



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA



TESIS

**"MEDICIÓN DEL EFECTO ANTISÉPTICO DE UN EXTRACTO DE *OPUNTIA undulata*
OBTENIDO APARTIR DE DESECHOS DE PRODUCCIÓN"**

Para obtener el título de licenciado en:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGIA

PRESENTA:

MISAEEL HERNANDEZ BAUTISTA

Asesor:

TELLITUD HILARIO SOSA RUIZ

Co-Asesor:

FELIPE DE JESUS TENORIO GUZMAN

MORELIA, MICHOACÁN MARZO DE 2022

AGRADECIMIENTOS

Intentaba empezar a agradecer a tantísima gente maravillosa en un solo párrafo, pero eso sería injusto, pues no les expresaría de la manera que se merecen. Necesito expresar mi admiración a cada una de esas personas y por supuesto, a un ser celestial al cual llamamos Dios. Y es que siempre se ha dicho que la ciencia y Dios no van de la mano, yo creo lo contrario. Dios es aquel ser todo poderoso que permite todo lo posible sin alguna interacción, él de alguna forma hizo que cada reacción fuera posible sin su intervención.

El presente trabajo no es sobre filosofía así que dejaremos esa explicación para otro momento. Y nos centramos en agradecerle a él, a Dios, por déjame existir y llegar a donde ahora me encuentro, publicando una tesis que me dará el *Título de Químico Farmacobiólogo*. Y sí, es un pequeño paso de la gran persona que pienso llegar a ser. Con esta investigación he llegado a más conclusiones de las que al final se plasman, y es que un trabajo de investigación, o cualquier obra literaria no solo te resuelven problemas que ayudan a una multitud de personas, pues, a la primera persona que ayudan, es al autor, le ayuda a darse cuenta de las personas que trabajan con él.

Hay cinco personas que no solo trabajaron conmigo en este proyecto sino en mi vida entera. Dichoso soy de tener a mi familia, a ellos quiero agradecerles. Comenzando con mis padres, quienes me dieron la vida, y no conformes con ello me han dado una vida digna y me deja una gran herencia, la escuela, mis estudios. Pues desde el primer día del preescolar mi madre se preocupó por que llevara mi almuerzo y hasta el día de hoy me marca cada viernes para saber que comida se me antoja para la próxima semana, llamándome cada noche para saber cómo estoy y si me falta algo. Es una gran fortuna, y mi padre forma parte de ella pues, muy a su manera él me ha demostrado amarme, se ha preocupado por mí y mi bienestar, que si no como, que soy muy bajo, que si necesito vitaminas, en fin, sea dedicado cada día a que no me falte nada.

Las otras tres personas son mis hermanos que me han ayudado ser quien ahora soy, mi hermano quien se preocupa por que cada semana tenga dinero que traerme, o como mi hermana mayor, quien me ayuda a dibujar porque en eso soy fatal.

Y la más pequeña, la consentida de la casa, quien a pesar de que en este momento cuenta con tan solo nueve años de edad, cada semana me espera con gran alegría pues sabe que le llevo uno de sus dulces favoritos y quien soporta más que nadie mi mal genio.

Seria egoísta de mi parte si en este momento no agradeciera la existencia, y el apoyo a una segunda familia que para mí es parte importante en mi formación. Esa segunda familia, mis estimados, son mis amigos. Katia Guillen, con quien desde un inicio hicimos amistad, y solo hacía falta una mirada para saber que estaríamos en el mismo equipo de trabajo. Griselda Pineda, la persona que te invita a desestresarte y quien demuestra que el estrés no viene sobrando, pues siempre ha logrado sus objetivos. Estas dos últimas personas, las más queridas y con las cuales ahora laboro. No puedo omitir a Bianca Urieta, con quien todo empezó fatal, y día con día empezamos a querernos, ahora somos muy cercanos Karen Trujillo, muy inteligente, y siempre ayudando a comprender todo, organizando círculos de estudio para cada examen. Y muchos amigos más con los mismos que la carrera parece ser un patio de recreo, esto aun cuando hay exámenes, y aun que no fui el chico que antes de cada examen estudiaba para el mismo, estuvieron conmigo tras cada cosa que no comprendía. Y fue fácil cursar con ellos cada etapa de la carrera, incluyendo los sábados a las 7:00am para el laboratorio, porque siempre nos tocaba el peor horario. Llegamos a tal punto que en cuanto el docente decía equipos de dos personas y ya sabemos quién iba con quien. Y aun hoy después de unos años de haber egresado nos seguimos frecuentando o viéndonos día tras día. Como olvidar a las personas que conocí en último año, Pablo Landa, Diana Huerta, y Saúl, con los que iba a la iglesia todos los días las últimas dos semanas antes de un examen, y después de ahí a cenar, pues tendríamos que tener el estómago lleno, antes de comenzar a estudiar para aquella materia que impartía la maestra más estricta y de quien aprendí Hematología y Patología. A todos ustedes, gracias.

Saben tengo sueños de grandeza, tales son, que tendré mi propio laboratorio, pero no solo será un gran laboratorio si no el mejor laboratorio. En donde se procesen todo tipo de muestras, una alta calidad, confiabilidad en los resultados y sobre todo aplicando la ética profesional que me caracteriza, o también aquel sueño, en el que próximamente poder ganar un premio Nobel. Quizás ser el mejor inmunólogo del país también en el mundo sé que es difícil de alcanzar, pero al final del día lucharé por uno de ellos, y agradezco a una de mis amistades con quien comparto mis sueños, Alejandra Rivera porque no sé cómo lo haremos, pero no lo haremos solos. Gracias por estar ahora y en el futuro, porque, aunque no seas de muchas palabras estas ahí.

Hay personas que conoces después de la escuela, tales son los Químicos de mis prácticas profesionales, QFB. Jenny y QFB. Ángeles el Médico especialista en epidemiología del hospital de la Mujer, el Dr. Fernando Pedraza. Quienes te refuerzan los conocimientos aprendidos en la escuela y te dan un par de conejos que cambian tu vida, y aun que este es un párrafo corto, no se compara con lo agradecido que estoy de haber coincidido.

Llego el momento de hablar de mis profesores, a quien agradezco el conocimiento que me han transmitido, o el apoyo incondicional que me saben brindar, a cada uno de mis profesores. Gracias. Pero mis más sinceras gracias a mis tutores, QFB. Tellitud Hilario o el QFB. Felipe Tenorio, quienes se tomaron el tiempo de ayudarme con este trabajo de investigación. Gracias a cada uno de los revisores que me han aprobado el trabajo.

Gracias a mis revisores, quienes se dieron el tiempo de evaluar cada aspecto de este trabajo maría Guadalupe soto molina, Viridiana Mondragón Damián, Rodrigo Merlos Rojas, José Luis Tapia Huerta, para que fuera el mejor, gracias por su paciencia.

Me encantaría no saben cuánto, seguir agradeciendo a todas las personas que han sido parte de mi vida, pero desafortunadamente, llego el momento en el que tengo que cortar estos agradecimientos dar paso a la investigación que hoy les presento, no sin antes agradecer no a una persona si no a una institución, mi aula mater.

Gracias a mi facultad por ser mi segundo hogar, por ser parte de mi formación por estar orgulloso de mí como yo de ella. Siempre Nicolaíta.

Ser Nicolaíta es lo mejor que te puede pasar, porque la mejor escuela no es aquella que no tiene huelgas, si no la que te enseña a defender y exigir lo tuyo, lo que te corresponde, la que a pesar de que no se les pague a los maestros, ellos luchan por enseñarte. Porque él no ser Nicolaíta, y escuchar su banda de guerra es morir de envidia. Podría enumerar infinitas cosas de porque es la mejor universidad del mundo aun contrario a lo que dicen muchos estudiantes de otras escuelas. Pero mejor te invitar a las nuevas generaciones a que la descubran.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ABREVIATURAS	10
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
PALABRAS CLAVE	12
INTRODUCCIÓN	12
CARTOGRAFIA CONCEPTUAL	16
NOPAL.	17
NOCIÓN.	17
Contexto de producción.	17
CATEGORIZACIÓN	20
Subfamilia Opuntioideae	21
Subfamilia Cactoideae	22
Subfamilia Pereskioideae	22
CARACTERIZACIÓN.	22
DIFERENCIACIÓN	23
Opuntia	23
Pereskioipsis	24
Nopalea	24
SUBDIVISIÓN.	24
VINCULACIÓN.	27
Área farmacéutica (Efecto hipoglucémico del nopal)	27
Área alimenticia (Consumo humano del nopal)	28
Área alimenticia (nutrición animal)	28
Área agrícola (Conservación de suelos)	29
Área industrial (Elaboración de biocombustibles)	29
Área industrial (Elaboración de plástico “popote”)	30

ANTIMICROBIANOS.	32
NOCIÓN.	32
CATEGORIZACIÓN.	33
Antisépticos de origen natural.	33
CARACTERIZACIÓN.	35
Agua oxigenada	36
Alcohol (70%)	36
Clorhexidina	36
Povidona yodada	36
Productos mercuriales (mercurocromo)	36
Soluciones de hipoclorito sódico (Solución de Dakin, Clorina)	36
DIFERENCIACIÓN.	37
SUBDIVISIÓN.	38
VINCULACIÓN.	38
Área farmacéutica (Curación avanzada de heridas)	38
Área alimenticia (Conservación de frutas y hortalizas)	39
FORMAS FARMACÉUTICAS.	41
NOCIÓN	41
CATEGORIZACIÓN	43
Formas farmacéuticas líquidas:	44
Formas farmacéuticas sólidas:	44
Formas semisólidas:	45
Formas gaseosas:	45
CARACTERIZACIÓN	45
Formas farmacéuticas líquidas.	45
Formas farmacéuticas sólidas.	46
Formas farmacéuticas semisólidas.	46
Formas farmacéuticas gaseosas.	46
SUBDIVISIÓN	46
VINCULACIÓN	47
Área farmacéutica (ELABORACION DE UN PREPARADO TOPICO)	48
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	49

JUSTIFICACIÓN	50
OBJETIVO GENERAL	51
OBJETIVOS PARTICULARES.	51
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	52
HIPÓTESIS	52
HIPÓTESIS NULA	52
HIPÓTESIS ALTERNATIVA	53
MATERIALES Y MÉTODOS	53
MATERIALES	53
REACTIVOS	53
EQUIPOS	53
UBICACIÓN	53
PUNTOS DE MUESTREO Y TOMA DE MUESTRAS	54
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	54
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS	55
MEDIOS DE CULTIVO	55
ENSAYOS DE EVALUACIÓN	56
METODOLOGÍA	62
METODOLOGÍA GENERAL DEL MARCO TEÓRICO.	62
Investigar:	62
Analizar:	62
Sintetizar:	62
Concluir:	62
RESULTADOS	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
CONCLUSION	66
FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN	66
Estandarización de las partes del nopal, y concentración mínima.	66
Análisis del espectro inhibitorio	67
Coeficiente fenólico	67
Identificación de la forma farmacéutica adecuada.	67
BILIOGRAFIA Y REFERENCIAS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido nutrimental del nopal.....	19
Tabla 2: Variedades de nopal inscritas en el CNVV con registro definitivo	25
Tabla 3: Clasificación de los antisépticos por el grupo químico que lo compone. .	33
Tabla 4: Características de los principales antisépticos.	35
Tabla 5: Categorización general de las diferentes formas farmacéuticas.	47
Tabla 6: Información básica sobre la variedad de nopal a utilizar.	54
Tabla 7: Información básica sobre las disoluciones que se realizarán.....	56
Tabla 8: Número de muestra y parte del nopal donde se recolecto.	60
Tabla 9: Resultados de la inhibición de cada muestra para hongos.	64
Tabla 10: Resultados de la inhibición de cada muestra para levaduras.....	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen de un cilindro	55
Ecuación 2: Volumen total.....	55
Ecuación 3: Determinación la cantidad de agar dependiendo el volumen total	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Partes del nopal	13
Ilustración 2: Partes de la penca	14
Ilustración 3: Principales estados productores de nopal.	18
Ilustración 4: Recolección de la muestra ya identificada.	54
Ilustración 5: Reconocimiento de la variedad de nopal a utilizar.	54
Ilustración 6: Procedimiento de pesado del nopal para extracción.....	57
Ilustración 7: colocación del agua en nuestro equipo.....	58
Ilustración 8: Cantidad mínima y máxima de la muestra.	58
Ilustración 9: Filtrado de la muestras una vez molidas.....	58
Ilustración 10; Molienda de las muestra.	58
Ilustración 11: filtrado de cada medición de la muestra de menor a mayor.....	59
Ilustración 12: Contaminación de la placa.....	59
Ilustración 13: Muestras de menor a mayor y sensidisco para impregnar.....	60
Ilustración 14: Procedimiento generalizado a realizar y forma de reportar.....	61
Ilustración 15: Caja petri con desarrollo fúngico vista de ambas caras.	63
Ilustración 16: Podemos observar el crecimiento a las 24 (a) y 48 horas (b).	65

ABREVIATURAS

µg.....	Microgramos
ADS.....	Agar dextrosa Sabouraud.
CNVV.....	Catálogo nacional de variedades vegetales (México).
DS.....	Dextrosa Sabouraud.
g.....	Gramos.
h.....	Altura.
Kcal.....	Kilo calorías.
mg.....	miligramos.
mL.....	mililitros
Msnm.....	metros sobre el nivel del mar
ND.....	No Determinado.
r.....	Radio.
SMAE.....	Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.
Spp.....	Especies.
UMSNH.....	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
UNAM.....	Universidad Nacional Autónoma de México
V.....	Volumen.
Var.....	Variedad.
Vt.....	Volumen total.
X.....	Incógnita.

RESUMEN

El conocimiento de las plantas medicinales es milenario y ha trascendido por generaciones en nuestro país, se considera que nuestros antepasados obtuvieron

el conocimiento de estas especies después de distinguir entre las que servían para alimento y aquellas que tenían algún efecto en su organismo, por lo que a partir de esto empezaron a diferenciarlas y seleccionarlas. Entre una gran variedad de plantas que se aprovechan tanto para la medicina como para el alimento se encuentra el nopal (*Opuntia spp*), que es una planta originaria de México, es arbustiva y que forma parte de las cactáceas.

El nopal es utilizado como planta medicinal, entre sus beneficios se ha descubierto el efecto antiséptico, el cual, al ser aplicado sobre la piel, membranas mucosas, quemaduras o laceraciones se ha observado que previene la sepsis al excluir los microorganismos de estas áreas. Partiendo de lo anterior, en este trabajo de tesis se planteó la necesidad de comprobar este efecto, para ello se realizaron procedimientos experimentales que demostraron que el extracto obtenido del nopal efectivamente puede utilizarse para aplicarlo en una posible forma farmacéutica, considerando el tipo de microorganismo que se inhibe, y particularmente, considerando la positividad del resultado. En conclusión, se puede confirmar la positividad del argumento que se sustenta sobre el efecto antiséptico del nopal, no obstante, se considera que todavía deben realizarse un mayor número de experimentos de las diferentes partes que conforman las pencas de esta planta.

ABSTRACT

The knowledge of medicinal plants is millenary and has transcended for generations in our country, it is considered that our ancestors obtained the knowledge of these species after distinguishing between those that served for food and those that had some effect on their organism, so from this they began to differentiate and select them. Among a great variety of plants that are used both for medicine and food is the nopal (*Opuntia spp*), which is a plant native to Mexico, is shrubby and is part of the Cactaceae.

The nopal is used as a medicinal plant, among its benefits has been discovered the antiseptic effect, which when applied on the skin, mucous membranes, burns or lacerations has been observed to prevent sepsis by excluding microorganisms from these areas. Based on the above, in this thesis work the need to verify this effect

was raised, for this purpose experimental procedures were carried out that demonstrated that the extract obtained from nopal can indeed be used for application in a possible pharmaceutical form, considering the type of microorganism that is inhibited, and particularly, considering the positivity of the result. In conclusion, the positivity of the argument supported by the antiseptic effect of nopal can be confirmed; however, it is considered that a greater number of experiments still need to be carried out on the different parts that make up the stalks of this plant.

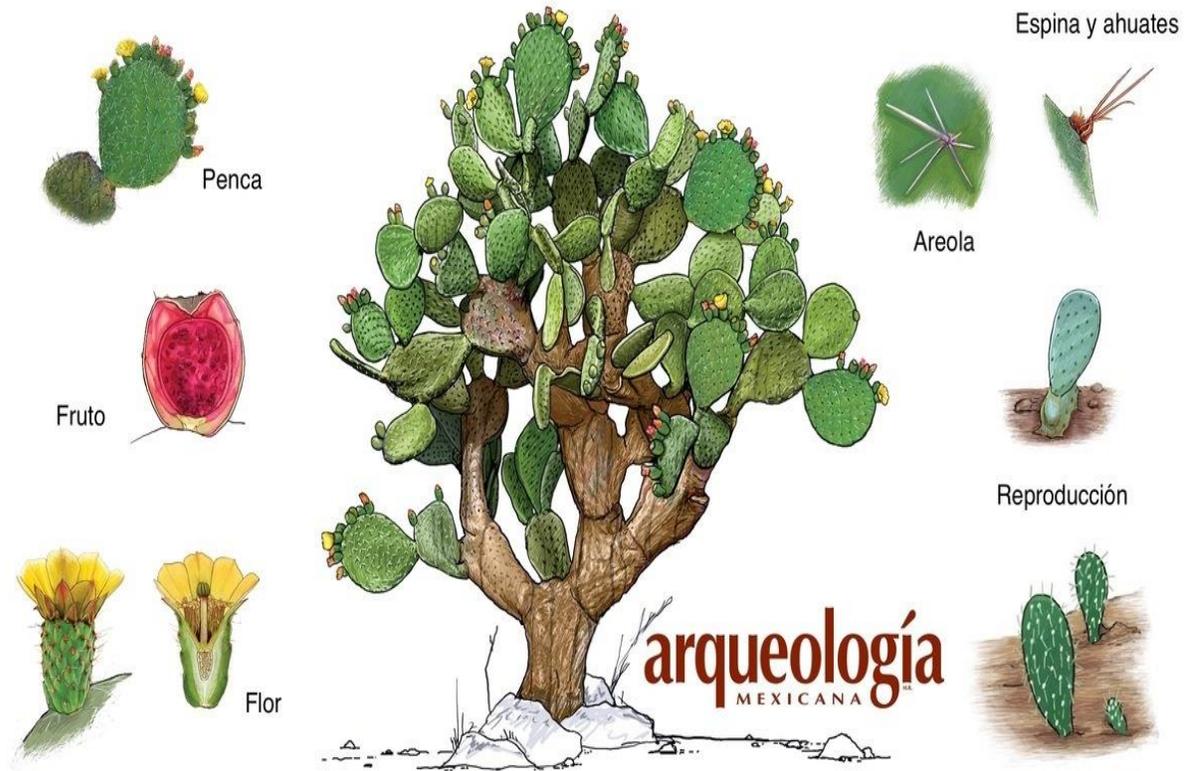
PALABRAS CLAVE

Nopal, Antiséptico, Extracto, Medicion, Efecto, Desechos.

INTRODUCCIÓN

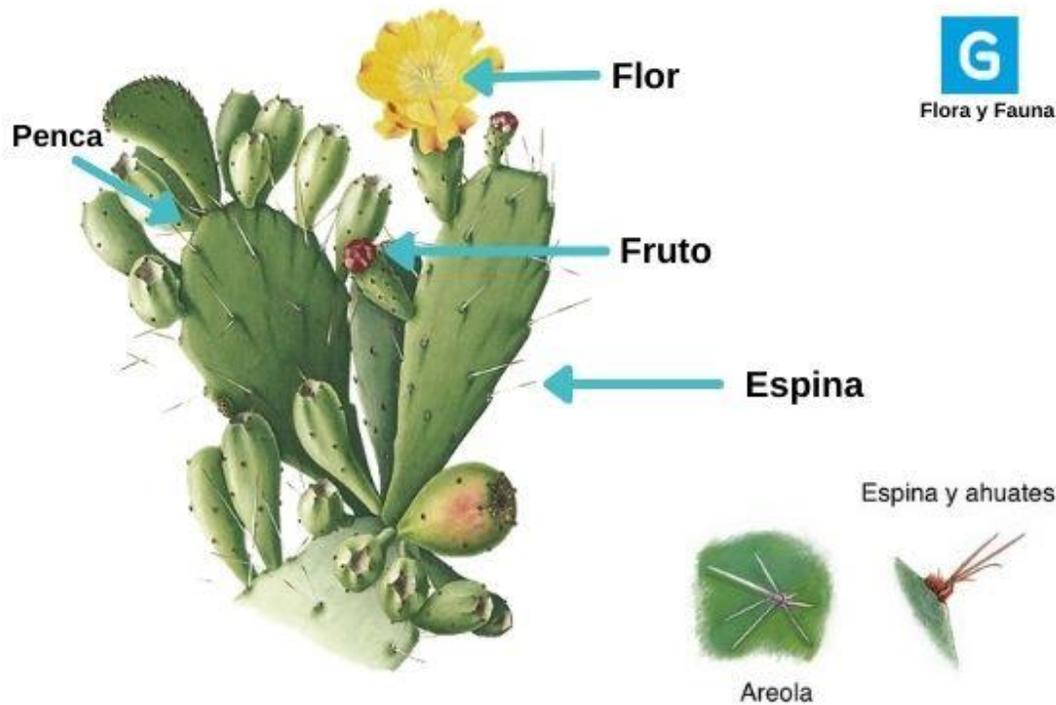
El nopal es una planta originaria de México, su nombre científico (*Opuntia spp*), ha representado para los mexicanos uno de los alimentos más relevantes y de gran significado cultural. Los aztecas lo llamaban nochtli o nopalli. El nopal es una arbustiva que forma parte de las cactáceas las cuales conforman alrededor de 1600 especies (Ascencio, 2011). El conocimiento de las plantas medicinales es milenario y ha trascendido por generaciones gracias a que la información ha pasado de generación en generación. Se considera que nuestros antepasados obtuvieron el conocimiento de estas especies después de distinguir entre las que servían para alimento y aquellas que tenían algún efecto en su organismo, por lo que a partir de esto empezaron a diferenciarlas y seleccionarlas (Santillán, 2012).

Ilustración 1: Partes del nopal



Fuente: <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/las-partes-del-nopal>

Ilustración 2: Partes de la penca



Fuente: <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/flora-fauna/el-nopal-en-guatemala/>

El aprovechamiento de las propiedades curativas de las plantas es una práctica que no ha dejado de existir, un ejemplo de ello es el nopal. Los aztecas lo usaban para muchos usos medicinales, uno de ellos son las espinas para la limpieza de infecciones. Teniendo en cuenta que los antimicrobianos son aquellos que matan o inhiben los microorganismos, ya sea afectando el medio para evitar su crecimiento, o atacar directamente al agente infeccioso (Matute, 2008). Así de esta manera, tenemos como objetivo principal comprobar que el nopal tiene un efecto antiséptico, ya sea en cualquiera de las partes de una penca por lo cual, si el nopal tiene dicha propiedad, tendremos como segundo objetivo la extracción de la molécula que dota a dicha planta con efectos antimicrobianos, para posteriormente llevar a cabo la elaboración de una forma farmacéutica. Como punto de inicio se realizó una investigación documental y experimental sobre las propiedades del nopal y de cada una de sus partes, así como los antimicrobianos y las cualidades de las diferentes formas farmacéuticas para elegir la más idónea que ayude a producir el efecto de

una forma más efectiva, de manera que nos apoye en nuestra investigación. Y aunque en este momento no se tiene una forma farmacéutica ya elaborada, se trabaja en la extracción de los metabolitos secundarios de dicha planta y que producen el efecto antimicrobiano.

MARCO TEORICO.

CARTOGRAFIA CONCEPTUAL

El presente trabajo es una investigación cuya parte teórica está realizada con apoyo de la cartografía conceptual, herramienta de la socio-formación que ayuda en la investigación de un concepto aprovechando la información disponible generada por las sociedades del conocimiento, contextualizadas, y que considera el proyecto ético de vida, así como el trabajo colaborativo, con objeto de estructurar ocho ejes que cubran la totalidad del conocimiento disponible sobre el eje central de mi tema. La parte práctica fue seguida según el modelo tradicional, a base de ensayo.

Ahora bien, para ser más explícitos, y el presente trabajo pueda ser de gran valor de nuestros lectores, al ser más claros de cada parte que conforma a este trabajo, se describe brevemente cada una de los ejes de la Cartografía Conceptual. Los ocho ejes que dan forma a la Cartografía Conceptual son denominados:

Noción: se brinda una definición del tema. **Categorización:** se describe la clase en la cual está el concepto o teoría. **Caracterización:** se describen y explican los aspectos clave que dan identidad al concepto. **Diferenciación:** se explican e indican los diferentes conceptos de la misma clase que pudieran causar confusión. **Subdivisión:** opuesto a la categorización se describen los tipos o clases del concepto o teoría. **Vinculación:** se describen enfoques, metodologías y planteamientos similares que ayuden a la comprensión del concepto o teoría para su correcta aplicación. **Metodología:** se explican los aspectos mínimos a considerar al aplicar la teoría o el concepto. Este apartado es propio de la parte práctica, pe en él se describe como es el procedimiento a emplear para la verificación de la parte teórica, o en dado caso refutar dicha afirmación. **Ejemplificación:** se presenta un ejemplo del análisis o teoría. Relacionado con la vinculación, pues dentro de la vinculación de expresa diferentes utilidades que se le han dado a la teoría o concepto, que nos permiten entender a más grande rasgos el contexto del que se trata. CARTOGRAFIA CONCEPTUAL (Tobón, 2004).

NOPAL.

NOCIÓN.

El caso del nopal en México, tiene un especial significado por el papel simbólico del asentamiento de los aztecas en el lago de Texcoco, dando lugar a su imperio Tenochtitlan, formando hoy, parte del escudo nacional. El aprovechamiento de las propiedades curativas de las plantas es una práctica que no ha dejado de existir. Ejemplo de ello es el nopal, el cual los aztecas lo usaban para muchos usos medicinales: para las fiebres bebían el jugo, el mucílago o baba del nopal la utilizaron para curar labios partidos, la pulpa curaba la diarrea, las espinas para la limpieza de infecciones, la fruta era usada para el exceso de bilis, empleaban las pencas del nopal como apósito caliente para aliviar inflamaciones y la raíz para el tratamiento de hernia, hígado irritado, úlceras estomacales y erisipela (Compartido, 2017)

Contexto de producción.

El diccionario de la Real Academia Española (rae); señala que una verdura es la hortaliza, especialmente la de hojas verdes, dicho de otra manera, es la planta comestible que se cultiva en las huertas (hortaliza) y, una fruta es el fruto comestible de ciertas plantas cultivadas. Por lo cual, para este trabajo de investigación tomaremos el nopal como “verdura”, ya que la planta es el nopal, y no el fruto en sí, puesto que de él brotan sus frutos (tunas y xoconostle) (SAGARPA, 2016).

En México actualmente se registra una tendencia hacia el incremento de la producción de nopal, en gran parte impulsada por los descubrimientos de sus propiedades, como pueden ser notadas en la tabla 1.

En los últimos 10 años, en el país la superficie sembrada de esta hortaliza registró un incremento de sólo 2.6 por ciento, pero el volumen de producción aumentó 23 por ciento, lo que “nos indica que es un cultivo que también se ha tecnificado y mejorado su productividad”, destacó Villalobos Arámbula en la apertura del encuentro “Nuestra riqueza: El Nopal”. Con base en datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), (Sagar, 2020).

En la República Mexicana el nopal verdura se le localiza en la mesa central, principalmente en los estados de: México, Hidalgo, Morelos, Michoacán y Puebla, entre otros, ocupando áreas reducidas de riego, pero la mayor parte se localiza en

Ilustración 3: Principales estados productores de nopal.



zonas de temporal, donde predominan los climas templados y áridos con escasa precipitación (SADER, 2019) .

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la ilustración número 3 podemos observar un mapa de México, en el cual se muestran los principales seis estados de la República mexicana productores de Nopal a la fecha de elaboración de este documento.

Cabe hacer mención que para el año 2018, a pesar de que la Ciudad de México viene siendo la ciudad con mayor densidad poblacional, y la extensión más pequeña de la República, es también el productor número dos en cuanto a producción de

nopal verdura se refiere, solo detrás del estado de Morelos el cual ocupa el primer lugar (SADER, 2019).

Mientras que la Delegación SADER Michoacán menciona a través del delegado en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del estado, Jaime Rodríguez López. Que, para ese mismo año, 2018, el cultivo del nopal en Michoacán se ha posicionado en el séptimo lugar a nivel nacional en volumen y el sexto lugar en valor de la producción.

En el estado de Michoacán se tiene registrada una producción de 24 mil toneladas anuales, mismas que se obtienen de 433 hectáreas de este cultivo. Sin embargo, en el año 2015 se ha dado un auge importante en él mismo, ya que en Huiramba y Huetamo se tiene programado plantar nopal en 500 hectáreas en cada uno de estos municipios, lo cual se espera aumente significativamente la producción. En Michoacán, del nopal se obtiene jabón, shampoo, aceite, cremas, harinas y mezcal. También ya se produce agua de sabor y nieve de nopal además una inmensa variedad de platillos a base del nopal y que son sumamente nutritivos (SEDURA, 2016).

La exportación nacional reporto incremento al alcanzar 55 mil toneladas, de las que 99.5 por ciento fueron al mercado de Estados Unidos, con una derrama económica de casi de 19 mil dólares, y el resto a Corea del Sur, Japón, China, Alemania, Emiratos Árabes Unidos, Canadá y Reino Unido. El 94 por ciento de la producción total de esta hortaliza se consume en México, esto con datos de Secretaria de desarrollo y agricultura en 2016.

La producción de nopal es amplia, hemos leído que es exportada por México, y que son varios estados los cuales lo producen. Esto, en gran medida es debido a que el nopal fresco tiene grandes atributos alimenticios, como se puede notar en la tabla número 1.

Tabla 1: Contenido nutrimental del nopal.

(SMAE NC, 2014)

ALIMENTO	Nopal crudo	Nopal cocido	Nopal crudo cambray
Cantidad sugerida	1	2	4
Unidades	Piezas	Piezas	Taza
Peso bruto redondeado (g)	149	140	100
Peso neto (g)	149	134	100
Energía (Kcal)	22	22	27
Proteínas (g)	2.0	2.2	1.7
Lípidos (g)	0.1	0.1	0.3
Hidratos de carbono (g)		4.5	2.9
Fibra (g)	3.0	3.2	3.5
Vitamina A (µg RE)	32.8	30.9	0.0
Ácido ascórbico (mg)	7.9	12.5	0.0
Ácido fólico (µg)	4.5	4.0	0.0
Hierro no HEM (mg)	0.7	0.8	0.0
Potasio (mg)	291.0	354.4	0.0
Índice glicémico	ND	ND	ND
Carga glicémica	ND	ND	ND

CATEGORIZACIÓN

Dada la importancia del nopal y sus amplios beneficios, se le han adjudicado numerosos nombres, estos varían dependiendo en su lugar de origen, así como en los lugares donde se ha introducido. Algunos de los nombres son un buen indicativo del lugar donde fueron distribuidos. “Nopal” es el nombre dado por el mexicano derivado del nahuatl “*Nopalli*” el cual es usado para varias especies, mientras que el nombre “Tenochtli” es el nombre original usado en muchos lugares de México (Pablo Inglese y col., 2018). El nopal es una arbustiva que forma parte de las cactáceas las cuales conforman alrededor de 1600 especies (Ascencio, 2011).

La palabra Cactus se deriva del griego *postis*, en referencia a una extraña planta espinosa que se encontraba en el Sur de Europa y en el Norte de África. Es un género que fue descrito por Linneo y actualmente se utiliza para nombrar a las dicotiledóneas que se clasifican en la familia Cactácea, esta familia botánica abarca alrededor de 1,600 especies con 122 géneros en el mundo, de los cuales México cuenta con el 45% de la diversidad de especies que existen en el mundo (Villavicencio Gutierrez, 2010).

Cercana a las rosáceas la familia de los cactus ha evolucionado hacia una multitud de formas, alejándose de la ilustración clásica del vegetal para convertirse en “piedras”, “bolas” o “cirios”. Estas curiosas plantas pueden ser definidas de manera sencilla: un cactus es una planta que ha evolucionado con el fin de poder, de un modo u otro, resistir ciertas condiciones de sequía. Esto se ha traducido en la desaparición de las hojas y en la transformación del tallo, este es un órgano de almacenamiento de agua y de asimilación de clorofila. De esta forma, las cactáceas pueden permanecer fuera del suelo durante largos años sin morir (Villavicencio Gutierrez, 2010).

De acuerdo con Villavicencio y col., 2010, en México los géneros *Opuntia* (Subfamilia *Opuntioideae*) y *Mammillaria* (Subfamilia *Cactoideae*) son ecológicamente los grupos más diversos. En el Catálogo de Cactáceas Mexicanas, se reconocen 913 taxones, de los cuales 669 son especies y 244 subespecies, agrupadas en 63 géneros. Del total de taxones referidos consideraron que 25 géneros son endémicos para México y en ellos se agrupan 518 especies y 206 subespecies. Estas dicotiledóneas se dividen en las siguientes tres subfamilias de plantas perennes (SAGARPA, 2010), dentro de las cuales podemos encontrar a la subfamilia de nuestro interés, ya que dentro de una de estas se encuentra el género al cual pertenece la especie del nopal a utilizar en este trabajo de investigación.

Subfamilia Opuntioideae

Son plantas de tallo suculento, corto, cilíndrico o globuloso; hojas persistentes con 3 espinas por aréola, flores solitarias y apicales. Esta subfamilia se distribuye en

Argentina y Chile. En México esta subfamilia está representada por tres géneros (Pereskiosis, Nopalea y Opuntia) (SAGARPA, 2010)

Subfamilia Cactoideae

Es la más diversa con 1300 especies representada por arbustos cespitosos, trepadores o epífitos, con raíces fibrosas o tuberosas, tallos son segmentados y ausencia de gloquidios. Esta subfamilia se subdivide en nueve *tribus*, en donde una de ellas es la tribu Cactaeae. (SAGARPA, 2010)

Subfamilia Pereskioideae

Cactáceas primitivas en forma de arbustos espinosos. Tallo y ramas leñosas, de forma cilíndrica, con hojas grandes y persistentes con aréolas y ausencia de gloquidios, flores pedunculadas, similares a las de las rosas primitivas, semillas sin arilo. Las especies de esta subfamilia se distribuyen en el centro de México, Caribe, América Central y parte de los Andes. (SAGARPA, 2010)

CARACTERIZACIÓN.

Pertenciente a la familia de las cactáceas, el nopal es considerado una parte muy importante de la flora y riqueza ecológica de nuestro país, es protagonista de la gastronomía y la medicina tradicional. La tuna y el xoconostle son los frutos que produce. Se trata de una planta que habita en toda América, crece de manera silvestre y se puede producir para su venta. No es difícil de cultivar puesto que, se puede plantar en cualquier tipo de suelo. Por ello es tan popular en este continente, principalmente en México, que, además, es el principal productor mundial de nopal (SEDURA, 2016). En México se consume de muchas formas, ya sea crudos, asados, acompañados con otras verduras o frutas o bien, en bebidas.

Este alimento también ayuda a eliminar el colesterol elevado y controla el exceso de ácidos gástricos, protege la mucosa gastrointestinal y previene las úlceras. El consumo de nopal es auxiliar para el control de la diabetes e hiperglucemia, aseguró Rocío Romero Valdovinos, nutrióloga del Hospital General Regional (HGR) número 1 del IMSS en Tijuana, Baja California (IMSS, 2018).

La calidad es un factor muy importante en la producción de fruta y el cual se debe de cuidar, dado que los consumidores prefieren frutas y verduras más atractiva con buen sabor y buena calidad nutricional. La calidad en general es más alta al momento de la cosecha y va declinado conforme a la variedad, a los tratamientos precosecha, a los efectos ambientales, al grado de madurez de la fruta en la cosecha, también puede ser afectada por el proceso y manejo que se le aplique, los tratamientos postcosecha y las condiciones de almacenamiento y distribución son otros factores que pueden alterar o conservan en medida de lo posible la integridad. La calidad en general incluye un complejo grupo de características que no siempre están correlacionadas positivamente: dependiendo del grupo específico de consumidores, el mercado destino y el tiempo de almacenamiento estimado, las importancias de estos elementos cualitativos varían (Pablo Inglese y col., 2018)

DIFERENCIACIÓN

De acuerdo con Villavicencio, la subfamilia Opuntioideae son plantas de tallo suculento, corto, cilíndrico o globuloso; hojas persistentes con 3 espinas por areola, flores solitarias y apicales. Esta subfamilia se distribuye en Argentina y Chile. En México esta subfamilia está representada por tres géneros (Opuntia, Pereskioopsis Y Nopalea).

A partir de formas silvestres de nopal presentes en el Altiplano desde tiempos prehistóricos, los mexicanos, numerosas generaciones desarrollaron la forma de planta multipropósito que conocemos ahora como cultivo del nopal. Nuestro país es un importante centro de diversificación del género *Opuntia* donde se reportan al menos 93 especies y ocho para *Nopalea*. Se distribuyen en casi todo el territorio mexicano desde un metro sobre el nivel del mar (msnm) hasta los 2700 msnm y están asociados generalmente a un tipo de vegetación denominado matorral xerófilo cuya vegetación tolera escases de agua y altas temperaturas (SSNIC, 2017).

Opuntia

Este género, Opuntia, comprende a las plantas llamadas vulgarmente nopales, las cuales pueden ser arborescentes, arbustivas o rastreras, con o sin troco bien

definido, con artículos aplanados, discoideos, suculentos, portando casi siempre espinas, glóquidas y pelos. En estas plantas la base de las hojas está transformada en un tubérculo prominente, no existe peciolo y el limbo está reducido, adquiriendo forma cónica, es caduco y sólo está presente cuando el tallo es muy joven. Las yemas axilares, están representadas por las areolas, órganos peculiares ubicados en el ápice de los tubérculos que además de producir nuevos brotes y flores, dan origen a espinas, cerdas, glóquidas y lana (Garcia-Martin, 1984).

Pereskiopsis

Siendo un género muy buscado por los coleccionistas por la rústica belleza que compone a sus tallos y en la que contrasta la delicadeza de sus flores. Su lentísimo crecimiento a partir de sus semillas y la dificultad para hacerlos crecer desde plántulas desanima a la mayoría, por lo que muchas veces que se recurre al injerto, primero sobre *Pereskiopsis* y más tarde sobre el portainjerto definitivo. Sin embargo, al ser injertados no logran tonos púrpuras en sus tallos, manteniéndose verdes.

Nopalea

El género *Nopalea* fue descrito y propuesto por Salm Dyck (AÑO), y retomado por Bravo en el año 1978), en este se separa a los nopales que presentan los órganos sexuales exsertos al perianto, flores rojas o anaranjadas con los segmentos del perianto reducidos (no abren en la antesis) y polinizados por colibríes. Estudios recientes de DNA de cloroplasto en nopales indican que existen diferencias significativas entre *Opuntia* y *Nopalea*, por lo que se acepta *Nopalea* como un género válido (Lerner, 2012).

SUBDIVISIÓN.

Dentro de las cactáceas, el género *Opuntia* es el más diverso y ampliamente distribuido en América, con 191 a 215 especies, de las cuales se consideran 93 especies de *Opuntia* spp silvestres en México, casi el 50% del total de las especies conocidas del género *Opuntia* spp en el Continente Americano, de las cuales 62 son endémicas de México (Scheinvar, 2011).

De las 62 especies de nopal endémicas mexicanas, 55 están registradas en el catálogo nacional de variedades vegetales, las cuales son nombradas en la Tabla 2, en la que se mencionan la variedad, el nombre científico y el número de registro que se les ha otorgado.

Tabla 2: Variedades de nopal inscritas en el CNVV con registro definitivo

Fuente: (SAGARPA, 2009).

#	Variedad	Nombre Científico	No. de registro
1.	Amarilla Diamante	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 001-221104
2.	Amarilla Miquihuana	<i>O. lasiakantha</i>	NOP- 002-221104
3.	Amarilla Montesa	<i>O. megakantha</i>	NOP- 003-221104
4.	Amarilla Plátano	<i>O. megakantha</i>	NOP- 004-221104
5.	Blanca Gavia	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 005-221104
6.	Blanca San José	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 006-221104
7.	Bolañera*	<i>O. undulata*</i>	NOP- 007-221104*
8.	Burrona	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 008-221104
9.	Chapeada	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 009-221104
10.	COPENA F-I	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 010-221104
11.	Copena Torreaja	<i>O. megakantha</i>	NOP- 011-221104
12.	Cristalina	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 012-221104
13.	COPENA V-I	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 013-221104
14.	Esmeralda	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 014-221104
15.	Fafayuca	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 015-221104
16.	Milpa Alta	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 016-221104
17.	Naranjón Legítimo	<i>O. megakantha</i>	NOP- 017-221104
18.	Negro-Atlixco	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 018-221104
19.	Pico Chulo	<i>O. megakantha</i>	NOP- 019-221104
20.	Reyna	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 020-221104
21.	Rojo Lirio	<i>O. megakantha</i>	NOP- 021-221104
22.	Rojo Pelón	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 022-221104
23.	Roja de San Martín	<i>O. megakantha</i>	NOP- 023-221104

24.	Rojo Vigor	<i>O. ficus-indica</i>	NOP- 024-221104
25.	Tamazunchale	<i>N. cochenillifera</i>	NOP- 025-221104
26.	Villanueva	<i>O. albicarpa</i>	NOP- 026-221104
27.	Amarillo Oro	<i>O. albicarpa</i>	NOP-031-160709
28.	Bola de Masa	<i>O. albicarpa</i>	NOP-032-160709
29.	Chicle	<i>O. ficus-indica</i>	NOP-033-160709
30.	COPENA Z-1	<i>O. albicarpa</i>	NOP-034-160709
31.	Roja Biznaga	<i>O. megacantha</i>	NOP-035-160709
32.	Rubí Reyna	<i>O. megacantha</i>	NOP-036-160709
33.	Tapón Aguanoso	<i>O. robusta var. robusta</i>	NOP-037-160709
34.	Amarilla el Jarro	<i>O. albicarpa</i>	NOP-038-160709
35.	Amarilla Zacatecas	<i>O. albicarpa</i>	NOP-039-160709
36.	Blanca Pepina	<i>O. albicarpa</i>	NOP-040-160709
37.	Cacalote	<i>O. cochineria</i>	NOP-041-160709
38.	Camueza	<i>O. megacantha</i>	NOP-042-160709
39.	Cardón	<i>O. streptacantha</i>	NOP-043-160709
40.	Cardon de Castilla	<i>O. streptacantha</i>	NOP-044-160709
41.	Charola Tardía	<i>O. streptacantha var. aguirrana</i>	NOP-045-160709
42.	Copena T-3	<i>O. albicarpa</i>	NOP-046-160709
43.	Memelo	<i>O. affinis hyptiacantha</i>	NOP-047-160709
44.	Tapón Macho	<i>O. robusta var. robusta</i>	NOP-048-160709
45.	Zaponopal Rojo	<i>O. robusta var. larreyi</i>	NOP-049-160709
46.	Zaponopal Blanco	<i>O. robusta var. larreyi</i>	NOP-050-160709
47.	Bonda	ND**	NOP-051-011015
48.	Morada	<i>O. megacantha Salm</i>	NOP-052-011015
49.	Orejón	ND**	NOP-053-011015
50.	Pabellón	<i>O. ficus-indica</i>	NOP-054-011015
51.	Rojo Jalpa	ND**	NOP-055-011015
52.	Roja Toluca	ND**	NOP-056-011015

53.	Sangre de Toro	ND**	NOP-057-011015
54.	Tapona de Mayo	<i>O. robusta var. larreyi</i>	NOP-058-011015
55.	Tuna Sandia	ND**	NOP-059-011015

* La variedad indicada será la utilizada en la parte experimental del presente proyecto.

** Hace referencia a nombres científicos "No determinado", lo que significa que puede estar pendiente de clasificación taxonómica.

VINCULACIÓN.

Área farmacéutica (Efecto hipoglucémico del nopal)

El consumo de nopal es auxiliar para el control de la diabetes e hiperglucemia, aseguró Rocío Romero Valdovinos, nutrióloga del Hospital General Regional (HGR) número 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en Tijuana, Baja California. Explicó que se ha comprobado científicamente el efecto hipoglucemiante del nopal; es decir, es una herramienta eficaz en la prevención de la diabetes, ya que logra estabilizar y regular el nivel de azúcar en la sangre (IMSS, 2018)

No obstante, el conocimiento de esta propiedad del nopal es conocido y comprobado en varios ensayos científicos desde décadas anteriores.

Pues, Miriam Ruth Bueno Topete, en su tesis publicada en el año de 1991, nos comenta que, según la variada información popular, el paciente diabético ve mejorada su sintomatología ingiriendo nopal (Vía oral) preparado de diversas maneras: Crudo o asado de una a tres veces al día, en ayuno o antes de cada alimento, dependiendo de la gravedad del paciente.

Frati-Munari-Yever investigaron la influencia de tallos de nopal (especie no clasificada) crudos, licuados en humanos sanos sobre los niveles de glucosa e insulina, deduciendo que dichos niveles no se modificaron con la ingestión de nopal solo ni con la prueba de solución glucosada intravenosa. Pero en la prueba de tolerancia a la glucosa vía oral, la glucemia fue significativamente menor en las pruebas de nopal que el grupo testigo. Esto sugiere que el nopal utilizado disminuye

la absorción intestinal de glucosa en forma similar a lo observado con las fibras dietéticas (Bueno Topete, 1991).

Área alimenticia (Consumo humano del nopal)

El nopal (*Opuntia* spp.) es un alimento tradicional en la dieta del mexicano, frecuentemente consumido como vegetal en ensaladas y el fruto (tuna) es consumido como fruta fresca. La ingesta diaria por el mexicano de este cactus es de 10 a 17 g/persona/día. Los nopales no constituyen en si un alimento completo; su composición química muestra un alto contenido de agua, que está en el orden de 90 - 95%, dependiendo del estadio de crecimiento del cladodio y del estado de hidratación de la planta.

Su contenido de proteínas (7-18% peso seco) y de lípidos (1.3- 3% peso seco) es común en vegetales frescos. El contenido de nutrientes y la proporción de los mismos, se modifica también con la edad del cladodio, observándose una disminución de lípidos y en la fibra soluble (Torres-Ponce, 2015).

Área alimenticia (nutrición animal)

Los principales destinos para el nopal cultivado son; Verdura, tuna y forraje y muy recientemente en la producción de bio-gases, elaboración de plásticos, entre otras, cada uno de ellos con sus respectivos procesos de cultivo. El otro uso ampliamente reconocido para el nopal es como forraje ganadero. Esta aplicación es muy tradicional, sobre todo utilizada en las zonas áridas y semiáridas en donde esta especie abunda y los pastizales y otras pasturas escasean (SAGARPA, 2015).

SAGARPA en 2015 nos menciona que a diferencia del nopal utilizado en el consumo humano, el empleado para alimentar diversas especies pecuarias, particularmente ovino-caprinas, tiene que cumplir requerimientos que conducen a seleccionar material biológico que tenga características: Como la ausencia de espinas o al menos que en el proceso de maduración las pierda, o sean retiradas. Se han detectado alrededor de 300 especies del género *Opuntia*, de las que solo de 10 o 12 se sabe las utiliza el hombre, con el propósito de producción de fruta (tuna), nopalitos para alimentación humana o forraje.

Área agrícola (Conservación de suelos)

Los nopales tienen un alto potencial de aprovechamiento, no obstante, basado en la importancia económica que el mismo representa, podemos destacar varios tipos de usos, entre ellos se hacen notar: el nopal verdura, nopal para obtención de tuna, el nopal forrajero, al igual que el nopal para la producción de algunos cosméticos. Podemos enfatizar en el nopal para abatir la contaminación atmosférica, nopal medicinal y el nopal para la conservación del suelo (Hernández, 2016).

El nopal en la conservación del suelo se utiliza para la protección del mismo y minimizar la fertilización, al ser una planta que se le facilita la formación de setos en curvas a nivel que ayuden a controlar la erosión del suelo, además, de que soporta los ambientes menos favorables, como puede ser el desierto, característica que le permite sobrevivir con erráticas y precipitaciones pobres, además de soportar la oscilación térmica (Hernández, 2016).

Área industrial (Elaboración de biocombustibles)

La bioenergía es un tipo de energía renovable y es obtenido de biomásas, lo que refiere a toda materia o desecho orgánico. Este tipo de residuos es aprovechado desde cultivos y plantaciones para el fin de la elaboración de energía. Este tipo de energía es obtenida en un gran parte del mundo, siendo líder Chile seguido por Brasil, siendo un gran logro pues debajo de ellos se encuentran países de primer mundo como: Alemania, Japón y Canadá. En México la producción de este tipo de energía nos coloca en el octavo lugar, con una producción del 0.85%, su participación discreta es equivalente a 645 MW de capacidad instalada. Desde el 2010, en México, opera con gran éxito la planta agroindustrial que ya pasa a planta comercial, como pequeño productor de energía. Única en su género tanto en México como en el mundo, pues es generadora de biogás, calor, electricidad y combustible, todo esto, a partir de la biomasa de nopal, con la finalidad de subsistir el uso de gasolina. Ubicada orgullosamente en Zitácuaro, Michoacán. Un futuro prometedor está al alcance de México con la biomasa de Nopal, lo más importante es que se trata de tecnología mexicana patentada. Superando cada día sus expectativas en los aspectos sociales, económicos, pero sobre ellos ambientales. (Varnero, 2006).

Área industrial (Elaboración de plástico “popote”)

Tomando en cuenta que dentro de la institución (UNAM) se trabajó un proyecto de película plástica a base mucilago de nopal el año 2010 y después de haber realizado un análisis del Nopal y el Almidón, así como las propiedades de cada uno, se determinó realizar una combinación con ambos para formar un plástico con mejores características. Se busca mejorar las propiedades mecánicas, ya que estas dependen del material utilizado y especialmente de su cohesión estructural. La cohesión es el resultado de la habilidad del polímero para formar puentes y/o numerosos enlaces moleculares entre cadenas poliméricas, dificultando así su separación. Un plastificante es definido como una sustancia estable, no volátil y con alto punto de ebullición, la cual, cuando es adicionada a otro material, cambia las propiedades físicas y/o mecánicas de ese material. La adición de un plastificante permite la obtención de una película menos frágil, más flexible, más dócil, y eventualmente más dura y más resistente. La incorporación de estos compuestos conlleva a disminuir las fuerzas intermoleculares a lo largo de las cadenas poliméricas, lo cual mejorará la movilidad molecular de los componentes. El bioplástico tiene su apuesta en el desarrollo sostenible, pues las grandes emisiones de dióxido de carbono durante la producción del plástico convencional se encuentran reducidas produciendo el bioplástico entre 0.8 y 3.2 toneladas menos de dióxido de carbono. Si bien en la actualidad la producción es limitada y los precios de este material no compiten aún con el plástico, la realidad nos indica que las cosas pueden dar un vuelco. Muchos avances tecnológicos en esta área se están dando continuamente y cada vez el bioplástico está más cerca de competir en características con el polietileno. Pese a la constante mejora de calidad aún el costo de producción es inseguro. Las membranas obtenidas en este estudio pueden representar una nueva alternativa para las industrias. Finalmente, el empleo de este tipo de membranas disminuiría el uso de polímeros sintéticos de degradación lenta, como el polietileno, reduciendo por lo tanto la contaminación que éstos representan, puesto que las películas plásticas comestibles tienen la ventaja de ser completamente biodegradables. Finalmente, el empleo de este tipo de membranas disminuiría el uso de polímeros sintéticos de degradación lenta, como el polietileno,

reduciendo por lo tanto la contaminación que éstos representan (Castañeda Zamora Mashee Littbarsky y Col., 2003).

ANTIMICROBIANOS.

NOCIÓN.

La piel representa una barrera notablemente eficaz contra las infecciones microbianas, es colonizada normalmente por un gran número de organismos que viven inofensivamente como comensales sobre la superficie cutánea. Cuando se produce una disrupción de la superficie de la piel, sea accidental o intencionalmente, el lecho de la herida o lesión puede verse invadida por bacterias autóctonas de la piel o no habituales en ella, comenzando así un proceso que puede derivar en una infección clínicamente establecida.

Los antisépticos son biosidas o sustancias químicas que se aplican sobre los tejidos vivos, con la finalidad de destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos. No tienen actividad selectiva ya que eliminan todo tipo de gérmenes. A altas concentraciones pueden ser tóxicos para los tejidos vivos. Son sustancias de uso estrictamente externo y deben responder a un doble criterio de eficacia e inocuidad. Su objetivo debe ser eliminar o destruir los microorganismos presentes en la piel sin alterar las estructuras (Sanchez-Saldaña y col, 2005).

Terapéuticamente hablando, el papel de los antisépticos es el de coadyuvar con los medios naturales de defensa de la piel en el control de los microorganismos patógenos responsables de las infecciones cutáneas primitivas. Algunos antisépticos se aplican sobre la piel intacta o membranas mucosas, quemaduras, laceraciones o heridas abiertas para prevenir la sepsis al debridar o excluir los microorganismos de estas áreas.

La mayoría de antisépticos no son convenientes para aplicarlos en heridas abiertas, debido a que ellos pueden impedir la curación de las heridas por sus efectos citotóxicos directos sobre los queratinocitos y fibroblastos. El espectro de acción, tiempo de inicio de activación, tiempo de actividad, efecto residual, toxicidad, capacidad de penetración y posibles materiales que inactivan a los antisépticos pueden variar de un producto a otro (Sanchez-Saldaña y col, 2005).

Los antisépticos y desinfectantes constituyen una herramienta esencial para controlar la diseminación de agentes infecciosos. Con su utilización apropiada se pueden obtener máximos beneficios (Guerra, 2005).

CATEGORIZACIÓN.

Hay diferentes tipos de antisépticos, lo más común, es clasificarlos por el grupo químico que lo compone, en esta clasificación, se encuentran diez principales grupos como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de los antisépticos por el grupo químico que lo compone.

(SEMPSPH, 2012)

GRUPO QUÍMICO	CLASES	PRODUCTOS
ALCOHOLES		Étilico Isopropílico
BIGUANIDINAS		Clorhexidina
HALOGENADOS	Yodados	Soluciones de yodo Yodóforos
FENOLES	Bifenoles	Hexaclorofeno Triclosán
	Halofenoles	Cloroxilenol
TENSIOACTIVOS	Aniónicos	Jabones
	Catiónicos	Derivados de amonio cuaternario
METALES PESADOS	Sales de plata	Nitrato de Plata Sulfadiazina argéntica
	Mercuriales	Mercurocromo Mertiolato
ANILIDAS		Triclocarbán
DIAMIDINAS		Propamidina Dibromopropamidina
OXIDANTES		Peróxido de hidrógeno

Antisépticos de origen natural.

Son moléculas químicas componentes de una planta (metabolito secundario) o de una de sus partes (raíz, tallo, hojas, flor o fruto), así mismo puede ser uno de los productos del vegetal o de un animal, como un preparado de la combinación de

varios de ellos, las cuales tienen propiedades antimicrobianas, no obstante, este no siempre tiene una efectividad como lo pueden ser los antibióticos, sino que solo afectan el ambiente que las bacterias necesitan para poder proliferarse lo que causa su inhibición.

El desarrollo de antimicrobianos, antibióticos o agentes antisépticos son sólo ejemplos puntuales de la importancia del aislamiento y caracterización de productos naturales a partir de plantas usada en la medicina popular, dado que a partir de estas se puede obtener sustancias con muy diferentes efectos farmacológicos. De esta manera, tanto en los Estados Unidos de Norteamérica como en la Unión Europea existen ambiciosos programas de búsqueda de nuevas biomoléculas en las aprox. 250,000 especies de plantas conocidas en nuestro planeta y de las cuales aprox. el 50 % se encuentran en las regiones tropicales del mismo (Háud-Marroquín, 2010).

CARACTERIZACIÓN.

En el siguiente tabla 4 se muestra las principales características de los antisépticos.

Tabla 4: Características de los principales antisépticos.

(Casamada-Humet Núria y Col., 2002)

Antiséptico	Espectro de acción	Inicio de la actividad	Efecto residual	Acción frente a materia orgánica:	Seguridad	Herida abierta
Alcohol 70%	Bacterias: Gram + (MARSA) Gram – (Pseudomonas) Esporas Hongos Virus	2'	Nulo	Inactivo	Inflamable.	No se han descrito.
CLORHEXIDINA A (gluconato de clorhexidina 0,05-1%)	Bacterias: Gram + (MARSA) Gram – (Pseudomonas) Esporas Hongos Virus	15-30"	6 horas	Inactivo	A concentración de +4%, puede dañar el tejido.	No se han descrito.
YODO (Povidonayodada 10%)	Bacterias: Gram + (MARSA) Hongos Virus	3'	3 horas	Inactivo	Retrasa el crecimiento del tejido de granulación.	Embarazos recién nacidos (cordón umbilical) lactantes, personas con alteraciones tiroidea.
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (Agua oxigenada 1,5-3%)	Bacterias: Gram + Gram – Virus: (3%)	Inmediato	Nulo	Inactivo	Inactivo en presencia de aire y luz.	Peligro de lesionar tejidos en cavidades cerradas y riesgo de embolia gaseosa

NOTA: En la tabla 4 tomamos como materia orgánica: **sangre, pus, exudado, entre otros líquidos corporales.**

Agua oxigenada

Hay pocas evidencias y algunas son contradictorias entre sí, sobre su acción bactericida. Su efecto en las heridas estaría más relacionado con su efervescencia con posibilidad de actuación a dos niveles: efecto desbridante de tejido necrótico por acción mecánica y el aporte de oxígeno en heridas anaerobias. Por su acción oxidante, es desodorizante (elimina malos olores) (Casamada-Humet Núria y Col., 2002).

Alcohol (70%)

Es un bactericida. Muy utilizado como antiséptico cutáneo previo a las inyecciones o extracciones sanguíneas. No debe utilizarse en las heridas por su efecto irritativo y porque puede formar un coágulo que protege las bacterias supervivientes.

Clorhexidina

Es un bactericida de amplio espectro. No es irritante y como su absorción es nula, carece de reacciones sistémicas. A diferencia de otros antisépticos, su actividad se ve poco interferida por la presencia de materia orgánica incluida la sangre (Casamada-Humet Núria y Col., 2002).

Povidona yodada

Es bactericida. Se inactiva en contacto con materia orgánica (esfacelos, sangre, tejido necrótico, exudado, pus, entre otros). Es citotóxica. En uso sistemático, se ha descrito disfunción renal y tiroidea por su absorción sistémica de yodo.

Productos mercuriales (mercurocromo)

Son bacteriostáticos de baja potencia. Se inactivan en presencia de materia orgánica. Pueden producir dermatitis de contacto y sensibilidad sobre la piel en nuevas aplicaciones.

Soluciones de hipoclorito sódico (Solución de Dakin, Clorina)

No existen evidencias clínicas de su actividad antibacteriana y actúan más como desbridante químico (Casamada-Humet Núria y Col., 2002).

DIFERENCIACIÓN.

Según la REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, un apósito es aquel remedio que se aplica exteriormente en una lesión y que es sujetado a la zona afectada, dicho lo anterior se puede decir que un apósito es cualquier remedio o producto sanitario que es sujeto a la herida para cubrirla y sanarla. Así mismo podemos hablar de un:

Antimicrobiano: es aquel que inhibe o mata la replicación de microorganismos; si lo produce otro microorganismo entonces hablamos de antibiótico. Las sulfonamidas y quinolonas por tanto no son antibióticos. Aunque los antimicrobianos se definen, como medicamentos que destruyen los microorganismos o impiden su multiplicación o desarrollo. Estos fármacos, se dividen en antibacterianos, antivirales, antimicóticos, antiparasitarios, antimicobacterianos y antiretrovirales (Matute, 2008).

Aquellos compuestos inorgánicos que matan la mayoría de microorganismos (excluyendo las esporas) y que pueden usarse en piel se les conocen como **antisépticos** (sin embargo, no son seguros para uso interno (Villar, 2010)

Esterilizante: Aunque la palabra “esterilizante” no está registrada en el diccionario de la real academia española, éste hace referencia a aquel producto que causa la forma estéril; por lo cual se dice que el agente esterilizante es aquel que causa la nula reproducción de una forma de vida, dicho de otra manera, son aquellos que producen la inactivación total de todas las formas de vida microbiana (muerte o pérdida irreversible de su viabilidad) (Sanchez-Saldaña y col, 2005).

Desinfectante: Es un agente químico que se aplica sobre superficies o materiales inertes o inanimados, para destruir los microorganismos y prevenir las infecciones. Los desinfectantes también se pueden utilizar para desinfectar la piel y otros tejidos antes de la cirugía. Los desinfectantes no tienen actividad selectiva.

Su elección debe tener en cuenta los posibles patógenos a eliminar. Son tóxicos protoplasmáticos susceptibles de destruir la materia viviente, y no deben ser utilizados sobre tejidos vivos (Sanchez-Saldaña y col, 2005).

Los desinfectantes son antimicrobianos muy fuertes (agentes corrosivos o cáusticos) que no se pueden usar sobre tejidos vivos y se emplean para tratar superficies y utensilios de cirugía (Villar, 2010).

SUBDIVISIÓN.

Para poder de manera más objetiva tener una diferenciación y una mayor comprensión de los términos antes definidos, de manera más concreta se deduce que un agente:

- Antimicrobiano = inhibe o mata bacterias.
- Antibiótico = lo produce un microorganismo e inhibe o mata bacterias.
- Antiséptico = antimicrobiano inorgánico que sí puede usarse en la piel.
- Desinfectante = antimicrobiano de uso en objetos inanimados.
- Esterilizante = causante de la forma estéril.

VINCULACIÓN.

Área farmacéutica (Curación avanzada de heridas)

La curación de heridas es uno de los temas más antiguos, tanto, así como la historia del hombre. El hombre de Neandertal en Irak 60.000 años A.C. usó las hierbas de su entorno contra las quemaduras y según el papiro de Smith los apósitos datan desde 5000 años A.C. En el antiguo Egipto ya se usaban como apósitos el barro, gomas, resinas, miel, mirra y sustancias oleosas. Por otro lado, Hipócrates trataba las heridas con vino, cera de abejas, roble sagrado, aceite y azúcar, escuela que incluso se mantiene hasta nuestros días.

La curación de heridas es también un tema muy complicado. La aplicación de apósitos basados en creencias ha hecho que la curación de una herida tenga mucho de ritual y magia. Basados en este hecho Ambroise Pare en 1585 afirma: “*Yo curo la herida, pero solo Dios la cicatriza*”. La complejidad del proceso de cicatrización solo recientemente se ha empezado a entender. En estos últimos 5 años hemos podido asistir a un cambio de actitud frente a esta falta de evidencia que sin duda nos ayudará a entender mejor el problema.

El entendimiento acabado de la fisiología de una herida, el manejo multidisciplinario y el conocimiento de las variadas opciones terapéuticas nos permitirán tratar una herida basado en evidencia y así dejar de lado lo místico y folklórico (Patricio Andrades y cols, 2004).

Área alimenticia (Conservación de frutas y hortalizas)

El uso de antimicrobianos (conservadores) es una práctica común en la industria de los alimentos, por muchos años se han utilizado antimicrobianos sintetizados químicamente (que en algunos casos han causado daño en la salud de los consumidores, si se utilizan a grandes dosis o como en el caso de los sulfitos), redundando en un rechazo por parte de los consumidores de productos procesados.

En la actualidad ha surgido la necesidad de buscar alternativas de conservación, esto debido a que se ha asociado el consumo de conservadores químicos con intoxicaciones.

La demanda de productos frescos mínimamente tratados está aumentando, así como el interés por los agentes antimicrobianos de origen natural por esto en la actualidad se busca la combinación de dos o más factores que interaccionen aditiva o sinérgicamente controlando a la población microbiana, permitiendo con esto productos semejantes al producto fresco pero con menos aditivos, cabe señalar que la velocidad de deterioro microbiológico no solo depende de los microorganismos presentes, sino también de la combinación química del producto y del tipo de carga microbiana inicial.

Es por ello que el principal objetivo del procesamiento de alimentos es proveer bienestar al ser humano por medio de alimentos seguros, nutricionalmente adecuados y cubrir las expectativas de sabor, aroma y apariencia, por lo cual el uso de aditivos alimentarios de origen natural implica el aislamiento, purificación, estabilización e incorporación de dichos compuestos a los alimentos con fines antimicrobianos, sin que afecte negativamente a las características sensoriales.

En general, cada vez se descubren más plantas o partes de estas que contienen antimicrobianos naturales, por ejemplo, los que incluyen compuestos fenólicos provenientes de cortezas, tallos, hojas, flores, ácidos orgánicos presentes en frutos

y fitoalexinas producidas en plantas, por lo que ya no solo tendremos mayor seguridad, sino mejor calidad de los alimentos ya que este tipo de antimicrobianos se consideran como fuentes potencialmente seguras (Sauceda, 2011).

FORMAS FARMACÉUTICAS.

NOCIÓN

Forma farmacéutica es la forma física que se le da a un medicamento, la cual facilita la dosificación del o de los principios activos para que puedan ejercer su acción en el lugar y tiempo (Segura, 2020)

Pueden ser denominados preparados farmacéuticos, formas medicamentosas, formas farmacéuticas, dosificación, o simplemente preparados, los productos elaborados a partir de las drogas para poder ser administradas a un organismo.

Estos preparados pueden tener una o varias drogas y son elaboradas por el farmacéutico o la industria farmacéutica. Existen en varios estados, como lo son: sólido, semisólido, líquido y gaseoso, soluciones, suspensiones, emulsiones o dispersiones coloidales (Verges, 1999).

La acumulación sistemática de los datos fisicoquímicos puede ser utilizada una y otra vez en el diseño de “vehículos” que cumplan las condiciones impuestas en el diseño y desarrollo de los medicamentos.

La selección de los componentes de un vehículo en su etapa de desarrollo de una forma farmacéutica exige la disponibilidad de información exhaustiva en todo lo relacionado con sus propiedades fisicoquímicas. Si por el contrario, como resultado de la actividad experimental, progresivamente se acumulan más datos fisicoquímicos obtenidos de manera sistemática, toda esta información es y debe de ser utilizada una y otra vez en la búsqueda de los más variados y mejorados vehículos para que cumplan las restricciones impuestas por el profesional Farmacéutico responsable del diseño y desarrollo de medicamentos, para de esta forma el medicamento pueda realizar la función más apropiada para lo cual está siendo diseñado (Rodríguez, 1995).

De igual manera, una vez terminado el producto, y este siendo producido en masa se deben de seguir varias normas para que se compruebe que cada uno de los recipientes que contengan nuestro medicamento sea homogéneos.

El ensayo de uniformidad de unidades de dosificación, es una de las pruebas que garantiza la calidad del producto finalizado (Segura, 2020).

Permite verificar que cada unidad de dosificación de un lote en estudio, contenga una cantidad de principio activo dentro de un intervalo estrecho alrededor de la cantidad declarada, y así, inferir la homogeneidad del mismo.

Se entiende como “unidades de dosificación” las formas farmacéuticas que contienen una única dosis o parte de una dosis de un fármaco en cada unidad (Volonté, 2013).

Métodos de Uniformidad de Unidades de Dosificación, la uniformidad de las unidades de dosificación se puede demostrar mediante uno de los siguientes métodos:

- Uniformidad de peso: En el método de uniformidad de contenido, se valoran individualmente las unidades de dosificación, utilizando un método analítico validado y apropiado. En el método de uniformidad de peso, a partir del resultado obtenido en el ensayo de valoración, en el cual se ha utilizado un método analítico validado y apropiado, y el peso individual de las unidades ensayadas, se calculan los contenidos en cada una de las mismas.
- Uniformidad de contenido: En el método de uniformidad de contenido, se valoran individualmente las unidades de dosificación, utilizando un método analítico validado y apropiado. Los criterios a tener en cuenta para aplicar el método de uniformidad de peso, varían de acuerdo a la Farmacopea que se considere.

Para la realización de ambos métodos, se seleccionan 30 unidades de dosificación y en una primera etapa se ensayan 10 (Volonté, 2013).

Se debe de cuidar, de igual manera, la estabilidad de las drogas que componen nuestro medicamento para que su forma farmacéutica no se vea alterada al transcurso del tiempo y de esta manera tenga una vida útil mayor. Dicho lo anterior, se entiende por estabilidad la cualidad de mantener sin peligro de cambiar. Por ello, cuando hablamos de medicamentos podremos decir que estabilidad es el grado en el que este retiene, dentro de los límites especificados y durante todo su período de

almacenamiento y utilización, las mismas propiedades y características que poseía en el momento de la preparación.

El propósito general de los estudios de estabilidad es proveer evidencia de cómo la calidad de una materia prima o un medicamento varía con el tiempo bajo la influencia de factores de naturaleza ambiental tales como temperatura, humedad, luz, gases atmosféricos y factores relacionados con el medicamento en sí, como puede ser los componentes de la formulación y su envase, para de esta manera proveer al consumidor de este producto, de información necesaria para saber cuándo ya no es recomendado utilizar el producto ya que se pueden obtener resultados contrarios a los que se esperaba (Volonté, 2013).

CATEGORIZACIÓN

Existen distintas formas farmacéuticas las cual podemos clasificar gracias a al estado en que están diseñada. Por lo cual son varias las acciones que se deben de tomar para asegurar que los productos cumplan los criterios de estabilidad, las cuales el personal responsable debe hacer cumplir para que el producto cumpla con dichos criterios, de igual manea el consumidor debe de verificar que el producto mantenga la forma la cual está registrada en el envase (Segura, 2020).

Las distintas formas medicamentosas son:

- Formas farmacéuticas líquidas.
- Formas farmacéuticas sólidas.
- Formas farmacéuticas semisólidas.
- Formas farmacéuticas gaseosas.

Se deben de tomar en cuenta todos los factores que pueden afectar la forma del producto durante su elaboración, almacenamiento, venta y utilización. No obstante, es importante conservar la forma con la cual el medicamento fue diseñado para no perder dosis de la droga (sustancia activa) y de esta manera reducir los efectos esperados. Considerando que hay productos con tecnología de liberación de principio activo, si este se modifica puede liberar una dosis letal para el organismo que lo utiliza (Martín Montaner y col, 2005).

Un ejemplo de esta tecnología de liberación es el “Hidrogel”. El término hidrogel se utiliza para denominar a un tipo de material de base polimérica caracterizado por su extraordinaria capacidad para absorber agua y diferentes fluidos. La hidrofília de estos geles es debido a grupos como: -OH, -COOH, - CONH₂, y SO₃H. Esta propiedad de absorber agua les convierte en materiales de enorme interés, sobre todo en la medicina como sistemas de liberación controlada y/o sostenida de principios activos, dispositivos para diagnóstico, substrato para el cultivo de células, geles para electroforesis, desintoxicantes sanguíneos, membranas para hemodiálisis, sistemas terapéuticos biodegradables, lentes de contacto e implantes. Estos hidrogeles se obtienen mediante polimerización y entrecruzamiento simultáneo de uno o varios monómeros monos o polifuncionales. Las características de estos monómeros (tipo de grupos que lo forman) y el grado de entrecruzamiento determina las propiedades de hinchamiento del xerogel (hidrogel seco) y por tanto su aplicabilidad. En la mayoría de los casos, un solo monómero no proporciona al mismo tiempo buenas propiedades mecánicas y gran retención de agua, por ello es necesario recurrir a la copolimerización, para poder obtener un mejor compromiso de estas dos propiedades (J.L. Escobar y cols, 2002).

Para saber si el fármaco que se desea usar está en condiciones utilizables, es necesario observar los medicamentos en busca de evidencias de inestabilidad, si presenta alguna es recomendado no utilizarlo, y adquirir o cambiarlo.

Formas farmacéuticas líquidas:

La homogeneidad es un aspecto de gran importancia al hablar de formas medicamentosas, así como el desarrollo excesivo de agentes microbianos en el producto. El desarrollo microbiano puede ir acompañado de producción de gas. En el caso de suspensiones, se considerará evidencia de inestabilidad la formación de agregados que no sean fácilmente suspendibles (coagulados) (Volonté, 2013).

Formas farmacéuticas sólidas:

La aparición de gotas de líquido condensadas dentro del envase es evidencia de condiciones inadecuadas. Algunas drogas como el ácido salicílico pueden sublimar y depositarse en las paredes del envase en forma de cristales. En el caso de las cápsulas el ablandamiento o endurecimiento de la cubierta son los principales indicativos de inestabilidad. Otro signo de inestabilidad lo constituye cualquier

evidencia de desprendimiento gaseoso. En los comprimidos se puede notar como; decoloración, distintos tipos de erosión y picado, fusión de comprimidos, aparición de cristales en las paredes del envase o sobre los sellos. Las cápsulas no deberán mostrar evidencia de ablandamiento o endurecimiento de la cubierta. Los polvos y granulados no deberán aglomerarse formando partículas grandes (Volonté, 2013)

Formas semisólidas:

La ruptura de una emulsión es uno de los signos más frecuentes de su inestabilidad (no debe confundirse con el cremado, una separación de la fase oleosa fácilmente reversible). Otros signos de inestabilidad son el crecimiento cristalino o la reducción por evaporación de la fase acuosa. Los ungüentos pueden tener una separación de cantidades excesivas de líquido. Los supositorios pueden liberar mal olor a causa de “añejamiento”; como regla general, estos últimos siempre se almacenarán en a bajas temperaturas (Volonté, 2013).

Formas gaseosas:

Los productos que se encuentran en forma gaseosa, como es el caso de los aerosoles, por lo general basta con conservan a temperatura ambiente, y revisar que no se haya cumplido la fecha de caducidad, si es que cuenta con alguna, de igual manera, es necesario y obligatorio que lea las instrucciones de uso antes de su aplicación, para no obtener complicaciones o daño. (Verges, 1999)

CARACTERIZACIÓN

Formas farmacéuticas líquidas.

Las formas farmacéuticas líquidas, pueden ser: *Soluciones hidroalcohólicas* o acuosas, cuyo principio activo es soluble en el vehículo seleccionado; *Sistemas bifásicos o polifásicos* en los que el principio activo es una sustancia insoluble, incorporada en un vehículo que facilita su dispersión por agitación y *Sistemas heterogéneos* formados por dos líquidos no miscibles entre sí, uno de ellos disperso en el seno del otro. Estos productos, suelen ir envasados en recipientes tanto plásticos como de vidrio, con capacidad variable: desde 5 mL (inyectables) hasta 240 mL (jarabes, soluciones, emulsiones y suspensiones) (Orantes y col, 2006).

Formas farmacéuticas sólidas.

Las formas farmacéuticas sólidas de administración oral, son aquellas que contienen sustancias activas, mezclados con excipientes adecuados o sin ellos, según la naturaleza del principio activo. Entre las más comunes están los comprimidos, grageas y cápsulas, que suelen acondicionarse en envases tipo blister, que están constituidos por una lámina moldeada en forma de pequeñas cavidades, selladas por la parte inferior. La primera de ellas puede ser de aluminio o Cloruro de polivinilo, sólo o en combinación con otras sustancias y el interior es de aluminio

Formas farmacéuticas semisólidas.

Las formas farmacéuticas semisólidas, son suaves y untuosas, que contienen agentes medicinales destinados a ser aplicados sobre la piel, con o sin masaje. Su punto de ablandamiento debe ser próximo o superior a 37° C. Son envasados en tubos o tarros de plástico y metal con capacidad variable entre 30 g y 60 g (Orantes y col, 2006).

Formas farmacéuticas gaseosas.

Los gases médicos son productos que son administrados directamente como un gas. Un gas médico tiene una acción farmacológica directa o actúa como un diluyente para otro gas médico. Estos pueden ser administrados por varios métodos: cánulas nasales, mascarillas, carpas atmosféricas y tubos endotraqueales para la ruta pulmonar, cámaras hiperbáricas para administración por ruta pulmonar y dérmica, tubos para expandir los intestinos facilitar la imagen médica durante la colonoscopia; tubos para expandir la pelvis vía inflación intrauterina en preparación para ligar las Trompas de Falopio, y tubos para expandir los dispositivos de angioplastia. La dosis de un gas medicado típicamente es medido por la velocidad del volumen del fluido a temperatura y condiciones de presión ambiente (Uresti, 1998).

SUBDIVISIÓN

En la tabla número 5 podemos observar una categorización de las diferentes formas farmacéuticas, la cual se divide en cuatro grupos, además, se incluye que formulación está dentro de cada grupo.

Tabla 5: Categorización general de las diferentes formas farmacéuticas.

(Verges, 1999)

Forma farmacéutica	Categorización
Líquida	Soluciones. Inyecciones. Jarabes. Pociones. Mucilago. Emulsiones. Suspensiones. Colirios. Lociones, Tinturas. Extractos fluidos. Aguas aromáticas.
Sólida	Polvo. Papeles. Oleosacaruros. Granulados. Capsulas. Sellos. Tabletas. Extracto. Supositorios.
Semisólida	Pomadas. Pastas. Cremas
Gaseosa	Aerosoles.

Dentro de las formas farmacéuticas semisólidas, podemos encontrar a las pomadas que es un preparado para uso externo de consistencia blanda, untuoso y adherente a la piel y mucosas.

VINCULACIÓN

Área farmacéutica (ELABORACION DE UN PREPARADO TOPICO)

El empleo de las plantas con fines curativos es una práctica que se ha dado desde la antigüedad hasta el presente. El hombre siempre ha recurrido a la naturaleza en busca de su salud, por medio de aciertos y errores aprendió a conocer las plantas que lo curaban. Durante los últimos años se ha observado una tendencia a volver al uso de especies vegetales medicinales, ya que hoy en día existen muchos preparados tópicos a base de extractos vegetales, como las cremas que desempeñan diversas funciones en la piel. Es por ello que para el estudio se seleccionó las hojas de la especie vegetal *Sansevieria trifasciata laurentii* (espada del diablo).

Tradicionalmente se conoce que esta especie tiene propiedades curativas para combatir el prurito en su uso popular y se presume que el extracto de sus hojas contiene entre otros compuestos químicos, taninos y según estudios realizados a éstos, poseen propiedades astringentes. Los taninos precipitan a las proteínas en solución y se combinan con ellas, haciéndolas resistentes a las enzimas proteolíticas. Aplicada a los tejidos vivos, esta acción se conoce como acción astringente y constituye la base para la acción terapéutica.

Por mucho tiempo se ha tratado de resolver este problema recurriendo a diferentes métodos algunas veces de alto costo limitando así que la población de bajo recursos económicos se vea beneficiada. Es por eso que en la presente investigación se preformulo una crema con propiedades antipruriginosas y así poder llegar a contribuir en gran manera a esta problemática.

La investigación se divide en varias etapas tales como: identificación, recolección y tratamiento de las hojas, posteriormente se realizó la extracción de la materia vegetal durante dos horas por el método de reflujo, luego se identificaron los metabolitos secundarios además se les realizó un análisis cualitativo y un análisis cuantitativo del extracto de taninos a través del método de Lowenthal y la última etapa fue la producción de tres pre-formulaciones de crema a base del extracto natural de hojas de *Sansevieria trifasciata laurentii* (espada del diablo) con diferentes concentraciones del principio activo. (Franco-Majano Y col, 2009).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, existe una sobreproducción de medicamentos y principios activos diversos con poder antimicrobiano, es por todos conocido que se consumen de manera indiscriminada y discrecional, aún y cuando las legislaciones internacionales, y desde luego la mexicana, limitan el uso y proporción de estos principios activos, tan esa así, que se documentan en regiones tan apartadas del planeta, con poco contacto humano, la presencia de estos xenobióticos.

Desde luego que lo anteriormente indicado representa un impacto ambiental, pero también representa un impacto económico y social mayúsculo, de más está decir que la atención a la salud es una de las premisas principales de las sociedades humanas, pero el uso y abuso de principios activos antimicrobianos ha causado, además del daño ambiental ya mencionado (ambiental y económico, así como social), la generación de la denominada “Resistencia microbiana”, la cual, obliga a la industria farmacéutica a buscar alternativas para el combate de las infecciones, y en muchas ocasiones, lo hace a través de la modificación química de los principios activos ya existentes, sin considerar el impacto que estos tienen. En los años 60, la aparición del *Staphylococcus* resistente a la Meticilina y *Pseudomonas* resistentes a gentamicina confirman la gravedad de la resistencia antimicrobiana. Este fenómeno se fue haciendo más dramático con el incremento de la resistencia a la ampicilina en los 70; la aparición de *Enterococcus* resistente a la vancomicina en los 90 y la extensión de la resistencia a diferentes familias de antimicrobiano acorde con su velocidad de uso y cuantía en la práctica médica la que ya involucra, incluso, a antibióticos de última generación. Cabe resaltar la resistencia emergente transferible a la linezolid mediada por plásmidos en *Staphylococcus sciuri* y *Enterococcus faecium* (Pérez, 2017).

Lo anteriormente expuesto es una razón suficiente para abogar por el uso racional de antimicrobianos en la actualidad lo que atenúa la velocidad de incremento o aparición de nuevas resistencias. La necesidad se hace más imperiosa desde la falta de desarrollo de nuevos fármacos por parte de la industria farmacéutica como se había planteado anteriormente. Aunque hay algunos antibióticos nuevos en fase

de desarrollo, no serán la solución para combatir las formas más peligrosas de algunas bacterias resistentes por lo que se habla hoy en día de una "crisis antibiótica" la que se considera como el preludio de una era "posantibiótica" (Pérez, 2017). Estos problemas aunados a los problemas por los cuales ha pasado el planeta, tales como la contaminación por el uso inadecuado que le damos a los productos.

JUSTIFICACIÓN

El uso del nopal en nuestro país ha sido importante y abundante, primero que nada, porque se encuentra en grandes cantidades, y en segundo término, porque tiene una serie de propiedades y aplicaciones que se conocen históricamente y que ha venido pasando de generación en generación, aún más allá de que su uso sea primordialmente en de alimentación.

Sin embargo, los desechos que se generan a partir de esta materia prima son abundantes, y tienen una gran cantidad de aplicaciones, la mayoría de ellas, sin una investigación científica que soporte su aplicación. Cabe señalar que la proporción de residuos es muy variada, y depende en buena medida del uso que se le dé a esta hortaliza.

La reducción de los desechos que se generan en el uso y aprovechamiento del nopal pueden ayudar a disminuir la huella de Carbono por su utilización y ofrecer al público un producto económico y funcional, considerando que estos desechos mencionados pueden reintegrarse orgánicamente, pero en una menor proporción al subsuelo, por lo que el aprovechamiento integral de esta materia prima puede ser muy importante en nuestro país.

Se reconoce que, en la actualidad, nuevas técnicas se desarrollan para darle utilidad a distintos residuos orgánicos del proceso de producción, y con el encarecimiento de los productos, y los bajos costos que se pagan por las materias primas, se vuelve fundamental proveer al agricultor de diferentes maneras de darle un uso a los desechos que son generados, y que elija la más adecuada para el tipo de desechos que genera, para proporcionarle un ingreso adicional.

La presente investigación surge de las necesidades mencionadas anteriormente, y teniendo en consideración que desde generaciones pasadas se utiliza el nopal para la atención de heridas leves, raspones, quemaduras ligeras, entre otras aplicaciones similares, se utilizan los desechos para evaluar el efecto antiséptico de las partes no utilizadas del nopal, considerando la posibilidad de elaborar un producto con un extracto de estos residuos, y que se pueda proporcionar a bajo costo y generando un beneficio. En el presente trabajo se emplean productos naturales y se les da una alternativa de uso a los que podemos denominar desechos, mejorando de esta manera el ecosistema al utilizar la mayor cantidad de un producto antes de desecharlo.

OBJETIVO GENERAL

- Obtener un extracto a partir de distintas partes del nopal (*Opuntia undulata*) que se aplicado en un medio de cultivo sólido para identificar el efecto antimicrobiano sobre cepas determinadas de microorganismos de origen ambiental, en un marco de respeto por la salud humana.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Cuantificar, a partir del análisis de un solo espacio de producción, la cantidad de residuos del proceso de obtención de nopal para su venta como producto alimentario, que pueda ser utilizada en el proceso de obtención de extracto con fines de producción de antimicrobiano natural.
- Identificar la técnica más apropiada para la obtención del extracto de *Opuntia undulata*.
- Identificar el efecto antimicrobiano de un extracto de nopal sobre microorganismos ambientales.
- Identificar el tipo de microorganismo sobre el que un extracto de nopal tiene su mayor efecto antimicrobiano.
- Reconocer, en medios de cultivo en estado sólido, el tiempo de vida media del efecto antimicrobiano de un extracto de nopal.

- Definir una forma farmacéutica para la presentación del extracto de nopal, de forma teórica, considerando las características del extracto realizado, eligiendo aquella la cual se ajuste a nuestras necesidades, y así mismo, mejor estabilidad química para su conservación.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es el uso que actualmente se le da al nopal, y a sus desechos generados cuando este es utilizado para un fin específico en donde no se utiliza la totalidad del mismo?
- ¿Cuál es el efecto antiséptico que tiene cada una de las partes del nopal, pulpa, cascara, espinas, así como el nopal en su totalidad?
- ¿Qué tan redituable es la manipulación de una de las partes del nopal o su totalidad para la extracción de las moléculas que dotan a dicha parte con efecto antiséptico?
- ¿Cuál viable es la elaboración de un producto farmacológico con efecto antiséptico a base de nopal?
- ¿Cuál sería el efecto antiséptico del nopal, y sobre que microorganismo se puede utilizar teniendo resultados favorables sin que se afecte la microbiota de la parte del cuerpo donde se utilice, que propicie el crecimiento de patógenos que el producto no pueda controlar, variando el efecto daño-beneficio?

HIPÓTESIS

Un extracto elaborado a partir del fruto completo de *Opuntia undulata* tiene un efecto antimicrobiano de amplio espectro, impidiendo el crecimiento de bacterias y hongos, tanto de tipo moho como de levaduras.

HIPÓTESIS NULA

Un extracto elaborado a partir del fruto completo de *Opuntia undulata* no logra tener un efecto antimicrobiano de amplio espectro, impidiendo el crecimiento de bacterias y hongos, tanto de tipo moho como de levaduras.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La obtención de un extracto elaborado a partir de partes diferentes del fruto de *Opuntia undulata* tiene un efecto antimicrobiano, sobre un tipo particular de microorganismo, impidiendo su crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

- Cuchillo.
- Recipiente recolector.
- Balanza granataria.
- Malla de filtrado.
- Recipiente para filtrado.
- Aplicadores.
- Sensidisco de papel filtro.
- Cajas Petri
- Vaso de precipitado.
- Matraz Erlenmeyer.

REACTIVOS

- Agar Dextrosa Sabouraud.
- Agua destilada.
- Materia prima (Nopal)

EQUIPOS

- Equipo de licuado
- Autoclave.
- Estufa de calentamiento.

UBICACIÓN

En la tabla número 6 podemos observar la variedad de Nopal a utilizar, así como, otros nombres con los cuales se le puede encontrar y su registro en CNVV

Tabla 6: Información básica sobre la variedad de nopal a utilizar

Fuente: Elaboración propia, 2022.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	OTROS NOMBRES	No. DE REG, (CNVV)
<i>Opuntia undulata</i>	Bolañera	<ul style="list-style-type: none">• Morada Jalpa• Oreja de Elefante	NOP- 007-221104

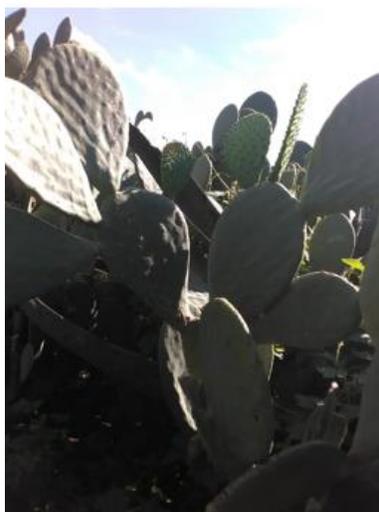
Para la recolección de la muestra se acudió a la zona donde se encuentra la huerta de nopal, ubicada en Maravatío Michoacán con ubicación ([19°48'29.8"N-100°23'17.2"W](#))

PUNTOS DE MUESTREO Y TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestra se llevó a cabo en el área que se conoce con certeza este sembrado con la variedad que se utiliza. Puesto que el área que ocupan la totalidad de las plantas es extensa, se optó por dejar plantas entre sí para ser un muestreo más amplio además de cuidar el recolectar pencas que no estuvieran en su estado adulto.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Llegando al lugar, se reconoció la variedad a la cual se tomó con un cuchillo limpio y recolectando la muestra en recipiente para mantenerla ahí hasta llegar al laboratorio para poder seguir con el proceso de tratamiento de la muestra.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 5: Reconocimiento de la variedad de nopal a utilizar.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 4: Recolección de la muestra ya identificada.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

Las muestras recolectadas fueron seleccionadas antes de su corte, estas deben de estar en un estado “joven” no se discrimino su peso ni la medida que estos tenían puesto que se requiere que estos estén en diferentes tamaños para de esta manera poder realizar un extracto más representativo. El hecho de que se decidiera que las muestras recolectadas fueran en su estado tierno es porque en este estadio tienen una mayor actividad. Contrario a una penca adulta que su función ha pasado a ser de transporte de nutriente, así como de producción de nuevas pencas.

MEDIOS DE CULTIVO

Una vez estando en el laboratorio, se realizaron 20 placas Petri con Agar Dextrosa Sabouraud, para su posterior uso, una de ellas para comprobar el efecto antiséptico.

Para el llenado de las placas con dicho agar se calculó cuantos mililitros se ocupa por placa, para lo cual se realizaron los cálculos considerando la placa como cilindro:

Ecuación 1: Volumen de un cilindro

DATOS:	Formula 1	Sustitución:	Resultado:
V=¿?	$V = \pi r^2 h$	$V = (3.14159) (5.0\text{cm})^2 (1.6\text{cm})$	$V = \underline{25.13272\text{cm}^3}$
h=1.6cm			
r=5.0cm			
$\pi=3.14159$			

Ecuación 2: Volumen total.

Equivalente: $1\text{cm}^3 = 1\text{mL}$

$$\mathbf{V_t = (\# \text{ placas}) (v)} \qquad \mathbf{V_t = (20) (25.13272\text{cm}^3) \quad V_t = \underline{502.6544\text{cm}^3}}$$

El método de preparación es suspender 65g del polvo de agar Agar Dextrosa Sabouraud en un litro (1000mL) de agua purificada. Remojar de 10 a 15 minutos. Mezclar perfectamente, calentar con agitación frecuente y hervir durante un minuto hasta disolución. Esterilizar a 121°C durante 15 minutos (Biooxon, 2014).

Se preparó lo correspondiente a 502.6mL del agua, para lo cual, realizando los cálculos correspondientes, tomando las consideraciones que en el etiquetado del

envase se mencionan, las cuales fueron descritas en el método de preparación antes mencionado, realizando las operaciones siguientes:

Ecuación 3: Determinación la cantidad de agar dependiendo el volumen total

$$\begin{array}{l} 1000\text{mL de agua Dest.} \longrightarrow 65\text{g de Agar D.S.} \\ 502.6544\text{mL de agua Dest.} \longrightarrow X = \underline{32.6725\text{g}} \text{ de Agar D.S.} \end{array}$$

ENSAYOS DE EVALUACIÓN

Para iniciar el proceso de identificación del efecto antiséptico de la muestra de nopal, en especial el efecto que tiene la variedad antes menciona, se llevarán a cabo cinco pesadas de la muestra, cada una de las porciones de nopal descritas en la tabla número 7, será diluido en un porcentaje de agua igual (lo más aproximado posible) para todas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7: Información básica sobre las disoluciones que se realizarán.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Muestra	Cantidad de nopal en gramos	Cantidad de agua empleada en mililitros
01	05	250
02	10	250
03	50	250
04	100	250
05	150	250

Una vez definidas las diferentes medidas de peso, se procedió a realizar las siguientes magnitudes de muestra necesaria para realizar el extracto preparando cinco diferentes muestras, y el agua necesaria (1 200mL) para poder realizar dicho extracto.

Como podrán observar en la siguiente ilustración 6 se lleva a cabo el procedimiento para la extracción del peso del nopal que se va a utilizar.

Ilustración 6: Procedimiento de pesado del nopal para extracción



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 7: Procedimiento de pesado del nopal para extracción.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 8: colocación del agua en nuestro equipo.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 9: Cantidad mínima y máxima de la muestra.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 10: Filtrado de la muestras una vez molidas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 11; Molienda de las muestra.

Se colocó el agua purificada dentro de nuestro equipo, y después colocando la muestra, para tener una medida del agua más exacta nos ayudamos de una probeta, de esta manera de la muestra más pequeña, hasta la muestra más grande, y aunque se comenzó con la muestra más pequeña y subiendo hasta la de mayor masa, se lavó el equipo entre cada una de las muestras para evitar cualquier interferencia no deseada.

Ya obtenido nuestro extracto, se filtra mediante una malla de plástico de cocina (colador) fue colocado en un recipiente pequeño, para después tomar la muestra deseada (impregnación del papel filtro “sensidisco”).

Colocando en una fila cada una de las muestras de la más pequeña a la más grande, observando un cambio de coloración en cada muestra debido a la concentración a la que se encontraba, como se puede observar en las ilustración 11. Es de gran importancia que la impregnación de los sensidiscos se lleve lo más rápido posible para que no se pierda las consistencias físicas del extracto, y que sus características químicas permanezcan hasta el momento de su colocación en la placa.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 12: filtrado de cada medición de la muestra de menor a mayor.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 13: Contaminación de la placa.

Al momento de que se realizaba el proceso de extracto del nopal se llevó la contaminación de la placa al medio ambiente, dejándola destapada a la intemperie, para que al momento de tener lista cada muestra poder llevar A CABO la colocación de cada “sensidisco” correspondiente.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 14: Muestras de menor a mayor y sensidisco para impregnar.

Nota: el sensidisco inicial está elaborado con papel filtro, no contiene nada. Se utiliza un sensidisco por cada filtración, los sensidiscos al igual que los aplicadores al ser productos secos, y por actividad del agua no es necesaria su esterilización.

Colocando un palillo de madera sobre cada muestra, y en otro recipiente se coloca lo que sería utilizado como “sensidisco”, una vez ya estando la placa contaminada, se procedió a impregnar el papel filtro con cada uno de los filtrados, los cuales contienen la muestra triturada y filtrada, y se colocó dentro de la placa. Por debajo de la placa se colocó una señal a cada muestra. Terminado el proceso se llevó a incubación durante 24-48 horas a temperatura ambiente 25°C, y se leía si el sensidisco presenta halo de inhibición o no, leyéndose de la manera en que la siguiente ilustración 14 lo muestra.

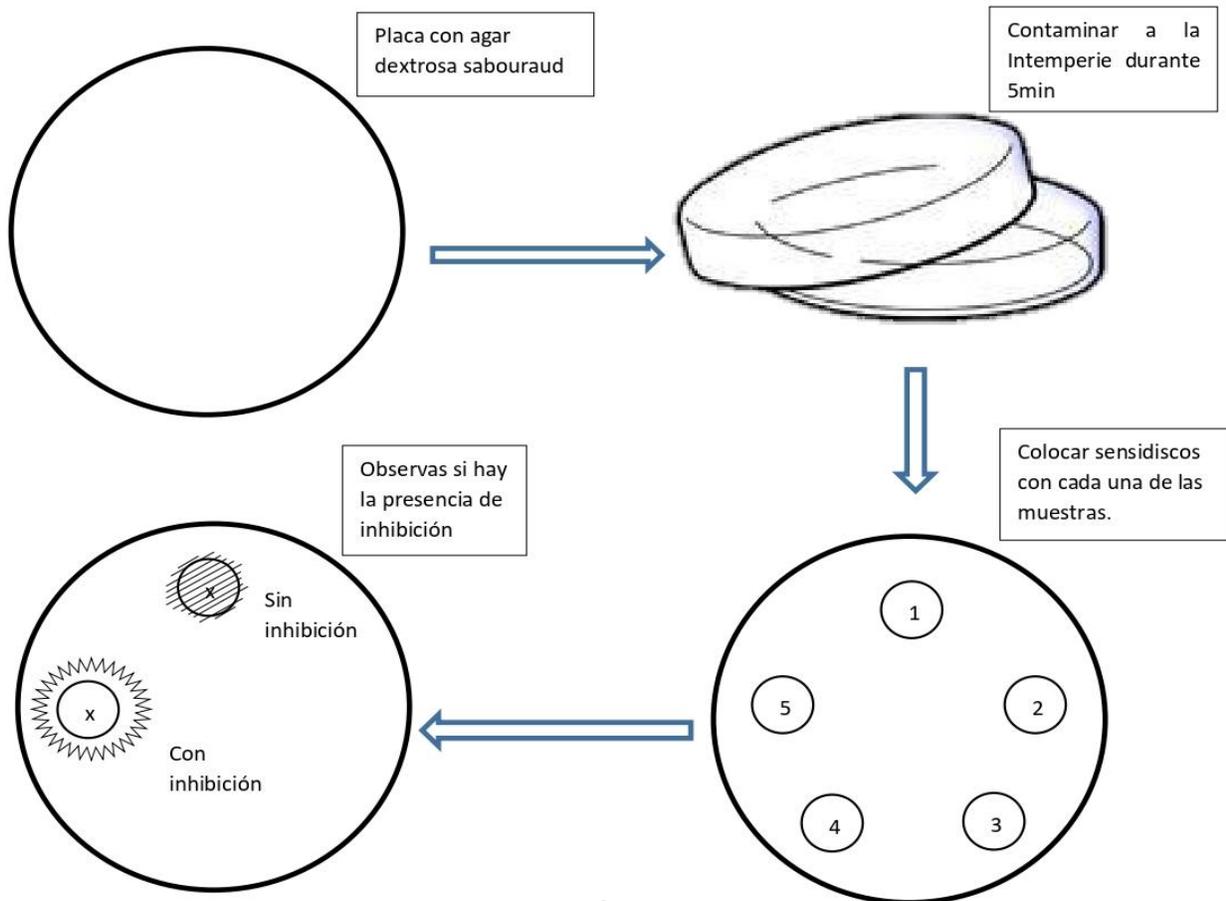
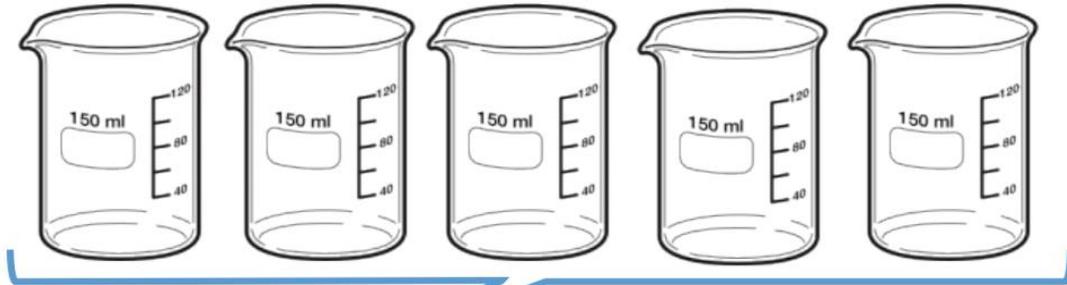
Tabla 8: Número de muestra y parte del nopal donde se recolectó.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Muestra	Cantidad de nopal empleado en gramos	Parte del Nopal donde se tomó la mayor parte.	Contenido de cada Parte del Nopal.
01	05	Inferior	Escasas espinas
02	10	Superior	Abundante espinas
03	50	Media	Equilibrio espinas cascara
04	100	Inferior-Media	Mayor parte cascara
05	150	Inferior-Media	Mayor parte cascara

En la ilustración número 14 se observa un resumen donde se podrá encontrar la información básica de lo que se elabora para llevar a cabo el objetivo del presente documento

Muestra:	1	2	3	4	5
NOPAL:	05g	10g	50g	100g	150g
AGUA:	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 15: Procedimiento generalizado a realizar y forma de reportar.

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA GENERAL DEL MARCO TEÓRICO.

Investigar:

Se realizó una investigación lo más profunda que se pudo en versiones de buscadores especializados en literatura científica o académica, que me permitieron localizar de forma sencilla y rápida un conjunto de información que me resulto de gran ayuda a la hora de realizar este trabajo de investigación científica, así mismo me base en los libros para poder reforzar la información.

Analizar:

Adquiriendo información del método de investigación ya mencionado, se analizó cada uno de los artículos y libros obtenidos, para mediante un criterio de selección con ayuda del Químico tutor; para determinar de esta manera si es era conveniencia agregar dicha información o parte de ella al presente trabajo de investigación dentro del marco teórico, con la finalidad de que sea más directa e idónea para cualquier lector, desde una persona de bajo grado escolar con los conocimientos básicos, hasta profesionales en la materia y puedan dar una crítica y conclusiones sobre el trabajo en general.

Sintetizar:

Una vez se obtuvo la información que más concordancia tenía con nuestro criterio de selección de información se sintetizo para así lograr tener un trabajo preciso, directo y totalmente legible. Quedando la información necesaria, además de utilizar ejemplos en los cuales se describe la producción de la materia prima y los campos en los cuales se puede aplicar, para así, inspirar al lector a desarrollar su propia investigación en una de esas áreas, asimismo se diferencia lo que es nuestro producto de otros con funciones similares, pero procedencia, o efecto dirigido (que se realizó para otra finalidad y puede causar daño si se usa en otra área) diferente.

Concluir:

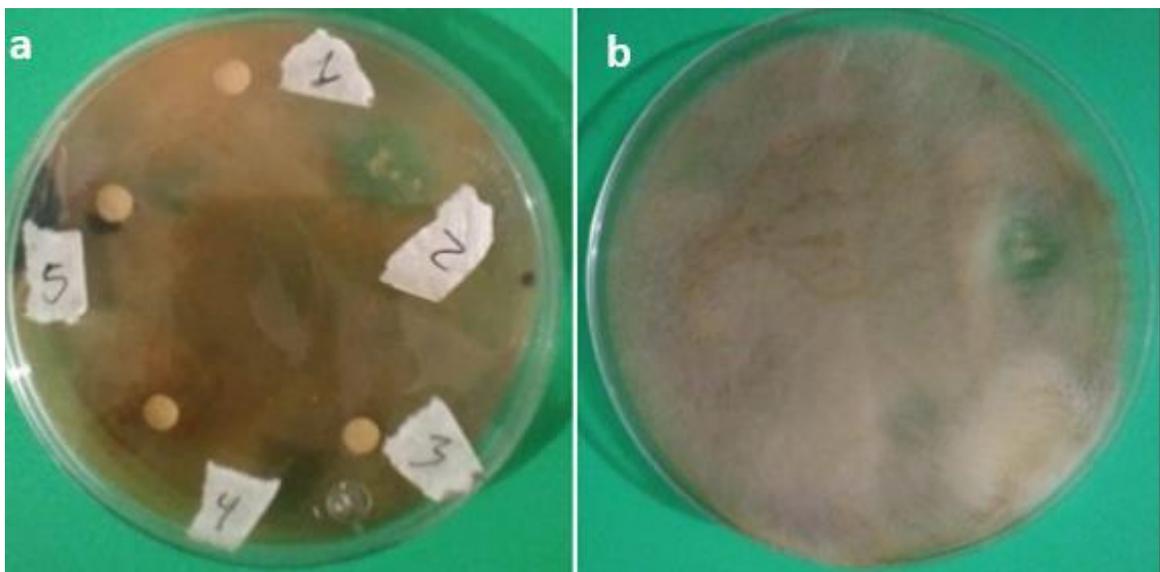
En el debido momento, con un marco teórico, objetivos, metas y resultados claros y obtenidos, nos permitimos discutir los resultados para poder deducir si los

resultados obtenidos, son los esperados y así poder llevar la producción del producto con la forma farmacéutica más adecuada para el fin deseado.

RESULTADOS

Después de haber concluido la experimental, se ha logrado identificar un efecto inhibitorio en una de los discos aplicados a las placas, que corresponde a la que contenía una mayor cantidad de espinas del nopal, por lo cual, se integra que la elaboración de la forma farmacéutica que puede originarse a partir del nopal debe de hacerse con esta parte del fruto, así mismo, se observa una inhibición sobre hongos, por lo que el espectro de acción inicial del extracto se identifica sobre este orden de organismos.

Nota: Se utilizó un fondo verde en las fotografías de la placa contaminada ya con crecimiento microbiano para utilizarlo como contraste, ya que otros colores hacían menos visible el efecto del disco que si presenta inhibición.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 16: Caja petri con desarrollo fúngico vista de ambas caras.

a) Anverso.

b) Reverso.

Como se puede observar en la ilustración 15, se encontró un efecto inhibitorio en uno de los discos, siendo notable el no crecimiento fúngico en los alrededores del disco, el cual contenía 10 gramos de la muestra diluidos y llevados a extracción con 250 mililitros de agua, como se muestra en la tabla 9. Como se puede observar en la ilustración 16, se encontró un efecto inhibitorio en uno de los discos, siendo notable el no crecimiento fúngico en los alrededores del disco, el cual contenía 10 gramos de la muestra diluidos y llevados a extracción con 250 mililitros de agua, como se muestra en la tabla 9 y 10.

Tabla 9: Resultados de la inhibición de cada muestra para hongos.

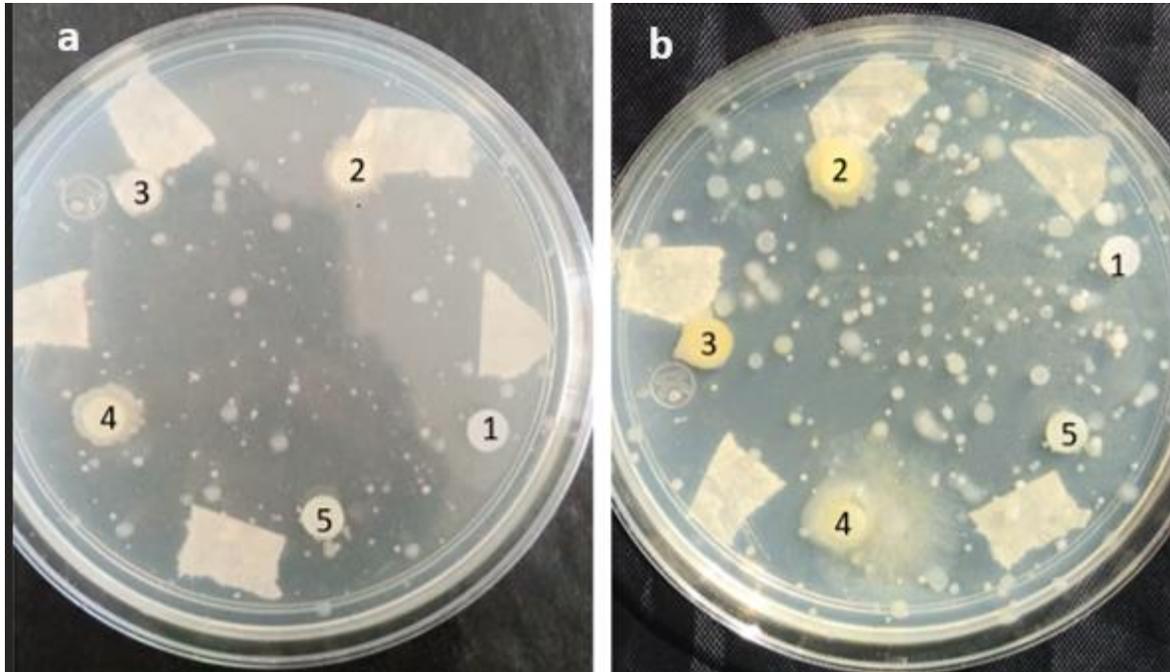
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Muestra	Cantidad de nopal empleado en gramos	Cantidad de agua empleada en mililitros	RESULTADOS
01	05	250	Sin inhibición
02	10	250	Con inhibición
03	50	250	Sin inhibición
04	100	250	Sin inhibición
05	150	250	Sin inhibición

Tabla 10: Resultados de la inhibición de cada muestra para levaduras.

Fuente: Elaboración propia, 2022

Muestra	Cantidad de nopal empleado en gramos	Cantidad de agua empleada en mililitros	RESULTADOS
01	05	250	No inhibido
02	10	250	No inhibido
03	50	250	No inhibido
04	100	250	No inhibido
05	150	250	No inhibido



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ilustración 17: Podemos observar el crecimiento a las 24 (a) y 48 horas (b).

En la ilustración anterior (ilustración 16) podemos observar que el espectro de acción del efecto inhibitorio del nopal no tiene poder alguno dentro de organismos fúngicos, tanto levaduriformes como filamentos, puesto que se puede notar el crecimiento de levaduras y otros hongos cerca, alrededor y sobre el sensidisco, aunque no creció de igual manera en cada uno, no se puede tomar como inhibitorio.

Posteriormente, podemos observar que el crecimiento es desigual en cada uno de los sensidisco. Durante el proceso se observó que las muestras 1 y 5, que es donde menos crecimiento hubo

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se mencionó a lo largo de la presente investigación, el nopal está formado para fines de este análisis hemos dividido en tres partes. La cascara, las espinas, y la pulpa. Cada una de dichas partes tiene en menor o mayor medida los analitos que dotan de efectos antisépticos a nuestro producto. Es de conocimiento antiguo que las espinas son aquellas que en su mayoría proveen de efectos antimicrobianos

al nopal, ya que estas están en la primera línea de defensa contra organismos que la utilizan como nutriente.

En los resultados obtenidos no estamos alejados del conocimiento pues se puede apreciar que aquel halo de inhibición se presenta en el sensidisco número dos, correspondiente al que está representado por mayor espina que otra parte.

No obstante, es necesario realizar la división de cada una de estas partes y majar por individual para de esta manera poder ser más certeros y cuantificar que parte del nopal aporta un mayor efecto antiséptico, o si hay alguna que no presente dicho efecto.

CONCLUSION

El extracto obtenido del nopal efectivamente puede utilizarse para aplicarlo en una posible forma farmacéutica, considerando el tipo de microorganismo que se inhibe, y particularmente, considerando la positividad del resultado, siendo fundamental un análisis de las partes del nopal individualmente, ya que si bien es cierto en el presente trabajo se logró identificar que son las espinas las que presentan una mayor actividad antimicrobiana, se requiere de estandarizar este estudio. Si bien los datos técnicos documentales indicaban que el efecto es posible, no fue sino hasta la realización de la parte experimental que se puede confirmar la positividad del argumento que se sustenta. Al mismo tiempo, al ser un producto accesible para las poblaciones y de fácil reproducción, la obtención se realizó de forma funcional, con procedimientos sencillos, que posiblemente nos permitan ofrecer productos de bajo costo y gran beneficio.

FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

Estandarización de las partes del nopal, y concentración mínima.

Como se menciona en el presente trabajo, la estandarización del reconocimiento del efecto antiséptico de cada una de las partes del nopal por individual es fundamental para conocer con mayor certeza cual parte tiene un efecto antiséptico mayor. Es de suma importancia que se trabaje con la parte que nos dote de una

mayor capacidad inhibitoria, pues de esta manera el concentrado tendrá un mayor efecto antiséptico.

Una vez realizada la determinación de la parte con mayor poder antiséptico es necesario realizar una evaluación de la cantidad mínima inhibitoria, esto quiere decir que tenemos por tarea investigar ¿cuál es la cantidad mínima útil que proporciona un efecto antiséptico? Y de esta manera conocer que cantidad es viable utilizar si se requieren dichos efectos.

Análisis del espectro inhibitorio

Llevando ya a cabo la determinación de la parte que dota al nopal con su efecto antiséptico, se llevara a cabo el análisis para determinar sobre que agentes causales de infección se puede llevar un tratamiento favorable para el paciente. Tales microorganismos serán aquellos más comunes en infecciones, dichos sean de paso: La mayoría de estas infecciones es causada por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* grupo A beta hemolítico. También otros microorganismos pueden estar involucrados ocasionalmente según el contexto clínico.

Coeficiente fenólico

Ya conociendo los microorganismos que son afectados por los efectos antisépticos del Nopal, se requiere llevar a cabo lo conocido como “coeficiente fenólico” en donde se comparará que tan potente es nuestro efecto. Es decir, sembrando en placas microorganismos específicos se colocará un sensidisco de fenol y en otra con el mismo microorganismo un sensidisco impregnado con el extracto de la parte específica del nopal que tiene mayor efecto antiséptico.

Identificación de la forma farmacéutica adecuada.

Ya conocemos las formas farmacéuticas, ventajas y desventajas, por lo cual se debe reconocer que forma farmacéutica es más adecuada para el desarrollo de un producto dotado de efectos antisépticos. Recordemos que las diferentes formas farmacéuticas están para diferentes fines y cada una debe de ser estudiada para obtener un mayor beneficio del producto.

BILIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Ascencio Elvia Martiez cereal extruido para desayuno, a base de harina de nopal con alto contenido de fibra [En línea] // (Microsoft Word - Redacci\363n). - 2011. - https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34902089/generalidades_nopal.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1541545690&Signature=QT3e9TVrOd7Js6GAE6gdsr73Oa8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMicrosoft_Word_-_Redacci_3.

Biooxon BD Manual BD Biooxon [En línea] // AGAR-AGAR. - junio de 2014. - PDF. - 05 de Abril de 2019. - http://www.red-gdl.com/wp-content/uploads/2014/06/Catalogo_Bioxon.pdf.

Bueno Topete Miriam Ruth Evaluación del efecto hipoglucemiante del extracto de nopal (opuntia ficus indica (l) Miller) carente de fibra en ratas wistar con diabetes mellitus inducida por estreptozotocina [En línea] // REPOSITARIO DSPACE. - 1991. - 28 de 02 de 2022. - <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2562>.

Casamada-Humet Núria y Col. 4 Guía práctica de la utilización de antisépticos en el cuidado de heridas [En línea] // GUIA ANTISEPSIA 2 version. - 2002. - http://www.chospab.es/enfermeria/Documentos/guia_antisepticos.pdf.

Castañeda Zamora Mashee Littbarsky y Col. EL PLÁSTICO DEL NOPAL (UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE) [En línea] // feria118_01_el_plastico_del_nopal_una_alternativa_sustentable.pdf. - 06 de Noviembre de 2003. - https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria21/feria118_01_el_plastico_del_nopal_una_alternativa_sustentable.pdf.

Compartido Fideicomiso de Riesgo El Nopal, orgullosamente un producto de México para el mundo [En línea] // gob.mx. - 20 de Enero de 2017. - <https://www.gob.mx/firco/articulos/el-nopal-orgullosamente-un-producto-de-mexico-para-el-mundo?idiom=es>.

Deni Basurto Santos y col Utilidad del nopal para el control de la glucosa [En línea] // Utilidad del nopal para el control de la glucosa. - Monografía, 06-08 de 2006. - 19 de 12 de 2021. - <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2006/un064h.pdf>.

FAO ECOLOGIA DEL CULTIVO MANEJO Y USO DEL NOPAL. [En línea] // ECOLOGIA DEL CULTIVO MANEJO Y USO DEL NOPAL.. - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2018. - 2021 de 12 de 19. - <https://www.fao.org/3/i7628es/i7628ES.pdf>.

Franco-Majano Y col Xenia Gissela ELABORACION DE UN PREPARADO TOPICO A BASE DEL EXTRACTO NATURAL DE HOJAS DE Sansevieria trifasciata laurentii (ESPADA DEL DIABLO) [En línea] // UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. - Septiembre de 2009. - <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2615/1/TESIS.pdf>.

Garcia-Martin Silvia Patricia Colunga VARIACION MORFOLOGICA, MANEJO AGRICOLA Y GRADO DE DOMESTICACION DE OPUNTIA spp. EN EL BAJIO GUANAJUATENSE [En línea] // VARIACION MORFOLOGICA, MANEJO AGRICOLA Y GRADO DE DOMESTICACION DE OPUNTIA spp. EN EL BAJIO GUANAJUATENSE. - 1984. -

https://www.researchgate.net/profile/Patricia_Colunga-Garciamarin/publication/275342952_Variacion_morfologica_manejo_agricola_y_grados_de_domesticacion_de_Opuntia_spp_en_el_Bajio_Guanajuatense/links/553a4330cf2c415bb075f83/Variacion-morfologica-manejo-ag.

Guerra Daniel USO DE ANTISÉPTICOS Y DESINFECTANTES [En línea] // Redalyc.Uso de antisépticos y desinfectantes. - 2005. - <https://www.redalyc.org/pdf/912/91204113.pdf>.

Húad-Marroquín L. A UTILIZACIÓN DEL NOPAL Y OTRAS CACTÁCEAS EN LA ELABORACIÓN DE [En línea] // Microsoft Word - memoria nopal modificada xp.doc. - Mayo de 2010. - <http://www.veralmex.com/pdf/fitofarmacos.pdf>.

Hernández Armando Rosas CARACTERIZACIÓN DEL NOPAL FORRAJERO [En línea] // Universidad Autonoma Agrícola Antonio Navarro. - UAAAN, 01 de 2016. - 2021 de 12 de 21. - <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7934>.

IMSS Nopal, auxiliar en el control de la diabetes y la hiperglucemia: IMSS [En línea] // IMSS PRENSA. - IMSS, 24 de 10 de 2018. - 2021 de 12 de 19. - <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/265>.

J.L. Escobar y cols HIDROGELES. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EN EL DISEÑO DE SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE FÁRMACOS. [En línea] // Escobar2.PDF. - Julio de 2002. - <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/Jul/escobar2.pdf>.

Lerner Dra. Léia Akcelrad Especies silvestres de nopales mexicanos [En línea] // InfGE005.pdf. - 23 de Marzo de 2012. - <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfGE005.pdf>.

Martín Montaner y col Isabel Formas farmacéuticas de liberación modificada y estereoisómeros [En línea] // bit. - Febrero de 2005. - <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiDy9-CzcbgAhVFLK0KHRKFCbAQFjABegQIBxAG&url=https%3A%2F%2Fwww.navarra.es%2Fappsext%2FDescargarFichero%2Fdefault.aspx%3FcodigoAcceso%3DPortalDeSalud%26fichero%3Dbit>.

Matute Walther Iván Girón Antimicrobianos [En línea] // RFCMVol5-2-2008-11.pdf. - 31 de Diciembre de 2008. - <http://cidbimena.desastres.hn/RFCM/pdf/2008/pdf/RFCMVol5-2-2008-11.pdf>.

Orantes y col Jennifer María Borja RECOPIACIÓN BIBLIOGRAFICA DE MATERIALES DE ENVASE PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y TERCIARIOS, PARA LAS FORMAS FARMACÉUTICAS LIQUIDAS, SÓLIDAS Y SEMISÓLIDAS. [En línea] // 16100316.pdf. - Abril de 2006. - <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4988/1/16100316.pdf>.

Pablo Inglese y col. ECOLOGIA EL CULTIVO, MNEJOY USO DEL NOPAL [Libro]. - Roma : Ruth Duffy, 2018. - PRIMERA : Vol. 1 : pág. 244. - ISBN: 978-92-5-130494-5.

Patricio Andrades y cols Curación avanzada de heridas [En línea] // Rev.Cir.4.04.(18).AV. - Junio de 2004. - [http://www.cirujanosdechile.cl/revista_anteriores/PDF%20Cirujanos%202004_04/Rev.Cir.4.04.\(18\).AV.pdf](http://www.cirujanosdechile.cl/revista_anteriores/PDF%20Cirujanos%202004_04/Rev.Cir.4.04.(18).AV.pdf).

Pérez Dianelys Quiñones Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud" [En línea] // Sileo. - Diciembre de 2017. - 25 de junio de 2021. - http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0375-07602017000300009&script=sci_arttext&lng=pt.

Ph.D. Rigoberto y cols Microsoft Word - 2 Caracterización e Identificación de nopal Forrajero.doc [En línea] // portada_contraportada_low. - <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjmmIrg55HgAhWR0VQKHRbHCd8QFjAAegQIChAC&url=http%3A%2F%2Frespyn2.uanl.mx%2Fespeciales%2F2008%2Fee-14-2008%2Fdocumentos%2F02.pdf&usg=AOvVaw2DKio6HSRtN4HYYOryXDuu>.

Roberto Zoppolo y col ALIMENTOS EN LA HUERTA GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO SALUDABLE [Libro] / ed. (INIA) Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. - Montevideo : Hemisferio Sur S.R.L., 2008. - Vol. 1. - ISBN: 978-9974-38-262-6.

Rodriguez Fernando Jimenéz Muñoz y Fleming Martinez UNA ESTRATEGIA PARA LA SELECCION SISTEMATICA DE VEHICULOS EN EL DISEÑO DE FORMAS FARMACEUTICAS LIQUIDAS HOMOGENEAS. [Publicación periódica] // REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS QUÍMICO-FARMACÉUTICAS. - 1995. - págs. p. 19-23.

SADER El cultivo de nopal verdura en la Ciudad de México [En línea] // Delegación SADER Ciudad de México. - Delegación SADER Ciudad de México, 09 de 12 de 2019. - 19 de 12 de 2021. - <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/el-cultivo-de-nopal-verdura-en-la-ciudad-de-mexico?idiom=es>.

Sagar Crece en México el consumo y producción de nopal: Agricultura [En línea] // Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 02 de 12 de 2020. - 19 de 12 de 2021. -

<https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crece-en-mexico-el-consumo-y-produccion-de-nopal-agricultura?idiom=es>.

SAGARPA Cuadro 1. Listado de variedades de nopal inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) con registro definitivo (SAGARPA, 2009). [En línea] // [L_nea_8_Registro_de_variedades_Cuadro_1.pdf](#). - 2009. - https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313514/L_nea_8_Registro_de_variedades_Cuadro_1.pdf.

SAGARPA Estudio de factibilidad para el establecimiento de cultivo de nopal (opuntia) en tierras ociosas en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Zacatecas con fines alimenticios, energéticos y ambientales. [En línea] // [Nopal_Detallado.pdf](#). - 2015. - 19 de 12 de 2021. - https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346982/Nopal_Detallado.pdf.

SAGARPA Nopal, indiscutiblemente mexicano [En línea] // [gob.mx](#). - 24 de Septiembre de 2016. - <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/nopal-indiscutiblemente-mexicano?idiom=es>.

SAGARPA y col Cactáceas Ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. [Libro]. - Saltillo, Coahuila, México : INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS., 2010. - Vol. LIBRO TECNICO No 2 : págs. 3-8.

Sanchez-Saldaña y col Leonardo Antisépticos y desinfectantes [En línea] // SINTITUL-3. - 30 de 06 de 2005. - 2021 de 12 de 21. - http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1468/280_4.pdf.

Santillán María Luisa El uso tradicional de las plantas medicinales, un aporte para la ciencia [En línea] // CienciaUNAM. - María Luisa Santillán, DGDC-UNAM, 10 de Agosto de 2012. - http://ciencia.unam.mx/leer/97/El_uso_tradicional_de_las_plantas_medicinales_un_aporte_para_la_ciencia.

Sauceda Elvia Nereyda Rodríguez USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE [En línea] // Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable . - 1 de Enero de 2011. - http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALES%20EN%20LA%20%20CONSERVACION_Elvia%20Rguez.pdf.

Scheinvar Dra. Leia “ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES DEL NOPAL (OPUNTIA SPP.) PRODUCTORAS DE XOCONOSTLES SILVESTRES Y CULTIVADAS” [En línea] // Informe final Opuntia.pdf. - Enero de 2011. - https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Opuntia/Informe_Final/Informe%20final%20Opuntia.pdf.

SEDURA Incrementa Michoacán su producción de nopal: Sedrua [En línea] // Incrementa Michoacán su producción de nopal: Sedrua. - 29 de Diciembre de 2016. - <http://sedrua.michoacan.gob.mx/incrementa-michoacan-su-produccion-de-nopal-sedrua/>.

Segura Erika Unfried BOLETIN TERAPEUTICO INSTITUCIONAL [En línea] = BOLETIN TERAPEUTICO // 27. - CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL JA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL Área de Medicamentos y Terapéutica Clínica Información de Medicamentos, 2020. - 27. - 2022 de 03 de 01. - <https://www.binasss.sa.cr/27.pdf>.

SEMPSPH Guía de utilización de antisépticos [En línea] // Microsoft Word - Gu.a de utilizaci.n de antis.pticos.doc. - 2012. - http://www.sempsph.com/images/stories/recursos/pdf/protocolos/2012/065_antisept2.pdf.

Silvas Elizabeth Orozco “ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE MUCILAGO DENOPAL-PECTINA: EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MECÁNICAS” [En línea] // Tesis Eli (3).pdf. - 11 de 2017. - 2021 de 12 de 21. - <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67766/Tesis%20Eli%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SMAE NC MCS Ana Bertha Pérez Lizaur SISTEMA MEXICANO DE ALIMENTOS EQUIVALENTES [Libro]. - MÉXICO : OGALI, 2014.

SNICS Generalidades de la Red Nopal [En línea] // Nopal (Opuntia spp.)*. - Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 01 de 08 de 2017. - 2021 de 12 de 21. - <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/nopal-opuntia-spp>.

SSNIC Nopal (Opuntia spp.)* [En línea] // gob.mx. - 01 de Agosto de 2017. - <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/nopal-opuntia-spp>.

Tobón Sergio, ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA FORMAR COMPETENCIAS. MÓDULO V. LA CARTOGRAFÍA CONCEPTUAL (CC) [En línea] // CiberEduca.com. - 09-29 de Febrero de 2004. - <http://www.cibereduca.com>.

Torres-Ponce Reyna Lizeth, Col. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en [En línea] // Sin título-1. - 13 de Agosto de 2015. - <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n5/v6n5a18.pdf>.

Torres-Ponce Reyna Lizeth., y col. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal* [Publicación periódica] // Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. - México : [s.n.], 5, de junio-agosto, de 2015. - Vol. 6. - págs. 1129-1142.

Uresti Adriana Hernández Nopal sabroso, benéfico y barato [En línea] // Alimentación y nutrición. - 06 de Septiembre de 1998. - https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_06/nopal_sep06.pdf.

Varnero T. M y V. García de Cortázar EL NOPAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES [En línea] // Microsoft Word - memoria nopal modificada xp.doc. - 2006. - <https://docplayer.es/13345576-El-nopal-en-la-produccion-de-biocombustibles.html>.

Verges E Formas Farmacéuticas [Sección de libro] // Farmacología Médica. / aut. libro Malgor L y Valsecia M. - Buenos Aires : [s.n.], 1999.

Villar David Fármacos antimicrobianos [En línea] // Microsoft Word - Antimicrobianos-parte-I.doc. - MAYO de 2010. - http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/269568/mod_page/content/3/Antimicrobianos/Antimicrobianos-apuntes-mayo-2010.pdf.

Villavicencio Gutierrez eulalia edith y cols CACTACEAS ORNAMENTALES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE QUE SE DISTRIBUYEN EN COAHUILA, SAN LUIS POTOSI Y NUEVO EON, MEXICO [Libro]. - SALTILLO : INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALE, AGRICOLAS Y PECUARIAS., 2010. - Vol. 1.

Volonté María Guillermina y col Análisis farmacéutico [Libro]. - Buenos Aires, Argentina : Editorial de la Universidad de La Plata, 2013.