

336427
9



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO

CAMPUS CHAPULTEPEC

ESCUELA DE QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

INCORPORADA A LA UNAM

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBA ANTIFÚNGICA *in vitro* DEL MACERADO DE
Opuntia streptacantha (NOPAL).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUIMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA:

VIOLETA SAENZ ROJAS

DIRECTORES M. en C. JAVIER ALFREDO CARBALLO PEREA
Dr. MANUEL JIMÉNEZ ESTRADA

MÉXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2003

01



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.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

PAGINACION DISCONTINUA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. en C. JAVIER ALFREDO CARBALLO PEREA.
VOCAL: M. en C. AGUSTÍN PALMA DE LA CRUZ.
SECRETARIO: QFB. MARTHA LAURA LUNA ONTIVEROS.
1er. SUPLENTE: QB. BENJAMÍN ADOLFO FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ.
2º SUPLENTE M. en C. ANGÉLICA CALDERÓN VILLAGÓMEZ.

Sitio donde se desarrolló el tema

UNAM, Instituto de Química, laboratorio 2-10.

Hospital Juárez de México, laboratorio de Micología e inmunología especializado.

Nombre Completo y Firma del Asesor interno

M. en C. JAVIER ALFREDO CARBALLO PEREA.

Nombre Completo y Firma del Asesor externo del Tema.

Dr. MANUEL JÍMENEZ ESTRADA.

Nombre Completo y Firma del Supervisor Técnico externo.

QFB. MISAEL GONZÁLEZ IBARRA.

Nombre Completo y firma de la Autoría del Tema.

VIOLETA SÁENZ ROJAS.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas -
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional

NOMBRE: Violeta Sáenz Rojas

FECHA: 20 de Mayo del 2003

FIRMA: [Firma]

A.GRA.DE.C.I.M.I.E.N.T.O.S

Es una bendición de Dios haberme dado todo lo que tengo, tener unos padres muy buenos que sin desfallecer me apoyaron hasta el fin de mi carrera y siempre confiaron en mi y para mi buena fortuna también me dio unos hermanos buena onda.

En mi trayectoria de la carrera me encuentre con gente que me ayudó muchísimo y gente que me ponía rocas en el camino pero a todos les agradezco a ver formado parte de mi vida, por que aprendí muchas cosas y sin ellos hoy no sabría de mis virtudes y mis limitaciones.

A mis padres les doy las gracias por todo lo que han hecho por mi, por su cariño, amor y comprensión, su infinita paciencia, todas las palabras son pocas por lo que les debo y quiero, Papitos los quiero mucho, mil gracias por todo.

A mis hermanos, Gaby, Eduardo y Paci, que también les toco sufrir mis desveladas y desmañanadas, y muy en especial a mi hermanita Gaby, que siempre estuvo ahí para apoyarme y ayudarme en todo, por tolerar la luz prendida a altas horas de la noche y escuchar el ir y venir muy temprano, se que quiere unas cinco cuartillas de dedicatorias por todo lo que padeció a mi lado, pero francamente Gaby, no aguantas nada ... Ja ja ja, se lo que estas pensando.

Por otra parte agradezco al Dr. Manuel Jiménez E. por darme la oportunidad de desarrollar un tema de investigación de mi interés, y darme las facilidades para llevarlo a cabo, de la misma manera a todos los amigos del laboratorio 2-10 y 2-5 de Productos Naturales del mismo Instituto, a los cuales quiero mucho y siempre los llevaré en mi corazón.

Cuando ya me sentía derrotada por no tener los hongos para probar mi macerado, Dios me envió un ángel, que es Misael González, del Hospital Juárez gracias a él pude concluir mi tesis, Misael, nunca había conocido a alguien como tú, que sin pedir nada a cambio, y sin conocerme me diera su mano amiga, de tí no solamente aprendí de tu nobleza, sino también aprendí que las personas que sólo están interesados en uno mismo no es congruente ni saludable, y cuando adquirimos genuino interés en los demás, apreciamos su felicidad y lamentamos su tristeza, y es cuando surgen lazos de amor y de amistad que perduran durante toda la vida. Gracias por tocar mi vida, al igual les agradezco a todo tu equipo de trabajo que siempre estuvieron dispuestos ayudarme a Julio, Samuel, Manuel, Sergio, Kary, Tere, y a la Dra. Aguilera, y a ti Guille, por compartir esta aventura.

A mi inamovible amiga, Lidia Valenzuela, mil cosas puedo decir de mi amiga, pues compartimos alegrías, tristezas, sueños, metas, triunfos y fracasos, pero siempre con el ánimo de salir adelante. Amiga somos unas triunfadoras por eso seguimos de pie. El que no tiene problemas es por que está en el panteón.

A mi profesor Lino Joel, que me vio crecer académicamente y siempre me aconsejó para no rendirme, le agradezco su aportación con sus conocimientos en la química y en la vida y sobre todo por su amistad.

A mis profesores de la UVM campus Chapultepec y Tlalpan, que conté con su apoyo y su intelecto, para guiarme en el área de la química, en especial a mis profesores Agustín Palma por sus asesorías en mi tesis, y de la misma manera para el profesor Javier Carballo.

A la Lic. Lorena Ortiz, por escucharme y darme su amistad, gracias por estar pendiente de mis trámites de tesis.

A mi maestra y amiga Martha Luna, que me inició en el ámbito de la investigación, por haberme apoyado en el primer proyecto que presenté en el Simposio Internacional de Productos Naturales, que confío en mi trabajo, y siempre estuvo para apoyarme, de la misma manera le agradezco a mi querido profesor Victor Manuel Sánchez Hidalgo, que es un excelente maestro y amigo.

A la Dra. Levia Scheinvar por ayudarme a identificar la especie del nopal y guiarme en mi investigación de tesis.

A la dulce maestra Aurora Zlotnik de la facultad de Ciencias de la UNAM, por la aportación de sus conocimientos y su manual de Anatomía Vegetal, que me fue muy útil.

A mi gran amigo del alma Oscar Tejeda por que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, por todos esos detalles que me hicieron muy feliz, y por esa ayuda que fue clave para poder concluir mi carrera mil gracias.

A la Sra. Bailón de la SQCM, por toda su ayuda incondicional y su amistad.

A Gilberto Meléndez, por que estuvo presente cuando más lo necesite, para poder terminar mi carrera, por tus consejos y apoyo muchas gracias.

A mi querida Facultad de Química de la UNAM donde pasé momentos inolvidables, por haber sido mi máxima casa de estudios y haber sido parte de mi formación académica.

A la Lic. Guillermina Castillo de la DGIRE por su apoyo para agilizar mis documentos para titularme.

EMPEZO CON FALLA DE ORIGEN

Y a Ti que por algún motivo tuviste que partir y tomar otro rumbo que no es el mío, gracias por todos esos momentos tan maravillosos, por que ahora comprendo que estamos hechos de piezas de todos aquellos que han pasado por nuestras vidas y somos más por ellos y seríamos menos si no hubieran tocado nuestra vida.

A TODOS GRACIAS POR TOCAR MI VIDA.

La vida se compone de momentos y cada uno tiene, su propia dosis de encanto y diversión.



Muchía gente no ve el mundo como es, si no como son ellos.

INDICE

MICOSIS CON FALLA DE ORIGEN

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVO	3
3.	GENERALIDADES	4
3.1.	Las cactáceas en México	4
3.2.	Género <i>Opuntia</i>	5
3.3.	Características morfológicas de <i>Opuntia streptacantha</i>	6
3.4.	Economía en México del género <i>Opuntia</i>	7
3.5.	Actividad farmacológica del nopal	11
3.6.	Componentes químicos del género <i>O. Streptacantha</i>	11
4.	MICOSIS SUPERFICIALES Y OPORTUNISTAS	17
4.1	<i>Trichophyton. Mentagrophytes, rubrum y tonsurans</i>	18
4.2	<i>Microsporium. gypseum</i>	20
4.3	<i>Candidosis</i>	21
4.4	<i>Criptococosis</i>	23
4.5	<i>Aspergilosis</i>	23
4.6	<i>Fusariosis</i>	25
5.	METODOLOGÍA	26
5.1	Colecta de nopal	28
5.2	Técnica de secado y molienda	29
5.3	Diagrama de flujo para el macerado del nopal	30

5.4 Preparación de medios de cultivo

6. RESULTADOS	32
7. DISCUSIÓN	35
8. CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXO A	44
ANEXO B	45
ANEXO C	46
ANEXO D	47
ANEXO E	48

ANÁLISIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

El nopal para los mexicanos es un símbolo de nuestra identidad desde la época prehispánica, ha sido fuente de sustento y tratamiento de diferentes padecimientos como: Diabetes, colesterolemía, gastritis y colitis, fracturas, disentería, erisipela, otros malestares como, empacho, dolores de cabeza y menos frecuente como auxiliar en el parto, etc.^{15, 38} Otros usos recientes son para cosméticos, tinte para cabello, jabón, shampoo para controlar la caspa, cremas limpiadoras, cremas humectantes, enjuagues, mascarillas para tratamiento de acné, se ha encontrado propiedades astringentes, aromatizantes, emolientes, pomadas para curar heridas de quemaduras, rozaduras de pañal e infecciones cutáneas.^{15, 33}

Este hecho ha despertado el interés médico a nivel nacional e internacional, pues en México se ha estudiado su efecto sobre glucemia (diabetes mellitus), lípidos séricos, colesterol total, colesterol beta, triglicéridos, etc., utilizando el nopal de diferentes formas ya sea cocido al vapor, asado, licuado con agua, deshidratado y en diferentes concentraciones, encontrando una disminución significativa en los niveles de los componentes antes mencionados.^{13, 20} A nivel mundial se hicieron estudios sobre el macerado del nopal el cual encontraron que inhibe la replicación de virus como el herpes simple, herpes equino, virus de la influenza, virus de inmunodeficiencia humana.²

Actualmente se elabora artesanalmente y se comercializa en una zona local de Milpa Alta, zona de mayor producción de nopal en México ubicada en la región sureste del Distrito Federal, dado las condiciones del lugar, los agricultores han conservado la tradición de elaborar productos a partir de nopal desde uso personal y belleza hasta de salud. Por otra parte, la piel es órgano de protección del medio ambiente el que se expone con mayor frecuencia a la luz solar y a la contaminación y otros agentes causante de los daños en la piel. La aplicación de productos cosméticos y farmacéuticos por vía cutánea tiene que cumplir con requisitos mínimos como: acción rápida y durable, penetración uniforme y ausencia de irritación lo cual hasta el momento ha cumplido los productos elaborados con nopal para uso tópico. El nopal por su composición química funciona como un nutriente de la piel, al ser dañada ésta por factores exógenos como detergentes, luz solar, contaminación, etc., o al producirse algún tipo de dermatitis atópica y dermatitis irritativa, se sabe que por tradición mexicana se aplican fórmulas cosméticas y farmacéuticas a base de nopal para reparar el daño cutáneo y por ahora no se ha comprobado si, también inhibe el crecimiento micótico que llega a infectar la piel humana, ya que estos productos se usan indiscriminadamente sin saber si es una infección micótica o una simple dermatitis irritativa o atópica.^{14, 23}

Por lo anterior, se ha despertado el interés sobre el macerado acuoso del nopal para sustentar científicamente el uso medicinal para tratamiento relacionado con la epidermis humana, debido a sus propiedades curativas reportadas desde la época prehispánica hasta nuestros días, se busca la posible propiedad antifúngica en diferentes géneros de hongos importantes en micología médica en México como lo son dermatofitos, hongos oportunistas y hongos contaminantes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO

2. OBJETIVO

TESIS CON
FOLLA DE ORIGEN

Demostrar la posible actividad antifúngica del macerado del nopal (*Opuntia streptacantha*) a diferentes concentraciones sobre hongos superficiales, oportunistas y contaminantes más frecuentes en consulta clínica en México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ✧ Búsqueda y selección bibliográfica en el Chemical Abstracts sobre las actividades biológicas *in vitro* e *in vivo* de *Opuntia streptacantha*, sobre agentes infecciosos de la piel humana.
- ✧ Localización y selección del *Opuntia streptacantha* que cumpla con la calidad para su estudio biológico.
- ✧ Probar la posible actividad antifúngica del macerado de *Opuntia streptacantha* en placa a tres diferentes concentraciones: 0.525mg/ml, 4.56mg/ml y 6.75mg/ml sobre *Trichophyton mentagrophytes*, *T. tonsurans*, *T. rubrum*, *Microsporum gypseum*, *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Fusarium sp.*, *Cryptococcus neoformans*, *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis* y *C. parapsilopsis*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GENERALIDADES

3. GENERALIDADES

3.1 Las Cactáceas en México

Las cactáceas son una familia vegetal originaria del continente Americano, que cuenta con 110 géneros y 1500 especies aproximadamente. De esta cantidad, aproximadamente 52 géneros y 850 especies se encuentran en nuestro país, lo que coloca a México como el país con mayor variedad y riqueza de cactáceas a nivel mundial. Mas aún, se presenta un elevado grado de endemismo, con 18 géneros(35%) y 715 especies(85%) exclusivas de nuestro país.²⁰

Las cactáceas son angiospermas o plantas superiores es decir producen flores, frutos y semillas, presentan flores bisexuadas (en algunos casos unisexuadas), y la mayoría de ellas requieren de fecundación cruzada para producir semillas aunque algunas especies son auto fértil. Tal vez la característica más familiar para nosotros sea la de resistir condiciones de sequía, pero esta característica no es general para todas ellas.

Estas plantas crecen a lo largo de todo el país. La ubicación geográfica que presenta nuestro país en el continente, ha favorecido la diversificación de esta familia vegetal generando zonas de una gran riqueza biológica.²⁰

En general, las cactáceas son muy tolerantes a las altas temperaturas, pero es diferente el grado de tolerancia según la especie. Mientras algunas especies son extremadamente tolerantes al calor soportando fácilmente temperaturas de 40 grados centígrados o más, otras no toleran más de 30 grados centígrados y no necesariamente bajo la luz del sol. En general estas plantas requieren una iluminación intensa aunque no necesariamente una alta temperatura. Este sería el caso de aquellas plantas que crecen a más de mil metros sobre el nivel del mar en medio de valles o sierras con climas de templados a fríos. Aquí reciben luz del sol, aunque el ambiente no tan cálido como es en la costa, por poner un ejemplo. ¹¹

3.2 Género *Opuntia*

Del género *Opuntia* hay 200 especies, de las cuales 100 son de México. Esta especie de nopal se encuentra en el Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Estado de México, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Oaxaca y Jalisco. El estudio experimental del nopal (*O. streptacantha*) se inició en 1979 con el trabajo de Ibáñez y Román. ^{11,12}

La clasificación taxonómica de *Opuntia streptacantha* se describe en la tabla 1.

Tabla 1. - Clasificación taxonómica de *Opuntia streptacantha*.^{19,29}

REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Angiosperma
CLASE	Dicotiledona
ORDEN	Opuntiales
FAMILIA	Cactaceae
GENERO	<i>Opuntia</i>
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Opuntia streptacantha</i>
NOMBRE COMÚN	Nopal cardón, hartón

3.3 Características morfológicas de *O. streptacantha*

Planta hasta de 5m de altura, arbórea, su tallo es ramificado, de color verde opaco, sus pencas son aplanadas, sus hojas forman aréolas de 30 a 60cm de largo, 20 a 40cm de ancho y 1.9 a 2.8cm de grueso, tiene escasas espinas extendidas, la mayoría de ellas apresas, de 0.5 a 3cm de largo en número de 3 a 6 de color blanco-grisáceo a gris oscuro con la edad adquieren este color. Las flores amarillas o anaranjadas, miden de 7 a 10cm de ancho. Sus frutos son

globosos de 5cm de diámetro, con abundante pulpa carnosa, de sabor dulce que se conocen como tuna, sus semillas miden aproximadamente 4mm de largo.

Fenología: Florece en abril, fructifica de agosto a septiembre.^{1, 27, 28} Ver anexo A.

3.4 Economía en México del género *Opuntia*

Se sabe que desde antes de la conquista, los habitantes de México ya hacían uso de las cactáceas de diversas formas: como alimento, colorantes y para obtener fibras.

Dentro de las cactáceas el género *Opuntia* tiene una gran importancia económica porque sus frutos y artículos son comestibles, en algunas zonas es cultivada. Según la información de SARH, el nopal comercializada como verdura no ocupa los primeros lugares en superficie por ser superado por muchos cultivos. En cambio, por producción total del cultivo del nopal verdura se encuentra en el séptimo lugar con 267,385 toneladas por año, solo superado por cultivos como el melón, sandía, cebolla, chile verde, papa y tomate rojo, tomando en cuenta que la mayoría de estos no son originarios de México.^{11, 36, 38}

Los estados que se mencionaran a continuación son los que cultivan el nopal para su uso comercial como verdura en nuestro país:

Distrito Federal: Se cultiva el nopal desde antes de la conquista en el mismo lugar, ahora conocido por el nombre de Milpa Alta. Este municipio es el mayor productor de nopal en nuestro país. En esta región se calculan unas 27,000 plantas de nopal por hectárea tomando en

cuenta que son alrededor de unas 7,500 hectáreas. Milpa Alta esta a una altura de 2,420 metros sobre en nivel del mar, y una temperatura alrededor de 15.9 grados centígrados.

Morelos: En este estado el productor más importante es el municipio de Tlanepantla con cerca de 350 hectáreas, y 450 productores de nopal. Su altura es de 2,040m sobre el nivel del mar, y con una temperatura de 18 grados centígrados.

Puebla: En ella hay dos entidades nopalcas la primera comprende entre los municipios Atlixco y Cholula, la zona está a una altura de 2,000m sobre el nivel del mar y su temperatura promedio es de 17 grados centígrados la segunda, esta en el municipio de Acatzingo, que tiene una altura de 2,200m sobre el nivel del mar, y a la misma temperatura que la primera.^{11, 37, 39}

Michoacán: La producción de nopal no está concentrada en un sólo lugar sino que se expande por todo el estado. Sin embargo, sobresale Uruapan que se encuentra al sur del estado, con 250 hectáreas.^{11, 37, 39}

En ella se cultiva en un 90% el nopal blanco (*O. leucorricha*) y en un 10% el nopal negro o verde (*O. ficus-indica*). La región tiene una altura de 1,300m sobre el nivel del mar, y una temperatura de 20 grados centígrados.

Guanajuato: En este estado al igual que en Michoacán se produce el nopal en muchas pequeñas áreas esparcidas por todo el estado, pero cuenta con una entidad llamada Valtierra que tiene aproximadamente 250 hectáreas, en ella y en todo el estado se cultiva el nopal.^{11, 37, 39}

Esta región esta a una altura de 1,720m sobre el nivel del mar y una temperatura de 17.7 grados centígrados.

Baja California: Es la excepción de los estados del norte, pues es el único en producir nopal y no lo consume. En este estado se produce nopal por dos razones:

La primera es para exportarlo a los EE.UU. por las personas que emigran a este país y la segunda es para distribuirla por los grandes núcleos de población estadounidense de origen mexicano que consume nopal en el estado de California. En esta región se produce nopal en cuatro municipios: Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate.^{11, 36, 38}

Jalisco: Son pequeñas zonas nopaleras, la más importante se encuentra cerca del lago de Chapala, su altura es de 1,550m sobre el nivel del mar, y una temperatura de 20 grados centígrados.

Oaxaca: Aquí la producción de nopal se concentra en los valles del centro, a una altura promedio de 1,550m sobre el nivel del mar, y a una temperatura de 20.5 grados centígrados.^{11, 36, 38}

En la tabla 2 se presenta una serie de empresas que se dedican a procesar el nopal en distintas formas.³⁸

Tabla 2. Algunas empresas que procesan el nopal en México.³⁸

MARCAS	FORMAS DE PRESENTACION
Frugo	Salmuera, penquitas en escabeche.
Envasa Pueblito La Gloria	Salmuera
Ann O'Brien	Salmuera
Doña María	Escabeche
Coronado	Salmuera y Escabeche
La Costeña	Escabeche
Clemente Jaques	Salmuera
Lupita	Escabeche, shampoo para cabello graso y normal, gel para cabello.
Delicius	Escabeche y Mermelada
San Joaquín	Escabeche
Milpa Alta	Escabeche, shampoo, crema, gel para cabello.
Mitz-pac	Shampoo, crema humectante, pomada, gel reductor, gel para cabello, loción astringente.
NOPAL- TLALI	Gel reductor, crema humectante, gel para cabello, loción astringente.
COVOELASATL	Shampoo para cabello graso y normal, gel para cabello, loción astringente, crema humectante, pomada

Ver anexo D y E.

3.5 Actividad Farmacológica del Nopal

Diferentes investigaciones con las pencas de *O. streptacantha* asadas, y como extractos crudos, licuadas, en forma de cápsulas y deshidratadas, suministradas en animales de laboratorio (conejos, ratas) y en pacientes con diabetes mellitus, han demostrado una reducción significativa en los niveles de azúcar.^{22,23}

Ahmad y col. en 1996 estudiaron el extracto de *O. streptacantha*, el cual inhibió la replicación de virus intracelularmente y a los virus extracelulares los inactivo. La inhibición de la replicación también ocurrió después de un tratamiento de preinfección, actuando así el macerado como un antígeno, al ser inoculado el virus al paciente, el virus no se replica y resulta específico para el virus. Esta inhibición se dio en la replicación del DNA y RNA virales de virus de herpes simples, herpes equino y VIH.²

3.6 Componentes químicos de *O. streptacantha*

Un estudio químico realizado por Villarreal y col.²⁸ en 1963, mostró un contenido de cenizas con base en peso húmedo del 4%, este valor fue del 27% con base en peso seco. Tales valores son alto con respecto a los observados en *O. ficus-indica*, los cuales fueron del 2.1 y 15.2% respectivamente. Los componentes químicos de las cenizas son principalmente calcio y

ESTADO CON
A DE ORIGEN

potasio, pero también se encuentra algo de magnesio, los cuales predominan en forma de carbonatos, cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfato.¹⁹

El agua es el principal componente de las cactáceas. Su contenido varía del 79 a 94% en ejemplares frescos.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.

Ibáñez y Román y col., 1979²¹ encontraron que las pencas poseen mayor proporción de proteína cruda, con valores máximos de 9.4%. Las pencas de un año reducen el porcentaje proteico hasta en 42.5% con respecto a los nuevos y de ahí en adelante, la disminución en el contenido proteico es gradual, llegando a los tallos suberificados a solo 2.5%.

El contenido de grasa cruda, en cambio, varía levemente a medida que el tejido envejece, pues en los renuevos es de solo 10% y en los tallos suberificados de más de 4 años de edad alcanzan hasta 1.67%. La fibra, al contrario de la grasa, aumenta en porcentaje a medida que el tejido envejece, lo cual es un indicador de la disminución del valor nutritivo de la planta con la edad. Es importante considerar en cualquier programa de manejo y utilización de nopaleras, prácticas que permitan además de mantener una biomasa y superficie fotosintetizadora adecuada, una tasa de cosecha que permita optimizar la productividad de forraje, compatible con su valor nutritivo y la producción de fruto.¹⁹

Salas minerales la composición química de las cenizas, es muy variable tanto entre las diferentes especies, como dentro de una misma. Lo anterior depende de la naturaleza química

del suelo así como de las condiciones de acidez, salinidad, conductividad, grado de disociación o ionización, así como de la humedad y textura de los suelos. Los componentes principales de las cenizas son calcio, potasio, magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y manganeso.

El contenido de celulosa varía del 2.73% al 11.38% en peso húmedo y del 18.55% al 81.88% en peso seco en *O. ficus-indica*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*.

La presencia de ácidos grasos no es muy abundante, en las pencas de *Opuntia spp.* Sin embargo su contenido varía del 0.11% al 0.3%.

Néctares estos líquidos están constituidos de sacáridos que a veces contienen pequeñas cantidades de aceites esenciales, sobre todo los producidos en la flor. Los néctares tienen un papel importante en la polinización de las cactáceas atrayendo a insectos y aves.

Las gomas son las secreciones de las cactáceas, cuando sufren algún daño físico en las que se encuentran una gran cantidad de azúcares.²¹

Aceites esenciales existen en pequeñas cantidades, se concentran principalmente en las flores, donde juegan un papel importante como atrayentes de agentes polinizadores. Algunos géneros de las cactáceas se caracterizan morfológicamente por la presencia de canales o conductos mucilaginosos en sus tubérculos, en muestras de nopal se encontró un contenido de mucílago que fluctuaba entre el 1.09 y el 4.53%.²¹

Ácidos orgánicos el ácido oxálico, se encuentra bajo la forma de sal de calcio, una de las funciones del calcio es la de precipitar el ácido oxálico formado en el metabolismo celular con el fin de evitar daño a las plantas.

Ceras se encuentran predominantemente como capas protectoras en el mecanismo de retención de la humedad. En general estas capas son más abundantes en las partes jóvenes de los tallos.^{21, 42}

TABLA 3. Componentes químicos del genero *O. streptacantha* y su actividad farmacológica.³⁷

COMPONENTES EN (ppm)	Constituyente del nopal	Actividad farmacológica
Acido ascórbico 1,690	Penca	Antibacterial, antidiabético, antioxidante
Acido aspartico 8,315	Penca	Neuroexcitante
Acido cítrico 4,560	Fruto	Anticoagulante, antiseborrico, desinfectante
Acido esteárico 3,130 - 10,555	Penca	Lubricante
Acido glutámico 16,000	Penca	Antiepiléptico, ansiolítico
Acido linoleico 39,640- 133,590	Penca	Antihistaminico, antiinflamatorio
Acido málico 180- 1,700	Penca	Bacteriostático
Acido oleico 4,750- 16,015	Penca	Antiinflamatorio, insecticida
Acido palmico 6,480- 21,840	Penca	Pesticida, lubricante
Agua 952,600	Penca	Sin actividad
AHA 235,000	Penca	Rejuvenecedor
Alanina 7,180	Penca	Antioxidante
Arginina 4,955	Penca	Antihepático

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

β -caroteno 0,3	Penca	Antiacné, antioxidante, antitumoral
β -sitoesterol	Flor	Antiviral, pesticida, candida
Betanina	Fruto	Pigmento, sin actividad
Calcio 560	Fruto	Sin actividad
Carbohidratos 118,600	Penca	Sin actividad
Celulosa 13,000	Fruto	Hemostático
Cisteina 5,740	Semilla	Antioxidante, pesticida
Cobre 3,4	semilla	Antiinflamatorio
Fenilalanina 4,250	Penca	Antidepresivo
Fibra 89,400	Penca	Sin actividad
Fósforo 243	Penca	Antiestropórosis
Fructuosa 4,500-44,100	Fructosa	Antidiabético
Glucosa 480	Fructosa	Hiperglicemico
Grasa 24,800	Penca	Sin actividad
Hierro 65	Fruto	Antihemorrágico
Histamina 2,555	Penca	Vasodilatador
Isobetaina	Fruto	Pigmento sin actividad
Isoleucina 4,140	Penca	Sin actividad
Kaempferol	Flores	Antibacterial
Leucina 12,800	Semilla	Sin actividad
Lisina 6,005	Penca	Sin actividad
Magnesio 1,420	Penca	Antiinflamatorio
Mctionina 1,890	Penca	Antioxidante
Neobetaina	Planta	Sin actividad
Niacina 4,6	Penca	Vasodilatador, antidermatitico

**FRUTOS CON
FALLA DE ORIGEN**

Oxalato de calcio	Fruto	Laxativo
Pectina	Fruto	Antibacterial, fungicida
Penduletina	Flores	Antiviral, pesticida
Potasio 2,600	Penca	Antiespasmódico
Prolina 3,995	Penca	Sin actividad
Riboflavina 0,6	Penca	Previene cáncer
Serina 3,830	Penca	Previene cáncer
Sodio 90	Penca	Hipertensivo
Tiamina 0,1	Penca	Antigástrico, insecticida
Tirosina 3,220	Penca	Antidepresivo
Tocoferol 2,5	Penca	Anticáncer, antidiabético, antitumoral, antiinflamatorio, vasodilatador
Treonina 3,845	Penca	Sin actividad
Triptofano 1,665	Semilla	Sin actividad
Valina 5,485	Penca	Sin actividad
Xilosa	Penca	Antidiabético
Zinc	Semilla	Antiacné, antidiabético, anticasca,

TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN

MICOSIS SUPERFICIALES Y OPORTUNISTAS

4. MICOSIS SUPERFICIALES Y OPORTUNISTAS

Las micosis superficiales son enfermedades producidas por hongos que afectan tejidos queratinizados como la piel y sus anexos, pelos, uñas, pestañas y cejas. Estas micosis representan aproximadamente del 20 al 25% de los diagnósticos de la consulta dermatológica. Al nopal se le atribuye la formación y conservación de la piel y de la mucosa que recubre diferentes órganos,^{4,5,8} ya que entre otras cosas la penca contiene vitamina A, a la cual se le atribuye la propiedad de la conservación y fotoprotección de la piel.³¹

El mecanismo de infección es a través del contacto directo con el agente infeccioso que son hongos llamados dermatofitos, los cuales pertenecen a los géneros *Trichophyton*, *Microsporium* y *Epidermophyton*. La dermatofitosis se conoce también como tiñas o tineas, que se clasifican de acuerdo a su topografía en: tiña de la cabeza, tiña del cuerpo, tiña inguinal, tiña de la mano, tiña de los pies, tiña de las uñas.

Las micosis oportunistas a diferencia de las micosis superficiales no son contagiosas se desarrollan especialmente en pacientes inmunocomprometidos, por hongos saprofitos inoocuos, que en condiciones normales no generan enfermedad al hombre y a los animales, para que la enfermedad se establezca deben existir condiciones tanto en el paciente como del hongo, ya que no cualquier hongo es capaz de comportarse como oportunista. Las condiciones de los hongos oportunistas es tolerar una temperatura de 37grados centígrados o más, adaptarse a un pH neutro, a un cambio bioquímico, para que los hongos puedan formar nuevas enzimas, y así adaptarse a las condiciones predisponentes del hospedero que son enfermedades debilitantes como la diabetes, tuberculosis, hepatitis, leucemia, SIDA, factores iatrogénicos, como

tratamiento con antibióticos de amplio y corto espectro por largos periodos de tiempo, trasplantes, cateterismo entre otros.⁸⁻¹⁰

4.1 *Trichophyton metagrophytes, rubrum y tonsurans*

Los hongos del género *Trichophyton* producen micosis superficiales, que parasitan la queratina, las especies más frecuentes en consulta dermatológica en México son *T. rubrum* 36-80%, *T. tonsurans* abarca un 15-18% y *T. mentagrophytes* 3-8%. La infección puede adquirirse a partir del ambiente, de animales o personas enfermas, otros factores de contagio es la predisposición genética, diabetes, la humedad, el calor, uso prolongado de glucocorticoides, calzado cerrado, mala higiene, no secarse bien los pies, en el cabello se relaciona con el uso de fijadores y aceites. La infección se limita a estructuras que contienen queratina, como la capa córnea pelos y uñas. Cuando la gente de México tiene alguna infección micótica superficial acostumbra a usar productos artesanales de su comunidad como en el pueblo de Milpa Alta, usan pomadas, cremas y shampoo a base de nopal, de las cuales la pomada la utilizan tanto para granitos como para quemaduras y rozaduras del pañal y para mantener los pies sin resequead, las cremas como humectantes de la piel y el shampoo para controlar la caspa de la piel cabelluda.^{4,5,8-10}

Y clínicamente para su tratamiento se usan medicamentos azólicos y las alilaminas que actúan inhibiendo a la enzima P₄₅₀ que participa en la síntesis del ergosterol en la membrana celular de los hongos aumentando su permeabilidad y por lo tanto facilitando su destrucción. La griseofulvina en cambio es un antimicótico que inhibe la síntesis de ADN.^{4,8}

**TRICHS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 4. Características principales de los dermatofitos más comunes en dermatología clínica

en México del género *Trichophyton*.⁸⁻¹⁰

Tipo de tiña	Tratamiento	Género	Especie	Especificación
Tiña de la cabeza, cara, cuerpo.	Griseofulvina 20mg/kg/día. Ketoconazol 200mg/día. Itraconazol 100mg/día. Por 6-8 semanas.	<i>Trichophyton</i>	<i>rubrum</i>	Es antropofílico, viven sólo en el hombre y se contagia de persona a persona, son más frecuentes en pies, piel lampiña, pliegues y uñas
Tiñas de las uñas	Griseofulvina 500mg/kg/día. Ketoconazol 200mg/día Itraconazol 100mg/día. Por 6 meses para manos y 12 meses para pies.			
Tiña de pies, piel lampiña, ingle y manos	Tópico: Alcohol yodado, bifonazol, ácido undecilénico y salicílico, clotrimazol, miconazol, imidazólicos. Sistémicos: Griseofulvina, ketoconazol, itraconazol. Por 4 semanas.	<i>Trichophyton</i>	<i>mentagrophytes</i>	Son más frecuentes en pies, piel lampiña, pliegues y uñas.
Tiñas de la cabeza, Cara y cuerpo	Griseofulvina 20mg/kg/día, Ketoconazol 200mg/día Itraconazol 100mg/día . * Todos por 6-8 semanas	<i>Trichophyton</i>	<i>tonsurans</i>	Es antropofílico, viven sólo en el hombre y se contagia de persona a persona, se encuentra más frecuente en tiña de la piel cabelluda.

Del género *Microsporum* al igual que el género *Trichophyton* es parasito de la queratina que afecta la piel y anexos, rara vez invade tejidos profundos, clínicamente se presentan pocos casos en México, solo el 3% de la consulta dermatológica.

La tiña fávica o favus se origina por *Microsporum gypseum* o por *T. schoenleinii* se caracteriza por cazoletas fávicas constituidas por masas de filamentos que despiden un olor característico desagradable (orina de ratón).^{8,30}

Este hongo es un dermatofito geofílico, regularmente vive en la tierra rara vez ataca al hombre y a los animales, producen tiñas de la cabeza, cuerpo y uñas sobre todo en niños o personas que están constantemente en contacto con la tierra.

Tabla 5. Características principales de *Microsporum gypseum*.^{8-10,30}

Tipo de tiña	Tratamiento	Género	Especie	Especificación
Tiña de piel lampiña pliegues, pies y manos.	Tópico: Alcohol yodado, bifonazol, ácido undecilénico y salicílico, clotrimazol, miconazol, tolnaftato, tolciclato, tioconazol, sulconazol, econazol, Imidazólicos, Ketoconazol, Naftifine, isoconazol.	<i>Microsporum</i>	<i>gypseum</i>	Las tiñas de las uñas se presentan en un 70% en pies y un 30% en manos.
Tiña de las uñas	Sistémicos: Griseofulvina 500mg/kg/día Ketoconazol 200mg/día Itraconazol 100mg/día Por 6 meses para manos y por un año para pies.			Complicaciones de las tiñas de las uñas son por: a) Dermatitis s por contacto. b) Impétigo. c) IDÉS.

4.3 Candidosis.

TIPIS CON FUENTE DE ORIGEN

La candidosis es la micosis oportunista más frecuente, que infecta las mucosas oral y genital, piel, uñas o tejidos profundos causada por diversas especies de levaduras oportunistas del género *Candida*, es cosmopolita, constituye 25% de las micosis superficiales, el 35% afectan las uñas, el 30% la piel, y 20% las uñas, afectan cualquier raza, sexo y edad. Es más frecuentes en personas que tienen ocupaciones como lavanderas, estilistas, despulpadoras de fresas y pescado.^{5,8,9,30}

Las candidosis se clasifican en:

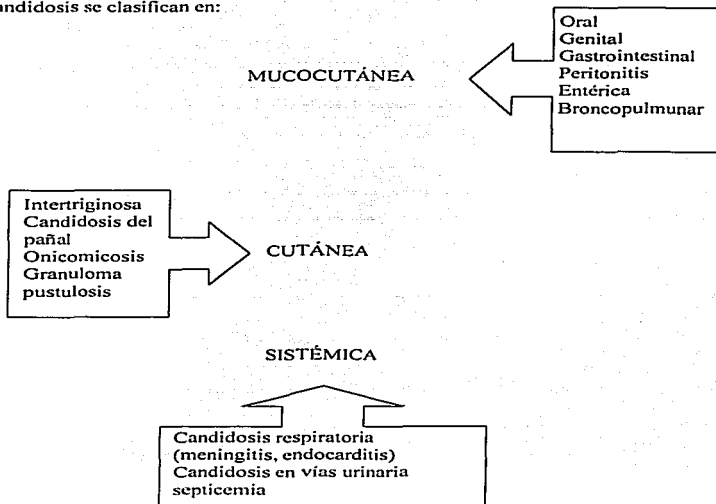


Tabla 6. Clasificación taxonómica de *Candida*.⁹

CLASE	Deuteromycetes
SUBCLASE	Blastomycetidiaceae
ORDEN	Criptococal
FAMILIA	Criptocaceae
GÉNERO	<i>Candida</i>
ESPECIES	<i>albicans</i> , <i>parapsilosis</i> , <i>krusei</i> , <i>tropicalis</i>

Las lesiones son habitualmente superficiales al igual que los dermatofitos es poco frecuente que se introduzcan más allá de la capa córnea, dependiendo del estado inmunológico del huésped, en piel y uñas el cuadro clínico es intertrigo, onixis y perionixis.

En piel no es habitual pero puede producir enfermedad cuando aumenta la susceptibilidad del individuo: maceración, aplicación de esteroides. A nivel de pliegues: interdigitales, manos, pies, inguinales, submamaros, axilas, interglúteo, periné, fisuras, erosiones eritematosas, vesículas, pústulas, escamas y algunas costras. En los pies producen mal olor y son pruriginosas.

En uñas la perionixis se da en personas que mantienen mucho tiempo las manos dentro del agua, el borde ungual se inflama, esta eritematoso, cuando se desprende la uña por el borde libre, se afecta la matriz ya que la tiña de las uñas se inicia del borde libre hacia adentro, aparece estrias en la uña se vuelve amarillenta y opaca.^{4,5, 8, 30}

4.4 Criptococosis

Es una micosis oportunista de origen exógeno causada por *Cryptococcus neoformans*, que es una levadura cosmopolita frecuente en frutas fermentadas, leche de varios animales, suelo, excremento de algunas aves como las palomas. Afecta a personas inmunodeprimidas como enfermos de SIDA, las afecciones cutáneas y óseas son menos frecuentes 10-15%. Cuando afectan la piel produce lesiones inespecíficas, ulceraciones crónicas, lesiones papuloideas o granulomatosas de aspecto verrugoso y lesiones tipo molusco, o acneiiformes. La afección principal es en el sistema nervioso central 45%, pulmonar 25% y visceral 15%. La vía de entrada, casi siempre es por vía respiratoria, hay reportes de dos casos cutáneos primarios que se inician por la inoculación a través de una herida con algún grado de inmunodeficiencia. ^{4.5}

8-10

4.5 Aspergilosis cutánea.

El género *Aspergillus* es agente etiológico de enfermedades infecciosas la mayoría de las veces son de tipo oportunista. Los padecimientos más frecuentes de aspergilosis son: pulmonar, diseminada, cutánea, ótica, oftálmica y estados de hipersensibilidad inmunológica (alergias).

La aspergilosis cutánea y onicomicosis afecta las uñas de los pies ya sea una o varias de estas se inicia por el borde distal y presenta un cuadro clínico de onicomicosis subungueal distal y cuando se hace crónica son propios de pacientes con trastornos circulatorios o posterior a traumatismo, las uñas pueden ser afectadas por *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. fumigatus* y clínicamente las lesiones son similares a las producidas por dermatofitos, en un principio las uñas se ven con estrías posteriormente se vuelven opacas, polvosas pierden su consistencia y en algunas ocasiones toman tonalidades verdosas u oscuras.

Por otra parte la aspergilosis cutánea es una entidad clínica rara, propia de pacientes con procesos debilitantes como leucémicos, pacientes que han sido sometidos a trasplantes, la vía de entrada es cutánea se inicia por lo regular por traumatismo con sondas, cánulas, jeringas, su topografía clínica preferente es en palmas de las manos y las plantas de los pies. Puede observarse también en brazos, piernas y tronco, al principio se puede confundir con dermatitis por contacto, se inicia con la formación de pápulas eritematosa al progresar se hacen hemorrágicas y posteriormente se forman placas púrpuras con áreas necróticas.

La aspergilosis también saprofita en heridas de pacientes quemados, los hongos *A. niger*, *A. fumigatus* saprofitan las lesiones por quemaduras muy extensas, en especial en pacientes que no reciben adecuada asepsia, el incremento de hongos se observa sobre tejido necrótico, con un aspecto mohoso. Estos pacientes requieren terapia antimicótica para su cicatrización.^{4,5,8,9}

Tabla 7. Algunos tratamientos para la Aspergilosis en piel en diferentes variedades clínicas.

VARIEDAD CLÍNICA	EXAMEN DIRECTO	PRINCIPAL AGENTE ETIOLÓGICO	TRATAMIENTO
Onicomiosis	Hifas tabicadas	<i>A. terreus</i> <i>A. fumigatus</i>	Itraconazol Nistatina Ciclopirox (Iaca)
Parasitación en quemados	Cabezas aspergiliares	<i>A. terreus</i> <i>A. fumigatus</i>	Anfotericina B Itraconazol
Queratitis micótica	Hifas tabicadas	<i>A. fumigatus</i> <i>A. glaucus</i> <i>A. niger</i>	Solución de anfotericina B, Solución de Ketoconazol, Solución de nistatina.
Úlceras necróticas cutáneas	Hifas tabicadas	<i>A. flavus</i> <i>A. niger</i>	Anfotericina B Itraconazol

4.6 Fusariosis

Es una micosis oportunista causada por hongos del género *Fusarium sp.*, el número de casos no es muy alto pero va en aumento ya que la enfermedad se presenta en pacientes que han sufrido trasplantes de órganos o que se encuentran inmunosuprimidos. Las especies con mayor frecuencia son: *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* y *F. dimerum*. Su distribución geográfica es amplia y se aísla fácilmente del medio ambiente.^{4,5,9}

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

METODOLOGÍA

5. METODOLOGÍA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MATERIAL Y REACTIVOS.

Agar dextrosa Sabouraud (marca Bioxon).

Fórmula aproximada para 1000ml de agua purificada.

Agar	15.0g
Dextrosa	40.0g
Peptona de carne	5.0g
Peptona de caseína	5.0g
PH final	5.6+/- 0.2

Agar dextrosa Papa (marca Bioxon).

Fórmula aproximada para 1000ml de agua purificada.

Infusión de Papa (sólidos)	4.0g
Dextrosa	20.0g
Agar	15.0g
PH final	5.6+/-0.2
Agua destilada cbp.	1000ml
Nopal deshidratado y molido	12g

2 Matraces Erlenmeyer de 2000ml

1 probeta de 1000ml

3 pipetas de 10ml

60 cajas petri de plástico estériles de 100 x 15 MN desechables

3 vasos Erlenmeyer de 1000ml

Piseta de 500ml

Agitador de vidrio

Autoclave

Discos de celulosa 2,0.8, 0.45 μ m filtros de nitro celulosa (Minisart).

Se evaluó el posible efecto antimicótico del macerado del nopal *O. streptacantha* se utilizó diferentes concentraciones, siguiendo la técnica propuesta por A. Ahmad², las concentraciones que se emplearon fue de 0.525mg/ml, 4.56mg/ml y 6.75mg/ml lo cual se realizó por duplicado y se probó con los dermatofitos *Microsporum gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton tonsurans* y *Trichophyton rubrum*, también se probó con algunas levaduras que pueden comportarse como patógenos oportunistas como *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilopsis* y *Cryptococcus neoformans*, de la misma manera se examinaron hongos contaminantes como *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus* y *Fusarium sp.*

5.1 Colecta de nopal.

Es importante contar con pencas de la mejor calidad y que posean las características más adecuadas para probar si tiene alguna propiedad antifúngica. Por tanto las pencas que se seleccionen deberán ser sanas, esta es no tener manchas, heridas o cicatrices y ser de preferencia, de la misma edad, forma y tamaño.

Una vez seleccionado el nopal, se corta la penca en el punto de unión entre una y otra penca con un corte limpio y exacto. Las pencas tienen que ser jóvenes y maduras, éstas se distinguen porque se encuentran en las partes externas del nopal y porque están generando tres o más brotes, que serán retirados también con cortes limpios en la base.

Es necesario tener cuidado con el manejo de la penca ya que sus espinas son grandes y pueden maltratar con el contacto otras pencas, pues las perforaciones pueden ser puntos de infestación o pudrición.^{11,36}

Las pencas que se recolectaron son de Teotihuacan Edo. de México.

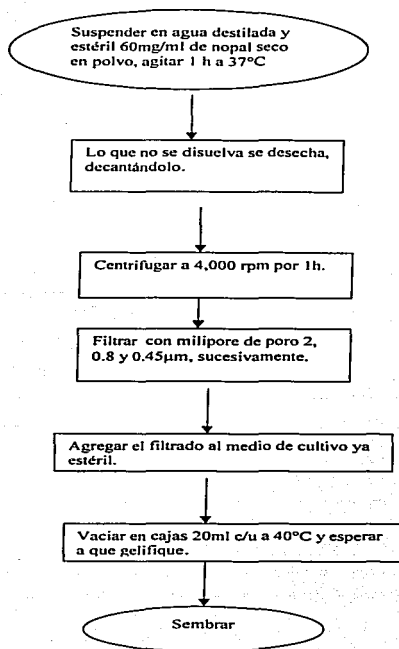
Ver anexo A.

5.2 Técnica de secado y molienda.

Una vez recolectada las pencas, se retira la pulpa ya que se ha comprobado que la mayor actividad radica en la pared celular y no en la sabia según Ahmad² y así obtener un secado más rápido. Se almacena en un lugar seco y ventilado a temperatura ambiente, por un periodo de 4-6 semanas para lograr un buen secado.²

La molienda se lleva acabo cuando nuestro material esta bien seco y se tritura en un molino de cuchillas Wiley model 4 de 800rpm hasta hacerlo polvo. De ocho pencas de 25.5cm de largo y 20cm de ancho que se trituraron se obtuvo 107.37g de polvo seco de nopal. Del cual se utilizó 12g aproximadamente.

5.3 Diagrama de flujo para el macerado del nopal.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS

5.4 Preparación de medios de cultivo.

Se preparan dos tipos de medio de cultivo

- a) agar Dextrosa Sabouraud
- b) agar Dextrosa Papa.

a) El agar Dextrosa Sabouraud marca Bioxon se disuelve 65g en 800ml de agua destilada a 75°C aproximadamente y agitación hasta obtener una fase homogénea y cristalina color ámbar, después se esteriliza en autoclave a 121°C durante 15min y 1.1 kg/cm² de presión.

Después agregar los 200ml del macerado de nopal para obtener un volumen total de un litro de medio de cultivo, se agita la solución hasta obtener una fase homogénea. A continuación se procede a vaciar en cajas Petri.

b) Para el medio de cultivo de Dextrosa Papa marca Bioxon se disuelve 39g en 800ml de agua destilada, siguiendo los pasos anteriores del agar Dextrosa Sabouraud, se continúa hasta vaciar en cajas Petri.

Los hongos filamentosos se siembran por picadura y los levaduriformes por estría cerrada. Los dermatofitos crecen a una temperatura de 20-25°C y su crecimiento es lento de 8-10 días; las levaduras y contaminantes se desarrollan en 5-8 días a una temperatura de 25-37°C.

6. RESULTADOS

En esta prueba cualitativa de sensibilidad en placa, se procedió a la siembra de los dermatofitos, hongos contaminantes y levaduras oportunistas, en dos diferentes medios, en agar Dextrosa Sabouraud y agar Dextrosa Papa, con tres diferentes concentraciones de macerado de nopal, los cuales fueron de 0.525mg/ml, 4.56mg/ml y 6.75mg/ml. Después de incubar por un periodo de 5-15 días se observó abundante crecimiento, así como una proliferación más rápida por día que en los medios convencionales como lo son el agar Sabouraud y agar Dextrosa Papa.

El crecimiento fue en proporción con la concentración del macerado del nopal, por lo cual no se probó con una concentración mayor, puesto que estaríamos enriqueciendo aun más el medio de cultivo. Adicionalmente se observó que además de crecer en los medios de cultivos con el macerado de nopal, unas desarrollaron mas colonias en menor tiempo.

Se observó que en el medio agar Dextrosa Papa el crecimiento fue más abundante que en el de agar Dextrosa Sabouraud. Los dermatofitos tienen un crecimiento más lento que los hongos contaminantes y las levaduras, pero al adicionarle a los medios de cultivo el macerado de nopal se observó que su crecimiento fue abundante y en menor tiempo de lo normal.

En un cultivo rutinario de los dermatofitos se utiliza agar Sabouraud o agar dextrosa Sabouraud adicionado con cloranfenicol y ciclohexamida puede hacerse modificaciones a este medio como la adición de extractos de levadura para obtener un mejor crecimiento de la

colonia ya que el crecimiento de los dermatofitos es lento de 8 a 20 días a una temperatura de 25°C, y con el macerado de nopal se observo que crecieron rápidamente en 5 días con un mayor radio de crecimiento en cajas.²⁸⁻³⁰

El *Trichophyton mentagrophytes* desarrollo colonias color blanco de aspecto algodonoso a medida que la colonia envejecía se producía un color rojo en su reverso, esta variedad de moho, suele extraerse de los pies, cuando se infecta el cabello lo perfora de manera perpendicular a su superficie, este tipo de parasitación se llama endotrix, al microscopio son filamentosos y tienen escasos macroconidios.

El *T. tonsurans* su morfología macroscopica fue colonias blancas, poco polvosa y un color rojo al reverso, con el tiempo se vuelve plegada, su superficie tiene aspecto de terciopelo de color crema grisáceo y al reverso desarrolla un color rojizo oscuro que difunde en el medio, crece en promedio de 10 a 15 días en medio Sabouraud a temperatura ambiente puede crecer en medios agar Dextrosa Papa y Papa-Zanahoria.

El *T. rubrum* desarrolla colonias blancas algodonosas, circunscrito ilimitada, su consistencia es dura, desarrolla poco pigmento rojo en el reverso, su crecimiento es lento y su aspecto es muy parecido a *T. mentagrophytes*.

Microsporum gypseum, desarrolla comúnmente de 8 a 10 días a temperatura ambiente, en comparación con los dermatofitos anteriores y en este caso crecieron en la mitad del tiempo esperado, las colonias que desarrolló son polvosas, de textura de ante, ilimitado, al inicio es color blanco posteriormente se torna beige y al reverso no presenta ningún pigmento.

Comúnmente los hongos contaminantes se siembran en Sabouraud y agar Dextrosa Papa, no se debe utilizar medios con antibiótico como el Micosel porque las especies *Aspergillus* son inhibidas por la ciclohexamida.

Aspergillus fumigatus, desarrollaron colonias polvosas de color verde azulado oscuro, crecen a 28°C de 1- 3 días y en mayor cantidad, al reverso no presento ninguna coloración. *A. terreus*, su desarrollo es semejante al de *A. fumigatus*, desarrollaron colonias, granulosas color café canela a temperatura ambiente, de 1-3 días, las cepas se observan muy desarrolladas y abundante masa fúngica.

Fusarium se cultiva en medio Sabouraud sin antibiótico, crece en un periodo de 5-7 días, sus colonias son blancas con una tonalidad rosada, de aspecto algodonoso, en este caso su crecimiento fue más rápido al igual que la cantidad de la cepa.

En comparación con los anteriores hongos crecen más rápido las levaduras, la diversidad de especies de candida crecen en agar Sabouraud, gelosa sangre, infusión de cerebro corazón extracto de levadura, crecen en 2-3 días a 28°C ó 37°C, en esta ocasión crecieron en un día a temperatura ambiente las colonias que desarrollaron fueron blanquecinas, húmedas, ilimitadas, opacas y en ocasiones se observo pseudomicelio al envejecer el medio. *Candida albicans*, crece en medios selectivos como Biggy, Micosel, sin embargo no crecen otras especies como *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, por que su crecimiento es inhibido por la cicloheximida, pero en este caso todas las especies aquí probadas dieron un excelente resultado al desarrollarse en menor tiempo con mayor cantidad de masa microbiana.

Ver anexo B y C.

TRCIC CON
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN

7.1 El macerado de nopal contiene ricos nutrientes como lo muestra la tabla 3 de componentes químicos del género *O. streptacantha* la penca cuenta con varios tipos de aminoácidos, minerales, vitamina A, B y C, carbohidratos entre otros que son excelentes nutrientes para los hongos, que en comparación con las bacterias estos tienen requerimientos nutricionales muy simples, pero su desarrollo es más lento, por lo que requieren mayor tiempo de incubación para su cultivo.

7.2 Para comprender por que en nuestros resultados en lugar de inhibir el crecimiento micótico estos proliferaron y se desarrollaron en buenas condiciones tenemos que saber un poco de lo que pasa en su composición química de las células micóticas, esto explicaría el porque de su mejor desarrollo en medios de cultivo convencionales con macerado de nopal que cuando a estos no se les adiciona ninguna otra cosa, puesto que en la preparación de medios de cultivo, los micólogos utilizan con frecuencia mezclas de vegetales, (agar-Papa, agar-Harina de Maíz, etc.) y otras sustancias naturales.^{9, 28, 30}

7.3 Por otra parte los hongos que producen micosis en el ser humano se encuentran en dos estados morfológicos básicos, levaduras y mohos. Su estructura como células eucarióticas poseen núcleo, nucleolo, retículo endoplásmico, ribosomas, mitocondrias, vacuolas, cuerpos lipídicos y otras inclusiones, rodeando al citoplasma, existe una membrana bicapa y una pared celular con características muy definidas. De las cuales la composición de la membrana

la viabilidad de casi todos los hongos. Los principales esteroides son el ergosterol y su precursor Zimosterol (sinónimo de colesterol en los mamíferos). Esta diferencia en la composición de la membrana se ha aprovechado para el desarrollo de antifúngicos. Los antifúngicos polienos como: anfotericina B, nistatina, natamicina, hamicina etc. reaccionan con el ergosterol produciendo en la membrana fúngica agujeros bioquímicos que alteran su permeabilidad de la membrana.

7.4 Los compuestos imidazol y triazol, alilamín derivados o el amorolfín, inhiben la síntesis del ergosterol en distintos niveles de su ruta metabólica.

La mayoría de los compuestos imidazólicos inhiben el citocromo P_{450} necesario para que actúe la 14- α demetilasa sobre el lanosterol y se sintetice el ergosterol. ⁴

Por otra parte también hay antifúngicos que inhiben el desarrollo de la pared celular de los hongos. La pared proporciona al hongo rigidez y lo protege del choque osmótico, por lo tanto la pared es un elemento clave para inhibir su crecimiento.

7.5 Las levaduras como los hongos filamentosos tienen una pared laminar y largas microfibrillas de polisacáridos, contienen un 80% de hidratos de carbono, 10% de proteínas y glicoproteínas, incluidas las enzimas de síntesis de pared, tienen gran cantidad de aminoácidos azufrados con enlaces disulfuro que son más abundantes en la pared de la hifa que en la de la levadura. Los polisacáridos más frecuentes son quitina, quitosano, celulosa, β -glucanos y mananos. los basidiomycetes tienen quitina y mananos, en los hongos con hifas tabicadas son más frecuentes la quitina y β -glucanos.

7.6 Los antifúngicos que actúan en la pared celular se agrupan en dos apartados:

Los que inhiben la síntesis de la quitina (homopolímero de N-acetil glucosamina.)

- A) Péptidos-nucleósidos: polioxina y nikomicina ambos análogos estructurales de la UDP-N-acetil glucosamina e inhibidores de la quitinsintetasa.
- B) Tunecamicina y tetaina, que inhiben la glucosamín-6-fosfato sintetasa.

Los que inhiben los β glucanos: Aculeucina, echinocandinas, papulocandinas y cilofunginas.

Por lo tanto las diferentes cepas que estudiamos se desarrollan bien y mejor, pues como ya se explico, los nutrientes del nopal ayudaron a la formación de su composición celular de estos hongos.

Al menos por esta técnica de extracción los componentes del nopal sirven para combatir virus según los estudios de Ahmad² al igual que los métodos empleados en México por Frati²⁰ pero no fue posible extraer el principio activo, que pudiera servir como antifúngico.

Por otra parte estos mismos nutrientes del nopal regeneran y fortalecen la piel humana y nexos queratinizados, por eso los productos artesanales fabricados a base de nopal, tienen un buen resultado tanto medicinal como cosmético, pues los nutrientes son aprovechados por nuestras células siempre y cuando el sistema inmune no este inmunocomprometido, puesto que la prueba *in vitro* del macerado del nopal contra hongos dermatofitos, levaduras patógenas oportunistas y hongos contaminantes demostraron que sirve como nutriente para estos, ya que fueron capaces de transformar los diversos componentes del nopal y metabolizarlos,

Por lo que se demuestra que tanto como *in vitro* como *in vivo* el macerado de nopal se comporta de diferente manera, quizás sea por que *in vivo* el macerado de nopal se encuentra ya sea en una forma farmacéutica o cosmética, y los vehículos o excipientes de estos ayuden a la formulación para que los microorganismos no proliferen en la piel humana y no hay que

a la formulación para que los microorganismos no proliferen en la piel humana y no hay que olvidar que funciona en personas sanas que su sistema inmune responde bien. Además al ser eliminados los microorganismos de la piel, los nutrientes del macerado del nopal son ahora aprovechados por nuestras células, manteniéndolas sanas y así se obtiene un beneficio estético y de corrección de algún daño dérmico que presente la piel.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REGIS CON
PALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

✧ En este trabajo se llevo acabo una revisión bibliografica sobre la actividad antifúngica del macerado del nopal *Opuntia streptacantha*, llegando a la conclusión que no ha sido publicado algo al respecto.

✧ Se selecciono la metodología de Ahmad para extraer posibles sustancias antifungicas para ello se realizo una investigación de campo hasta encontrar el nopal *Opuntia streptacantha* que utilizo este investigador.

✧ El extracto de la penca del nopal *Opuntia streptacantha* no presento actividad antifúngica *in vitro* en los hongos *Microsporium gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *T. tonsurans*, *T. rubrum*, *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Fusarium sp.*, *Cryptococcus neoformans*, *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. parapsilopsis*.

✧ Sin embargo se observo que los nutrientes del macerado de *Opuntia streptacantha* enriquece a los medios de cultivo agar Dextrosa Sabouraud y agar Dextrosa Papa para los hongos estudiados.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

TRABAJOS CON
FUELA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

1. Adriana González Duran, Mónica E. Riojas López, Hilda J. Arreola Nava, El Género *Opuntia* en Jalisco, guía de campo. Universidad de Guadalajara, comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad 2001. pp. 66, 114.
2. Ahmad A; Davies J; Randall S; Skinner G.R.B., Antiviral Properties of Extract of *Opuntia streptacantha*. 1996. pp. 75-85
3. Am J Med 1983 Jan 24., 74 (1b): 9-15 The Antifungal Activity of Ketoconazole.
4. Amado Saúl, Lecciones de Dermatología 13ª ed. edit. Méndez editores, México 1996. pp. 185-235
5. Arenas Roberto. Dermatología Diagnostico y Tratamiento 2ª ed. atlas. Ed. Mac. Graw-Hill Interamericana. México 1996 pp. 315-371.
6. Argueta Villamar A. Cano, Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana II. Instituto Nacional Indigenista, México 1999 pp. 1051-1052.
7. Barros Cristina, Buenrostro Marco. El maravilloso nopal sus propiedades alimenticias y curativas. Edit. Grijalbo. México 1998. pp. 64-66, 100-121, 217-221.
8. Bonifaz A. Micología Medica Básica. 2ª edición. Edit. Méndez editores. México DF. 2002. pp. 35-91, 297-377.
9. Bonifaz A. Micología Medica Básica. Edit. Méndez. México 1998. pp. 9-27, 91-101.

10. Bonifaz Alejandro, Micología Médica Básica. edit, trillas. México 1995, pp. 327-332.
11. Bravo Hollis Helia y Scheinvar. El interesante mundo de las cactáceas. México 1995 edit. Fondo de la Cultura Económica. 1ª edit. pp. 126-128.
12. Corrales Joel, Flores Valdés C.A. Tendencias Actuales y Futuras en el Procedimiento del Nopal y la Tuna. Investigación #49. Universidad Autónoma de Chapingo. Septiembre de 2000. pp.32-37.
13. Chávez Jasso M.J.(Tesis.) Evaluación Clínico-Biológica de dos fuentes de fibras: glucomannan y nopal en niveles sericos de lípidos en pacientes diabéticos. Facultad de Química UNAM. pp. 2-34. 1999
14. De bruyne F. Ceramidas idénticas a las de la piel humana. Ciencia Cosmética. Vol.4 #2. Sociedad de Químicos Cosmetólogos de México, A.C. México 1998. pp. 26-28.
15. Ernesto Velásquez. El Nopal y su Historia. Edit. Clío México 1998. pp. 9-35
16. Esmaclauch Rivas J. (tesis). Tratamiento de pitiriasis capitis con Ketococnazol Shampoo a diferentes concentraciones en estudio de doble ciego. 1988. Facultad de Medicina división de estudios de postgrado UNAM. pp. 10-16.
17. Estrada Lugo E; Erin Ingrid J. El código Florentino su información etnobotánico. México 1954. pp.227
18. Ganem, R., Piñón, S.E. y Quintanar, G.D. Uso de promotores de absorción Percutanea. Ciencia Cosmética. Vol.4 #2. Sociedad de Químicos Cosmetólogos de México, A.C. México 1998. pp. 19-25
19. Helia Bravo Hollis, Hernando Sánchez. Las cactaceas de México. vol.1 UNAM. 1978. pp.327-339.
20. Ibáñez Camacho et al, 1979 Frati-Munari et al, Arch Invest Med. pp. 223-30.

21. J am Acad Dermatol 1990 Jun., 22 (6pt1):993-998. The In vitro Antifungal Activity of Ketoconazole, Zinc Pyrithione, and Selenium Sulfide Against Pityrosporum and their Efficacy as a Shampoo in the Treatment of Experimental Pityrosposis in Guinea Pigs.
23. Jens. Thiele, Lester Packer. Evaluación de Daño oxidativo ambiental en el Estrato corneo. Ciencia Cosmética. Vol.4 #3. Sociedad de Químicos Cosmetólogos de México. A.C. México 1998. pp.50-55.
24. Liñan V. Farmacología Vegetal. Edit. Omega. Madrid 1997. pp.125.
25. Martínez José Luis. El códice Florentino y la Historia General de Sahagún México 1982. pp.46-47
26. Martínez Máximo Plantas Medicinales de México. Vol. III. Edit. Fondo de la Cultura Económica. México 1959. pp. 227.
27. Martínez Máximo. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de la Cultura Económica México 1979. pp. 624-626.
28. Old R.J. Atlas de Microbiología Médica. Holanda y España 1975 pp. 109-126.
29. Paul Singleton, Diana Sainburg. Dictionary of Microbiology and Molecular Biology. Second Edition. Great Britain 1996. pp. 521.
30. Ramírez Gama R.M; Luna Millán B; Mejía Chávez A; Velázquez Madrazo O; Tsuzuki Reyes G; Vierna García L; Hernández Gómez Luciano; Müggenburg I. Manual de prácticas de Microbiología general. Facultad de Química UNAM. 1998. pp. 27-40, 93-104.
31. Recasens M.M., Trullás C. Estudio comparativo de la eficacia foto-reparadora de vitamina A palmitato en dos formas galénicas: crema y liposomas. Ciencia Cosmética. Vol.3, número único. Sociedad de Químicos Cosmetólogos de México. A.C. México 1997. pp3-7.

32. Remington's Pharmaceutical Sciences 18th ed, Ed. Merck Publishing, Easton, Ennsylvania. 1990. pp.1234.
33. Reyes Chilpa R. El nopal en el tiempo. revista de San Luis Potosí México 1990 V.2. (1) pp. 27-29.
34. Rubén López Martínez. Luis Javier Méndez Tovar, Francisca Hernández Hdez, Rocio Castañon Olivares, Micología Médica, Procedimientos para el Diagnóstico de Laboratorio. Ed. Trillas. México 1998. pp. 47-48
35. Rubén López Martínez. Luis Javier Méndez Tovar, Hdez Hdez Francisca, Rocio Castañon Olivares. Micología Médica, Procedimiento para el Diagnóstico de laboratorio. Ed. Trillas México 1995 pp. 26-53, 99-127.
36. Scheinvar Léia, La Familia de las Cactáceas en el Valle de México. (Tesis)UNAM. 1982. p. 564.
37. Verti Sebastián. El Nopal Príncipe de la Campiña Azteca, Ed. Diana, México 1997. pp. 9-10, 13-14.
38. www.ars-grin.gov/cgi-bin/duke/farmacy2.pl
39. www.bilbao.edu.mx/nopalhtml.
40. Xavier Lozoya Legorreta, Plantas Medicina y Poder, Breve Historia de la Herbolaria Mexicana. Ed. Pax. México 1994. pp. 97-140.
41. Zavala Hurtado J.A. Cactáceas, Suculentas Mexicanas. México 1997.
42. Zempaltecatl Mejía A.(tesis) Polisacáridos presentes en el nopal, (Opuntia ficus-indica y O. streptacantha) y su utilidad como floculante en el tratamiento de agua residuales. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 1999. pp. 3-34.
43. Zlotnik Espinoza Aurora. Manual de laboratorio Anatomía Vegetal. México 2001, UNAM. pp 15-18.

ENCLOSURE CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXOS

REVISTA DE LA
FAUNA DE OCEANÍA

ANEXO A



Nopal *Opuntia streptacantha*, Teotihuacan Edo. de México. (fotos de Violeta Sáenz R).

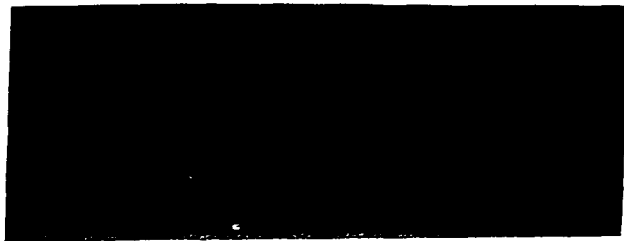


ANEXO B.

Resultados del macerado de *Opuntia streptacantha* , a diferentes concentraciones, el crecimiento fue acorde a la concentración. *Fusarium*, *M. gypsiun*, *T. rubrum*.

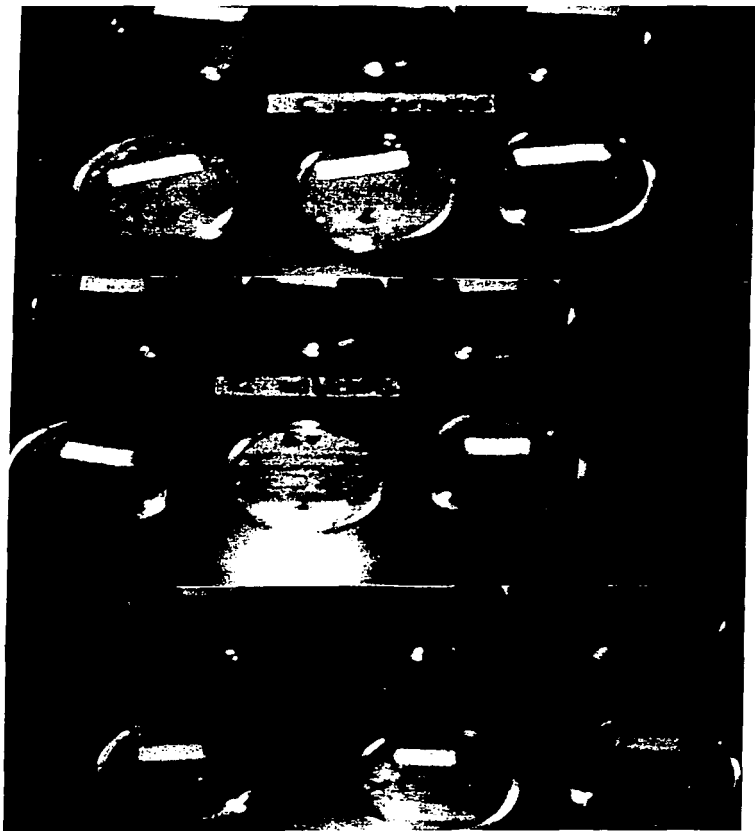


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ANEXO C

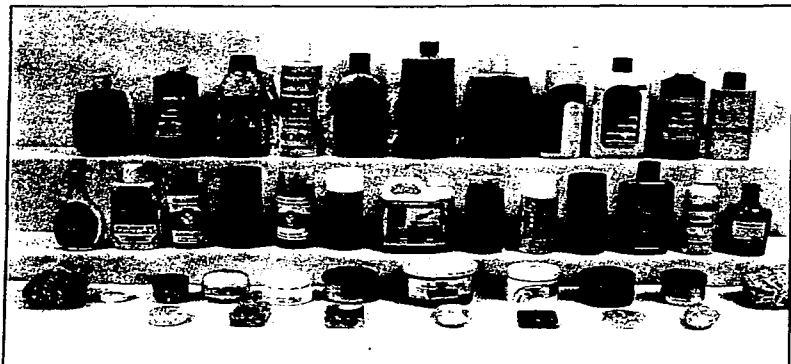
Otros resultados de los análisis de cultivo con resultados favorables para su crecimiento.
Cryptococcus neoformans, *Candida albicans* y *Candida krusei*



TESTE COM
FALLA DA OUSADA

TEJES CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO D



Colección de presentaciones comerciales de productos cosméticos elaborados con nopal. Programa Nopal. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo



Colección de artesanías elaboradas con fibra de los cladonios del nopal. Programa Nopal. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO E



Colección de presentaciones comerciales de bebidas de tuna y nopalito Programa Nopa CIESTAAM Universidad Autónoma Chapingo



Colección de presentaciones comerciales de productos medicinales elaborados con Nopa Programa Nopa CIESTAAM Universidad Autónoma Chapingo