y carnosas. Tienen la piel lisa en su estado tierno, y corchosidades en el epicarpio cuando madura. Es picante aromático y de buen sabor su nombre proviene de su antiguo centro de comercialización, Jalapa Veracruz. Es un chile con buena aceptación en el mercado, está disponible todo el año y tiene demanda para exportación.

Alrededor del 20% de su producción se utiliza para la elaboración del chile seco como Chipotle o Morita. Las variantes usadas para deshidratación deben tener un alto grado de estrías o, colchocidades en la piel para facilitar la penetración del humo, son secadas y ahumadas en una misma operación e hornos subterráneos o en cámaras deshidratadoras por medio de la circulación del aire caliente. Este horno subterráneo constituye una técnica prehispánica, puesto que en el mercado de Tlatelolco se vendían chiles ahumados ( pocchilli) cuando llegaron los españoles .



Fig. 17 chile Morita (*C. annuum*).

#### 1.1.8 Antioxidantes:

El término antioxidante fue utilizado originalmente para referirse específicamente a un producto químico que previniera el consumo de oxígeno.

A finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, extensos estudios, fueron dedicados a las aplicaciones de antioxidantes en importantes procesos industriales, tales como la prevención de la corrosión del metal, la vulcanización

del caucho, y la polimerización de combustibles en la formación de escoria en motores de combustión interna.

Las primeras investigaciones sobre el rol de los antioxidantes en biología se centro en su uso para la prevención de la oxidación de grasas insaturadas, que es la principal causa de rancidez en los alimentos. La actividad antioxidante podía ser medida simplemente colocando la grasa en un contenedor cerrado con oxígeno y midiendo la tasa de consumo de éste. Sin embargo fue la identificación de las vitaminas A, C y E, como antioxidantes la que revolucionó el campo y condujo a dilucidar la importancia de los antioxidantes en la bioquímica de los organismos vivos.

Los posibles mecanismos de acción de los antioxidantes, fueron investigados por primera vez cuando se reconoció que una sustancia con actividad antioxidante probablemente era una que se oxidaba a sí misma fácilmente. La investigación de cómo la vitamina E prevenía el proceso de peroxidación de lípidos condujo a la identificación de antioxidantes como agentes reductores que previenen reacciones oxidativas, a menudo depurando especies reactivas del oxígeno antes de que puedan dañar las células.

#### Antioxidante:

Se define como cualquier sustancia que, a bajas concentraciones en comparación con el sustrato oxidable, retrasa o inhibe significativamente la oxidación de dicho sustrato. Para lograrlo los antioxidantes entregan un electrón a los radicales libres, con lo cual los desactivan, apagando el proceso de oxidación y transformándose ellos en radicales libres inactivos o poco reactivos.

La importancia de un antioxidante depende de su concentración, del medio donde actúa y de su habilidad para interactuar con sistemas regeneradores.

Ciertas enfermedades como la arterioesclerosis, degeneraciones ligadas al envejecimiento y el cáncer, podrían estar unidas al fenómeno de la oxidación celular mediada por radicales libres.

Envejecimiento celular	Peroxidación de los ácidos grasos de la membrana celular y daño del ADN.
Ateroesclerosis	Peroxidación de lípidos en las partículas de LDL con daño de otros de sus componentes.
Cáncer	Daño del ADN.
Cataratas	Modificaciones irreversibles en las proteínas.
Cuadros Inflamatorios Crónicos	Activación de genes relacionados con la respuesta inflamatoria.

*Tabla no. 4 Enfermedades relacionadas a la oxidación celular.*

#### Oxidación de moléculas Biológicas:

La oxidación de las moléculas biológicas, membranas y tejidos es inducida por el oxígeno activo y mediada por radicales libres, lo cual está relacionado con un aumento en la incidencia de enfermedades digestivas en los seres humanos.

El metabolismo oxidativo, proceso biológico normal, es capaz de generar radicales libres oxigenados, altamente reactivos. Estas especies con oxígenos activos incluyen el radical superóxido ( $O_2^\bullet$ ), el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), el radical óxido nítrico ( $NO^\bullet$ ) y el oxígeno singulete ( $^1O_2$ ). Sustancias propias del

## organismo enzimas antioxidantes

También cierta parte de los superóxidos son producidos por accidentes químicos en los que muchas moléculas del cuerpo reaccionan directamente con el oxígeno para producir súperóxido. Ejemplos de ello incluyen catecolaminas, tetrahidrofolatos y algunos componentes de la cadena mitocondrial y otras cadenas de transporte de electrones.

Esta producción de súperóxido es inevitable. Además cierta cantidad de súperóxido se produce deliberadamente por ejemplo los fagocitos activados (neutrófilos, monocitos, macrófagos, eosinófilos) dan lugar a grandes cantidades de súperóxido como parte del mecanismo a través del cual exterminan a los organismos extraños durante las inflamaciones crónicas este mecanismo protector normal puede afectarse.

Además de las enzimas glutatión peroxidasa, catalasa y súperóxido dismutasa, hay otras sustancias antioxidantes como la coenzima Q-10, que ayuda a las enzimas a realizar su función, y participa en numerosos procesos corporales.

Se ha comprobado una gran similitud entre las propiedades antioxidantes de la vitamina E y las de la coenzima Q-10, que juega un muy importante papel en la generación de energía celular, y a su vez es un estimulante inmune, mejora la circulación y ayuda a proteger el sistema cardiovascular.

Entre los principales antioxidantes dietarios esta la vitamina E que se ha demostrado posee actividad antioxidante in vivo.

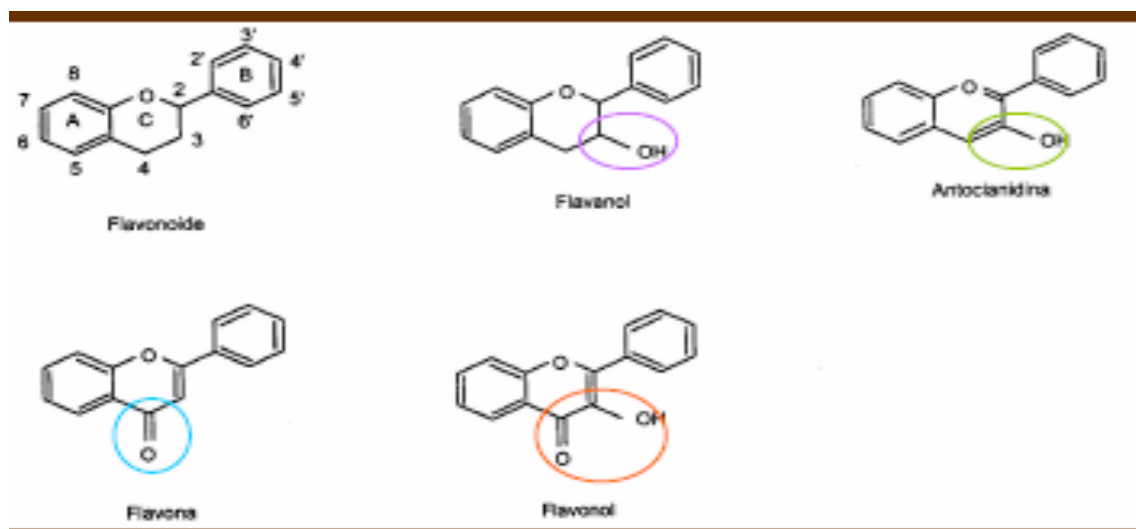
La vitamina C in vitro regenera a la vitamina E, lo que probablemente ocurra también in vivo.

Los carotenoides están presentes en zanahorias, berros, espinacas, tomates, mangos y damascos.

Los polifenoles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza, en su mayoría potentes antioxidantes necesarios para el funcionamiento de las células vegetales, que se encuentran en frutas y verduras, principalmente manzanas y cebollas y en bebidas como el té y el vino. Los principales polifenoles identificados en la dieta son ácidos fenólicos, derivados de tirosina, estilbenos, flavonoides y compuestos poliméricos como los taninos.

En estudios in vitro, muchos polifenoles naturales son mejores antioxidantes que la vit.C y E, siendo la quercetina la sustancia más abundante.

Los citroflavonoides presentes en algunos cítricos, como el hesperidosido y el rutosido, son eficaces Antioxidantes.



Cuadro no.1 Moléculas con actividad antioxidante

## Los Antioxidantes y las reacciones de oxidación

Los antioxidantes son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermediarios del radical libre e inhibiendo otras reacciones de oxidación oxidándose ellos mismos. Debido a esto es que los antioxidantes son a menudo agentes reductores (Ej: tioles, polifenoles).

Aunque las reacciones de oxidación son cruciales para la vida, también pueden ser perjudiciales, por lo tanto las plantas y los animales mantienen complejos sistemas de múltiples tipos de antioxidantes, tales como las vitaminas C y E, enzimas (catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa), así como proteínas de unión a metales, etc. Los niveles bajos de antioxidantes o la

inhibición de las enzimas antioxidantes causan estrés oxidativo y pueden dañar o matar las células del organismo.

El sistema anti-oxidante contiene tres grupos principales de antioxidantes: primarios, secundarios y terciarios

Anti-oxidantes primarios:

Previenen la formación de nuevos radicales libres, esto lo consiguen convirtiendo los radicales libres existentes en moléculas menos perjudiciales antes de que puedan reaccionar o evitando la formación de radicales libres a

partir de otras moléculas, por ejemplo:

- Superóxido dismutasa (SOD): convierte  $O_2$  en peróxido de hidrógeno.
- Glutación peroxidasa (GPx): convierte el peróxido de hidrógeno y los peróxidos lipídicos en moléculas inofensivas antes de que formen radicales libres.
- Proteínas de unión a metales (Ferritina, Ceruloplasmina): Limitan la Disponibilidad de  $Fe^{+2}$  necesaria para formar el radical OH.

Antioxidantes secundarios:

Capturan los radicales evitando las reacciones en cadena, por ejemplo:

Vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol), Vitamina C (ascorbato),  $\beta$ -caroteno, Ácido úrico, Bilirrubina, Albúmina.

Antioxidantes terciarios:

Reparan las biomoléculas dañadas por los radicales libres. Incluyen enzimas reparadoras de ADN y la metionina sulfóxido reductasa.

Antioxidantes Vegetales:

El estudio científico de las plantas medicinales ha contribuido en gran medida a un mejor conocimiento de las propiedades químicas, físicas y biológicas que éstas poseen, permitiendo determinar las concentraciones adecuadas o los componentes directamente responsables de la funcionalidad evidenciada en medicina, en la industria farmacéutica o alimentaria.

Los compuestos antioxidantes en los vegetales según su naturaleza de solubilización se han dividido en hidrofílicos (compuestos fenólicos y vitamina C) y lipofílicos (carotenoides y vitamina E). La capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos se debe principalmente a sus propiedades redox, las cuales les permiten actuar como agentes reductores, donadores de hidrógeno y electrones e inhibidores de oxígeno individual, mientras que la acción antioxidante de la vitamina C se debe a que posee dos electrones libres que pueden ser captados por los ROS los mismos que carecen de un electrón en su estructura molecular. Los carotenoides son desactivadores de moléculas sensibilizadoras excitadas electrónicamente, las cuales están involucradas en la generación de radicales y oxígeno individual; y la actividad antioxidante de la vitamina E se caracteriza por la donación de hidrógeno.

Los mecanismos de acción por los cuáles se ha incrementado el uso de los vegetales se deben a que contribuyen con un amplio espectro de propiedades a la prevención de ciertas enfermedades, un ejemplo de esto son los polifenoles; además, disminuyen la incidencia de enfermedades como el cáncer, arteroesclerosis, etc. Los resultados de innumerables estudios epidemiológicos de los que se infiere el valor protector de ciertas plantas, el redescubrimiento de prácticas ancestrales en varias regiones del mundo, y la fascinación que eso produce en quienes quieren vivir más y mejor nos está impulsando a retomar la medicina tradicional.

Especies reactivas del oxígeno (ROS) y radicales libres;

El término especies reactivas del oxígeno (ROS) es un término colectivo que incluye radicales libres y ciertas especies no radicales que son oxidantes y/o se convierten fácilmente en radicales libres, como por ejemplo HClO, HBrO, O<sub>3</sub>, ONOO<sup>-</sup>, HO<sub>2</sub>, oH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

La Tabla no. 5 resume las principales especies reactivas del Oxígeno:

<i>Free radicals<sup>2</sup></i>	<i>Nonradicals</i>
<hr/>	
1.	
<i>Reactive oxygen species (ROS)</i>	
<i>Superoxide, O<sub>2</sub><sup>•-</sup></i>	<i>Hydrogen peroxide, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></i>
<i>Hydroxyl, OH<sup>•</sup></i>	<i>Hypobromous acid, HOBr<sup>3</sup></i>
<i>Hydroperoxyl, HO<sub>2</sub><sup>•</sup></i>	<i>Hypochlorous acid, HOCl<sup>4</sup></i>
	<i>Ozone O<sub>3</sub></i>
<i>Peroxyl, RO<sub>2</sub><sup>•</sup></i>	<i>Singlet oxygen (O<sub>2</sub><sup>1</sup>Δg)</i>
<i>Alkoxy, RO<sup>•</sup></i>	<i>Organic peroxides, ROOH</i>
<i>Carbonate, CO<sub>3</sub><sup>•-</sup></i>	<i>Peroxynitrite, ONOO<sup>-</sup> <sup>5</sup></i>
<i>Carbon dioxide, CO<sub>2</sub><sup>•-</sup></i>	<i>Peroxynitrous acid, ONOOH<sup>5</sup></i>
<i>Reactive chlorine species (RCS)</i>	
<i>Atomic chlorine, Cl<sup>•</sup></i>	<i>Hypochlorous acid, HOCl<sup>4</sup></i>
	<i>Nitryl (nitronium) chloride, NO<sub>2</sub>Cl<sup>6</sup></i>
<hr/>	

*Free radicals<sup>2</sup>*

*Nonradicals*

*Chloramines*

*Chlorine gas (Cl<sub>2</sub>)*

*Reactive nitrogen species (RNS)*

*Nitric oxide, NO<sup>•</sup>*

*Nitrous acid, HNO<sub>2</sub>*

*Nitrogen dioxide, NO<sub>2</sub><sup>•</sup>*

*Nitrosyl cation, NO<sup>+</sup>*

*Nitroxyl anion, NO<sup>-</sup>*

*Dinitrogen tetroxide, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>*

*Dinitrogen trioxide, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*

*Peroxynitrite, ONOO<sup>-5</sup>*

*Peroxynitrous acid, ONOOH*

*Nitronium (nitryl) cation, NO<sub>2</sub><sup>+</sup>*

*Alkyl peroxynitrites, ROONO*

*Nitryl (nitronium) chloride, NO<sub>2</sub>Cl<sup>6</sup>*

---

Tabla 5. Nomenclatura de las principales especies reactivas del oxígeno (ROS) Fuente: Halliwell B, Whiteman M. (2004). Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell cultura

### 1.1.9 Radicales libres:

Los radicales libres (RL) son átomos o grupos de átomos que tienen uno o más electrones desapareados lo cual los hace altamente inestables y reactivos.

Estos radicales recorren nuestro organismo intentando robar un electrón de

las moléculas estables, con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica mediante reacciones de óxido-reducción.

Una vez que el RL ha conseguido robar el electrón que necesita para aparear su electrón libre, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un nuevo RL ,por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida biológica media del RL es de microsegundos; pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a las moléculas y a las membranas celulares.

Ante la presencia de radicales libres, el organismo debe neutralizarlos y defenderse, para así evitar la lesión de los tejidos. El problema propiamente dicho, aparece cuando la concentración de estos radicales libres es muy elevada, ya que cuando los mismos se encuentran presentes en el organismo en cantidades adecuadas aportan algunos beneficios, como ser: la lucha contra bacterias y virus, regulación de la estructura y función de las proteínas, control del tono muscular, etc.

Las consecuencias del exceso de radicales libres en el organismo, afectan directamente nuestro estado de salud favoreciendo el envejecimiento prematuro y problemas en el sistema cardiovascular y nerviosos, entre otros.

Existen dos tipos de fuentes de radicales libres:

#### INTERNOS:

- Ejercicio muy intenso.

- Estrés.
- Algunos procesos metabólicos.

#### EXTERNOS:

- Mala dieta (mala alimentación).
- Consumo de tabaco.
- Consumo de alcohol.
- Ciertos medicamentos.
- Contaminación.
- Exceso de exposición solar.

#### 1.1.10 Importancia de los compuestos polifenólicos:

Los polifenoles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza, en su mayoría potentes antioxidantes necesarios para el funcionamiento de las células vegetales, que se encuentran en frutas y verduras, principalmente manzanas y cebollas y en bebidas como el té y el vino. Los principales polifenoles identificados en la dieta son ácidos fenólicos, derivados de tirosina, estilbenos, flavonoides y compuestos poliméricos como los taninos.

En estudios *in vitro*, muchos polifenoles naturales son mejores antioxidantes que la vit.C y E, siendo la quercetina la sustancia más abundante. Los citroflavonoides presentes en algunos cítricos, como el hesperidosido y el rutosido, son eficaces antioxidantes. La capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos se debe principalmente a sus propiedades redox, las

cuales les permiten actuar como agentes reductores, donadores de hidrógeno y electrones e inhibidores de oxígeno individual.

La capacidad antioxidante de los compuestos fenolicos se debe principalmente a sus propiedades rédox, las cuales les permiten actuar como agentes reductores, donadores de hidrógeno y electrones e inhibidores de oxígeno individual.

---

#### 1.2.1 Procedimiento para la obtención de los extractos de las diferentes especies

##### *Capsicum*

1. Las muestras se compraron en el Mercado de abastos de la Ciudad de Tijuana, estos chiles fueron traídos de las siguientes regiones:

Especie <i>Capsicum</i>	Extranjero- Importación	República Mexicana
-------------------------	-------------------------	--------------------

Chile de Árbol	China	-----
Habanero	****	****
Chiltepín	-----	Guadalajara
Puya	*****	****
Morita	-----	Centro de la República **

*Cuadro No. 2 Muestras de chile comprada en el mercado de abastos \*\*\*\*Se desconoce, poca información de el personal que labora. ----- No comprados en esta región.*

2. Se procedió a la limpieza de las especies de chile, se les quito la semilla y la parte superior de tallo.
3. Se licuo, y se macero por 2 semanas en metanol en un lugar ausente de luz de acuerdo a bibliografía sugerida.
4. Se procedió a filtrar y condensar para obtener el extracto metanolico.
5. Una vez obtenido el extracto, se peso, se sello y se le agrego gas helio para evitar la oxidación del mismo.
6. Se mantuvo tapado, sellado y fuera de la luz en congelador para realización de determinaciones.

## 1.2.2 DETERMINACION DE LA ACITIVIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL METODO DE DECOLORACION DE $\beta$ -CAROTENO.

### FUNDAMENTO:

Está basada en la decoloración de  $\beta$ -caroteno en la presencia de metil-

linoleato o ácido linoleico como sustratos oxidables en una emulsión acuosa de tween 20 como agente emulsificante. La técnica es sencilla, rápida y se usa una mínima cantidad de reactivos y equipos de fácil acceso.

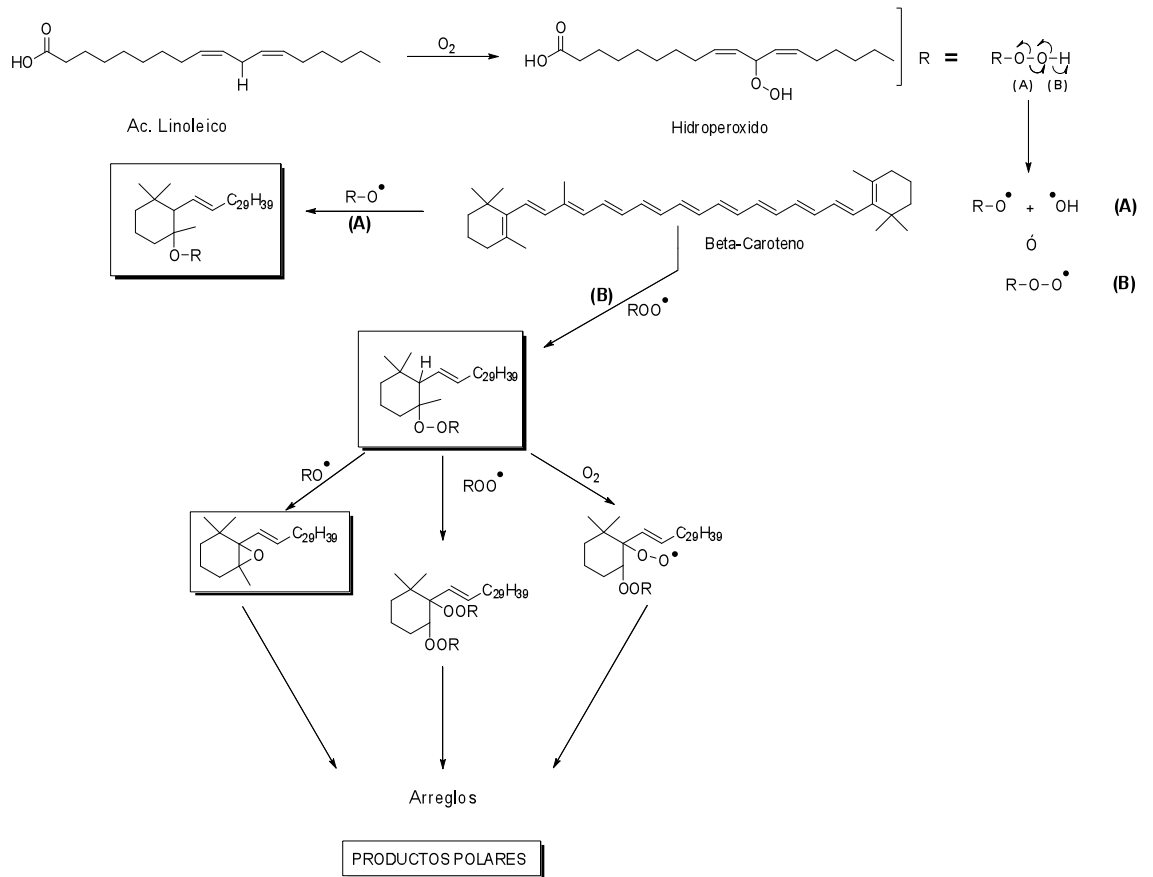
La técnica se fundamenta en la decoloración del  $\beta$ -caroteno debido a su reacción con los radicales libres formados del proceso de oxidación del ácido linoleico o metil linoleato, usados como sustratos oxidables. En esta reacción los radicales destruyen la conjugación del beta caroteno, disminuyendo su capacidad de absorción a 455 nm .

#### PROCEDIMIENTO:

1. Agregar en un matraz 0.02ml de ácido linoleico, 0.2ml de tween 20 y 1 ml de solución de  $\beta$  - Caroteno (0.2ml de  $\beta$  -Caroteno en 1ml de cloroformo).

2. Dejar evaporar el cloroformo. Agregar 50ml de agua destilada, previamente mantenida en constante burbujeo de aire durante 1 hora.
3. Agitar el matraz vigorosamente. Tomar una alícuota de 5ml de la emulsión de B-Caroteno y ácido linoleico y transferirla a un tubo que contenga 2mg de la muestra a evaluar.
4. Medir la absorbancia a 470nm inmediatamente después de agregar la emulsión ( $t=0$ ).
5. Las subsecuentes lecturas de absorbancia serán registradas a intervalos de 15 min.
6. Manteniendo las muestras en Baño María a 50°C hasta que el color del  $\beta$ -Caroteno en el tubo control haya desaparecido (aproximadamente 120 min.).
7. Calcular la actividad antioxidante como porcentaje de inhibición de la oxidación contra muestra control usando la siguiente ecuación:

Mecanismo de reacción:



*Fig. no.2 Mecanismo de reacción de  $\beta$ -Caroteno.*

Ecuación:

% de Actividad antioxidante=

$$100 \times (1 - (Am0 - Am120min) / (Ac0 - Ac120min))$$

Donde:

Am0= es la absorbancia de la muestra cero minutos.

Am120min= es la absorbancia de la muestra a 120 minutos.

Ac0= es la absorbancia de la muestra control a cero minutos.

Ac120min= es la absorbancia de la muestra control a 120 minutos.

*BIBLIOGRAFIA Vitae* [Print version](#) *ISSN 0121-4004 Vitae vol.15 no.1 Medellín Jan./June 2008 PRODUCTOS NATURALES ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ISOESPINTANOL EN DIFERENTES MEDIOS*

1.2.3\_ DETERMINACION DE ACTIVIDAD ANTIRADICALARIA MEDIANTE EL METODO DE DPPH ( 2,2- DIPHENYL -1-PICRYLHIDRAZYL).

#### FUNDAMENTO:

Se basa en la capacidad del radical libre estable, 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH). Para reaccionar con donadores de H<sup>+</sup>. El radical incoloro cuando captura un antioxidante. De esta forma se mide la disminución de la absorbancia de una disolución estable del radical DPPH en presencia de sustancias antioxidantes con grupos OH activos donadores de H<sup>+</sup> capaces de capturar los radicales libres.

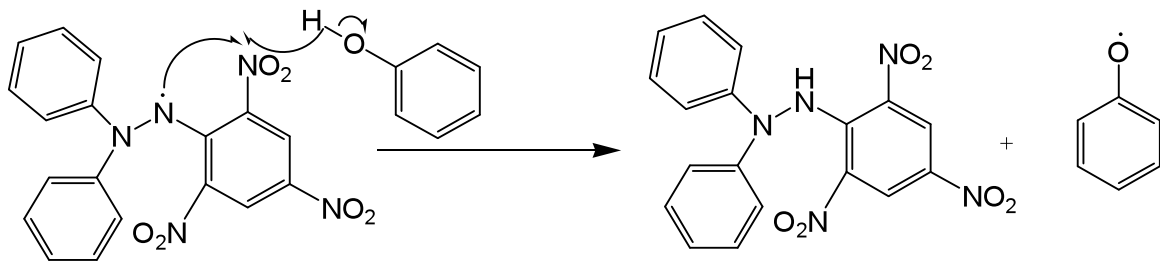
#### PROCEDIMIENTO:

1. Para cada una de los extractos a evaluar se prepararon las siguientes concentraciones disueltas en metanol mediante la técnica de dilución:

4,2, 1, 0.5, 0.25, 0.12, 0.06, 0.03.

2. Cada concentración se añadió a un tubo que contenía 2 ml de solución de DPPH en metanol (10 mg en 250ml).
3. La solución resultante se dejó en reposo durante 5 minutos y posteriormente se midió la absorbancia a 517 nm usando metanol como blanco.
4. El ensayo se repitió dos veces, mientras que cada concentración fue ensayada por triplicado, los resultados obtenidos fueron promediados y la actividad antiradicalaria fue calculada como porcentaje de decoloración de DPPH mediante la siguiente ecuación:

Mecanismo de reacción:



1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH)

COLOR VIOLETA

1,1-difenil-2-picrilhidrazina

COLOR AMARILLO

*Fig.19 Mecanismo de reacción de DPPH*

Ecuación:

$$\% \text{ de Actividad Antiradicalaria} = 100 \times (1 - A_m / A_c)$$

Donde:

$A_m$  = Absorbancia de la muestra extracto.

$A_c$  = Absorbancia de la muestra control sin extracto.

### 1.2.3 CUANTIFICACION DE COMPUESTOS FENOLICOS

FUNDAMENTO: La concentración de fenoles solubles total en los extractos mas polares (acuoso y metanolico) fue medido por espectrofotometría, basándose en una reacción calorimétrica de oxido-reducción. El agente oxidante utilizado fue el reactivo de Folin-Ciocalteu.

---

Preparación de la curva de calibración con acido gálico:

Para la curva de calibración se utilizo una solución estándar de acido gálico (0.1 ml/ml) de la cual se tomaron volúmenes de 1 a 160  $\mu$ l en intervalos de 20  $\mu$ l y se completo el volumen de cada uno a 500  $\mu$ l con agua destilada.

PROCEDIMIENTO:

- Se pesaron 50 mg de extracto y se disolvió en 1ml de agua destilada (metanol en el caso del extracto MEOH). Se agregaron 9 ml más de agua destilada y de esta solución se tomaron 100  $\mu$ l para después completarse un volumen final de 500  $\mu$ l con agua destilada.
- A cada de las soluciones de los estándares y extractos se le adiciono 250  $\mu$ g de reactivo de Folin-Ciocalteu 1N y se coloco en baño con ultrasonido durante 5 min.
- Posteriormente se añadió 1250  $\mu$ l de solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 20% y e deajo en reposo por 2 horas.

- La absorvancia fue medida a 726 nm y los resultados se expresaron en mg de ácido gálico por gr de extracto (mg AG/g extracto).
- Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

### OPERACIONES:

Determinación en mg de Ácido Gálico para curva de calibración.

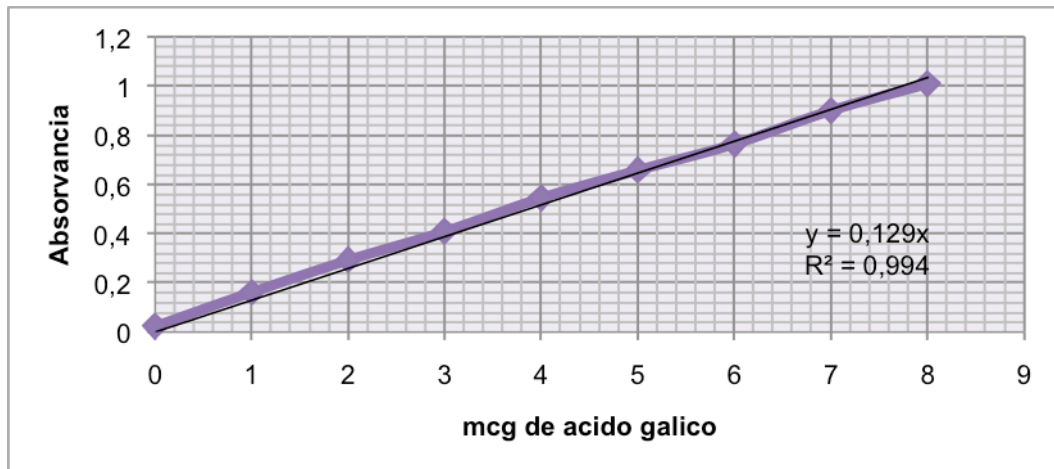
DATOS	FORMULA	CONCENTRACION
C1= 0.1 mg V1= 20 µl= 0.02ml V2= 2 ml C2= 1 µg /ml	$C1.V1= C2.V2$ $C2= \frac{(0.1 \text{ mg/ml})(0.02 \text{ ml})}{2\text{ml}}$	= 0.001 mg/ml = 1 µg /ml
V1= 40 µl= 0.04ml C1= 0.1 mg V2= 2 ml C2= 2 µl /ml	$C1.V1= C2.V2$ $C2= \frac{(0.1 \text{ mg/ml})(0.04\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.002 mg/ml = 2 µg /ml
V1= 60 µl= 0.06ml C1= 0.1 mg V2= 2 ml C2= 3 µl/ml	$C1.V1= C2.V2$ $C2= \frac{(0.1 \text{ mg/ml})(0.06\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.003 mg/ml = 3 µg /ml
V1= 80 µl = 0.08ml C1= 0.1 mg V2= 2 ml C2= 4 µl/ml	$C1.V1= C2.V2$ $C2= \frac{(0.1 \text{ mg/ml})(0.08\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.004 mg/ml = 4 µg /ml
V1= 100 µl= 0.1ml C1= 0.1 mg V2= 2 ml C2= 6 µl /ml	$C1.V1=C2V2$ $C2= \frac{(0.1\text{mg/ml})(0.1\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.005 mg/ml = 5 µg /ml
V1= 120 µl = 0.12 ml C1= 0.1 mg V2= 2 ml C2= 6 µl /ml	$C1.V1=C2V2$ $C2= \frac{(0.1\text{mg/ml})(0.12\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.006 mg/ml = 6 µg /ml
V1= 140 µl= 0.14 ml C1= 0.1mg V2= 2 ml C2= 7 µl /ml	$C1.V1=C2V2$ $C2= \frac{(0.1\text{mg/ml})(0.14\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.007 mg = 7 µg /ml
V1= 160 µl= 0.16 ml C1= 0.1mg V2= 2 ml C2= 8 µl /ml	$C1.V1=C2V2$ $C2= \frac{(0.1\text{mg/ml})(0.16\text{ml})}{2\text{ml}}$	= 0.008 mg = 8 µg /ml

*Cuadro no.3 Operaciones para curva de calibración con ácido gálico.*

### GRAFICA DE LA CURVA DE CALIBRACION PARA ACIDO GALICO

Resultados:

- Curva de calibración utilizando ácido Gálico como estándar a 526nm



Cuadro No.4 Gráfica de curva de calibración

Absorbancia de la muestra (*Capsicum annum*)= .662

$$Y = mx + b$$

$$.662 = .12265x + 0.0378$$

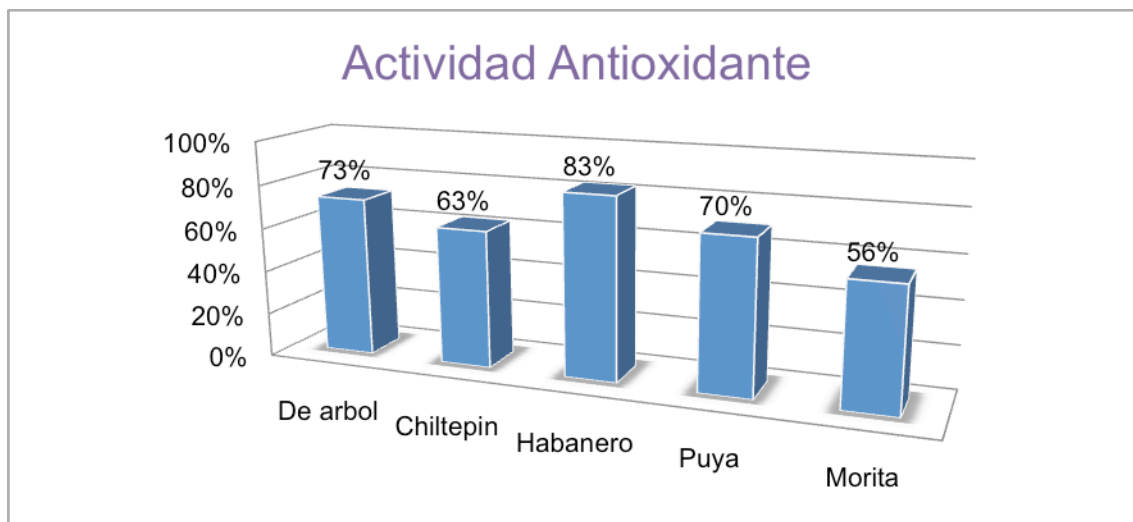
$$X = 5.08 \mu\text{g de muestra}$$

$$X = \mu\text{g de la muestra}$$

### 1.3.1 Decoloración oxidativa del $\beta$ –caroteno

Especies de Chile <i>Capsicum</i>	% Actividad – Antioxidante
Chile Habanero	83%

Chile de Árbol	73%
Chile Puya	70%
Chile Chiltepín	63%
Chile Morita	56%



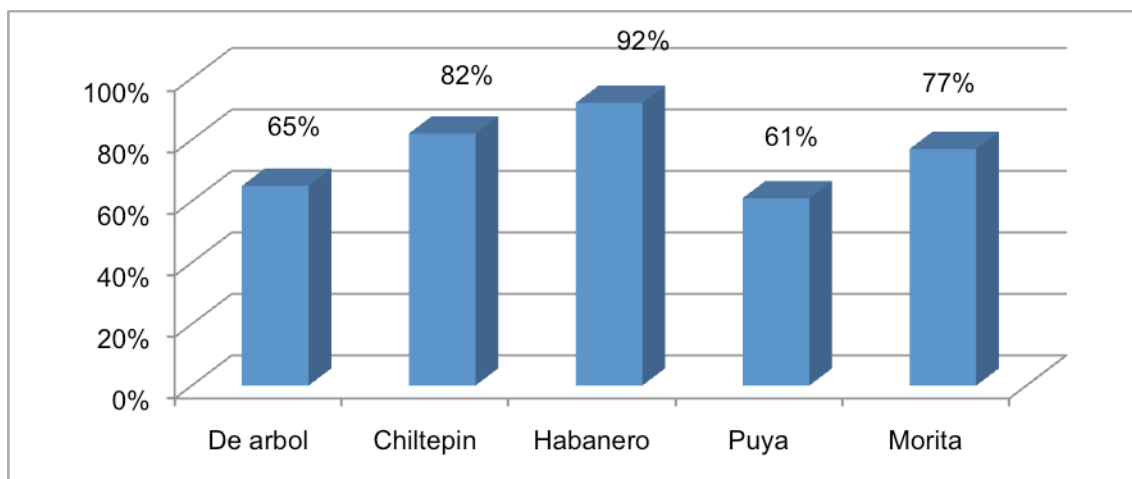
*Cuadro no. 7 Resultados de actividad antioxidante en especie Capsicum.*

De acuerdo a los resultados obtenidos los cuales se hicieron por duplicado, se muestra que el *C. chinense* (chile habanero) mostro una mayor actividad antioxidante al termino de 2 horas teniendo un 83% de actividad en comparación con el *C. annum* (chile morita) que mostro al termino de 2 horas 56% que todavía se considera aceptable.

### 1.3.2 Reducción del radical DPPH

Especies del genero Capsicum	% De actividad antirradicalaria
------------------------------	---------------------------------

Chile Habanero	92%
Chile Chiltepín	82%
Chile Morita	77%
Chile de Árbol	65%
Chile Puya	61%



Cuadro no.8 Resultados de actividad antiradicalaria en especie *Capsicum*

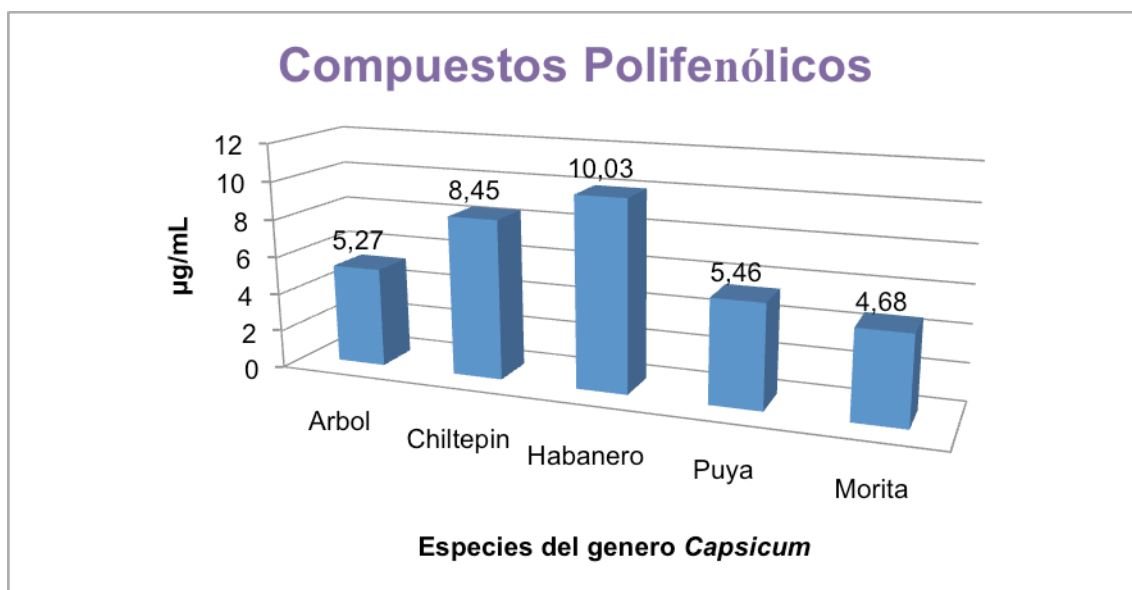
A partir de los resultados obtenidos se concluye que la especie *C.chinense* (chile habanero) tiene un alto poder donante de protones para contrarrestar el efecto de los radicales libres comparándolo con la especie *C.annuum* (chile puya) con un porcentaje de 61% que no es nada despreciable, según bibliografía sigue siendo un buen antioxidante.

### 1.3.3 Composición polifenólica

Especies del genero <i>Capsicum</i>	Compuestos Polifenolicos (µg /ml)
Chile Habanero	10.03
Chile Chiltepín	8.45
Chile Puya	5.46
Chile de Árbol	5.27

Chile Morita

4.68



Cuadro no.9 Resultados de actividad polifenolica en especie *Capsicum*

Se determina de acuerdo a resultados obtenidos de la especie *C.chinense* es la que mas presento actividad polifenolica, comparándola con una curva patrón de acido gálico , resulto ser similar en cuanto a poder polifenolico se refiere,

### 2.1.1 *Capsicum annum*

La capsaicina aplicada externamente es rubefaciente y revulsiva en soriasis y reumatismo. Por vía oral tiene pocos efectos farmacológicos pero muestra acción positiva sobre el sistema circulatorio, músculos lisos, regulación de temperatura corporal, desensibiliza las terminaciones nerviosas a los estímulos, dolorosos al reducir la sustancia P, del sistema nervioso, su uso como analgésico oral se fundamenta en este efecto. La capsacina tiene efectos antibióticos sobre algunos microorganismos. Se han observado propiedades antibacterianas al observar el jugo de los frutos de ají a cultivos in vitro de *Vacilus Sibilitis*, *Escherichia Coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

El fruto tiene propiedades estimulantes gástricas. También en presenta actividad colerética.

#### 2.1.2 Antibiótico:

Un antibiótico ha sido definido como una sustancia química producida por un microorganismo capaz de inhibir el desarrollo de otros microorganismos

#### Antibiograma:

Son métodos in Vitro que determinan la susceptibilidad de los microorganismos a una variedad de agentes antimicrobianos, bajo condiciones de laboratorio específica y estandarizada

El antibiograma es un método de diagnóstico rápido y preciso.

#### Clasificación de los Antibióticos

$\beta$ -lactámicos, la actividad antibacteriana de los beta lactámicos se debe a la inhibición de la síntesis de la pared celular bacteriana:

Penicilinas, Monobactam. Glicopéptidos: Vancomicina.

Aminoglicósidos: Gentamicina, Amikacina.

Macrólidos: Eritromicina, Azitromicina, Claritromicina .

Quinolonas: Ciprofloxacino, Levofloxacino. .

Tetraciclinas Clortetraciclina. Oxitetraciclina HCL, Tigeciclina

Sulfonamidas y trimetoprim,

### 2.1.3 Actividad antibiótica

La era moderna de la quimioterapia antimicrobiana comenzó en 1932, con la sulfacrisoidina. Esta ejercía su acción antibacteriana a través de la liberación in vivo de para aminobencenosulfonamida (sulfanilamida): bactrin , exazol. Cefalosporinas: Cefaletina, cefaloxina.

#### Método para determinar Actividad Antibiótica

Método de Difusión en Disco (Bauer-Kirby) : Es el más difundido. Prueba la inhibición o resistencia de los microorganismos, enfrentándolos con los medicamentos que se encuentran impregnados en pequeños discos.

El medio de cultivo más frecuentemente empleado en el de Mueller-Hinton.

Este medio puede ser suplementado con un 5% de sangre desfibrinada de caballo, oveja u otro animal, cuando la bacteria lo requiera para su desarrollo. El pH del medio debe estar entre 7.2 y 7.4 , el grosor entre 4 y 6 mm. Los discos de antibióticos son adquiridos comercialmente, aunque también pueden ser preparados. Deben contener la cantidad establecida de antibiótico y ser conservados a 4°C protegidos de la humedad.

El inóculo bacteriano debe tener una turbidez similar al 0.5 de la escala de

McFarland, aproximadamente  $10^8$  UFC/ml, y se prepara en solución salina estéril o caldo de cultivo. La inoculación se puede efectuar con hisopo de algodón estéril.

Las placas se deben incubar a 37 °C en la atmosfera adecuada. Sin embargo, se debe evitar en lo posible la incubación en presencia de CO<sub>2</sub>, ya que modifica el pH del medio y esto puede afectar la actividad de algunos antibióticos. La lectura se debe realizar entre 18 y 24 horas. Este método es adecuado únicamente para bacterias patógenas de crecimiento rápido. Una incubación más prolongada puede dar lugar a interpretaciones erróneas del halo inhibición.

#### 2.2.1 Fundamento para determinar Actividad Antibiótica

El antibiograma por el método de difusión en agar es una prueba en la que se enfrenta la bacteria, inoculada sobre la superficie de un medio con agar, a una solución antibiótica absorbida en discos de papel de filtro o en pastillas. Este método fue estandarizado por Bauer et al en 1966. Este estudio dio lugar al método de Kirby-Bauer, que es el recomendado por la *Food and Drug Administration (FDA)* y el *National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCL)*, aunque con ligeras modificaciones.

Varios factores afectan al tamaño del halo de inhibición: la carga de antibiótico en los discos, la difusión del antibiótico en el medio de cultivo, el tamaño del inóculo bacteriano, la composición y el grosor del medio de cultivo, la velocidad del crecimiento bacteriano y el tiempo de incubación.

El antibiograma es la prueba más empleada en el laboratorio, para determinar la susceptibilidad a los antibióticos, llamado método del disco. Entre

sus ventajas podemos mencionar los siguientes:

1. Sencillez.
2. Rapidez de ejecución.
3. Económico
4. Reproducibilidad (en condiciones estándares).

Este método fue descrito por primera vez por Bondi y colaboradores

*(Bondi, A., Spaulding, E., Smith, E., Dietz, C., 1947).*

### 2.2.2 Determinacion de la Actividad Antibiotica

I Procedimiento para determinar Actividad Antibiótica:

- 1) Verificar que las cepas estén pura.
- 2) Realizar tinción gran.
- 3) Confirmar las cepas puras
- 4) Prepara caldo lactosado
- 5) Colocar 3ml de caldo lactosado a cada una de las cepas, una vez que se detecto que estaban puras.
- 6) Incubar 24 hrs.
- 7) Pasar a medio selectivo
- 8) Realizar tinción gram, para determinar la pureza del medio.
- 9) Se hace el barrido con isopo.
- 10) Realizar suspensiones microbianas al 10, 15 y 25% de transmitancia, ( el

espectrofotómetro se ajusto con agua 100% de transmitancia a 540 nm)  
esta se va a realizar con solución salina.

11) Para el conteo se prepara el agar con 0.1 ml de la suspensión

microbiana y luego se agrega 10 ml de agar. Se utilizo agar cuenta en placa, el más utilizado es Mueller Hinton, pero también este medio. con antibióticos y microorganismos.

12) Proceder al conteo de UFC (unidades formadoras de colonias) el rango oscila entre 100 – 150, 000UFC. Con esto podremos determinar la transmitancia idónea para la siembra .

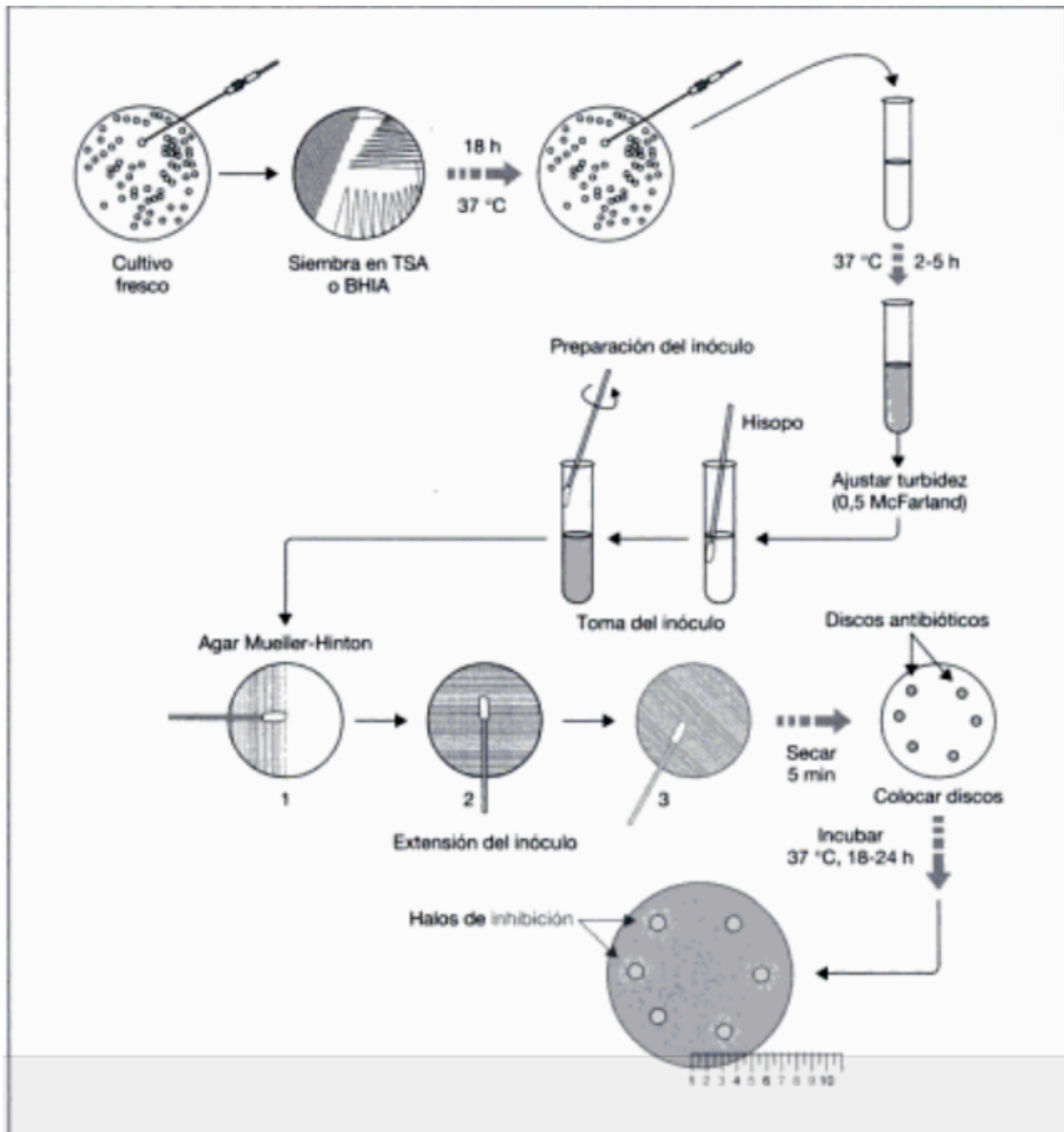
13) Una vez que conozco la concentración a la que el medio me produce la cantidad de UFC, se prepara el medio utilizado, se deposita sobre la caja petri, todo en medio estéril.

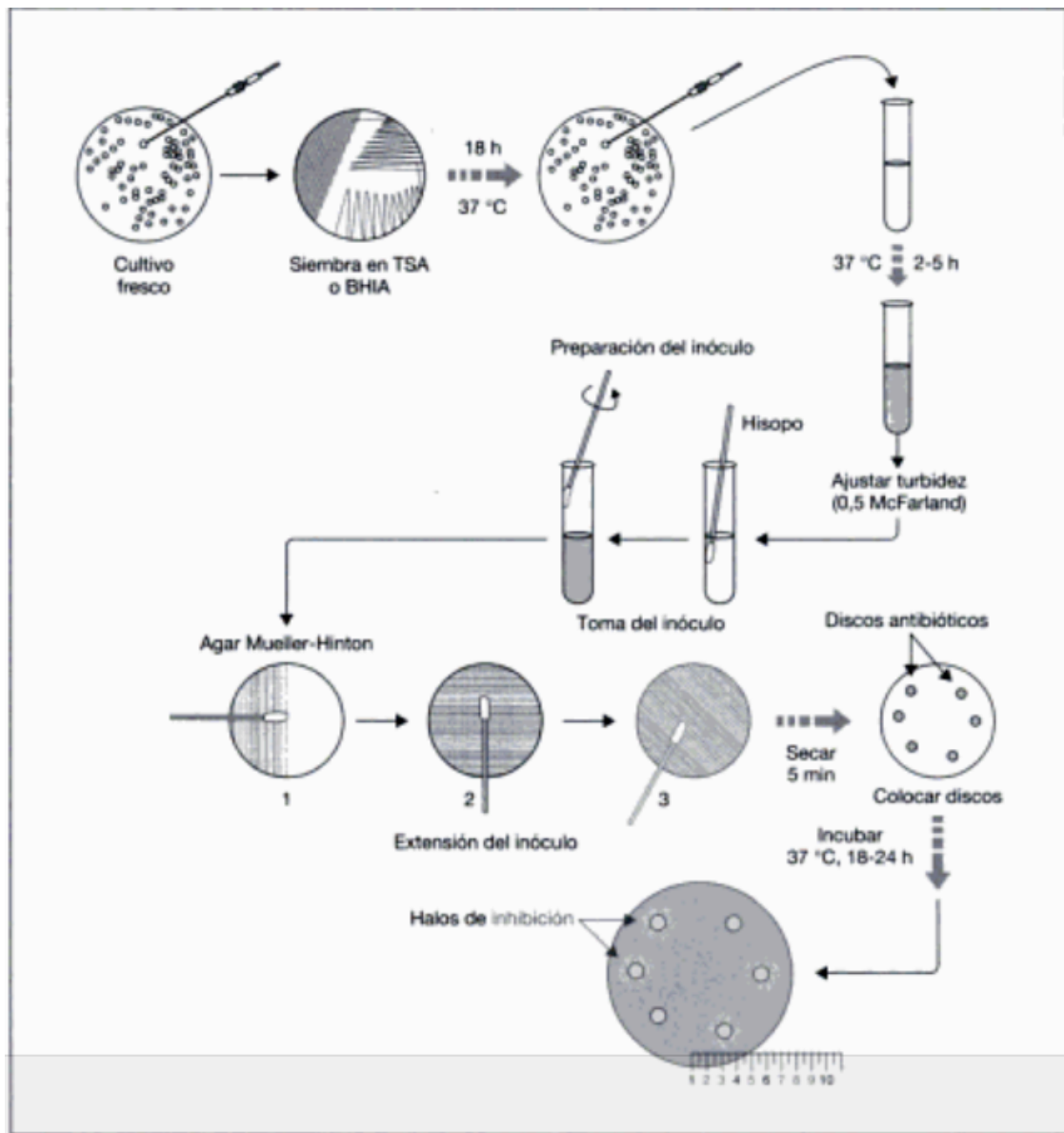
14) Preparación del inóculo: Con una asa estéril levantar 4 a 5 colonias aisladas con morfología similar y transferirlas a un tubo que contenga 4 a 5 ml. De caldo de tripticasa de soya y caseína. Incubar el caldo a 35 °C, 15 minutos después de ajustar la densidad del inóculo, se introduce un isopo estéril en la suspensión bacteriana estándar, se estria la superficie seca de una placa de Mueller-Hinton, y se espera de 3 a 5 minutos para aplicar los discos (Bondi, A., Spaulding, E., Smith, E., Dietz., 1947).

15) Colocación de los discos; Se impregnan los discos del papel filtro con diferentes agentes antimicrobianos en concentraciones específicas, que se colocan con todo cuidado sobre la placa de cultivo en agar, inoculada en el cultivo de la bacteria en estudio.

Utilizando pinzas de punta fina, estériles, se colocan los discos sobre la placa inoculada, presionando sobre el agar, se invierten las placas, y se colocan en la incubadora a 35 °C, 15 minutos después de la aplicación de los discos.

16) Lectura de resultados: Después de 24 horas de incubación se demuestra la susceptibilidad relativa del microorganismo al antibiótico analizado, por la aparición de una zona clara alrededor del disco, que representa la inhibición del crecimiento. El tamaño de la zona de inhibición está determinada por la concentración del antibiótico y la susceptibilidad del microorganismo aislado. (NCCLS, por sus siglas en ingles, 1979).





Desde que se describió este método se ha tratado de estandarizar el método del disco entre estos estudios, se mencionan los de Bauer y colaboradores

(Baur, A., Kirby, W., Sherris, J., Turck, M., 1966), Ericsson (1961), La organización Mundial de la Salud,

La Administración de Alimentos y drogas de los E. U. (FDA, por sus siglas en ingles, 1972) y El comité Nacional para estándares de Laboratorio Clínico

Este método también tiene sus variables que contribuyen a errores o discrepancias,

las cuales deben tomarse muy en cuenta. Estas variables pueden ser:

1. La selección y concentración de los discos de antibióticos.

2. La selección del medio de agar, el tiempo de preparación de la placa y la profundidad del agar.

La NCCLS considera el agar Mueller-Hinton como el mejor medio que se adapta a las pruebas de susceptibilidad de rutina ya que contienen escasos elementos inhibidores de tetraciclinas y sulfonamidas. El agar se prepara conforme a las instrucciones del fabricante; se preparan cajas de Petri con una profundidad de 4 mm. (25 ml. De medio de agar en cajas de 90 mm. de diámetro) se pueden usar las placas el mismo día o refrigerarlas a 2 - 8 °C, no más de 7 días (NCCLS; 1979).

Conservación y manipulación de los discos:

Los discos con antibióticos vienen en recipientes separados y se deben mantener refrigerados (4 a 5 °C).

MUESTRAS A EVALUAR:

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE POR COMO SE CONOCE
<i>Capsicum annum</i>	- Chile chiltepín
<i>Capsicum annum</i>	- Chile de Árbol
<i>Capsicum annum</i>	- Chile puya o cascabel
<i>Capsicum chinense</i>	- Chile habanero
<i>Capsicum annum</i>	- Chile morita

*Cuadro No. 5 Nombre científico de las muestras a evaluar*

Patrón bacteriano:

El patrón bacteriano de trabajo se formo en base al análisis bibliográfico que se realizo, en el cual se registraron una gran cantidad de bacterias que

afectaban al ser humano, para seleccionar las cepas bacterianas que formarían el patrón bacteriano se tomaron los siguientes factores:

- Sencillez de manejo
- Disponibilidad
- Facilidad de conservación
- Morfología Celular
- Reacción al Gram
- El patrón bacteriano con el que se trabajo se enlista en la siguiente tabla:

Patrón Bacteriano:

N.	Microorganismo	Temperatura	Relación con el Oxígeno	Morfología microscópica	Agrupación	Gram
1.	Bacillus subtilis	Amplia, la optima de	aerobios	Elíptica o redondeada	Bacilos suelto, diplobacilos o estreptobacilos	+
2.	Escherichia coli			Bacilo		-

Cuadro No.6 Se muestran las cepas utilizadas y algunas de sus características para el momento de su identificación.

### 2.3 Discusión de resultados:

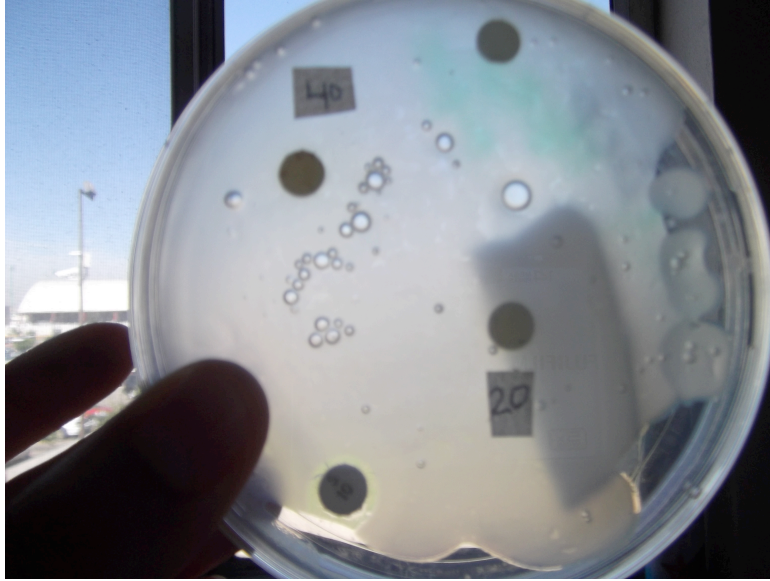
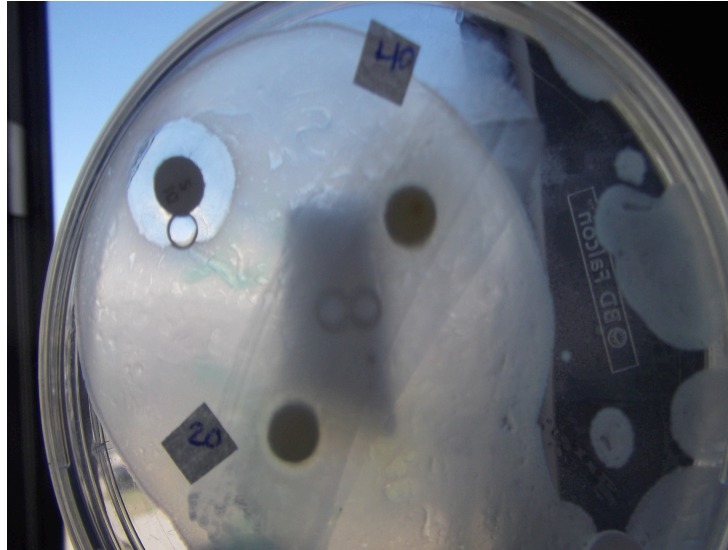


Fig. no. 21 Resultados obtenidos con 20 y 40mg de extracto de chile chiltepín.

- Aquí se puede observar que no hubo halo de inhibición en el sensidisco de 20 y 40 mg de producto, con respecto a el antibiótico se utilizo eritromicina.



*Figura no. 22 Resultado obtenido de Chile habanero con 20 mg y 40 mg de extracto.*

- Se observa que hubo halo de inhibición en la muestra de chile habanero a 20mg y 40mg ligeramente, con respecto a el antibiótico.

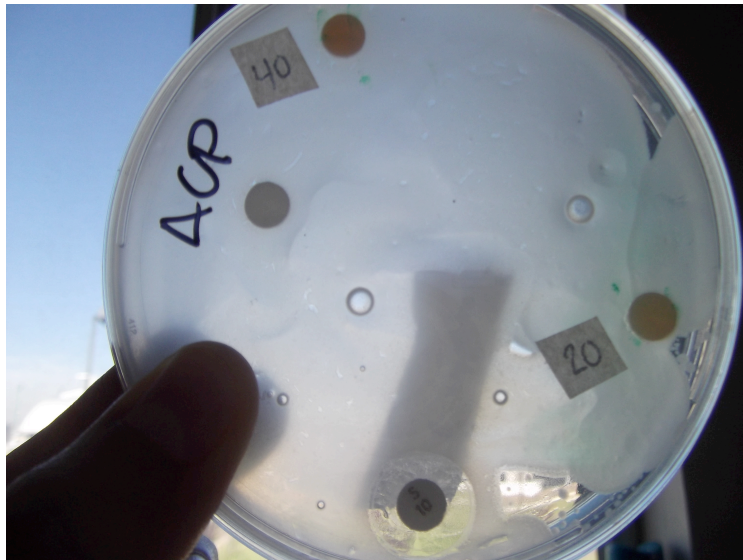


Fig. no. 5 Resultados obtenidos de chile puya con 20 y 40mg de extracto

- Se observa que no hubo halo de inhibición a 20 mg y 40 mg en chile puya con respecto a antibiótico.
- Se determina que el género *C. chinense* (chile Habanero es el que contiene actividad antibiótica a una concentración de 20 mg de extracto.
- El género puya y chiltepín no presentaron actividad antibiótica a 20mg y 40 mg cada uno.
- De acuerdo al procedimiento de Baeur-Kirby ,se estandarizo el método a 25% de transmitancia para pruebas subsecuentes con especies del genero *Capsicum*.

## CONCLUSIONES

ESPECIE DE CHILE	$\beta$ -CAROTENO (%)	DPPH (%)	POLIFENOLICOS ( $\mu\text{g}/\text{m}$ )
De Árbol	73	65	5.3
Chiltepín	63	82	8.4
Habanero	83	92	10.0
Puya	70	61	5.5
Morita	56	77	4.7

*Cuadro no.10 Resultado total*

- De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies *C. chinense* (chile habanero) presento mayor actividad antioxidante y polifenolica seguido de la *C. annuum* (chile chiltepín).
- La concentración de compuestos polifenólicos, es una variable que puede servir para establecer la capacidad de inhibición de procesos oxidativos de estas especies.
- Se observa una correlación de la actividad antioxidante de estos frutos, con su grado de pungencia o la concentración da Capsaicina.
- Se observa la presencia de compuestos importantes que están ejerciendo oposición contra agentes oxidantes debido a resultados obtenidos.

### Discusión de resultado obtenido de actividad antibiótica:

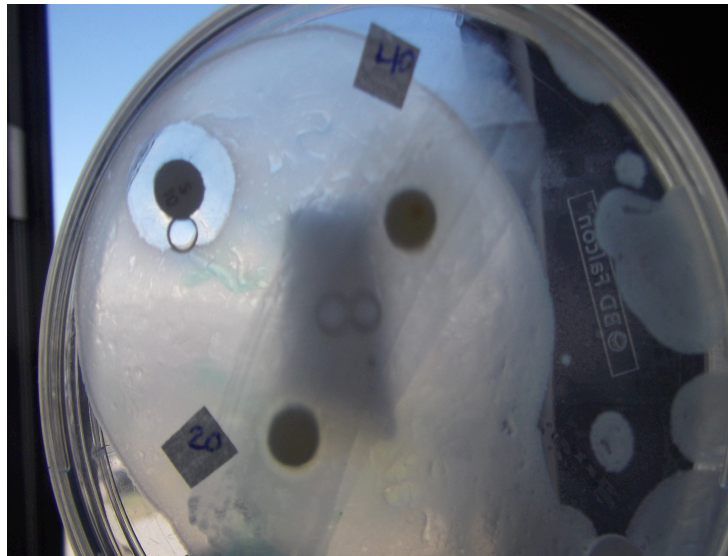


Fig. no. 24 Resultado de la prueba antibiótica con Eritromicina como antibiótico control.

- Se determina que el género *C. chinense* (chile Habanero es el que contiene actividad antibiótica a una concentración de 20 mg de extracto.
- El género puya y chiltepín no presentaron actividad antibiótica a 20mg y 40 mg cada uno.
- De acuerdo al procedimiento de Baeur-Kirby ,se estandarizo el método a 25% de transmitancia para pruebas subsecuentes con especies del genero *Capsicum*.

Abreviaturas:

AG: Acido Galico

ASERCA

BANCOMEXT :Programa de financiamiento

C.: Capsicum

Cm: centímetro

°C: Grado centígrado

DPPH: Difenylpicrylhidrazyl

Ej: Ejemplo

FDA: Administración de alimentos y drogas

g: gramos

GP<sub>x</sub>: Glutation Peroxidasasa

H<sup>+</sup>: Protón

HO<sup>·</sup><sub>2</sub>: Hidroperoxido

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: Peroxido de Hidrogeno

INEGI: Instituto Nacional de estadística y Geografía

INIFAP: Instituto de física aplicada

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos

LDL: Lipoproteínas de baja densidad

MEOH: metanol

mg: miligramo

ml: mililitros

mm: milímetros

msnm: metros sobre el nivel de mar

NCCL: Laboratorio Nacional para estándares de laboratorio clínico

nm: nanómetro

NO: Oxido nítrico

OH: Radical Hidroxilo

O<sup>-2</sup>: Superoxido

O<sub>2</sub>: Oxigeno

pH: potencial de Hidrogeno

RL: Radical libre

ROS: Especies reactivas de Oxigeno

SOD: Superoxidodismutas

SAGARPA: Secretaria de Agricultura, Desarrollo rural, Ganadería, Pesca y  
Alimentación

SIAP: Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera

t: tiempo

UFC: Unidad Formadora de Colonias

UI: Unidad Internacional del inglés International Unit-) es una unidad de medida de la cantidad de una sustancia, basada en su actividad biológica mediada (o sus efectos).

USA: Estados Unidos de America  $\mu$ l

Vit.: Vitamina

$\mu$ l : microlitros

## Bibliografía.

### Libros consultados:

Jorge León: Botánica de los cultivos tropicales. IICA, San Jose, 2000

Ramiro Fonnegra G, Silvia Luz Jiménez R., Plantas Medicinales en Colombia, 2da. Edición., Ed. Universidad, Colección Salud-Interés General

Botánica. Antonio N. 1989; Espadas M. y Zita G. 1982; Esquivel E. 1989; Evangelista V. y cols. 1991; Garcés G. y cols. 1987; González R. 1979; González R. 1984; López E. 1988; López R. e Hinojosa A. 1988; Morales G. y Toledo G. 1987; Ortiz G. 1987; Ortiz G. 1990; Tapia F. 1985.

Ecología. Antonio N. 1989; Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 1991; Esquivel E. 1989; Instituto de Ecología 1991; Tapia F. 1985.

Etnobotánica. Antonio N. 1971; Centro Coordinador Indigenista de la Región del Istmo 1987; Espadas M. y Zita G. 1982; Espinosa J. 1985; Esquivel E. 1989; Esquivel G. 1982; Evangelista V. y cols. 1991; Flores S. 1986; García 1.1984; González R. 1979, 1984; Hernández J. 1988; López E. 1988; López R. e Hinojosa A. 1988; Morales G. v Toledo G, 1987; Ortiz G. 1987; Ortiz G. 1990; Tapia F. 1985.

Historia. Cervantes, V. 1889 (1790); De Cárdenas, J. 1980 (1591); De Esteyneffer, J. 1978 (1712); De la Cruz, M. 1964 (1552); El Estudio. 1889-1891; Estrada, E. 1989 (Códice Florentino. 1548-1582); Flores, F. 1982 (1886); González, E. 1977 (1888); Hernández, F. 1959 (157M576); Martínez, M. 1969 (1934); Monardes, N. 1992 (1565-1574); Sociedad Farmacéutica de México. 1952; Souza, N. 1942.

Química. Brooks C. 1986; Czinkotai B. 1989; Gutsu E. V. 1984, 1987, 1990; Gregory G. y cols. 1987; Haranath P. 1987; Itoch T. y cols. 197/, 1978; Izmitani Y. y cols. 1990; Johnson E. y cols. 1982; Neurath G. y cols. 1977; Politis J. 1948, 1948; Schultz J. y Herrmann K. 1980; Takahashi M. y cols. 1977; Tomova T. y cols. 19/ : Tricker A. y cols. 1988; Tschesche R. y Gutwinski H. 1975.

Farmacología. Bouraqui A. 1988; Boyd L. J, 1928; Frischkorn C. G. B 1978; Itokawa H. 1983; MonsereenosornY. 1980, 1980; NastA.G. 19^; Roy A. N. 1979.

Principios activos. Budavari S. 1989; Merk Index 1989.

Toxicidad. Anónimo 1984; Damhoeri A. y cols. 1985; Homburger F. y Boger E. 1968; Frischkorn C. y cols. 1978; Seetharam K. y Pasd 1987; Shinohara K. y cols. 1978; Yamamoto H. y cols. 1985-

### Artículos Consultados:

N.O.Eddy, S.A, Odoemelam and A.O. Odiongenyi, ``ETHANOLEXTRACT OF MUSA SPECIES PEELS AS A GREEN CORROSION INHIBITOR FOR MILD

STEEL: KINETICS, ADSORPTION AND THERMODYNAMIC CONSIDERATIONS`', *EJEAFChE (Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry)*, 1579-4377

Catherine Caris-VEYRAT,\* Marie-Josephe Amiot, Rene Ramasseul and Jean – Claude Marchon`' Mild oxidative cleavage of  $\beta$ ,  $\beta$ -caroteno by dioxygen induced by a ruthenium porphyrin catalyst: characterization of products and of some possible intermediates`'2000

Filomena Conforti, Giancarlo A. Statti, Francesco Menichini,`'Chemical and biological variability of hot pepper fruits *Capsicum annum* var, *acuminatum* L.) in relation to maturity *ScienceDirect*, stage, 102(2007), 1096-1104.

Masahiro NIAHIZAWA, Masahiro KOHNO, Minemitsu NISHIMURA, Akio ITAGAWA and Yoshimi NIWANO. `Non-reductive Scavenging of 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) by Peroxyradical: A useful Method for Quantitative Analysis of Peroxyradical`' *Agricultural a food chemistry*, 53(6)714-716, 2005.

M.K.LOGAIN. R.E:DAVIES,`'Lipid Oxidation: Biologic Effects and Antioxidants`'- A review, 15,(6),

Cybergrafia consultada:

URL: <http://www.usal.es> BECAS INTERNACIONALES, Dra. Lucy A. Ibáñez Vásquelu [cy1964@yahoo.com](mailto:cy1964@yahoo.com) [libanezv@hotmail.com](mailto:libanezv@hotmail.com) .