

00521
78



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"OBTENCION Y CUANTIFICACION DE TANINOS A PARTIR DEL CASCALOTE Y DISEÑO DE LA INGENIERIA BASICA PARA SU PRODUCCION"

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

T E S I S
REALIZADA EN FORMA MANCOMUNADA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
INGENIERA QUIMICA
P R E S E N T A N :
JUAN PABLO LOPEZ BENITEZ
DANAE CRUZ CATALAN



MEXICO D.F.



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACION

DISCONTINUA

• **JURADO ASIGNADO:**

PRESIDENTE: PROF. JOSÉ MARÍA GARCÍA SAIZ
VOCAL: PROF. JOSÉ ANTONIO ORTÍZ RAMÍREZ
SECRETARIO: PROF. JOSÉ GUADALUPE PÉREZ RAMÍREZ
1er SUPLENTE: PROF. BENJAMÍN RUIZ LOYOLA
2do SUPLENTE: PROF. RAUL ALEJANDRO VALENZUELA MONJARÁS

• **Sitio donde se desarrolló la Tesis:**

Laboratorios 25, 39 y 40, Departamento de Física-Química,
Instituto de Física, UNAM.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**Dr. JOSÉ GPE. PÉREZ RAMÍREZ
ASESOR DEL TEMA**

**JUAN PABLO LÓPEZ
BENÍTEZ**

**DANAÉ CRUZ
CATALÁN**

autoriza a la Dirección General de Bibliotecas
UNAM a difundir en formato electrónico el
contenido de este trabajo.
NOMBRE: Juan Pablo López Benítez y Dánae Cruz Catalán
FECHA: 25 de Junio 2003
FIRMA: Juan Pablo López Benítez

- Agradecemos al SIN por el apoyo económico brindado en el desarrollo de este proyecto.
- Por su asesoría y comentarios en el desarrollo de la ingeniería básica comprendida en este proyecto, agradecemos al I.Q. José Antonio Ortiz Ramírez.
- Agradecemos al Profesor José María García Saiz por su dedicación y sus opiniones muy valiosas acerca de este trabajo.
- Agradecemos a la M.C. Jacqueline Cañetas Ortega y al M.C. Carlos Raúl Magaña Zavala, encargados del microscopio electrónico de barrido (MEB) del Laboratorio de Microscopía del Instituto de Física de la UNAM, por su apoyo en este proyecto.
- Agradecemos al Físico Roberto Hernández Reyes y a Pedro Mexía Hernández por el apoyo mostrado en el microscopio electrónico de transmisión del Laboratorio de Microscopía del Instituto de Física de la UNAM.
- Agradecemos al Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico del Instituto de Física de la UNAM, por el apoyo brindado en el desarrollo de la espectroscopia de infrarrojo.
- Por sus comentarios y apoyo en el desarrollo de la cuantificación de ácido tánico en los taninos a la M.C. Hilda Calderón, encargada del espectrofotómetro del Departamento de Alimentos y Biotecnología, en el Grupo de Investigaciones de Tecnologías Limpias, Lab. 201 de la Facultad de Química en la UNAM.
- Una mención para Antonio Morales Espino y para el I.Q. Manuel Aguilar Franco por sus comentarios y asesoría en el uso del difractor de rayos X. Gracias por las experiencias gratas en el laboratorio, por hacer del trabajo una forma de equipo, sinceramente gracias...
- En especial agradecemos al Dr. José Guadalupe Pérez Ramírez por su interés real en el alumno, por su forma de ver la vida, por su pasión en la investigación, pero sobre todo, por su enseñanza y asesoría profesional y de vida para con nosotros, siempre llena de paciencia, exigencia, entrega y energía. Un sincero GRACIAS al siempre bien recordado Bokhimi...
- Y no por último menos importante, a la UNAM, nuestra "Alma Mater", que nacimos conociéndola como un equipo de fútbol soccer, que crecimos viéndola como la mejor institución formativa en México y Latinoamérica, y que vivimos y viviremos siendo siempre de su raza y hablando con el espíritu que ella profesa, llevándola siempre en alto tal y como debe estar... Gracias a nuestra Universidad... Como no te voy a querer si mi corazón es azul y mi piel dorada...

- A mi madre, que ha cargado con la responsabilidad solitaria de formar a sus hijos..., lo has hecho bien, nada de lo que soy hoy sería posible sin tu amor, entrega, dedicación, pasión, regaños y consejos. Gracias a una de las mujeres más importantes en mi vida, este trabajo es tuyo, es para ti, es la prueba fiel de que tu trabajo conmigo tuvo éxito. Gracias mamá, te admiro y te amo...
- A mi Tita, porque eres motivo de admiración y lucha. Eres mucho más que una abuela cualquiera, eres mi amiga y consejera a quien quiero y debo también mucho de lo que hoy soy. Estaremos bien..., mañana será otro día...
- A mi hermano Luis por sus consejos, apoyo y entrega. Siempre fuiste mi ejemplo a seguir, y lo sigues siendo. Te admiro, respeto y quiero. Gracias por ser como eres. Vendrá el tiempo futuro y realizaremos muchos sueños platicados cuando niños...
- A Kika que fuiste el catalizador para el bienestar de mi hermano, eres una gran persona, tienes ángel... Gracias por escucharme y por hacernos felices, sobre todo a mi carnal. Te quiero de sobremanera, no olvides que ya eres parte de nosotros y como tal, no puedes faltar más...
- A mi hermana Laura por sus risas y desabores, gracias por los consejos y por el hombro ofrecido. Ese vínculo que nos une es mas fuerte cada día, ojalá y podamos seguir alimentándolo con el paso del tiempo. Recuerda que tienes un gran motivo por el cual vivir enteramente. Te quiero sin más...
- A Lobo por sus sabios consejos..., eres uno de los mejores Ingenieros sin serlo. En verdad te admiro. Que más decirte si sabes lo que pienso de tí!!! Gracias por no soltar a mi hermana ni a tu mayor amor, tu hijo. Gracias por todo..., eres mi amigo y te quiero.
- A mi hermana Ana, aquella de la risa chistosa, con la forma distinta de ver la vida..., no dudes que tenemos un nexo muy fuerte y no se romperá nunca. Gracias por estar ahí en todo momento hombro a hombro conmigo. Espero encuentres la felicidad plena en tu vida... te quiero...
- A mi hermanita Pamela, la pequeña de la casa con carácter difícil..., te quiero mas de lo que te imaginas, eres la alegría en la casa y no debes dudarlo. Gracias por escucharme y por darme el consejo oportuno. Dale que te espera mucho por delante, y seguramente, ahí estará luchando contigo.
- A mi tía Luisa por plasmar en mí su confianza y cariño. Siempre serás mi tía consentida, y por mucho... Admiro tu fortaleza y lucha hacia la vida. Gracias por creer en mí y apoyarme en cada momento... Te quiero...
- A Paty Villalva por los caminos que hemos recorrido juntos, por ser motivo de mi felicidad, por impulsarme a seguir recorriendo el camino, por hacer de mí mejor persona... Gracias por ser única y por entregarte sin temor a equivocarte... Gracias por ser como eres, te admiro y respeto. Simplemente te quiero, simplemente te amo...
- A la familia Villalva, por sus consejos y su singular vida, porque todos son muy especiales.
- A Irma, Marcela, Juan, Itzel, Cristina, Dánae, Nesim, Poncho, Mariana, Héctor, Sandra, porque entramos a un salón de clases siendo compañeros, y salimos de él siendo verdaderos amigos... gracias por hacer de los momentos simples los más valiosos en mi vida, gracias por estar ahí, lo estarán en muchos más... los quiero a todos, gracias a esa banda...
- Gracias a todos los compañeros de la Facultad que estuvieron ahí, que colaboraron en mi proyecto de vida. Son muchos, pero ustedes saben a quien me refiero, a todos ustedes gracias.
- A Víctor G., Andrés Ch., Monseaur, Edith M., Gabriel T., Pepe G., Jorge R., Aarón A., Lalo G., Juan Carlos A., Jaime Obregón, que gracias a ustedes los momentos libres tomaron un gran valor. Gracias por los consejos brindados, gracias por ser como son, los deseo lo mejor en su vida. Los amigos sobre todas las cosas, los amigos son para siempre... a todos los quiero.
- Agradezco a todos los que influyeron en mí de una u otra manera, a los del fútbol rápido, a mis grandiosos maestros, a los de Escuadrón, a los de la vida diaria y cotidiana. Espero sepan que son muy especiales para mí.

A MIS PADRES

Quienes han recorrido un largo camino a mi lado, demostrándome en todo momento su apoyo, amor y comprensión sin esperar nada a cambio.... Gracias

A MIS HERMANOS

Por la paciencia, los momentos que compartimos y la ayuda que me brindan día a día, gracias por soportarme.

A MIS FAMILIARES

Por el apoyo que me han dado.

A MIS AMIGOS

Por su amistad, apoyo incondicional y aceptarme.

OBTENCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TANINOS A PARTIR DEL NACAZCÓLOTL Y DISEÑO DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA SU PRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	5
2.1 Tintas en el México Antiguo	5
2.2 Taninos	9
2.2.1 Generalidades	9
2.2.2 Propiedades	10
2.2.3 Clasificación	10
2.2.4 Usos de los taninos	13
2.3 Métodos y técnicas utilizadas	13
2.3.1 Difracción de Rayos X (XRD)	13
2.3.1.1 Medición de la difracción de rayos X	15
2.3.1.2 Interpretación de patrones de difracción	15
2.3.2 Microscopio electrónico de transmisión	15
2.3.3 Microscopio electrónico de barrido	15
2.3.4 Espectroscopia de infrarrojo	16
2.3.5 Método ISO 9648: 1988 (Determinación de taninos en sorgo)	17
3. OBJETIVOS	18
4. DESARROLLO EXPERIMENTAL	19
4.1 Equipos y materias primas	19
4.2 Pruebas de extracción de taninos	20
4.2.1 Métodos de extracción según la bibliografía	20
4.2.1.1 Método 1	20
4.2.1.2 Método 2	20
4.2.2 Método de extracción de taninos propuesto	20
4.3 Pruebas químicas a los taninos	21
4.3.1 Solubilidad de los taninos	21
4.3.2 Efecto de la temperatura en los taninos	21
4.3.3 Acidez de los taninos	22
4.3.4 Astringencia de los taninos	22
4.3.5 Color de los taninos	22
4.4 Cuantificación de ácido tánico en los taninos	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1 Análisis de los métodos de extracción bibliográficos	24
5.1.1 Método 1	24
5.1.2 Método 2	24
5.2 Análisis de las pruebas de caracterización para proponer un método de extracción	24
5.2.1 Difractómetro de rayos X	25
5.2.2 Microscopio electrónico de barrido	25
5.2.3 Microscopio electrónico de transmisión	26
5.2.4 Espectroscopia de infrarrojo	26
5.3 Método de extracción de taninos propuesto	28
5.4 Análisis de las pruebas químicas a los taninos	27
5.4.1 Solubilidad de los taninos	27
5.4.2 Efecto de la temperatura en los taninos	28

5.4.3 Acidez de los taninos	28
5.4.4 Astringencia de los taninos	29
5.4.5 Color de los taninos	29
5.5 Cuantificación de ácido tánico en los taninos	29
6. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA	32
6.1 Diagrama de Gannt	32
6.2 Estudio de mercado	34
6.2.1 Descripción del producto	34
6.2.2 Obtención, usos y aplicaciones	34
6.2.3 Especificaciones del producto	36
6.2.4 Análisis de la oferta y la demanda	37
6.2.5 Mercado a cubrir	39
6.2.6 Materias primas y disponibilidad	39
6.2.7 Precios y comercialización	41
6.2.8 Localización de la planta industrial	42
6.3 Estudio de factibilidad	43
6.3.1 Índices de costos	43
6.3.2 Retorno de la inversión	44
6.3.3 Valor presente neto	44
6.4 Balance de materia	46
6.4.1 Fase I	46
6.4.2 Fase II	52
6.5 Bases de diseño	57
6.5.1 Generalidades	57
6.5.2 Capacidad, rendimiento y flexibilidad	57
6.5.3 Especificaciones de las alimentaciones del proceso	58
6.5.4 Especificaciones de los productos	58
6.5.5 Condiciones de las alimentaciones en los límites de batería	58
6.5.6 Condiciones de los productos en los límites de batería	58
6.5.7 Agentes químicos	58
6.5.8 Servicios auxiliares	58
6.5.9 Instrumentación	60
6.5.10 Sistema eléctrico	61
6.5.11 Sistema de seguridad y protección contra incendios	62
6.6 Criterios de diseño	65
6.7 Diagrama de bloques	67
6.8 Descripción del proceso	68
6.9 Nomenclatura del equipo	70
6.10 Diagrama de flujo del proceso (DFP)	71
6.11 Diagrama de tuberías e instrumentación (DTI)	74
6.12 Diseño de equipo	75
6.13 Lista de equipo	80
6.14 Estado pro forma de resultados	81
7. CONCLUSIONES	82
8. RECOMENDACIONES	85
9. REFERENCIAS	86
10. APÉNDICE	89

1. INTRODUCCIÓN.

La Ingeniería Química tiene como principal punto de existencia el desarrollo de las industrias para la producción masiva de un producto cualquiera. Actualmente, un Ingeniero Químico se desempeña en campos administrativos y de ventas en su mayoría. La pregunta es evidente, ¿Porqué el Ingeniero Químico no se desarrolla en su campo de trabajo original, teniendo los conocimientos de la Ingeniería y de la Química?

La respuesta es sencilla. Al no existir una cultura de crecimiento industrial en el país 100% mexicana, ni medios económicos suficientes para desarrollar proyectos debido a la situación en la que vive el país; el Ingeniero Químico a tenido que buscar nuevos horizontes en la búsqueda de subsistir haciendo lo que sabe. Aunado a ello, se encuentra la gran competencia extranjera en nuestro país, con grandes inversiones, infraestructura y mercado. Es por esto, que se escucha decir que los Ingenieros Químicos en México, son actualmente "mano de obra calificada"; concepto duro de aceptar, fácil de asimilar.

Por todo esto, este trabajo tiene dos propósitos primordiales.

El primer propósito es comprobar mediante las pruebas experimentales que los taninos obtenidos por el método propuesto a partir del nacazcóloli, tiene las mismas características que los taninos que se comercializan en la actualidad.

El nacazcóloli posee una gran cantidad de taninos; ese es el punto de partida. Se ha desarrollado la fase experimental para conocer las propiedades de sus extractos, con el fin de saber si el producto obtenido es competente con el que actualmente se comercializa, además de proponer un método de extracción respecto a estos resultados. Apoyados de equipos como el difractómetro de rayos X, los microscopios electrónicos de barrido y de transmisión, y espectro de infrarrojo, conocemos, sin temor a equivocaciones, la igualdad de calidad y propiedades químicas de nuestros productos respecto a los que se comercializan.

A través de la investigación y experimentación, conocemos que existe una gran confusión en términos químicos e industriales, ya que lo que se vende en realidad no es ácido tánico sino taninos, lo cual también comprobamos en este trabajo. Por lo mismo, se ha realizado la cuantificación del ácido tánico en los taninos.

Con el fin de pasar del laboratorio a lo industrial, generando una industria limpia y utilizando recursos naturales que son considerados basura, se realiza el diseño la Ingeniería Básica, la cual se diseña en base a la metodología de extracción y obtención de taninos utilizados en el laboratorio

Partiendo de la recuperación de información prehispánica, se han realizado todos los estudios necesarios para conocer la factibilidad existente para la producción de taninos en forma industrial. Realizando el estudio de mercado, conocemos la oferta y demanda de taninos; es decir, como es el mercado nacional e internacional.

El segundo propósito es el desarrollo de una industria 100% mexicana, de baja inversión en la cual se generen utilidades, explotando materia prima existente en el país que está olvidada. Esto conlleva al desarrollo pleno del Ingeniero Químico, ya que podrá aplicar sus conocimientos de Ingeniería y de Química para la producción masiva de un producto.

El tercer propósito es cooperar con un granito de arena a la independencia industrial que México ha buscado desde hace muchos años, pero que por diferentes carencias económicas y de visión no se ha logrado. Realizando una industria competente en el mercado, se generaría riqueza en el pueblo, ya que el total del dinero obtenido se quedaría en movimiento dentro del país, y no como actualmente ocurre, que las utilidades son llevadas al país donde es originaria la industria, dejando solamente en México un pequeñísimo porcentaje de sus múltiples ganancias.

México es un país que presenta una gama muy amplia en el mercado. Ha sido poco explotado, y es prácticamente nuevo en comparación de los grandes mercados internacionales, como los de Norteamérica, el Japonés y los Europeos. Se necesita de una visión clara y objetiva, un trabajo serio y la fortaleza de acción, para invertir en un negocio en México, ya que por las mismas condiciones del mercado nacional en donde solamente pocos gozan de la competencia, el mercado se encuentra muy viciado. Como es lógico, nadie quiere ceder, y menos quiere regalar; es por esto, que al tener una visión amplia del mercado y el conocer ciertas "mañas" existentes en él, facilitan el manejo del producto en su introducción y supervivencia.

La generación de empleos es un punto importante en nuestro país. Al impulsar una industria se genera riqueza económica y social, algo que sin duda, hace falta a nuestro pueblo.

Hay que vencer el miedo de competir con el más fuerte, hay que hacerlo con sabiduría y acción. Dejemos que por la raza hable el espíritu...

2. ANTECEDENTES.

2.1 Tintas en el México Antiguo.

En el México antiguo se producía la tinta negra por dos métodos diferentes:

- El primero de ellos se producía empleando el negro de humo que se producía al quemar ocote.
- El segundo se producía al mezclar un fruto llamado *nacazcóloli* con un mineral llamado *tlalíac*.

En el Códice Florentino ⁽¹⁾ se describe el uso de estos dos últimos materiales en tres escrituras diferentes.

La primera de ellas está en la escritura antigua usada en el centro de México.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La segunda está en Idioma Náhuatl y grafía latina, y dice así:

9 Nacazcolot: tonation in non
 chivtia, vai quaujit-iltlaa quillo.
 nixtoaa itechquijitica nacazli.
 toan colotl. quijtoz nequij iuti
 quijit nacaztonthi, colochtonthi.
 coyiltonthi, ilacazpil, melacton
 thh, melacacatonthi, Hatlacpil,
 cujchevac: ian ipan qualli tex
 io, tetexio, icenca qualli nijiac,
 in tláaca oxió, ooxio, cacallic,
 cacaltric, cacalpatic, cacalric, Na
 Huiyalorij, Havištecolpalorij,
 ipalora in vištecolli, niapalli.
 Hacuylolorij, terra chioalorij.
 Nihapa, nijtlapapa, nijtlacapat
 pa, nijvištecolpa, nijvištecolotli
 va, nijtlaujítecolaquja, nijtla
 vištecolotlia.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Mientras que la tercera está en Idioma Castellano y dice:

*Ay en esta tierra un fructo
de un arbol que se cria en tierras calie
tes: el qual fructo nos es de comer, llama
se este fructo nacazcolotl, usa se este
fructo para con el y con aquella tierra
que se llama Haliryac y hazeche, y co
cas parras de granadas, y con goma
que llama mysquijopalli se haze muy
buena tinta para es creuix.*

Esta tinta se siguió usando, aún por los españoles, después del 13 de agosto de 1521, fecha de la caída de México Tenochtitlan. Fecha que marca un punto crítico en el desarrollo del conocimiento en nuestra civilización, la civilización mexicana.

Hoy en día se sigue usando el fruto de nacazcolotl para el curtido de pieles y se sabe que su poder curtiembre se debe a la cantidad de taninos que contiene. ^[19-20-21-22] Estos taninos al reaccionar con los cationes contenidos en el mineral *Italiac*, da origen a complejos tánicos que al oxidarse se vuelven muy oscuros e insolubles. Dado que no hemos podido identificar el mineral *Italiac*, por los antecedentes que se dan en el Códice Florentino y su identificación con aceche y con caparrosa y su descripción física, lo más probable es que el catión que lo caracteriza sea hierro o cobre, lo cual esperamos corroborar al estudiar documentos elaborados en México poco después del 13 de agosto de 1521.

El punto interesante es que el fruto nacazcolotl lo hemos podido identificar y recuperar partiendo de documentos antiguos que son fuentes confiables sobre el conocimiento que se tenía antiguamente en México. Esto nos ha permitido analizar y comprobar su alto contenido de taninos y en especial de ácido tánico.

Quizás estas son las más antiguas referencias de la utilización del fruto de nacazcolotl como fuente de taninos, aunque no descartamos que se encuentren fechas más antiguas a partir de datos arqueológicos.

El nacazcolotl es el fruto del árbol nacazcolocuahuitl, conocido actualmente como cascote e identificado con el nombre científico de *Caesalpinia coriaria*. En Sudamérica este árbol es llamado Divi-Divi ^[8-20-22-33]. Es un árbol que crece en varios estados de la República Mexicana siendo los más importantes Guerrero y Michoacán ^[19-20-21-22], en las referencias también se mencionan Oaxaca, Chiapas, Colima, San Luis Potosí y Jalisco.

Figura 1. Árbol de nazaccolocuahuiltl

Las características más relevantes del árbol reportadas en la literatura y corroboradas por nosotros, son las que se menciona a continuación:

1. La altura del árbol es de 6 a 9 metros.
2. El árbol dura aproximadamente 100 años.
3. El desarrollo del árbol es silvestre, aunque su cultivo no representa un problema.
4. Deben pasar 6 años para que un árbol nuevo de su primera cosecha de frutos.
5. Existe un periodo de cosecha al año, comprendido entre diciembre y marzo.
6. De cada árbol se obtienen de 40 a 80 Kg. de fruto por temporada.

Las características del fruto se enlistan a continuación:

1. El fruto está formado por 3 partes características.
 - a) Una capa fibrosa que protege las semillas, que tiene una proporción del 18%.
 - b) Un polvo amarillo en la superficie exterior, con una porción de 60%.
 - c) Una capa no fibrosa que cubre al polvo amarillo y a la capa fibrosa, con una proporción del 22%.
2. Las medidas del fruto son:
 - a) Largo: de 4 a 9 cm.
 - b) Ancho: aproximadamente 2.5 cm.
 - c) Espesor: 4 mm.
3. Cuando se seca adquiere la forma de S.

Figura 2. Nacazcólottl.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.2 Taninos.

2.2.1 Generalidades.

El término tanino se ha aplicado a sustancias con la capacidad de convertir a las fibras del colágeno, presentes en la piel de los animales en estructuras impenetrables a ataques microbianos y resistentes a la degradación en condiciones extremas de humedad y temperatura.

Son sustancias orgánicas que se encuentran en el reino vegetal y que tienen propiedades comunes aunque difieren entre sí por la constitución química, la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración.

Desde el punto de vista biológico los taninos son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación. Debido a su propiedad de astringencia puede proporcionar una protección a las plantas directamente en contra de predadores como son: mohos, bacterias, insectos y pájaros, por lo cual se les considera como pesticidas biológicos.

Los taninos se producen en diversas partes de las plantas, como son: corteza, maderas, hojas, frutos, raíces y también son el resultado de los tumores que diversos insectos producen en muchos árboles o arbustos, excrecencias o agallas es con el nombre con el que se conocen. A continuación se mencionan algunas de las especies vegetales proveedoras de taninos más conocidas en el mercado.

1. Taninos de cortezas: Mimosa, Encina, Roble, Pino, Pino de Canadá ó Hemlock, Abeto, Acacia, Olmo, Sauce, Mangle y Maletto.
2. Taninos de maderas: Encina, Castaño, Quebracho, Quebracho Colorado, Urunday, Tizera y Catecú.
3. Taninos de hojas: Mangle, Zumaque de España, América y Francia.
4. Taninos de frutos: Nacascaloti, Valonea, Mirobolano, Tari y Algarrobbillo.
5. Taninos de raíces: Kermiak, Palmera de Florida y Caña Agría.
6. Taninos de excrecencias: Agallones, Agallas de Alepo, Francia, Istria y China.

Entre los miembros del reino vegetal comestibles que contiene taninos se encuentran: las habas, chícharos, frijoles y sorgo; también se encuentra en frutas, vino tinto y té. En la literatura se encuentra reportado el contenido de taninos en el sorgo, el haba y algunas frutas.

Tabla 1. Contenido de taninos en el sorgo antes del reventado por el método ISO 9648: 1998.^[18]

Muestra	Concentración (mg ácido tánico/100g muestra)
Sorgo Blanco (SB)	8.310
Sorgo Mezclado (SM)	14.996
Sorgo Rojo (SR)	21.275

Tabla 2. Contenido de taninos expresados como ácido tánico (%).^[17]

Muestra	A	B
Cacahuanano	0.987 ± 0.002	1.418 ± 0.025
Napahuite	0.124 ± 0.008	0.453 ± 0.002
Colorin	0.197 ± 0.009	0.273 ± 0.002
Mamey	1.977 ± 0.025	4.266 ± 0.029

A Harina Integral
B Harina Desengrasada

Tabla 3. Contenido de taninos en algunas frutas.^[18]

Fruta	Contenido de fenoles (fenoles totales)
Manzana	0.1 – 1g / 100g peso fresco
Plátano	0.53g / 100g peso fresco
Cereza	0.2g / 100g peso fresco

2.2.2 Propiedades.

Los taninos presentan las siguientes propiedades.

1. Son astringentes.
2. Transforman la piel en cuero.
3. Punto de inflamación de 199°C
4. Tienen un ligero olor característico.
5. Solubles en agua, alcohol y acetona.
6. Poco tóxico por ingestión o inhalación.
7. La exposición a la luz oscurece su color.
8. Temperatura de auto ignición de 528.5°C.
9. Peso molecular entre 500 y 3000 Daltons.
10. Su color va del amarillo al castaño oscuro.
11. Precipitan en negro o en verde las sales férricas.
12. Precipitan gredenina, alcaloides y otras proteínas.
13. La fórmula $C_{14}H_{14}O_{11}$ es considerada como la del tanino común.
14. Funcionan como ácidos débiles combinándose con las bases metálicas.
15. Cuando se calientan a 210 °C, se descomponen, producen pirogalol y dióxido de carbono.

2.2.3 Clasificación.

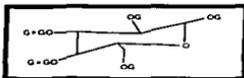
La clasificación de los taninos se hace con base en los siguientes dos criterios:

1. Origen
 - a) Taninos fisiológicos: son el resultado de las funciones metabólicas de la planta.
 - b) Taninos patológicos: son una respuesta al ataque de insectos, ya sea por ovo posición o por picadura.

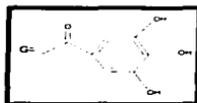
2. Productos resultantes de la destilación seca:

- a) **Taninos hidrolizables:** su estructura consiste en un centro de azúcar al cuál se unen moléculas de ácido gálico mediante enlaces éster, formados entre el grupo hidroxilo del carbohidrato del compuesto fenólico.

Son poliésteres que resultan fácilmente hidrolizables por ácidos ó enzimas para dar como producto de reacción azúcares alcoholes polihídricos y ácido fenol carboxílico.



Tanino hidrolizable



Ácido gálico

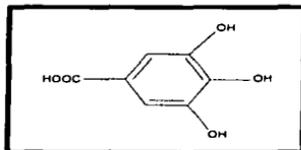


Ácido gálico esterificado

Se subdividen en:

- ❖ **Galotaninos:** da como producto de hidrólisis el ácido gálico como único compuesto fenólico, más el azúcar con el cual forma glucósido.

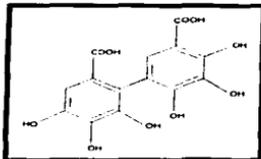
Su principal representante es el ácido tánico, el cual es una mezcla de derivados de ácido gálico. Está compuesto por 21% ácido gálico, 7% ácido m-digálico, 3% pentagaloligucosa, 1% ácido trigálico, y el resto en forma de glucósido como galotanino. Es común en las agallas del encino y en la raíz del zumaque.



Ácido Gálico.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

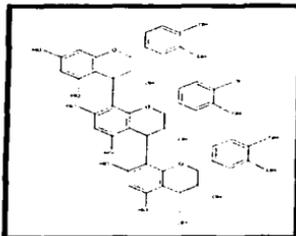
- ❖ **Elagitaninos:** da como producto de hidrólisis el ácido hexahidroxidifénico, su componente principal es el ácido elágico, se obtienen de plantas como el nacascolotl y el mirobálano.



Ácido Hexahidroxidifénico.

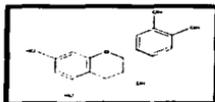
- b) Taninos condensados: son flavonoides derivados de la proantocianidina. Polímeros de 2 o más unidades flavonoides unidas por enlaces carbono carbono en la posición 4 de una unidad con la posición 6 u 8 de otra adyacente. La estabilidad de estos enlaces es mucho mayor que los enlaces éster de los taninos hidrolizables.

Sufren una polimerización por la acción de ácidos fuertes y se basan en núcleos de catequinas y leucoantocianidinas. Dependiendo de su estructura química y grado de polimerización pueden ser o no solubles en solventes orgánicos. Se presentan generalmente en la madera, la corteza y las raíces de plantas como el quebracho, caña agria, eucalipto, oyamel y el mangle, entre otras. [16]

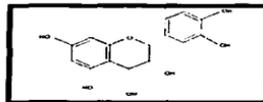


Tanino Condensado (Procyanidina típica)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Catequina



Leucianidina

2.2.4 Usos de los taninos

Los taninos se emplean como mordientes para la aplicación de tintes en tejidos, aprestos para papeles o sedas y coagulantes de gomas. Las propiedades de precipitación de los taninos se utilizan para clarear o limpiar vinos y cerveza, y en bajas concentraciones como saborizantes y potenciador de sabor. Resultan muy útiles en medicina, porque pueden usarse como astringente, ayuda a la cicatrización de heridas y atenúa la toxicidad.

En México el más importante uso es el de curtido de pieles, pues aunque no haya datos, es relativamente fácil saber que en los pueblos donde se dedican al curtido de pieles son altamente demandados los taninos provenientes de extractos vegetales. ^[27-33-35]

2.3 Métodos y técnicas utilizadas.

2.3.1 Difracción de rayos X (XRD).

La difracción de rayos X es una herramienta útil en la investigación de estructuras en materiales. Esta técnica comenzó a emplearse en 1912, cuando Max Von Laue demostró que los cristales difractan rayos-x, siendo la forma en que la difracción ocurre, lo que revela la estructura del cristal.

Un cristal se define como un sólido compuesto por átomos ordenados en un arreglo periódico en tres dimensiones. Los sólidos pueden o no ser cristalinos, algunos son amorfos, es decir que no presentan algún arreglo periódico regular entre sus átomos, por ejemplo el vidrio.

Los materiales cristalinos pueden constar de un solo cristal (monocristales) o de muchos cristales (policristalinos) que tienen dimensiones de micrómetros o nanómetros; esto depende de la historia de preparación de la muestra. Cuando el material consta de un solo cristal su difractograma de rayos X es un conjunto de puntos, esta técnica se conoce como difracción de un solo cristal.^[6-7] Cuando el material es policristalino sus cristales se encuentran orientados al azar y el difractograma en este caso no es un conjunto de puntos discretos, sino que por cada uno de los puntos en el caso del monocristal se genera un círculo con un radio que corresponde a la distancia entre el centro del difractograma y la posición del punto de difracción. Este último caso se conoce como difracción de rayos X por el método de polvos.^[6-7]

Los rayos-X se producen al chocar un haz de electrones contra un ánodo de algún metal; cobre, molibdeno, cobalto, cromo, níquel, plata o hierro. El tubo de rayos X se encuentra en un vacío permanente, los electrones son producidos por un filamento de tungsteno incandescente, constituyendo el cátodo, los cuales se aceleran hacia el ánodo mediante una diferencia de potencial.

En común con otros tipos de radiación electromagnética, la interacción entre el vector eléctrico de radiación X y los electrones de la materia por la que pasa provoca dispersión. Cuando son dispersados rayos- X por el medio ambiente ordenado de un cristal, hay interferencia (constructiva y destructiva) entre los rayos dispersos, porque las distancias entre los centros de dispersión son del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la radiación, el resultado es el fenómeno de difracción. Los requisitos para la difracción son:

1. El espaciamiento entre las capas de átomos debe ser aproximadamente igual a la longitud de onda de la radiación
2. Los centros de dispersión deben estar distribuidos espacialmente en una forma muy regular.

En 1914 Bragg [7-9], propuso una explicación sencilla, supuso que cada uno de los planos de átomos actúa como un espejo casi transparente que sólo refleja una parte de la intensidad incidente, por otro lado cuando las reflexiones debidas a los planos paralelos interfieren de manera constructiva se obtienen rayos difractados.

Considerando que:

1. La dispersión es elástica, es decir que la longitud de onda del fotón no se modifica con la reflexión (dispersión coherente.)
2. Los planos son equidistantes.
3. La distancia interplanar es d . (estos planos no se deben confundir con los planos de las caras de la muestra ya que los rayos X atraviesan la superficie.)

La diferencia de camino óptico entre los haces difractados por dos planos adyacentes es $2d \sin \theta$, en donde θ es el ángulo entre el plano y el haz incidente.

Una interferencia constructiva se produce sólo cuando la diferencia de camino óptico es un múltiplo entero de la longitud de onda λ . La relación que describe esta condición es la Ley de Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

donde:

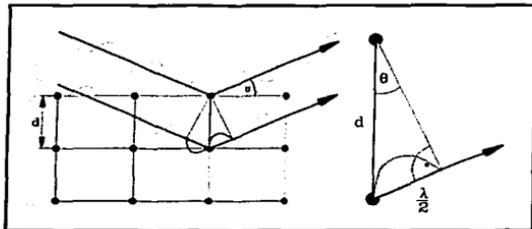
λ : longitud de onda

d : espacio entre los planos cristalográficos

θ : ángulo de incidencia del haz de rayos-X

n : orden de la reflexión de rayos-X ($n = 1, 2, 3, \dots$)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2.3.1.1 Medición de la difracción de rayos X.

Para estudios de difracción analíticos, la muestra se reduce a polvo fino y homogéneo. En tal forma, el enorme número de pequeños cristallitos se orienta en todas las direcciones posibles; así, cuando un haz de rayos X atraviesa el material, se espera que un número importante de partículas este orientado de tal modo que cumplan la condición de Bragg para la reflexión desde cualquier posible espaciamiento interplanar.

2.3.1.2 Interpretación de patrones de difracción.

Los difractogramas son característicos para cada material y la identificación de los compuestos se basa en la posición de los picos (en términos de θ ó 2θ) y sus intensidades relativas. El ángulo de difracción θ está determinado por el espacio (distancia interplanar) entre una familia de planos.^[6]

2.3.2 Microscopio electrónico de transmisión (TEM).

El diseño de un MET o TEM por sus siglas en ingles es similar al de un microscopio óptico convencional. Esto es posible gracias a que el electrón tiene naturaleza ondulatoria. Para un MET típico el haz de electrones tiene una longitud de onda monocromática, λ , de 3.7×10^{-3} nm, la cual es cinco órdenes de magnitud más pequeña que la longitud de onda de la luz visible, mientras que el microscopio óptico la resolución de dimensiones estructurales es del orden de 0.25 μ m en el MET se obtienen rutinariamente resoluciones de más menos 1 nm.

En la microscopía por transmisión de electrones la imagen es el resultado del contraste de difracción. La muestra se orienta de manera que parte del haz sea transmitido y parte difractado. Cualquier variación local de la regularidad cristalina causará que una fracción diferente de la intensidad del haz incidente sea "difractada hacia fuera" provocando una variación en la oscuridad de la imagen proyectada sobre una pantalla. Aunque no es posible identificar defectos puntuales solos, el campo de deformaciones que se presenta alrededor de un circuito de dislocaciones, formado por la condensación de defectos puntuales es fácilmente visible. Una aplicación frecuente del MET es para identificar diversas estructuras de dislocación, siendo posible también obtener imágenes de estructuras de fronteras de grano.^[9-27]

2.3.3 Microscopio electrónico de barrido (SEM).

El microscopio electrónico de barrido también llamado de exploración MEE o SEM por sus siglas en ingles obtiene imágenes estructurales con un método totalmente diferente al usado por el MET. En el MEE la superficie de la muestra es explorada repetidamente con un haz de electrones muy angosto, con diámetro de $\approx 1 \mu$ m. Las ligeras variaciones en la topografía de la superficie producen marcada variaciones en la intensidad del haz de electrones secundarios expulsados de la superficie de la muestra. La señal del haz de electrones secundarios se despliega en una pantalla de televisión cuyo patrón de barrido está sincronizado con la extrapolación de la superficie de la muestra por el haz de electrones. La amplificación que es posible obtener con el MEE está limitada por el diámetro del haz y es considerablemente mayor que la que se puede

alcanzar con el microscopio óptico pero menor que la que es posible con el MET. El rasgo importante de esta imagen de microscopio es que se ve como imagen visual de una pieza de gran escala.

EL MEE es en especial útil para realizar reconocimientos muy convenientes de estructuras de grano. La "profundidad de campo" del MEE permite que esta superficie irregular pueda ser sometida a inspección, en cambio el microscopio óptico necesita superficies planas y pulidas. Además de la conveniencia de evitar el pulido de la muestra, la superficie irregular de la fractura puede revelar información acerca del mecanismo de fractura. Una característica adicional del MEE es que permite monitorear variaciones químicas a escala microestructural. Gracias a que el haz de electrones incidentes del MEE genera rayos X con una longitud de onda característica de los átomos que contiene la muestra, permite identificar la composición elemental del material bajo estudio. [9-27]

2.3.4 Espectroscopia de infrarrojo.

Los compuestos orgánicos absorben energía electromagnética en la región infrarroja. La radiación infrarroja no tiene suficiente energía para provocar la excitación de los electrones, pero sí hace que los átomos y los grupos de los compuestos orgánicos vibren alrededor de los enlaces covalentes que los unen. Las vibraciones están cuantizadas y cuando se presentan, los compuestos absorben energía infrarroja en regiones específicas del espectro.

En sus absorciones de vibración, los enlaces covalentes se comportan como si fuesen elásticos (como si los átomos estuvieran conectados por pequeños resortes). Cuando los átomos con enlaces covalentes vibran, lo hacen sólo a ciertas frecuencias, como si los enlaces estuvieran "sintonizados". Debido a esto, los átomos unidos por enlaces covalentes sólo tienen niveles específicos de energía de vibración y la excitación de una molécula de un nivel de energía vibratorio a otro sólo se presenta cuando el átomo absorbe radiación infrarroja de una determinada longitud de onda o frecuencia.

Aun los espectros infrarrojos de compuestos simples contienen muchos picos de absorción. Puede demostrarse que una molécula no lineal de n átomos tiene $3n - 6$ posibles modos de vibración fundamental que son responsables de la absorción de radiación infrarroja. Esto significa que, teóricamente, el metano tiene nueve posibles picos de absorción fundamentales y el benceno tiene treinta.

Sin embargo, no todas las vibraciones moleculares producen la absorción de energía. Para que se produzca una vibración de absorción de energía infrarroja, el momento bipolar de la molécula debe cambiar al mismo tiempo que se verifica la vibración. Así, cuando los cuatro hidrógenos del metano vibran en forma simétrica el metano no absorbe energía infrarroja. Las vibraciones simétricas de las dobles y triples enlaces carbono-carbono del eteno y del etino tampoco provocan la absorción de radiación infrarroja.

La absorción vibratoria puede presentarse fuera de la región que alcanza a medir un espectrofotómetro de infrarrojo determinado. Las absorciones vibratorias pueden ser tan cercanas que los picos se superpongan. Estos factores, aunados a la ausencia de absorción por vibraciones cuyos momentos bipolares no cambian, hace que los espectros infrarrojos contengan menos picos de los que se encontraría mediante la fórmula $3n - 6$.

En los espectros infrarrojos aparecen bandas de combinación y bandas de diferencia. También pueden observarse sobretonos (armónicos) de las bandas de absorción fundamentales, aunque estos sobretonos presentan una intensidad muy reducida.

Como los espectros infrarrojos contienen tantos picos, la posibilidad de que dos compuestos tengan el mismo espectro infrarrojo tengan el mismo espectro infrarrojo es extraordinariamente pequeña. En este sentido, se ha comparado al espectro infrarrojo con la "huella digital" de una molécula. Así pues, en compuestos orgánicos, si dos muestras puras producen distintos espectros infrarrojos, puede tenerse la certeza de que se trata de compuestos distintos. Si producen el mismo espectro infrarrojo se tratará el mismo compuesto.

Los picos de absorción en el infrarrojo generalmente se miden en números de onda (cm^{-1}) o en micrones (μ). Los números de onda son unidades de frecuencia que corresponden al número de ciclos la onda en cada centímetro. Los micrones son medidas de longitud de onda ($1\mu = 10^{-4}\text{cm}$).^[10]

2.3.5 Método ISO 9648: 1988 (determinación de taninos en sorgo).

Método basado en la reducción del ión férrico debido a los polifenoles, y a la formación de un complejo colorido en condiciones alcalinas, cuantificación espectrofotométricamente a 525 nm.

El procedimiento consiste en extraer los taninos por agitación con dimetilformamida. Posteriormente centrifugar y adicionar citrato férrico amoniacal y amoniaco a una alícuota de sobrenadante para desarrollar color y leer absorbancia de la solución obtenida en espectrofotómetro a 525 nm. Se determina el contenido de taninos usando una curva estándar preparada con ácido tánico.^[17]

3. OBJETIVOS.

- Rescatar el conocimiento prehispánico sobre el uso del nacazcóloli y aplicarlo para el desarrollo industrial actual.
- Proponer un nuevo método de obtención de taninos a partir del nacazcóloli, el cual cumpla con una alta eficiencia y bajos costos de producción.
- Comparar el nuevo método de obtención propuesto con los que bibliográficamente se encuentran.
- Conocer y comparar los taninos obtenidos a partir del nacazcóloli y los taninos que comercialmente se distribuyen.
- Realizar las pruebas de caracterización de las diferentes muestras de taninos utilizando difractogramas de rayos X, espectroscopia de infrarrojo, y los microscopios electrónicos de barrido y transmisión.
- Conocer las propiedades químicas y físicas de los taninos comercializados mostradas en las especificaciones de los productos, y compararias con las propiedades de los taninos obtenidos a partir del nacazcóloli.
- Realizar los estudios pertinentes para conocer el mercado nacional e internacional de los taninos, y conocer la factibilidad del desarrollo del proyecto a nivel industrial.
- Realizar el diseño de la Ingeniería Básica para el desarrollo de la planta industrial con capacidad de 9 Ton./ año.
- Conocer la Inversión Inicial necesaria para el desarrollo de la planta industrial para la producción de taninos a partir del nacazcóloli.
- Impulsar la industria en México en zonas poco industrializadas, favoreciendo el desarrollo económico y social de aquellas poblaciones.

4. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

En este capítulo se presentan las metodologías y diseños utilizados en la experimentación realizada.

4.1 Equipos y materias primas.

Las materias primas utilizadas fueron:

- **Nacazcólotti:** Se utilizó en forma de vaina para el microscopio electrónico de barrido, y como polvo (taninos) para las pruebas realizadas.
- **Taninos comerciales:** Se emplearon diferentes tipos para su estudio comparación, el primero se consiguió en la "Droguería Cosmopolita", es de color pardo claro y presentación granulada, no presenta ninguna especificación y el empaque es en bolsa de plástico transparente; el segundo se consiguió en la "Farmacia París", es de color pardo claro y de presentación en polvo, tampoco presenta ninguna especificación y el empaque es en bolsa de plástico semitransparente. El tercero es de la marca "SIGMA", es de color pardo claro y de presentación en polvo, presenta especificaciones generales y recomendaciones sobre su uso, la presentación es en un frasco color ámbar con capacidad de 250 g. El último se le compró a "Técnica Química" y es obtenido a partir del quebracho, es de color pardo claro y de presentación en polvo, no presenta especificaciones y el empaque es en una bolsa de plástico transparente.

Los equipos utilizados a lo largo de la fase experimental fueron:

- **Difractómetro de rayos X:** Marca Bruker Advance, modelo D-8, de configuración θ - θ y un monocrómador de grafito en el haz secundario. La intensidad de la difracción fue medida entre 15° y 110° , con un paso en 2θ de 0.02° para 2.2 s por punto. Estas pruebas fueron realizadas en el Lab. de Rayos X del Instituto de Física, UNAM. Utilizado para la comparación de las extracciones obtenidas a partir del nacazcólotti y de los productos comercializados actualmente, con el fin de comprobar que lo obtenido es igual a lo que la competencia produce. Las muestras son finamente molidas y colocadas sobre la cavidad del soporte de aluminio, procurando que la muestra quede totalmente plana y uniforme en la superficie de la cavidad.
- **Microscopio electrónico de barrido:** Para conocer la morfología y el análisis químico de las muestras se utilizó el microscopio electrónico de barrido de bajo vacío, marca JSM, 5600LV, acoplado a un análisis de dispersión de rayos X (EDS), ubicado en el Laboratorio Central de Microscopía del Instituto de Física, UNAM. Las muestras eran colocadas en un portaobjetos, los cuales eran introducidos de forma directa al microscopio.
- **Microscopio electrónico de transmisión:** Para observar la morfología y características de los cristales presentes en las muestras de taninos, se empleó el microscopio electrónico de transmisión, marca JEOL, 100CX, del Laboratorio Central de Microscopía del Instituto de Física, UNAM. Para obtener las muestras se dispersa una solución de ácido tánico en alcohol etílico a través de una aguja hipodérmica sobre una rejilla de cobre con una recubierta de carbón.

- **Espectroscopia de infrarrojo:** Los espectros de infrarrojo se obtuvieron en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico del Instituto de Física, UNAM. Para las distintas muestras de ácido tánico empleadas se utilizaron pastillas de KBr.
- **Espectrofotómetro:** Utilizado para la cuantificación de ácido tánico que contienen nuestras muestras, utilizándose un espectrofotómetro del Departamento de Alimentos y Biotecnología, en el Grupo de Investigaciones de Tecnologías Limpias, Lab. 201 de la Facultad de Química, UNAM. Las muestras fueron preparadas según el método de la dimetilformamida al 75%, que se expone en la ISO 9648 (International Standard Organization) en el año de 1988 para la cuantificación de taninos.

4.2 Pruebas de extracción de taninos.

4.2.1 Métodos de extracción según la bibliografía:

De acuerdo a la investigación bibliográfica realizada, se proponen dos métodos de extracción de taninos a partir del nacazcólótl. El primer método propone una extracción líquido-líquido compuesta por una solución de metanol-agua, en una proporción del 75% y 25%, respectivamente; y con el nacazcólótl partido en mitades. El segundo método propone una extracción con agua, con el nacazcólótl en polvo.

Esta prueba tiene la finalidad de verificar cual es el mejor método para la extracción de taninos a partir del nacazcólótl, y proponer un nuevo método de extracción.

4.2.1.1 Método 1:

Se pesan 50.00 gramos de nacazcólótl quebrado por mitades y se colocan en un matraz de bola de 500 mL. Se le agregan 300 mL de una solución compuesta por un 75% de metanol y un 25% de agua destilada. Se coloca sobre una parrilla de calentamiento con agitación magnética, con la finalidad de lograr una agitación moderada y un calentamiento de 73° C., dejándose agitar durante 5 horas. Una vez transcurrido el tiempo de agitación, filtrar el té obtenido y evaporar a una temperatura de 98° C. Secar los sólidos obtenidos y molerlos hasta obtener un polvo fino, el cual es el producto deseado.

4.2.1.2 Método 2:

Moler nacazcólótl hasta obtener 50.00 gramos en polvo. Colocarlo en un matraz de bola de 500 mL y agregar 300 mL de agua destilada. Colocar el matraz de bola sobre una parrilla de calentamiento con agitación magnética, para lograr una agitación moderada y un calentamiento de 73° C, por espacio de 5 horas. Una vez transcurrido el tiempo de agitación, filtrar el té obtenido y evaporar a una temperatura de 98° C. Secar los sólidos obtenidos y molerlos hasta obtener un polvo fino, el cual es el producto deseado.

4.2.2 Método de extracción de taninos propuesto:

Pesar 50 gramos de nacazcólótl. Romper manualmente obteniendo la mayor cantidad de polvo; el sólido adherido a la fibra rasparlo con una espátula, procurando tener la menor cantidad de pérdidas. Pesar el bagazo y colocarlo en un vaso de precipitados de 500 mL. El polvo obtenido anteriormente, tamizarlo en una malla de 1 mm. de diámetro

para separar la cáscara y la fibra que aun permanecen; y depositarlos en el vaso de precipitados en donde se encuentra el bagazo.

El polvo obtenido de la malla de 1 mm., tamizarlo nuevamente en un sistema de tamizado conjunto, compuesto por dos mallas, una de 0.250 mm. de diámetro y otra de 0.125 mm. de diámetro. El sólido que quede sobre la malla de 0.250 mm. molerlo finamente en un mortero, para volverlo a tamizar en esta misma malla. Los sólidos que no pasen por esta malla después del molido, deben ser pesados y llevados junto con el bagazo que se encuentra en el vaso de precipitados.

Recoleectar y pesar los sólidos obtenidos en cada malla, debiendo tener debajo de la malla de 0.250 mm. un polvo fino con pequeñas cantidades de cáscara; mientras que debajo de la malla de 0.125 mm. se debe tener un polvo fino uniforme a manera de talco, y sin impurezas.

Al vaso de precipitados donde se encuentra el bagazo, agregar 300 mL de agua destilada y agitar moderadamente durante 15 minutos, después dejar reposar durante 3 horas. Transcurrido el tiempo, filtrar el té obtenido y evaporar a una temperatura de 75° C, y secar los sólidos obtenidos. Molerlos hasta obtener un polvo fino y pesar los sólidos.

4.3 Pruebas químicas a los taninos.

Las pruebas que se realizarán tienen la finalidad de conocer ciertas propiedades químicas, como son la solubilidad, el efecto de la temperatura, acidez, color y astringencia de los diferentes taninos que se comercializan y de los tres productos que se obtienen de la extracción a partir del nacaczólotl, el primero en la malla de 0.250 mm, el segundo en la malla de 0.125 mm., y el tercero de la extracción con agua.

4.3.1 Solubilidad de los taninos:

Se toman muestras de 20 gramos de taninos provenientes de la "Cosmopolita", de la "Farmacia París", de "Técnica Química", de "SIGMA" y de los obtenidos a partir del nacaczólotl. A las muestras agregarles agua destilada en una proporción de 6:1. Agitar vigorosamente durante 5 minutos y dejar reposar durante otros 5 minutos. Observar la solubilidad de las 7 muestras.

4.3.2 Efecto de la temperatura en los taninos:

a) Con calentamiento:

Tomar muestras de 20 gramos de taninos provenientes de la "Cosmopolita", de la "Farmacia París", de "Técnica Química", de "SIGMA" y de los obtenidos a partir del nacaczólotl. A las muestras agregarles agua destilada en una proporción de 6:1. Agitar vigorosamente durante 5 minutos. Llevar las soluciones a una parrilla de calentamiento a una temperatura de 75° C hasta la evaporación del agua. Al momento en que se evapore la última cantidad de agua visible, apagar el calentamiento. Observar lo sucedido con los taninos de cada muestra.

b) Sin calentamiento:

Tomar muestras de 20 gramos de taninos provenientes de la "Cosmopolita", de la "Farmacia París", de "Técnica Química", de "SIGMA" y de los obtenidos a partir del nacazcólol. A las muestras agregarles agua destilada en una proporción de 6:1. Agitar vigorosamente durante 5 minutos. Llevar las soluciones a la campana y esperar a que el agua se evapore a temperatura ambiente. Observar lo sucedido con los taninos de cada muestra.

4.3.3 Acidez de los taninos:

Tomar muestras de 1 gramo de las 4 muestras de taninos. A las muestras agregarles 7 mL de agua destilada. Agitar vigorosamente durante 5 minutos. Medir el pH de cada una de las muestras.

4.3.4 Astringencia de los taninos:

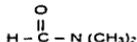
Tomar con el dedo húmedo una muestra mínima de taninos proveniente de la "Cosmopolita", de la "Farmacia París", de "Técnica Química", de "SIGMA" y de los obtenidos a partir del nacazcólol. Anotar si existe astringencia.

4.3.5 Color de los taninos:

Tomar muestras de 1 gramo de taninos proveniente de la "Cosmopolita", de la "Farmacia París", de "Técnica Química", de "SIGMA" y de los obtenidos a partir del nacazcólol. Observar el color existente en cada muestra ayudado por la luz del un foco de 120 V.

4.4 Cuantificación de ácido tánico en los taninos.

La dimetilformamida al 75% se utiliza para la determinación de ácido tánico en los taninos según el método propuesto por la ISO 9648-1988, la cual tiene la siguiente estructura:



Es un disolvente sin grupos OH, ni hidrógenos ácidos; además de ser muy polar lo que permite que éste y el compuesto orgánico estén juntos en una mezcla de reacción homogénea. Extrae fenoles totales; es decir, taninos hidrolizables y condensados.

• Preparación de la curva patrón.

1. Preparar 7 matraces volumétricos de 25 mL y añadir con micropipetas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 mL respectivamente, de una solución estándar de ácido tánico 0.2 g/100 mL preparada con taninos de la marca "SIGMA", llevado a la marca de aforo con la solución de dimetilformamida al 75%.
2. Rotular 8 tubos de ensayo, el #1 corresponde al blanco, al cual se le adiciona 1 mL de la solución de dimetilformamida.

3. A los restantes se les adicionan respectivamente 1 mL de las soluciones de ácido tánico previamente preparadas. El intervalo obtenido es de 80 μg a 560 μg de ácido tánico.
4. Añadir 5 mL de agua a cada tubo y mezclar. Después añadir 1 mL de solución de citrato férrico amoniacal 0.35 g/100 mL y mezclar; posteriormente añadir 1 mL de solución de amoniacal 0.232 g/100 mL.
5. Después de la última adición, agitar e introducir en baño de agua a una temperatura controlada de 30° C. y mantenerlo 10 minutos para permitir el desarrollo óptimo de color.
6. Transcurrido el tiempo, transferir a celdas de medición y leer en el espectrofotómetro a 525 nm.
7. Trazar la gráfica de Absorbancia vs. Concentración de ácido tánico expresada como μg de ácido tánico.

• **Extracción de taninos.**

1. Pesar de 0.3 a 1 g de muestra en un vaso de precipitado de 50 mL.
2. Disolver con 20 mL de dimetilformamida medidos con probeta y agitar moderadamente en agitador magnético durante 60 minutos.
3. Transferir cuantitativamente a un matraz volumétrico de 25 mL, enjuagando el vaso y el magneto 3 veces con porciones de 1 mL de la solución de dimetilformamida. Llevar a la marca de aforo con el mismo reactivo y homogeneizar.
4. Transferir a un tubo de centrifuga de 50 mL, tapar el tubo y centrifugar a 2,700 rpm, por 10 minutos aproximadamente.
5. Decantar el sobrenadante en un vaso de precipitado y homogeneizarlo.

• **Determinación (realizarla por duplicado).**

1. Una vez obtenido el extracto de la muestra problema, rotular como mínimo 3 tubos de ensaye (uno corresponde al blanco y los restantes al problema).
2. Añadir los diferentes reactivos, en el orden presentado en el Cuadro 1.
3. Mezclar perfectamente en un vórtex el contenido de los tubos después de cada adición.
4. Después de la última adición, agitar e introducir en baño de agua a temperatura controlada (30° C) y mantenerlo por 10 minutos para permitir el desarrollo óptimo de color.
5. Transferir las celdas de medición y leer en el espectrofotómetro a 525 nm.
6. Mediante la ecuación de la línea recta obtenida con los datos de la curva patrón, determinar el contenido de taninos y reportar como % de ácido tánico.

Cuadro 1. Reacción en los tubos de ensayo

Tubo	Muestra (mL)	H ₂ O (mL)	Citrato Férrico Amoniacal [C] = (0.35 g/100 mL) (mL)	Amoniacal [C] = (0.232 g/100 mL) (mL)
Blanco	1	6	1	1
2	1	5	1	1
3	1	5	1	1

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En esta parte del capítulo se muestran los resultados obtenidos a lo largo de cada una de las pruebas de experimentación empleadas, al igual que las discusiones y análisis de cada una de ellas, y en general.

5.1 Análisis de los métodos de extracción bibliográficos.

Los dos métodos de extracción de taninos investigados en la bibliografía no son óptimos para el desarrollo industrial de taninos, ya que carecen de investigación y conocimientos generales sobre el tema. En lo experimental, los rendimientos son bajos; y en lo industrial, los costos de producción son muy altos debido al proceso propuesto.

5.1.1 Método # 1:

Definitivamente al utilizar este método de extracción obtenemos taninos, solo que la calidad y cantidad extraída es muy baja. La propuesta de extracción líquido-líquido carece de fundamentos. La relación Metanol-Agua al 75% y 25% respectivamente, no es necesaria, ya que el agua es el disolvente más polar y es el ideal para los taninos.

A lo largo del proceso se requiere de una gran cantidad de energía que eleva los costos de producción. Los taninos contienen azúcares, y la energía introducida provoca que caramelicen y sea más difícil el tratamiento para su obtención.

Es un método muy caro debido a los equipos que se requieren. La producción de la energía empleada eleva los costos de forma considerable; además, la cantidad de metanol empleada como materia prima es muy elevada, y aunque se puede recuperar el 20% de la alimentación no refleja una disminución considerable de los costos de producción.

5.1.2 Método # 2:

En este método también se obtienen taninos, aunque su calidad es media y su cuantificación baja. Este proceso no utiliza metanol, lo cual mejora en cuanto a costos de producción, aunque siguen siendo altos. Como disolvente propone únicamente agua.

El problema en la mecánica del proceso está en que se requiere el nacacólotl en polvo, lo cual requiere una mollienda muy potente y fina para moler la cáscara y la fibra del nacacólotl. Además, los taninos reaccionan con la escasa cantidad de agua que contiene la materia prima en la presencia del hierro del molino, lo que provoca pérdidas de producto y alteración del equipo empleado.

También se requiere una gran cantidad de energía para la extracción, que se refleja directamente en el costo de producción. Sucede lo mismo que en el método anterior, en donde los azúcares que contienen los taninos caramelizan provocando pérdidas y complicando el tratamiento de los taninos para su posterior venta.

5.2 Análisis de las pruebas de caracterización para proponer un método de extracción.

Debido a que los métodos encontrados bibliográficamente no son óptimos para la producción industrial de taninos a partir del nacacólotl, tanto químicamente como

económicamente, se realizaron pruebas para conocer nuestra materia prima y proponer un nuevo método de extracción.

5.2.1 Difractómetro de rayos X.

A las distintas muestras obtenidas de taninos provenientes de la "Droguería Cosmopolita", de la "Farmacia Paris", de "SIGMA" y de "Técnica Química" (extracto de quebracho), que se comercializan actualmente, se obtuvieron sus difractogramas y en todos los casos resultaron tener el mismo comportamiento, solo con diferencias en la intensidad de los picos de la fase cristalina.

Se extrajo manualmente el polvo contenido en el nacazcóloli y se obtuvo su difractograma el cual resultó ser, sin tratamiento alguno, igual a los difractogramas de los distintos ácidos tánicos (Apéndice, A-1), lo que quiere decir que el polvo del nacazcóloli tal y como se encuentra en la vaina es nuestro producto.

5.2.2 Microscopio electrónico de barrido.

El objetivo de esta prueba es ver y comparar la morfología de los taninos comerciales y la de nuestros productos, además de conocer nuestra materia prima, tomando las muestras de taninos proveniente de la "Droguería Cosmopolita" y del extracto fino del nacazcóloli.

La morfología tanto en uno como en otro son exactamente iguales (Apéndice, A-2 a A-10). La importancia de la prueba es que reafirma que los taninos comercializados, son los mismos que el obtenido a partir del nacazcóloli.

El análisis químico realizado en forma directa en este mismo equipo, revela la misma composición general de ambas muestras, aunque en el polvo del nacazcóloli y en la vaina se encuentran otros elementos que la otra muestra no contiene, aunque son muy pequeñas en porcentaje. A continuación se presentan las composiciones de la muestras:

Tabla 4. Composición química de los taninos de la "Droguería Cosmopolita"

Elemento	Radio	% Átomos	% Peso	Error
Carbono	0.2953	58.64	51.56	+ 0.33
Oxígeno	0.0821	41.36	48.44	+ 0.45
TOTAL	-----	100.00	100.00	-----

Tabla 5. Composición química del nacazcóloli.

Elemento	Radio	% Átomos	% Peso	Error
Fósforo	0.0011	0.07	0.15	± 0.01
Carbono	0.2468	54.79	47.11	± 0.25
Oxígeno	0.0898	44.44	50.49	± 0.33
Silicio	0.0004	0.03	0.06	± 0.01
Azufre	0.0012	0.06	0.15	± 0.01
Cloro	0.0011	0.05	0.13	± 0.01
Potasio	0.0102	0.42	1.18	± 0.02
Calcio	0.0020	0.08	0.23	± 0.02
Magnesio	0.0004	0.05	0.09	± 0.01
TOTAL	-----	100.00	100.00	-----

Tabla 6. Composición química de los taninos a partir del nacazcólotti

Elemento	Radio	% Átomos	% Peso	Error
Fósforo	0.0054	0.36	0.71	+ 0.07
Carbono	0.0613	19.29	14.56	+ 0.90
Oxígeno	0.3154	77.51	77.93	+ 1.11
Azufre	0.0053	0.32	0.64	+ 0.08
Cloro	0.0037	0.20	0.44	+ 0.08
Potasio	0.0436	2.07	5.10	+ 0.11
Calcio	0.0053	0.24	0.62	+ 0.10
TOTAL	-----	100.00	100.00	-----

Los taninos comercializados contienen un 100% en peso de C y O, mientras que los taninos obtenidos a partir del nacazcólotti contienen 96.8% en peso de C y O, el 3.2% en peso restante corresponde a los demás elementos de nuestra muestra. En el caso de la vaina del nacazcólotti, el peso de C y O es de 97.6%.

5.2.3 Microscopio electrónico de transmisión.

La única muestra empleada fueron los taninos obtenidos a partir del nacazcólotti. Los cristales fueron observados, aunque con mucha dificultad y un tiempo breve, ya que al ser materia orgánica el as de luz los fundía y desaparecían en pocos segundos.

5.2.4 Espectroscopia de infrarrojo.

Aunque este trabajo no tiene como objetivos conocer y caracterizar la fase cristalina y la fase amorfa del nacazcólotti, se desarrolló esta prueba con dos finalidades, la primera es la de cerciorar la igualdad de los taninos comerciales y la de los productos obtenidos en nuestro método de extracción; la segunda es conocer como se encuentran los elementos en nuestras muestras.

Se corrieron 4 muestras, las cuales son taninos obtenidos por extracción del nacazcólotti, taninos obtenidos del nacazcólotti en el tamiz de 0.125 mm., taninos obtenidos a partir del quebracho de "Técnica Química" y taninos de la "Cosmopolita".

Una vez más, reafirmamos la igualdad entre los productos obtenidos a partir del nacazcólotti y los distintos taninos que en la actualidad se comercializan, ya que el comportamiento es el mismo en las distintas muestras.

En la gráfica de espectroscopia de Infrarrojo (Apéndice, A-11) se observa una gran cantidad de agua, ya que el enlace O-H es característico en $3,500\text{ cm}^{-1}$. También observamos la presencia de C=O en $1,600\text{ cm}^{-1}$, y de dobles enlaces en 750 cm^{-1} .

5.3 Método de extracción de taninos propuesto:

De acuerdo al análisis de las diferentes pruebas realizadas, se propuso un nuevo método de extracción de taninos a partir del nacazcólotti, el cual tuvo muy buenos resultados. Se obtienen 3 presentaciones de distintas composiciones de ácido tánico cada uno, 2 de ellos en los tamices de 0.250 mm. y de 0.125 mm., y el tercero en la extracción con agua.

La extracción total es sencilla y poco costosa, ya que en la primera parte de la extracción que es de forma mecánica, se desprende el polvo del nacazcólol y se tamiza para así obtener las primeras 2 presentaciones del producto. La segunda parte de la extracción se lleva a cabo al realizar un té, en el que se ocupa únicamente como disolvente agua destilada, para la disolución total de los taninos restantes en el bagazo.

En los métodos investigados para extraer los taninos proponían la preparación del té utilizando calentamiento. Esta parte del proceso propuesto es muy similar a los otros métodos investigados, solamente que no es necesario el calentamiento, debido a que la mayor cantidad de taninos ya han sido extraídos en la primera etapa del proceso, por lo que la saturación es menor, y la extracción con el té en frío funciona excelentemente sin la necesidad de calentamiento.

Por todo esto, los costos de producción disminuyen considerablemente, lo que hace que la factibilidad del proyecto utilizando este método de extracción propuesto sea positivo, y por tanto, aceptado.

La siguiente tabla nos muestra los datos de la experimentación utilizando este nuevo método de extracción propuesto:

Tabla 7. Pesos finales de cada producto de 50.3635 g de nacazcólol.

#	Concepto	Peso (g)	% Peso	Presentación
1	Peso total de taninos en la malla de 0.125 mm.	12.8275	43.32	Polvo fino
2	Peso total de taninos en la malla de 0.250 mm.	7.3867	24.94	Polvo fino c/cáscara
3	Peso total de taninos por extracción con agua	9.3978	31.74	Polvo fino
	TOTAL	29.612	100	-----

La cantidad de taninos que se pueden extraer de una vaina de nacazcólol es más de la mitad de su peso. La mayor cantidad de taninos extraídos son en la malla de 0.125 mm., que es la presentación más fina y con mayor cantidad de ácido tánico, según la cuantificación.

5.4 Análisis de las pruebas químicas a los taninos.

5.4.1 Solubilidad de los taninos:

Tabla 8. Solubilidad de las distintas muestras de taninos.

Muestra	Taninos (g)	H ₂ O (mL)	t agit. (min)	SOLUBILIDAD
Cosmopolita	20	120	5	Total
Farmacia Paris	20	120	5	Total
SIGMA	20	120	5	Total
Técnica Química	20	120	5	Total
Taninos malla 0.125 mm.	20	120	5	Total
Taninos malla 0.250 mm.	20	120	5	Total
Taninos extracto con agua	20	120	5	Total

5.4.2 Efecto de la temperatura en los taninos:

a) Con calentamiento:

Tabla 9. Efecto del calentamiento de las distintas muestras de taninos.

Muestra	Taninos (g)	H ₂ O (mL)	t agit. (min)	t calent. (min)	Observaciones
Cosmopolita	20	120	5	10	Media caramelización
Farmacia París	20	120	5	11	Alta caramelización
SIGMA	20	120	5	9	Media caramelización
Técnica Química	20	120	5	10	Alta caramelización
Taninos malla 0.125 mm	20	120	5	10	Media caramelización
Taninos malla 0.250 mm	20	120	5	9	Media caramelización
Taninos extracto c/ agua	20	120	5	10	Media caramelización

b) Sin calentamiento:

Tabla 10. Distintas muestras de taninos sin calentamiento.

Muestra	Taninos (g)	H ₂ O (mL)	t agit. (min)	t evap. (min)	Observaciones
Cosmopolita	20	120	5	117	Escasa caramelización
Farmacia París	20	120	5	125	Escasa caramelización
SIGMA	20	120	5	115	Escasa caramelización
Técnica Química	20	120	5	123	Escasa caramelización
Taninos malla 0.125 mm	20	120	5	116	Escasa caramelización
Taninos malla 0.250 mm	20	120	5	119	Escasa caramelización
Taninos extracto c/ agua	20	120	5	120	Escasa caramelización

Al analizar la Tabla 6 y la Tabla 7, se puede afirmar la presencia de azúcares en los taninos. El calentamiento propicia la formación de caramelo en medio o alto grado; cuando no se les aplica calor, la formación del caramelo es escasa en todos los casos.

5.4.3 Acidez de los taninos:

Tabla 11. Acidez de las diferentes muestras de taninos.

Muestra	Taninos (g)	H ₂ O (mL)	T agit. (min)	Acidez (pH)
Cosmopolita	1	7	5	3
Farmacia París	1	7	5	3
SIGMA	1	7	5	3
Técnica Química	1	7	5	3
Taninos malla 0.125 mm	1	7	5	3
Taninos malla 0.250 mm	1	7	5	3
Taninos extracto c/ agua	1	7	5	3

Para medir la acidez se utilizó papel pH-Fix 0-14, marca Macherey-Nagel, el cual cuenta con una escala de color para su comparación. No es el método más preciso, pero si nos da un rango confiable de la acidez de las muestras.

El pH medido en cada una de las muestras es de 3. En esta escala de color, donde el 1 corresponde para las sustancias más ácidas, el 14 para las sustancias neutras (como el agua) y el 14 para las sustancias más básicas.

5.4.4 Astringencia de los taninos:

- **Astringencia:** Es la sensación mixta entre sequedad intensa y amargor que produce un material al tener contacto con la lengua.

Tabla 12. Astringencia de las diferentes muestras de taninos.

Muestra	Peso taninos	Astringencia
Cosmopolita	Mínima	Si existe
Farmacia París	Mínima	Si existe
SIGMA	Mínima	Si existe
Técnica Química	Mínima	Si existe
Taninos malla 0.125 mm	Mínima	Si existe
Taninos malla 0.250 mm	Mínima	Si existe
Taninos extracto c/ agua	Mínima	Si existe

5.4.5 Color de los taninos:

Tabla 13. Color de las muestras de taninos.

Muestra	Taninos (g)	Color
Cosmopolita	1	Pardo claro
Farmacia París	1	Pardo claro
SIGMA	1	Pardo
Técnica Química	1	Pardo
Taninos malla 0.125 mm	1	Pardo claro
Taninos malla 0.250 mm	1	Pardo
Taninos extracto c/ agua	1	Pardo rojizo

El color observado en la mayoría de los casos son similares; a pesar de que las presentaciones sean tipo polvo fino y tipo granulado, la diferencia entre los colores son casi imperceptibles.

En el caso de los taninos en la malla de 0.250 mm, el color se oscurece un poco debido a la presencia de la escasa cáscara que contiene, pero el color de los taninos son pardo claro. En el caso del extracto del naczcolotl su color se torna rojizo, aunque también es casi imperceptible.

5.5 Cuantificación de ácido tánico en los taninos.

Se utilizó el método de la dimetilformamida al 75%, según el método propuesto por la ISO 9648-1988. El método empleado tiene una confiabilidad del 96%, siendo el método más confiable de todos los existentes para la cuantificación de ácido tánico en los taninos, además de ser uno de los más sencillos.

- **Curva patrón:**

Para realizar la curva patrón se utilizó taninos de la marca SIGMA, el cual no tiene una pureza especificada, sin embargo, es una marca de prestigio y la más recomendada para análisis químicos serios.

Una vez preparados los 8 diferente tubos de ensaye (uno corresponde al blanco), se calcularon sus concentraciones correspondientes a partir de $C_1V_1 = C_2V_2$, en donde, C_2 corresponde a la concentración calculada. Posteriormente se midieron las absorbancias a 525 nm., observándose el color de cada una de ellas.

Tabla 14. Resultados de la curva patrón.

Tubo	Taninos (mL)	Concentración (µg/mL)	Absorbancia	Observaciones en el color
1	0	0	0	Es el blanco, de color ámbar claro
2	1	80.28	0.098	↓ Ámbar oscuro
3	2	160.56	0.168	
4	3	240.84	0.272	
5	4	321.12	0.331	
6	5	401.40	0.432	
7	6	481.68	0.539	
8	7	561.96	0.658	

Para obtener la curva patrón se realiza la gráfica de Concentración (mg./ mL de ácido tánico) vs. Absorbancia. Una vez realizada la gráfica se debe linealizar para que las concentraciones leídas sean equitativas entre si (Apéndice, A-12).

- **Determinación y extracción de taninos.**

Las muestras utilizadas se clasificaron según la siguiente nomenclatura:

- **Muestra A:** Correspondiente a los taninos extraídos en la malla de 0.125 mm.
- **Muestra B:** Correspondiente a los taninos extraídos en la malla de 0.250 mm.
- **Muestra C:** Correspondiente a los taninos extraídos con el agua.

Tabla 15. Absorbancias en las muestras problema.

Muestra	Absorbancias			Promedio de absorbancias
	Blanco	1	2	
A	0	0.7944	0.7940	0.7942
B	0	0.6134	0.6130	0.6132
C	0	0.6410	0.6401	0.6405

Para obtener el porcentaje de ácido tánico que contienen las muestras de taninos, se emplea el siguiente algoritmo:

- Calcular el promedio de las absorbancias leídas.

- Con las absorbancias promedio se lee la concentración de ácido tánico en la curva patrón.
- Obtener el peso de cada una de las muestras.
- Multiplicar por el total de disolvente utilizado en cada muestra.
- Dividir entre el total de ácido tánico en los taninos finos utilizados como referencia y multiplicar por 100.

Tabla 16. Porcentaje de ácido tánico en las muestras problema.

Muestra	[C] leída ($\mu\text{g/mL}$)	Disolvente (mL)	Peso muestras (mg)	Peso taninos finos (mg)	% Ácido tánico en las muestras
A	720.0	32	230.4	357.6	64.43 %
B	540.0	32	172.8	357.6	48.32 %
C	575.0	32	184.0	357.6	51.45 %

Se observa que la muestra A, correspondiente a los taninos obtenidos en la malla de 0.125 mm. es la que contiene mayor cantidad de ácido tánico, seguido de los taninos obtenidos en la extracción con agua.

Los taninos obtenidos en la malla de 0.250 mm. contienen la menor cantidad de ácido tánico. Esto se debe a que esta presentación del producto contiene pequeñas cantidades de cáscara del naczacólotl.

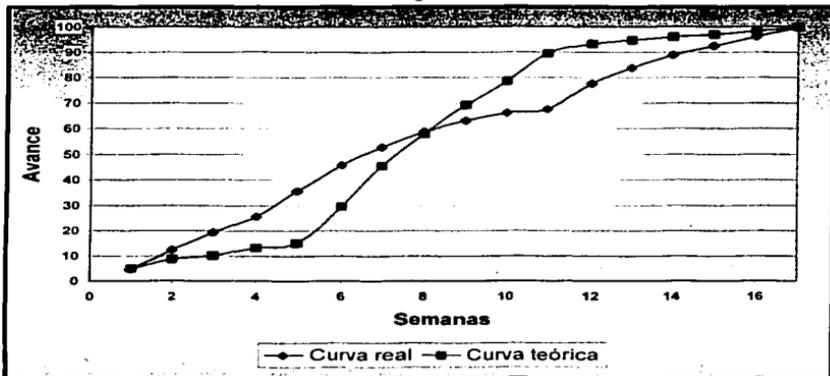
6. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA.**6.1 Diagrama de Gannt.**

El objetivo de este diagrama es tener una mayor organización para realizar las actividades. Con esto logramos que el proyecto sea acabado en el tiempo estipulado. La forma característica es de una "S" aproximada. Para realizarlo debe comprender las actividades a realizar expresadas en "horas hombre"; es decir, el tiempo planeado necesario para realizar una actividad.

Para realizar el diagrama hay que entender que una actividad es dependiente de otra. Se deben planear los tiempos exactos, sin mayor ni menor tiempo, y tratar de contemplar todas las actividades a realizar por más pequeñas que sean.

El Diagrama de Gannt es el siguiente:

Gráfica 1. Diagrama de Gannt.



Como se observa la curva real no se asemeja a la curva teórica, sino que tiene una forma lineal. Esto se debió a dos factores principalmente:

- El tiempo estipulado para desarrollar el proyecto fue demasiado corto con respecto a lo planeado.
- Las "horas hombre" planeadas para la parte experimental fueron pocas, ya que a lo largo del proyecto se tenía que estar buscando información faltante, lo que provocaba que el tiempo correspondiente a esa actividad se incrementara fuertemente.

DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

#	ACTIVIDAD	FECHA	HH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	%	
1	Definición alcance	18/XI/02	5	100%																		0.77%
2	Investigación	2/XI/02	50	50%	50%																	7.75%
3	Fase experimental	30/XII/02	100			30%	30%	25%	15%													15.51%
3	Documento 1	6/I/03																				
4	Estudio Mercado	2/XII/02	50	50%	30%	20%																7.75%
5	Estudio Factibilidad	18/XII/02	20					100%														3.10%
6	Balace de Materia	18/XII/02	20					100%														3.10%
6	Bases de diseño	8/I/03	25					100%														3.88%
7	Criterios de diseño	8/I/03	25					100%														3.88%
8	Documento 2	10/I/03																				
9	Diagrama Bloques	15/I/03	25					100%														3.88%
9	Descrp Proceso	22/I/03	25					50%	50%													3.88%
10	Nomenclatura	22/I/03	15					50%	50%													2.33%
11	DFP	10/II/03	35					50%	25%	25%												5.43%
12	DTI	10/II/03	40					50%	25%	25%												6.20%
13	Documento 3	14/II/03																				
14	Diseño del Equipo	26/II/03	50											50%	50%							7.75%
15	Lata del Equipo	21/II/03	25											100%								3.88%
16	Estado Proforma	26/II/03	30											50%	50%							4.65%
17	Documento 4	28/II/03																				
18	Escritura	21/III/03	80															40%	30%	30%		12.38%
19	Revisión Final	28/III/03	25																			3.88%
20	Documento 5	1/IV/03																				
21	Avance		645	4.65%	7.75%	6.98%	6.20%	10.08%	10.09%	6.99%	5.82%	4.46%	2.91%	1.55%	10.08%	6.20%	4.95%	3.71%	3.71%	3.80%		100%
22	Acumulado			4.65%	12.40%	19.38%	25.58%	35.66%	45.75%	52.74%	58.56%	63.02%	66%	67.55%	77.63%	83.83%	88.78%	92.49%	96.20%	100%		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6.2 Estudio de mercado.

6.2.1 Descripción del producto.

Gracias a la investigación experimental, sabemos que existe una confusión de términos entre la industria y la química. Lo que industrialmente se produce y se comercializa son taninos, pero se venden como ácido tánico; aunque esto no afecta en su funcionamiento. El ácido tánico es una parte de los taninos, pero no todos los taninos son ácido tánico. Por lo mismo, a lo largo de este trabajo nos referimos como taninos a los extractos obtenidos, aunque en su comercialización nos adaptaremos al nombre ya establecido.

Los taninos son sustancias que se producen en ciertos árboles y plantas, ya sea en la corteza, en los frutos, las hojas, las raíces o las semillas; a pesar de tener un origen común, la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración.

Figura 3. Nacazcóloli.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El tanino es un compuesto sólido amorfo, de color blanco amarillento o pardo claro, se altera con la luz, es inodoro y de sabor astringente, soluble en agua, alcohol y acetona; reacciona con el cloruro férrico y otras sales; es combustible con un punto de inflamación de 199° C, una temperatura de ignición de 528.5° C; poco tóxico por ingestión o inhalación. (17)

La clasificación de los taninos se hace con base en los siguientes dos criterios:

- Productos resultantes de la destilación seca: taninos hidrolizables y taninos condensados.
- Por su origen: taninos fisiológicos y taninos patológicos.

6.2.2 Obtención, usos y aplicaciones.

Obtención.

A pesar de que la materia prima utilizada para la obtención de taninos de forma vegetal sea distinta, la forma de su obtención es muy similar para todas, ya sea con quebracho, castaño, nacazcóloli, de las acacias o de cualquier otra planta.

La obtención continua de curtientes vegetales comprende cinco fases básicas ⁽¹⁸⁾, y son:

1. Molienda.

Las partes vegetales se machacan en molinos hasta la obtención de virutas o astillas de pequeñas dimensiones, en el caso de la madera se utilizan máquinas desmenuzadoras.

2. Extracción.

Los procedimientos son dos:

- Procedimientos rurales.
- Procedimientos industriales.

Estos dependen de la disponibilidad económica y del conocimiento que posean las personas o industrias que realicen la extracción de los taninos.

3. Filtrado.

Los diferentes métodos de extracción producen líquidos concentrados de color muy oscuro con pequeñas impurezas no tánicas, por lo que es indispensable filtrarlos, hasta que se tornen translúcidos; se usan filtros prensa con lonas finas, las lonas se colocan sobre los marcos de los filtros y se inicia la filtración mediante una bomba, conforme las lonas se tapan, se incrementa la presión por último se inyecta agua caliente para lavar los polvos que reciben el nombre genérico de cachaza.

4. Decoloración.

Los líquidos concentrados y filtrados que se reciben en los tanques de almacenamiento son de color rojo moreno, por lo que se deben someter a un proceso de evaporación directa, o bien a un tratamiento químico a base de dióxido de azufre para decolorarlos.

La sulfitación de los extractos tánicos se realiza mediante dos sistemas, el de escalera, en el cual los líquidos van cayendo por gravedad y en sentido contrario asciende la concentración de SO_2 , es equivalente al obsoleto proceso de cascada. El otro sistema se lleva a cabo en una torre de 15 a 30 m de altura, llena de piedras calizas y silíceas entre las que desciende lentamente el líquido por sulfitar, y asciende también de forma lenta el SO_2 , mismo que es inyectado en la torre a través de una pequeña regaderas y una bomba a presión.

5. Evaporación.

Se realiza en tanques abiertos o cerrados y al vacío con calentamiento directo o mediante vapor, en el caso de líquidos decolorados está prohibido el uso de tanques abiertos porque se emite a la atmósfera CO_2 . Generalmente los tanques en donde se evapora a sequedad, están provistos de un agitador interior que de manera constante raspa el fondo para evitar que el tanino se pegue. Si el calentamiento es directo se favorece la carbonización del extracto.

Usos y aplicaciones.

Los taninos tienen muchos usos y aplicaciones en la actualidad, como son los siguientes:

a. En la industria de curtientes:

Los taninos son los químicos base para curtir pieles, las cuales principalmente son usadas para el calzado y producción de varios artículos. Se utilizaban como curtientes en el México Antiguo, ya que las pieles además de usarlas para vestir, se empleaban también como papel para escribir códices, además de que las tintas negras y rojas con que se pintaban estas pieles estaban hechas a base de nacazcólol^[1]. En Francia se utiliza el curtido a partir de 1790-1800^[2].

b. En la medicina:

En la medicina tradicional se utilizan como astringentes en algunas diarreas. En forma de pomada para grietas y padecimientos de la piel, y para la metritis.^[23]

c. En la industria alimenticia:

Para la preparación de alimentos y la maduración de frutas. Se utiliza como ingredientes de bebidas como son la cocoa, el té y el vino tinto.^[24]

d. En la industria de tintas:

Cuando los taninos se mezclan con sales de hierro se produce un colorante de color azul-verdoso muy oscuro, mismo que es la base para la producción de algunas tintas y de pigmentos naturales.^[31]

e. En la industria de cosméticos:

Es utilizado como astringente en lociones.^[31]

f. En la restauración:

Es utilizado en la restauración para materiales que contengan bronce, para pigmentos, y para eliminar ciertos óxidos.

6.2.3 Especificaciones del producto.

Comercialmente los taninos obtenidos naturalmente no manejan purezas ni muchas especificaciones particulares; aunque los taninos obtenidos de forma sintética si lo hacen.

Esto se debe a que no existe un método para obtener la pureza de los taninos obtenidos de forma natural, aunque si existen métodos para cuantificar la cantidad de ácido tánico, de azúcares y de Zn, Fe y Cu que contienen los taninos^[46], y son los siguientes:

- Método para la cuantificación de ácido tánico en taninos: ISO 9648, 1988.
- Método para la cuantificación de azúcares en taninos: ASTM D-6406, 1999.
- Método para la cuantificación de Zn, Cu y Fe en taninos: ASTM D-6407, 1999.

Las especificaciones que deben de tener los productos obtenido a partir del nacazcólol^[23]deben de ser las siguientes:

Tabla 17. Especificaciones del producto.

#	Especificación	Taninos (0.125 mm)	Taninos (0.250 mm)	Taninos extracto H ₂ O
1	Producción anual	Planta al 100% = 9.00 Ton./año		
2	Costo de venta	\$310,000.00 / Tonelada		
3	Fórmula	C ₁₄ H ₁₀ O ₆		
4	Tipo de extracto	100% natural		
5	Procedencia	Vaina del Nacaczólotl		
6	% Ácido Tánico	64.43 %	48.32 %	51.45 %
7	Presentación sólida	Polvo fino	Polvo fino c/cáscara	Polvo fino
8	Color	Pardo claro	Pardo claro c/cáscara	Pardo rojizo
9	Sabor	Astringente	Astringente	Astringente
11	Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro
12	Acidez (pH)	3.2 – 3.5	3.2 – 3.5	3.2 – 3.5
13	Sensibilidad a la luz	Si	Si	Si
14	Material irritante	Si	Si	Si

6.2.4 Análisis de la oferta y de la demanda

En México existe una demanda muy grande de ácido tánico. No existen datos registrados de alguna industria mexicana que se dedique a la producción de ácido tánico, simplemente existen como distribuidoras. Las industrias que producen ácido tánico en México son industrias de inversión extranjera.

Los siguientes tablas muestran la oferta y la demanda existente en nuestro país, al igual que las importaciones y exportaciones sobre el ácido tánico.

Tabla 18. Oferta y demanda.

Oferta Y Demanda En México (Año 2001)		
#	Concepto	Cantidad (Kg./ año)
1	Oferta	11,830,857.35
2	Demanda	30,032,176.35

(Datos proporcionados por la Secretaría de Economía, en trato directo con el Lic. Rolando Paniagua ^[23], Jefe del Depto. de Estadísticas)

Tabla 19. Importaciones y Exportaciones.

Mercado Internacional (Año 2001)		
#	Concepto	Cantidad (Kg./ año)
1	Importación	19,644,105.00
2	Exportación	1,442,786.00

(Datos proporcionados por BANCOMEXT^[21-22])

Realizando un análisis breve de los datos obtenidos vemos que:

- IMPORTACIONES – EXPORTACIONES:
19,644,105.00 – 1,442,786.00 = **18,201,319.00**
- OFERTA – DEMANDA:
11,830,857.35 – 30,032,176.35 = **-18,201,319.00**

Los números son fríos pero muestran la realidad. La demanda es mucho mayor a la oferta, teniendo un déficit de 18,201,319 Kg./año. Por lo mismo, las importaciones son sumamente elevadas, para poder cubrir las necesidades de los demandantes.

A pesar de que estos datos puedan ocasionar temor e impacto, para el efecto de este proyecto resulta alentador tales circunstancias debido a:

- La calidad de nuestros productos son competentes con los que se encuentran en el mercado nacional e internacional, igualando o superando muchas de ellas.
- Los costos de nuestros productos son 15% más baratos del promedio de precios en el mercado nacional e internacional. Esto es debido al proceso de producción diseñado y a las características propias de nuestra materia prima.
- Al producirse en la República, los tiempos manejados en distribución son menores y los costos también, ya que no hay pagos de impuestos internacionales y de comercio, aduanas, etc.

Las industrias productoras de ácido tánico a partir del quebracho más importantes a nivel internacional son:

- a) "The Forestal S.A de C.V", de origen alemán, pero situada en Argentina, Uruguay y Brasil, principalmente.
- b) "New York Tanning Extract Co", de origen Norteamericano, situada en Argentina y Chile principalmente.
- c) "Cia. Industrial del Chaco", de origen argentino situada en el Chaco Argentina; siendo esta la más vieja industria productora de taninos a partir del quebracho.

En la parte baja de Sudamérica abunda el árbol del quebracho, y siendo este la materia prima para la producción de taninos más popular y cuantitativa, los países europeos han invertido y desarrollado grandes industrias dedicadas su producción en esta región, contando con mano de obra barata y grandes ganancias. Entre estos países se encuentran Alemania, Italia, España y Bélgica.

En Europa existe una gran cantidad de países que producen ácido tánico a partir del castaño, ya que este árbol es propicio de climas fríos, contrario al quebracho, los principales productores son Eslovenia, Francia, Italia, República Checa y República Eslovaca.

Figura 4. Árbol de Quebracho.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En México no son conocidas las industrias que producen taninos de forma natural, aunque si se conocen las industrias que lo producen de forma sintética^[21-22], y estas son:

- Bayer de México, S.A. de C.V.
- Dupont y Cía, S.A. de C.V.
- PYOSA, S.A. de C.V.

En México existen cantidades innumerables de distribuidores de taninos^[21-22], entre los que destacan:

- CIBA Especialidades Químicas, S.A. de C.V.
- De Mateo y Cía, S.A. de C.V.
- Alquimia, S.A. de C.V.
- BASF Mexicana, S.A. de C.V.
- Clariant Mexicana, S.A. de C.V.

6.2.5 Mercado a cubrir.

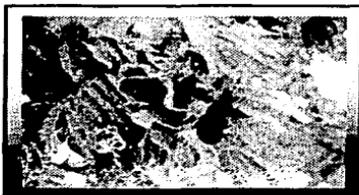
El total del mercado nacional a cubrir es del 0.012%. A falta de especificar la cantidad de azúcares, Cu, Zn y Fe de los taninos producidos, lo cual no se realizó debido a que son métodos costosos y llevan cierto tiempo, el mercado a cubrir irá enfocado en donde no se requieran mayores especificaciones, como es la curtidería, tintas, cosméticos, restauración, ciertos medicamentos y alimentos, etc.

La idea primordial es ofrecer un producto de calidad y a menor costo que el promedio. Existe un plan de comercializar nuestro producto internacionalmente en un futuro. Se ha realizado un estudio preliminar del mercado internacional, y las conclusiones arrojan la factibilidad del proyecto. Una ventaja es que los curtientes vegetales carecen de arancel de exportación.

6.2.6 Materias primas y disponibilidad.

La vaina del árbol de nacaczótlol, es en realidad la que contiene la materia curtiente, por lo que solo nos interesa la recolección de la vaina.

Figura 5. Maduración de la vaina.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Existen en México zonas características en las que el nacazcólotti crece en forma abundante. La cuenca del Río Balsas presenta la mayor población de este tipo de árbol, aunque también se encuentra en distintos poblados, tales como Huétamo, Coyuca, Capeo, Arroyo Seco y Rosales, en el Estado de Michoacán; Iguala, Huitzaco, Tepecacuilco, Arcelia, Altamirano y Balsas, en el Estado de Guerrero. Existen otras zonas en el país en donde se cultiva el cascalote, tales como el Norte del estado de Michoacán, parte de los estados de Oaxaca, Chiapas, Colima y Jalisco.^[18-19]

Cuando se trabaja con un material es recomendable conocerlo a la perfección. Mientras más se domine el tema, la competencia que ejerceremos será mas estable y fuerte. Es por esto que hay que conocer desde el producto y materia prima, hasta las operaciones unitarias más complejas del proceso.

Algunas características propias del nacazcólotti a considerar, tanto del árbol como de la vaina^[18], son las siguientes:

- El árbol de nacazcólotti tiene una vida de aproximadamente 100 años.
- El desarrollo del árbol es totalmente silvestre, aunque su cultivo no ocasiona un problema mayor.
- Son necesarios 6 años para que un árbol nuevo de su primera cosecha de vainas.
- Existe un período de cosecha al año, comprendiendo entre diciembre y marzo.
- De cada árbol de nacazcólotti se pueden obtener aproximadamente de 40 a 80 kg. de vaina por temporada.
- Se obtiene aproximadamente un total de 11,200 Ton. de vaina de nacazcólotti por año.
- El árbol mide aproximadamente de 6 a 9 metros de altura.
- Cada vaina mide de 4 a 7 cm. de largo, de 2.5 cm. de ancho y 1 cm. de grueso aproximadamente. Mientras se va secando, se van encorvando hasta adquirir la forma de una "S".
- Una vez maduras, las vainas caen del árbol.

Figura 6. Árbol de nacazcólotti.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Según la investigación de campo, los pobladores de estas zonas consideran la vaina del nacazcólotti como "basura". Ellos la recolectan y la venden a \$1.00 el Kg., donde es almacenada en Huétamo para después venderse en costales en la Zona del Bajío. Este

es el punto más importante a tratar y solucionar, ya que es nuestra materia prima principal y dependemos de ella en su totalidad.

Hay que pensar en futuro. Aunque la producción anual de la vaina del nacaczólotl es de suficiente para nuestra producción de 9 Ton./año taninos, los costos de producción disminuirían en forma considerable si se tiene una inversión en plantíos del árbol de nacaczólotl, además de asegurar el abastecimiento de nuestra materia prima bajo cualquier circunstancia.

Figura 7. Crecimiento rural del nacaczólotl.



6.2.7 Precios y comercialización.

✓ Precios

Los precios comerciales de ácido tánico varían entre una distribuidora y otra. Los precios más baratos los dan los productores directos, mientras que los precios más caros los dan las distribuidoras.

El precio de venta promedio que ofrecen los distribuidores es de \$361.36 por kilogramo, mientras que el precio de venta promedio que ofrecen los productores es de \$328.50 por kilogramo. La diferencia entre el precio de uno y del otro es de \$32.86 por kilogramo.

No es difícil pensar que el producto ofrecido por los distribuidores sea el mismo que los productores han realizado. La diferencia entre un precio y el otro se debe a la serie de intermediarios que existen entre el productor y el último distribuidor; además de que los extractos curtientes de origen vegetal tienen un arancel de importación del 10%.

El precio de venta que nosotros ofrecemos es de \$310.00 por kilogramo, precio que se encuentra por debajo del precio promedio ofrecido por los distribuidores (una diferencia de \$51.36 por kilogramo) e incluso por los mismos productores (una diferencia de \$18.50 por kilogramo).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Comercialización

No existen fórmulas para asegurar el éxito en la comercialización, pero se tiene contemplado un plan de publicidad y de introducción del producto.

Además, contamos con la calidad de nuestro producto, que iguala a los productos ofrecidos en el mercado. Se realizaron pruebas de las propiedades físicas y químicas del ácido tánico comercial y del que nosotros producimos, y ambas son iguales.

A "CAV, Ingeniería y Diseño", una empresa mexicana dedicada a la restauración, se le proporcionó una muestra de nuestro producto para que realizaran diferentes pruebas, las cuales resultaron satisfactorias en su totalidad.

Manejamos tres diferentes presentaciones confiables, dos de ellas iguales a las que se comercializan actualmente. Según el estudio realizado, el mercado solicita una presentación intermedia, presentación que nosotros producimos; lo que nos da una gama más completa y amplia de comercialización, además de innovadora.

Quizás el argumento más importante es que los taninos que producimos tiene un precio de venta menor al promedio comercial y de la misma calidad a la ofrecida por las demás distribuidoras y productoras.

6.2.8 Localización de la planta industrial.

La localización de la planta será en el Estado de Michoacán, cercano a la frontera con el Estado de Guerrero. Esta decisión es tomada por los siguientes factores:

1. El árbol de nacazcólol se encuentra en abundancia en esta zona. Es más fácil transportar taninos, que el nacazcólol.
2. El mayor consumo de taninos se localizan en la Zona del Bajío y la Zona Centro. Para distribuirlo en la Zona del Bajío no existen problemas, ya que las distancias son cortas. Pero las distancias son grandes para la distribución de la Zona Centro, por lo que se contará con un almacén la zona metropolitana, lo cual disminuirá tiempos de entrega y de costos de transportación en forma considerable.
3. Los costos de los servicios son menores en estas zonas poco industrializadas.
4. Hay disponibilidad de espacio y terreno, incluso para una posible expansión. Además de que los precios por m² de terreno no son tan altos.
5. La cercanía del Río Balsas. Es un río que no está tan contaminado y su agua puede ser utilizada, después del trato pertinente, para el proceso y uso en general.
6. Al no ser una industria que genere contaminación en el agua, en el suelo y en la atmósfera, el Gobierno del Estado apoya y promueve el desarrollo industrial, social y económico. Por lo mismo, pueden existir incentivos fiscales por parte del gobierno durante un periodo dado.

6.3 Estudio de factibilidad.

6.3.1 Indices de costos.

Los Indices de costos de la inversión nos muestra una gran aproximación al costo de los equipos básicos que se ocuparán en el proceso.

Tabla 20. Indices de costos y especificaciones generales del equipo.

Equipo	Unidad	Capacidad requerida	Volumen de equipo	Material propuesto	Costo total de equipos
Tanque de agua destilada	1	1,000 L	2.5 m ³	Acero al Carbón	14,300.00
Quebradora	1	17.65 Kg. / hr.	65 m ³	Acero c/ polímero	40,800.00
Sistema de tamizado 1	1	17.3 Kg. / hr.	45 m ³	Acero inoxidable 316	27,900.00
Sistema de tamizado 2	1	2.96 Kg. / hr.	10 m ³	Acero inoxidable 316	21,500.00
Tanque de agitación	1	1,500 L	3.0 m ³	Acero c /polímero	62,400.00
Filtro	2	1,273.84 Kg. / hr.	12 m ³	Grueso	22,600.00
Tanque regulador	1	1,300 L	3.0 m ³	Acero al Carbón	16,000.00
Evaporador	1	145 Kg / hr.	35 m ³	Acero c/ polímero	136,800.00
Secador	1	19 Kg. / hr.	30 m ³	Acero c/ polímero	71,000.00
Deshidratador	1	204.5 Kg. / hr.	45 m ³	Acero c /polímero	95,000.00
Molinos chicos	2	3.02 Kg. / hr.	10 m ³	Acero inoxidable	46,000.00
Tanques receptores	3	30 L	0.30 m ³	Polímero plástico	9,500.00
Bandas transportadoras	3	4 m	12 m ²	Hule grueso	62,000.00
Bombas	3	150 L / hr.	4.5 m ³	Acero inoxidable	55,000.00
TOTAL					\$ 682,800.00

Los precios y volúmenes de algunos equipos fueron cotizados en los distribuidores "Dopingmaq S.A de C.V.", "Melmex S.A de C.V.", "Fedequip S.A de C.V." y "Conveyors Pacheco S.A de C.V." Otros precios fueron calculados utilizando índices y tablas. ⁽¹¹⁻¹²⁾

En base al costo del equipo podemos obtener los siguientes datos, los cuales son una buena aproximación poder obtener la inversión inicial. ⁽¹²⁾

Tabla 21. Total de la Inversión Inicial.

#	Operación	Fórmula	Costo (en pesos)
1	Costo de equipo básico	I.D.	\$682,800.00
2	Costo del equipo instalado	I.E. = I.D. * 1.43	976,404.00
3	Tubería de proceso (fluido)	10% de I.E.	97,640.40
4	Instrumentación automática	15% de I.E.	146,460.60
5	Terreno	20% de I.E.	195,280.80
6	Construcción de edificio	25% de I.E.	244,101.00
7	Serv. auxiliares (agua, gas, etc.)	10% de I.E.	97,640.40
8	Otros gastos de inversión	5% de I.E.	48,820.20
	TOTAL	Suma de 2-7	\$ 1,806,347.40

Por lo tanto, la inversión inicial necesaria para la construcción de la planta industrial para la producción de 9.00 Ton./año de taninos obtenidos a partir del nacazcolótl, es de **\$ 1,806,347.40**

6.3.2 Retorno de la inversión (ROI).

El ROI nos indica el porcentaje característico del proyecto, sobre el cual se define su factibilidad. Este método no es muy preciso en realidad, nos da una primera visión sobre las decisiones a tomar. Si el ROI es mayor al 10%, el proyecto debe ser aceptado, en caso de ser menor al 10% debe ser rechazado en su totalidad.^[12]

La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$ROI = \frac{\text{Promedio de flujos}}{\text{Inversión inicial}} * 100$$

Realizando los cálculos, obtenemos que:

$$ROI = \frac{658,395.8}{1,806,347.4} * 100$$

$$ROI = 0.365 * 100$$

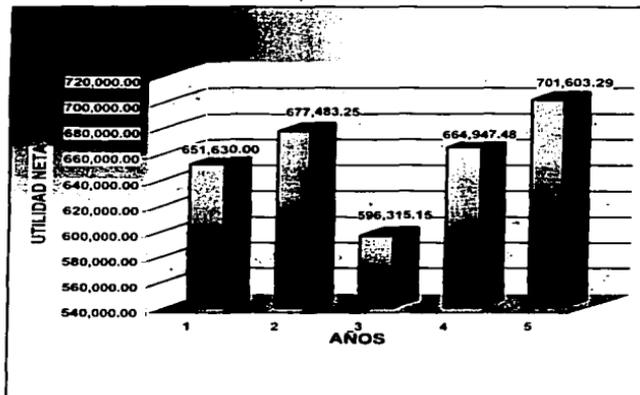
$$ROI = 36.50 \%$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.3.3 Valor presente neto (VPN).

El VPN nos indica el valor del dinero en un tiempo determinado.^[12]

Gráfica 2. Año de producción vs. Utilidad neta



La fórmula para calcular el VPN es la siguiente:

$$VPN = \sum \left[\frac{F_j}{(1+i)^j} \right] - I$$

Donde:

F = Flujo anual
 j = Año
 i = costo de oportunidad = 15%
 I = Inversión Inicial

Realizando los cálculos, obtenemos que:

$$VPN = \left[\frac{651,630}{1.15} + \frac{677,483.25}{(1.15)^2} + \frac{596,315.15}{(1.15)^3} + \frac{664,947.48}{(1.15)^4} + \frac{701,603.29}{(1.15)^5} \right] - I$$

$$VPN = (566,634.78 + 512,274.67 + 392,086.89 + 380,185.88 + 348,820.83) - I$$

$$VPN = 2,210,003.05 - 1,806,347.40$$

$$\underline{\underline{VPN = \$403,655.65}}$$

✓ Al ser positivo el VPN, el proyecto es factible, y por lo tanto, es aceptado.

6.4 Balance de materia.**6.4.1 Fase I (proceso continuo).****ALIMENTACIÓN**

La composición de la corriente \diamond es la siguiente:

- Partículas mayores a 1mm 40%
- Partículas menores a 0.125mm 60%

La cantidad alimentada se basa en los días que se va a trabajar y la capacidad de la planta es de 9 Toneladas/año del producto principal, el cual contiene 64.43% de ácido tánico. El rendimiento total en el proceso de los taninos alimentados es de 97.7% como resultado de las pérdidas en las operaciones involucradas en el sistema, como se detalla posteriormente.

Cantidad de producto final

$$9 \frac{\text{Toneladas}}{\text{año}} \left[\frac{1000\text{Kg}}{1\text{Ton}} \right] \left[\frac{1 \text{ año}}{255\text{días}} \right] \left[\frac{1 \text{ día}}{8 \text{ hr}} \right] = 4.42 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Cantidad alimentada de materia prima

$$4.42 \frac{\text{Kg producto}}{\text{hr}} \left[\frac{1 \text{ Kg Materia Prima}}{0.25 \text{ Kg Producto}} \right] = 17.65 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE DE LA QUEBRADORA QB-101

Durante esta operación es reducido el tamaño de partícula de la cáscara y ayuda al desprendimiento del polvo amarillo que esta en la fibra.

En esta operación se pierde materia prima, que se queda en la quebradora.

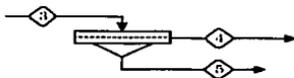


Balance de sólidos

$$\text{Sólidos } \diamond = 0.98 * \text{Sólidos } \diamond$$

$$\text{Corriente } \diamond = 0.98 * 17.65 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 17.3 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL TAMIZ DE 1mm TZ-101



Durante esta operación eliminamos las partículas mayores a 1mm que están presentes en la corriente (3)

Balance de partículas mayores a 1mm (PM1)

$$PM1 (3) = PM1 (4) + PM1 (5)$$

$$0.5430 \left[\frac{17.3 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = PM1 (4) + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (4)} = \frac{9.40 \text{ Kg}}{\text{hr}}$$

Balance de partículas menores a 1mm (Pm1)

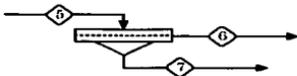
$$Pm1 (3) = Pm1 (5) + Pm1 (4)$$

$$0.4540 \left[\frac{17.3 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = Pm1 (5) + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (5)} = \frac{7.86 \text{ Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL TAMIZ DE 0.25MM TZ-102



Durante esta operación eliminamos las partículas mayores a 0.25mm que están presentes en la corriente (6)

Balance de partículas mayores a 0.25mm (PM0.25)

$$PM0.25 \text{ (6)} = PM0.25 \text{ (6)} + PM0.25 \text{ (7)}$$

$$0.384 \left[\frac{7.86 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = PM0.25 \text{ (6)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (6)} = 3.02 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Balance de partículas menores a 0.25mm (Pm0.25)

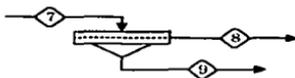
$$Pm0.25 \text{ (6)} = Pm0.25 \text{ (7)} + Pm0.25 \text{ (6)}$$

$$0.603 \left[\frac{7.8 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = Pm0.25 \text{ (7)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (7)} = 4.74 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL TAMIZ DE 0.125MM TZ-103



Durante esta operación eliminamos las partículas mayores a 0.125mm que están en la corriente

Balance de partículas mayores a 0.125mm (PM0.125)

$$PM0.125 \text{ (7)} = PM0.125 \text{ (8)} + PM0.125 \text{ (9)}$$

$$0.349 \left[\frac{4.74 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = PM0.125 \text{ (8)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (8)} = 1.61 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Balance de partículas menores a 0.125mm (Pm0.125)

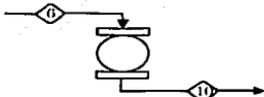
$$Pm0.125 \text{ (7)} = Pm0.125 \text{ (9)} + Pm0.125 \text{ (8)}$$

$$0.65 \left[\frac{4.74 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = Pm0.125 \text{ (9)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (9)} = \frac{3.08 \text{ Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL MOLINO DE RODILLOS ML-101



Durante esta operación reducimos las partículas presentes en la corriente

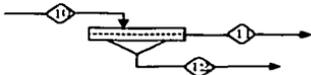
En este equipo se pierde 2% de producto

Balance de sólidos

$$\text{Sólidos (10)} = 0.98 * \text{Sólidos (6)}$$

$$\text{Corriente (10)} = 0.98 * \frac{3.02 \text{ Kg}}{\text{hr}} = \frac{2.96 \text{ Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL TAMIZ DE 0.25MM TZ-104



Durante esta operación eliminamos las partículas mayores a 0.25mm que están presentes en la corriente (10)

Balance de partículas mayores a 0.25mm (PM0.25)

$$PM0.25 \text{ (1)} = PM0.25 \text{ (2)} + PM0.25 \text{ (3)}$$

$$0.17 \left[\frac{2.96 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = PM0.25 \text{ (2)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (2)} = 0.5 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Balance de partículas menores a 0.25mm (Pm0.25)

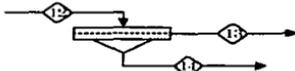
$$Pm0.25 \text{ (1)} = Pm0.25 \text{ (2)} + Pm0.25 \text{ (3)}$$

$$0.824 \left[\frac{2.96 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = Pm0.25 \text{ (2)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (2)} = 2.44 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

BALANCE EN EL TAMIZ DE 0.125MM TZ-105



Durante esta operación eliminamos partículas mayores a 0.125mm que están presentes en la corriente (2)

Balance de partículas mayores a 0.125mm (PM0.125)

$$PM0.125 \text{ (1)} = PM0.125 \text{ (2)} + PM0.125 \text{ (3)}$$

$$0.4 \left[\frac{2.44 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = PM0.125 \text{ (2)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (2)} = 0.976 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Balance de partículas menores a 0.125mm (Pm0.125)

$$Pm0.125 \text{ (I)} = Pm0.125 \text{ (II)} + Pm0.125 \text{ (III)}$$

$$0.55 \left[\frac{2.44 \text{ Kg}}{\text{hr}} \right] = Pm0.125 \text{ (II)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente (II)} = 1.34 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Evaluación de las corrientes (IV) y (V)

$$\text{Corriente (IV)} = \text{Corriente (II)} + \text{Corriente (III)}$$

$$\text{Corriente (IV)} = \text{Corriente (II)} + \text{Corriente (III)}$$

$$\text{Corriente (IV)} = 0.976 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} + 1.61 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 2.586 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Corriente (V)} = 1.34 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} + 3.08 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 4.42 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

6.4.2 Fase II (proceso por lotes y continuo).**ALIMENTACIÓN**

La cantidad alimentada se basa en los residuos producidos en la Fase I, en el tiempo de extracción y en la cantidad de producto final que se desea producir. El tiempo necesario de extracción es de 3 horas por lo que en un día se llevarán a cabo dos extracciones.

Cantidad de producto final

$$\left[\frac{17.6 \text{ Kg Materia prima}}{\text{hr}} \right] \left[\frac{0.1866 \text{ Kg Producto}}{1 \text{ Kg Materiaprima}} \right] = 3.28 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Cantidad alimentada de materia prima

*Residuos

Los residuos producidos en un día son de 79.2 Kg. Se harán dos extracciones por día por lo que se alimentarán al tanque agitador 39.6 Kg y como el tiempo de carga es de 15 min.

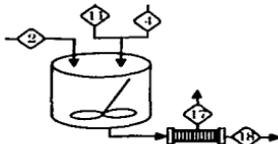
Flujo masico de residuos = 316.8 Kg/hr (Entre corriente ④ y ⑤)

*Agua

$$\left[39.6 \text{ Kg residuos} \right] \left[\frac{9 \text{ L de agua}}{0.56 \text{ Kg residuos}} \right] = 636.43 \text{ L de agua necesaria}$$

Flujo volumetrico de agua = 2545.72 L/hr

BALANCE EN TORNO AL TANQUE AGITADOR TK-102 Y FILTRO GRUESO FL-101 (OPERACION POR LOTES)



Balance de solidos insolubles (SI)

$$SI_{④} + SI_{①} + SI_{②} = SI_{⑤} + SI_{③}$$

$$(0.6607)(39.6 \text{ Kg}) + 0 = 0.6697 \text{ Kg} + 0 = 26.16 \text{ Kg}$$

De donde masa total de ⑤ = 39.06 Kg

Como el tiempo de descarga es de 30min: Flujo Masico = 78.12 Kg/hr

alance de agua (A)

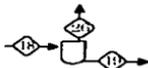
$$(\text{1}) \text{A} + (\text{2}) \text{A} = (\text{3}) \text{A} + (\text{4}) \text{A} + (\text{5}) \text{A}$$

$$+ 636.43 \text{ Kg} = (0.3303)(39.06 \text{ Kg}) + 0.9789 \text{ Kg}$$

de donde masa total de (6) 636.97 Kg

El tiempo de descarga del tanque es de 30 min: Flujo Masico = 1273.94 Kg/hr

ALANCE EN TORNO AL FILTRO AYUDA FL-102 (OPERACION POR LOTES)



alance de solidos insolubles (SI)

$$(\text{1}) \text{SI} = (\text{2}) \text{SI} + (\text{3}) \text{SI}$$

$$0.0002(636.97 \text{ kg}) = 0.00201739 \text{ Kg}$$

de donde masa total de (4) 63.151 Kg

Como el tiempo de descarga es de 30 min: Flujo Masico = 126.302 Kg/hr

alance de extraibles (E)

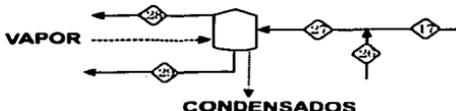
$$(\text{1}) \text{E} = (\text{2}) \text{E} + (\text{3}) \text{E}$$

$$0.0209(636.97 \text{ Kg}) = (0.0232) \text{ Kg}$$

de donde masa total de (4) 573.819 Kg

Como el tiempo de descarga es de 30min: Flujo Masico = 1147.638 Kg/hr

ALANCE EN TORNO AL DEHIDRATADOR



Corriente Kg/hr

$$\text{Kg/hr} = \text{Kg/hr} + \text{Kg/hr}$$

Balance de agua

$$12.9 + 63.0236 = 75.9236$$

Balance de residuos

$$26.16 + 0.127 = 26.2874$$

Masa total = 102.211 Kg

Tiempo de descarga 30 min

Flujo total = 204.422 Kg/hr

Balance de residuos (R)

$$R_{\text{Kg/hr}} = R_{\text{Kg/hr}} + R_{\text{Kg/hr}}$$

$$(0.2572)(102.211 \text{ Kg}) = 0.8161 \text{ Kg/hr} + 0$$

De donde:

Masa de la corriente $\text{Kg/hr} = 32.211 \text{ Kg/hr}$

Tiempo de descarga 30 min. Flujo de la corriente = 64.422 Kg/hr

Balance de agua (A)

$$A_{\text{Kg/hr}} = A_{\text{Kg/hr}} + A_{\text{Kg/hr}}$$

$$(0.7428)(102.211) = (0.1839)(32.211) + 0.1 \text{ Kg/hr}$$

De donde:

Volumen de la corriente $\text{Kg/hr} = 700 \text{ Kg/hr}$ de agua

Tiempo de descarga 30 min. Flujo de corriente = 1400 Kg/hr

Vapor de agua requerido (VA)

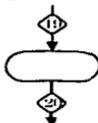
Se considera el que se condensa y el que se va con el agua.

$$(0.95)(VA) = 0.9 \text{ Kg/hr}$$

$$VA = 663 \text{ Kg/hr}$$

BALANCE EN TORNO DEL TANQUE REGULADOR TK-103

La corriente ① entra a el tanque regulador



A partir de la salida del tanque regulador el proceso es continuo y el flujo de la corriente es

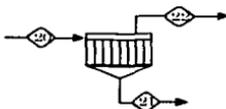
Corriente ② = 142.24 Kg/hr

BALANCE EN TORNO AL EVAPORADOR HE-101

Los criterios empleados para la operacion de este equipo son los siguientes:

-La concentracion del producto sera del 80% de solidos

-La temperatura de evaporacion para que no se descomponga el producto es de 70 C la cual se alcanza a una presion de $-0.3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ m}^{\text{m}}$



Balace de extractos (E)

$$E_{\text{②}} = E_{\text{①}} + E_{\text{③}}$$

$$(0.0232)(142.24) = 0.8 \text{ ②} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente ②} = 4.125 \text{ Kg/hr}$$

Balace de agua (A)

$$A_{\text{②}} = A_{\text{①}} + A_{\text{③}}$$

$$(0.9768)(142.24) = (0.2)(4.125) + \text{③}$$

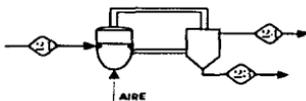
De donde:

$$\text{Corriente ③} = 138.115 \text{ Kg/hr}$$

BALANCE EN TORNO AL SISTEMA DE SECADO SC-101 Y RT-101

Para su análisis se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- El producto obtenido tendrá un contenido de agua de 0%
- La operación se llevará a cabo a 70 C para evitar la descomposición del producto



Balance de extractos (E)

$$E_{(1)} = E_{(2)} + E_{(3)}$$

$$(0.8)(4.125) = E_{(2)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente } E_{(2)} = 3.333 \text{ Kg/hr}$$

Balance de agua (A)

$$A_{(1)} = A_{(2)} + A_{(3)}$$

$$(0.2)(4.125) = 0.05 E_{(2)} + 0$$

De donde:

$$\text{Corriente } E_{(2)} = 16.5 \text{ Kg/hr}$$

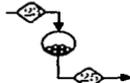
Balance de aire (AR)

$$AR = (0.95) E_{(2)}$$

$$AR = 15.675 \text{ Kg/hr}$$

BALANCE EN EL MOLINO ML-102

El propósito de esta operación es la reducción de tamaño de partícula y se pierde el 1%.



$$\text{Corriente } E_{(5)} = 0.99 E_{(6)}$$

$$\text{Corriente } E_{(6)} = 3.3 \text{ Kg/hr}$$

6.5 Bases de diseño.**6.5.1 Generalidades.**

Las Bases de Diseño consideradas, son las siguientes:

- **Función de la planta:**

Obtención y extracción de taninos utilizando como materia prima el fruto del nacazcóloli.

- **Tipo de proceso:**

El proceso consiste en dos fases, la separación y extracción de taninos a partir del fruto de nacazcóloli.

a) Fase I:

Separación mecánica de taninos que se encuentran en el fruto. Triturando el fruto y tamizando.

b) Fase II:

Extracción de taninos a partir de los residuos de la fase I con agua destilada producida en la planta a una temperatura de 70°C utilizando una relación de nacazcóloli alimentado/solvente de 1kg/9l y agitación constante.

6.5.2 Capacidad, rendimiento y flexibilidad.

- **Factor de servicio:**

La planta se diseñará para operar 255 días al año y solo se trabajara un turno de 8 horas.

- **Capacidad y rendimiento:**

a) Capacidad de diseño:

9 Ton./año de taninos (0.125mm)

b) Capacidad normal:

Depende del programa de crecimiento: 7 toneladas/año en el inicio y 9 toneladas/año para el último año de crecimiento

c) Capacidad mínima:

7 Ton./año de taninos (0.125mm)

- **Flexibilidad:**

La planta no operará bajo las siguientes condiciones: falla eléctrica.

- **Ampliaciones futuras:**

No se prevén ampliaciones futuras.

6.5.3 Especificaciones de las alimentaciones de proceso.

En la fase I, se recibirá el fruto de nacascalotl entero y seco. En la fase II, se alimentarán los residuos de la fase I y agua destilada a una temperatura de 70°C producida en la planta.

6.5.4 Especificaciones de los productos.

- Taninos (0.125mm), contiene 64.43% de ácido tánico.
- Taninos (0.250mm), contiene 48.32% de ácido tánico.
- Taninos obtenidos de la extracción, contiene 51.45% de ácido tánico.
- Para todos lo productos.
- Estado físico: Sólido en polvo.
- Forma de entrega: Sacos de 13kg

6.5.5 Condiciones de la alimentación en límites de batería.

Tabla 22. Condiciones de alimentación en los límites de batería.

Origen	Alimenta	Estado	P (atm)	T (°C)			Entrega
				Alta	Norm	Baja	
Torre de destilación	Agua destilada	Líquido	1	75	70	25	Tubería

6.5.6 Condiciones de los productos en los límites de batería.

Tabla 23. Condiciones de los productos en los límites de batería.

Origen	Alimenta	Estado	P (atm)	T (°C)			Entrega
				Alta	Norm	Baja	
Torre de destilación	Agua condensada	Líquido	1	70	60	25	Tubería

6.5.7 Agentes químicos.

No aplica

6.5.8 Servicios auxiliares

- **Aqua de proceso:**

- a) **Fuente de suministro:**

Será generada en la misma planta.

- b) **Condiciones de suministro:**

- Las mismas que las de límite de batería.
- Disponibilidad: 1,272.86 L/día.

- **Aire de instrumentos:**

- a) **Fase I y Fase II:**

Se utilizará gas residual del anillo de bombeo neumático acondicionado a los requerimientos de la instrumentación.

- b) **Especificaciones:**

- Libre de impurezas: hierro, aceite, agua, etc.
- El compresor de aire de planta e instrumentos será accionado por motor eléctrico.
- Temperatura, presión y punto de rocío:

Tabla 24. Especificación de variables.

Concepto	Máxima	Normal	Mínima
Presión (Kg / cm ²) <small>manométrica</small>	8.8	7.0	5.6
Temperatura (° C)	52	52	-----
Punto de rocío	- 40° F	-----	-----

- **Aire de planta:**

- a) **Fase I y Fase II:**

En la Fase I no se requiere; en la Fase II el aire será generado en la planta.

- b) **Especificaciones:**

- Libre de impurezas: hierro, aceite, etc.
- Temperatura, presión y punto de rocío:

Tabla 25. Especificación de variables.

Concepto	Máxima	Normal	Mínima
Presión (Kg / cm ²) <small>manométrica</small>	8.8	7.0	5.6
Temperatura (° C)	52	52	-----
Punto de rocío	Saturado		

- **Drenajes:**

En la primera etapa no se consideran drenajes cerrados, ni abiertos. En la segunda etapa, estarán constituidos por los siguientes cabezales de recolección:

- a) **Drenajes abiertos:**

Recolectará las corrientes provenientes de equipos que sean drenados a la atmósfera.

- b) **Tratamiento de drenajes:**

Con el objeto de reducir los problemas de contaminación ambiental serán tratados los drenajes abiertos. Las normas que se aplicarán serán las vigentes de la Secretaría de Salud, Desarrollo Urbano y Ecología, y de Recursos Hidráulicos.

- c) **Edificios:**

El edificio con que contará la planta estará integrado por módulos los que facilitaran las siguientes funciones:

- Cuarto de control Eléctrico.

- Oficina de operadores.
- Taller.
- Cuarto de control.

d) Especificaciones:

Los sistemas, tuberías de proceso, recipientes, equipo y servicios auxiliares se diseñarán de acuerdo con las prácticas recomendadas por las siguientes normas.

Tabla 26. Especificaciones según normas para el diseño.

Norma	Descripción
API-RP-2G	"Production Facilities On Offshore Structure"
API-RP-520	Parte 1 y 2, para el diseño de válvulas de seguridad
API-RP-521	Para el diseño de sistemas de desfogue
API-RP-518	Para compresores recíprocos
API-RP-610	Para bombas centrífugas
API-2000	Para cálculo de dispositivos de venteo en tanques atmosféricos
ANSI-B16.5	Para bridas de tubería
ANSI-B31.3	Para tuberías en la planta
ASME	Para recipientes
ASTM	"American Society For Testing And Materials"
NFPA	"National Fire Protection Association"
NEC	"National Electric Code"

6.5.9 Instrumentación.

Las señales de los instrumentos deberán centralizarse en un cuarto de control e irán a un sistema digital de control basado en un microprocesador.

Los transmisores deberán ser del tipo electrónico, a prueba de explosión clase 1, división 1, grupo d, con rango de señal de 4 a 20 mA, dos hilos correspondientes a las variaciones de 0 a 100%

Toda la instrumentación de campo deberá tener un recubrimiento para evitar corrosión.

- **Sistema digital de control:**

El sistema digital de control estará basado en un controlador lógico programable, el cual cumplirá con las siguientes funciones:

- Recibir las señales de los sensores y mostrar en pantalla los desplegados de los controladores, indicadores, interruptores, registradores, alarmas y gráficos dinámicos del proceso.
- Ejecutar la lógica operacional para el control del proceso y del sistema de para de la planta

La localización de este sistema será en el cuarto de control.

- **Sistema de alarma y paro:**

La lógica de alarma y paro, se realizará a través del sistema digital de control, además esta lógica será desarrollada tanto en diagramas lógicos como diagramas de escalera.

Para esto deberá instalar un sistema de paro para el equipo involucrado, el cual estará integrado por un grupo de instrumentos localizados en las partes críticas del proceso y un sistema de paro para asegurar que el equipo opere dentro de los niveles de seguridad adecuado.

- **Sistema de intercomunicación y voice:**

Se requiere con un sistema que cumpla con los objetivos de comunicación y voice debido a la necesidad de comunicación con las diferentes partes de la planta.

- **Códigos y normas:**

Para la identificación, especificación e instalación de instrumentos y sistema de comunicación de proyecto, se deberán seguir las normas y prácticas recomendadas según la Instrument Society Of America (ISA).

6.5.10 Sistema eléctrico.

- **Operación:**

La energía eléctrica necesaria será suministrada por la CFE y tendrá las siguientes características:

- Voltaje: 13,800 V.
- Acidez: pH = 3.
- Frecuencia: 60 hz.

- **Sistema de alumbrado:**

El alumbrado para áreas interiores y exteriores consistirá en una combinación de reflectores y luminarias locales todas deberán ser adecuadas para la clasificación del área en que se instalarán

- **Sistema de tierras:**

Las piernas y piones de acero de la subestructura y de la superestructura de la planta deberán constituir el bus principal de tierra.

El equipo de proceso asegurado y en contacto con la estructura de la planta deberá ser considerado como suficiente aterrizado, sin embargo, se conectarán a la estructura de acero por medio de puentes de cable de cobre.

Como mínimo el siguiente equipo eléctrico deberá ser firmemente conectado a tierra por medio de puentes de cable de cobre

- Bases de tierra de tableros de distribución, tableros de alumbrado y centros de control de motores.
- Bastidores de interruptores para exteriores.

- Carcasas de motores.
- Tanques o cubiertas de transformadores.
- Recorridos de tubería conduit o charolas.
- Cables armados.

- **Tubería conduit y alambrado:**

El método general de alambrado deberá ser cableado en tubería de aluminio y el tamaño mínimo de la tubería deberá ser de 19mm de diámetro (3/4"). Los conductores empleados serán: en baja tensión de cobre suave aislamiento termoplástico tipo THW para 600V a 75° C temperatura de operación no propagador del fuego. En media tensión conductor compacto de cobre suave, aislamiento de etileno propileno para 5kv

- **Códigos y normas:**

El diseño e instalaciones de los sistemas eléctricos deberá cumplir con las normas y códigos y especificaciones aplicables de:

- IMP-N-201, 202, 213, 214, 215, 218, 236.
- Técnicas e instalaciones eléctricas (SEPAFIN).
- National Electrical Code (NEC).
- API-RP-500B.
- API-RP-14F.
- Norma Internacional Eléctrica (IES).
- NFPA.

6.5.11 Sistema de seguridad y protección contra incendio.

Este sistema consistirá en una red de agua contra-incendio presurizada con agua del río, utilizando bombas que se instalarán y especificarán de acuerdo al NFPA-20. El sistema de seguridad y protección contra-incendio contará con detección y alarmas que actuarán en forma manual y automática en caso de incendio o cualquier otra emergencia.

- **Sistema contra incendio en lugares cerrados:**

Los cuartos de control de instrumentos de control eléctrico y equipos en paquete deberán protegerse mediante extinguidotes portátiles de bióxido de carbono; para laboratorios por medio de extinguidotes portátiles a base de polvo químico seco. Además se contará con extinguidotes montados sobre ruedas para ser utilizados en estas u otras áreas

- **Sistema de detección de gas y fuego:**

Se deberán diseñar un sistema automático de detección en tiempo real que permita alertar al personal y tomar acciones correctivas sobre los eventos de fuego, fuga de gas combustible y abandono de instalaciones.

Los sistemas deben ser independientes y únicamente generarán una señal de alarma por cualquiera de los riesgos listados anteriormente. No se diseñarán sistemas de detección de gases en áreas abiertas, sin embargo en áreas enclaustradas con ventilación deficiente que contengan materiales o equipos inflamables y que no estén parcial o normalmente vigilados por personal, si deberán incluirse estos sistemas.

- **Sistema de alarmas:**

Se incluirá una red de alarmas manuales por fuego, así como de abandono de instalaciones distribuidas en la planta.

No se deberán enviar señales de alarma, de los equipos de paquete, al tablero central de seguridad.

El sistema de alerta al personal (alarmas audibles), que forma parte del sistema de detección de gas y fuego deberá ser totalmente independiente del sistema de intercomunicación y voceo. Este sistema deberá reproducir un tono diferente para cada riesgo detectado, con las siguientes características y prioridades

Tabla 27. Características del Sistema de Alerta.

Prioridad	Tono	Audiodfrecuencia	Rango en Modulación	Uso
1	Pulso	475 ± 25 hz	4.5 hz.	Abandono
2	Sirena	500 ± 1000 hz.	35 seg./ciclo	Fuego
3	Aullido	500 ± 1000 hz.	2.5 hz.	Gas combustible
4	Constante	700 ± 100 hz.	Sostenida	Prueba

Se deberá contar con un sistema de alarma visible que alerte al personal y que consistirá en un juego de luces codificado de acuerdo al riesgo

Tabla 28. Colores de riesgo.

Color	Riesgo
Luz verde	Condición normal
Luz roja	Fuego en el área
Luz azul	Gas combustible en el área
Luz blanca	Abandono de las instalaciones

Estas luces se deberán instalar en forma estratégica y serán de un tamaño mínimo de 15 cm. De diámetro del tipo estroboscopio de alta intensidad, de tal forma que permitan al personal conocer con suficiente anticipación las condiciones de seguridad que prevalece en el área afectada.

- **Tablero de seguridad:**

Se diseñará un tablero central de gas y fuego denominado tablero de seguridad, el cual recibirá todas las señales de campo, las supervisará y tomará las acciones preventivas y/o correctivas necesarias de acuerdo con la lógica de operación establecida en forma automática, se localizara en el cuarto de control de instrumentos.

El tablero de seguridad deberá estar conectado al sistema general de tierras de tableros de control y este sistema será totalmente independiente al sistema general de tierras de los equipos de proceso.

- **Letreros de seguridad y rutas de escape:**

Se distribuirán en lugares estratégicos letreros de los siguientes tipos:

- Informativos para indicar la localización de equipos contra-incendio, salvamento, rutas de escape.

- Preventivos para prohibir determinados actos o acciones que pudieran poner en riesgo la seguridad del personal y/o funcionamiento de las instalaciones.
- Se deberán instalar graficas de localización general.

- **Códigos, normas, especificaciones y prácticas recomendadas:**

El sistema de seguridad y contra incendio deberá cubrir los requerimientos establecidos por los siguientes códigos, normas, especificaciones, prácticas recomendadas, etc., que se anotan a continuación:

a) Normas nacionales:

- Normas técnicas para instalaciones eléctricas (SEPAFIN).
- Especificación N-201 IMP (Proyecto y Diseño de Instalaciones Eléctricas).
- Estándares de Ingeniería AO.595.02 (notas generales para la instalación de tubería conduit para instrumentos).

b) Normas internacionales:

- NFPA.

6.6 Criterios de diseño.

En este documento se presentan los Criterios de Diseño para los principales equipos que integran la planta de obtención de taninos a partir del nacazcólolt.

- **Tanque de agua:**
 - Relación longitud diámetro: 2 a 3.
 - Se emplearán 9 Litros de agua/1Kg de nacazcólolt .
 - El material del tanque será de acero al carbón.
- **Tanque agitador:**
 - La temperatura no deberá ser superior a 75° C.
 - Relación longitud diámetro 2 a 3.
 - Debe tener agitación constante.
 - El material deberá ser de acero inoxidable con recubrimiento.
- **Filtro grueso:**
 - El objetivo de este filtro será remover el residuo de la extracción.
 - El medio filtrante serán dos lonas dispuestas en un tanque.
- **Filtro ayuda:**
 - Este sistema tiene como objetivo eliminar compuestos insolubles en el agua y que dificultan la operación de secado.
 - El filtro ayuda será caolín el cual se depositará previamente en el medio filtrante.
 - Son necesarios dos equipos por el requerimiento de limpieza y acondicionamiento del medio filtrante.
- **Evaporador:**
 - Se ocupa básicamente para la concentración de la solución, retirar el agua.
 - El tanque deberá estar enchaquetado con vapor para suministrar el calor latente de evaporación del agua.
 - Se asume un 10% en pérdidas de calor.
- **Secador:**
 - Se recomienda un secador por aspersión.
 - Se suministrará suficiente aire caliente a una temperatura de 110° C .
 - Esta operación puede ir acompañada en el fondo de la cámara por clasificación y separación de partículas.
- **Deshidratador:**
 - El equipo deberá permitir la distribución del residuo, para que el vapor pueda pasar a través de él.
 - Se dispondrá de vapor a 40psig.
 - La entrada del bagazo con el disolvente será a 40° C.
 - Por cada Kg. de vapor condensado 0.65 Kg. de vapor no se condensa.
 - Número de platos: 2.
 - Material: Acero inoxidable.

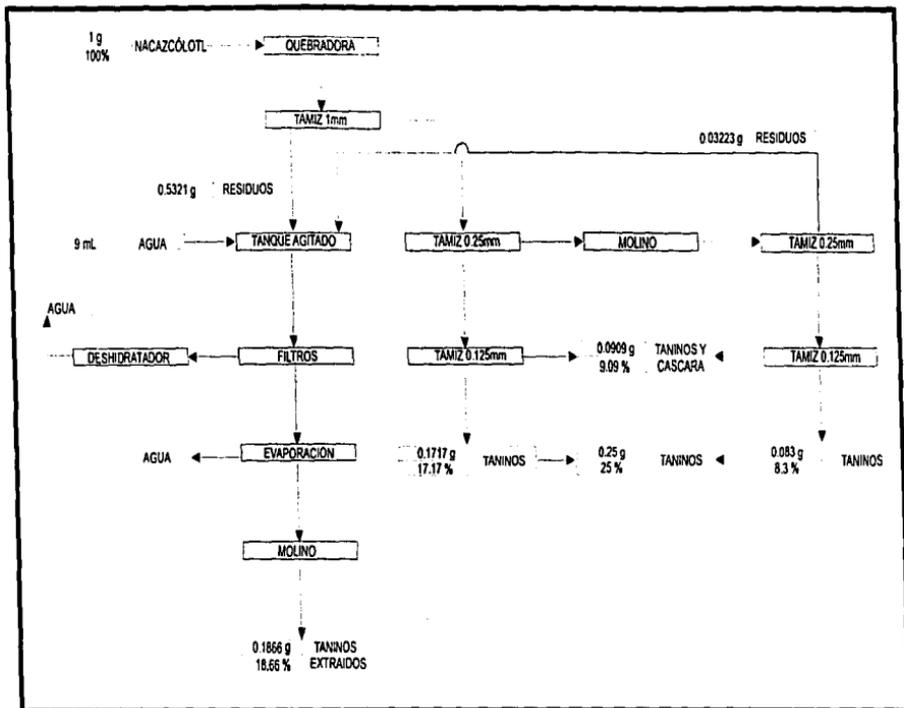
- **Quebradora:**
 - Para la Fase I del proceso se recomienda un sistema cerrado de molienda que usan clasificadores de tamaño externo.

- **Tamices:**
 - Los tamaños de los tamices necesarios son:
 - 1mm.
 - 0.25mm.
 - 125mm.
 - Se utilizaran 2 tamices para que el proceso de recolección del material sea continuo.

- **Molino (ML-101):**
 - Se ocupara un molino de rodillos.
 - Los rodillos pueden ser de 25 a 150mm de diámetro.
 - La razón de la longitud del rodillo a su diámetro es de 1.5.

- **Molino (ML-102):**
 - Se ocupara un triturador de bola ya que son los mejores para obtener polvos muy finos.
 - Tiene una relación longitud diámetro entre 1 y 1.5.

6.7 Diagrama de bloques.



6.8 Descripción del proceso.

• Introducción.

La planta para la producción de taninos tiene una capacidad de 9 toneladas al año del principal producto que contiene 64.43% de ácido tánico. Esta planta consta de dos fases: la fase I consiste en la separación de taninos por medios mecánicos y la fase II en la extracción de taninos a partir de los residuos de la fase I con agua destilada, donde se obtiene una mezcla de sólidos insolubles y taninos disueltos en agua. Esta corriente de proceso pasa por unidades de filtrado, evaporación, secado y reducción de tamaño, generándose otro producto final con un 51.45% ácido tánico.

• Fase I: Separación de taninos por medios mecánicos.

Por medio de la banda transportadora BT-101 la carga de nacazcolotl entra a la quebradora QB-101 que al salir pasa por el tamiz TZ-101 del cual se obtiene dos corrientes: los residuos principales para la fase II y la corriente de sólidos con tamaño menor a 1mm.

Los sólidos con tamaño menor a 1mm entra al tamiz TZ-102 que nos genera dos corrientes: sólidos con tamaño de partícula menor a 0.25mm que entran al tamiz TZ-103 y se obtienen la mayor parte de dos de los tres productos, la otra corriente son los sólidos con tamaño de partícula mayor a 0.25mm que se envían al molino ML-101 para la reducción de tamaño.

Los sólidos procedentes del molino ML-101 entra al tamiz TZ-104 del cual se obtiene dos corrientes: sólidos de tamaño de partícula menor a 0.25mm que entra al tamiz TZ-105 donde se obtienen la otra porción de los productos finales. Los sólidos de tamaño de partícula mayor de 0.25mm que se envían como residuos para tratamiento a la fase II.

De los tamices TZ-103 y TZ-105 se obtienen dos de los tres productos de la planta, estos son sólidos con tamaño de partícula menor a 0.125mm que son el producto principal de la planta y sólidos con tamaño de partícula mayor a 0.125mm.

• Fase II: Extracción de taninos a partir de los residuos de la fase I.

Los sólidos con tamaño de partícula mayor a 1mm procedentes de el tamiz TZ-101 y los sólidos con tamaño de partícula mayor a 0.25mm procedentes del tamiz TZ-104 se envían al tanque agitador TK-102 donde se pondrán en contacto con agua destilada proveniente de el tanque TK-101 que tiene una temperatura máxima de 75°C y se mantendrá en agitación constante durante 3 horas. A la salida del tanque agitador la corriente se pasara por el filtro grueso FL-101, cuyo medio filtrante son lonas dispuestas y se obtendrán dos corrientes:

- La corriente de residuos.
- La corriente de licuado acuoso.

La corriente de residuos se manda al desolventizador DE-101 para así remover el agua con vapor.

La corriente de licor acuoso se envía al filtro ayuda FL-102, que consiste en caolín, el cual se depositará previamente en el medio filtrante.

La corriente entra al evaporador HE-101, el cual emplea como medio de calentamiento vapor, y tiene como propósito generar un producto con una concentración de sólidos del 80%. Del evaporador HE-101 se evapora agua que circula por el primer condensador EA-101, que usa como medio de enfriamiento agua, el agua pasa a la fase líquida y se envía a límites de batería para su reutilización.

La solución concentrada es conducida por medio de la bomba GA-107/R al secador de extracto SC-101, el cual trabaja poniendo en contacto partículas finamente divididas de líquido con aire calentado mediante vapor, donde la sustancia principal es recogida en forma de polvo, en parte directamente de la cámara de secado y otra fracción en el ciclón recolector de polvos RP-101.

El ciclón RP-101, asociado al secador, tiene por función separa las partículas sólidas a la corriente de aire mezclada agua, la cual sale por la parte superior del equipo impulsada por el soplador de gases.

Los sólido provenientes del RT- 101 entran al molino ML-102, que se ocupará para la reducción de tamaño de partícula, con el objetivo de tener la presentación en polvo fino de los taninos extraídos, tercer producto de la planta.

6.9 Nomenclatura del equipo.

Debido a que no existe una nomenclatura universal para designar a los equipos, es necesario realizar este documento para especificar el equipo al que se refiere en los documentos posteriores.

Tabla 29. Nomenclatura del equipo.

#	EQUIPO	NOMENCLATURA
1	Tanque de agua.	
2	Tanque agitador.	
3	Tanque regulador.	
4	Bandas de transporte.	
5	Quebradora.	
6	Tamices.	
7	Molino de rodillos.	
8	Trituradora de bola.	
9	Evaporador.	
10	Deshidratador.	
11	Condensadores.	
12	Bombas.	
13	Bomba de sólidos.	
14	Filtro grueso.	
15	Filtro ayuda.	
16	Secador.	
17	Ciclón.	

Fase I

Característica	Corriente	1	3	4	5	6	7	8
Sólidos > 1mm. (% Peso)		40	54.4	100	-	-	-	-
Sólidos > 0.25mm. (% Peso)		-	3	-	38.5	100	-	-
Sólidos > 0.125mm. (% Peso)		-	15.6	-	22	-	34	100
Sólidos <0.125mm. (% Peso)		60	27	-	39.5	-	66	-
Flujo (Kg / hr)		17.5	17.3	9.4	7.86	3.02	4.74	1.61
Presión (Atm)		Atmosferica						
Temperatura (°C)		Ambiente						

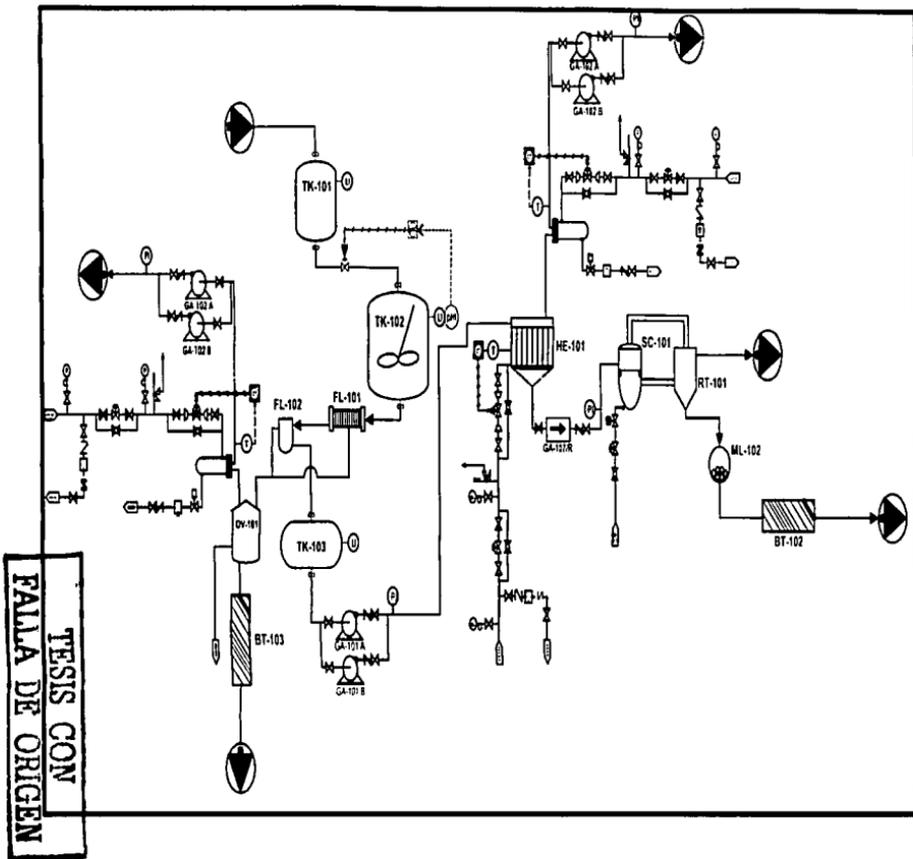
Característica	Corriente	9	10	11	12	13	14	15	16
Sólidos > 1mm. (% Peso)		-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos > 0.25mm. (% Peso)		-	17	100	-	-	-	-	-
Sólidos > 0.125mm. (% Peso)		-	33	-	40	100	-	100	-
Sólidos <0.125mm. (% Peso)		100	50	-	60	-	100	-	100
Flujo (Kg / hr)		3.08	2.96	0.5	2.44	0.976	1.34	2.586	4.42
Presión (Atm)		Atmosferica							
Temperatura (°C)		Ambiente							

Fase II

Característica	Corriente	2	4 + 11	17	18	19	20	21
Agua (% Peso)		100	-	33.03	97.89	97.68	97.98	20
Extraíbles. (% Peso)		-	33.93	-	0.02	-	-	-
Insolubles. (% Peso)		-	66.07	66.07	2.09	2.32	2.32	80
Flujo (Kg / hr)		2545.72	316.8	78.12	1273.94	1147.638	142.24	4.125
Presión (Atm)		Atmosferica						
Temperatura (°C)		70	Ambiente	Ambiente	Ambiente	Ambiente	Ambiente	60

Característica	Corriente	22	23	24	25	26	27	28	29
Agua (% Peso)		100	-	5	-	99.798261	74.28	100	18.39
Extraíbles. (% Peso)		-	-	-	-	0.201739	25.72	-	81.61
Insolubles. (% Peso)		-	100	-	100	-	-	-	-
Flujo (Kg / hr)		138.115	3.3333	16.5	3.3	126.302	204.422	1400	64.4222
Presión (Atm)		Atmosferica							
Temperatura (°C)		Ambiente	65						

6.11 Diagrama de tuberías e Instrumentación (DTI).



6.12 Diseño del equipo.

a) Tanque de alimentación del agua destilada

Este tanque deberá de tener una capacidad de 1,000 litros para agua destilada, el cual únicamente es considerado para el proceso en la extracción de los taninos.

Las dimensiones de los tanques se calcularon a partir de la fórmula $V=(\pi/4)*D^2*L$, utilizando una relación de $L/D = 3$ para todos.

Las dimensiones para el tanque de alimentación con capacidad para 1,000 L son:

$$D = 0.60 \text{ m, y } L = 1.80 \text{ m}$$

El material recomendado para su uso es de acero al carbón.

b) Quebradora

En primera instancia el proceso está diseñado para que se maneje un solo turno (8 horas). Con esto planteado, podemos saber cuantos kilogramos de producto tenemos que producir al día. La quebradora está diseñada para una capacidad de 17.65 kg. de nacczólotl por hora.

Por las cotizaciones de proveedores sabemos el volumen de nuestro equipo al manejar tal cantidad de materia prima. El proveedor nos da un volumen de 65 m^3 , siendo el material de acero inoxidable.

Debido a las especificaciones del proceso, la quebradora debe de tener una cubierta interna de un polímero, ya que nuestra materia prima contiene una pequeña cantidad de humedad que al entrar en presencia con el hierro, ocasiona que los taninos presentes en el nacczólotl reaccionen y formen una tinta negra, que además de dañar el equipo, produce la pérdida de producto.

c) Tamizadoras

Después de realizar las pruebas en el laboratorio, se llegó a la conclusión de que los diámetros de malla óptimos son los de 1.00 mm, 0.250 mm y de 0.125 mm. La capacidad del primer sistema de tamizado debe ser de 17.3 kg./hr., mientras que el segundo debe tener una capacidad de 2.96 kg./hr.

A lo largo del proceso necesitamos 2 sistemas de tamizado, una compuesta de los tres tipos de mallas, estando primero la malla de 1.00 mm, luego la de 0.250 mm, y por último, la malla de 0.125 mm., y el segundo solamente de las mallas de 0.250 mm y de 0.125 mm.

El primer sistema de tamizado se encuentra a la salida de la quebradora, donde se recolectarán y tamizarán los taninos que ahí se desprendieron.

Con la malla de 1.00 mm logramos limpiar los taninos de la cáscara, la fibra y las semillas del mismo nacczólotl, para mandarlos posteriormente al tanque de agitación en donde se lavarán para la extracción de taninos que aún puedan contener.

Con la malla de 0.250 mm eliminamos todos aquellos sólidos pequeños del mismo naczcolóti, así como polvo y otros sólidos que puedan involucrarse. El sólido que queda sobre la malla de 0.250 mm contiene aún una gran cantidad de taninos, por lo que es llevado a un molino de bolas para reducir el diámetro de partícula, para llevarlo al segundo sistema de tamizado, y aumentar de esta forma nuestra eficiencia.

El sólido obtenido después de la malla de 0.250 mm son taninos con un 48.32% de ácido tánico y es de tipo granulado, que es una de las variedades que ofrecemos de nuestro producto. Con la malla de 0.125 mm obtenemos taninos como polvo fino, tipo talco con un 64.43% de ácido tánico, siendo otra presentación de nuestro producto.

Como mencionamos, el segundo sistema de tamizado se encuentra a la salida del molino de bolas, el cual es utilizado para disminuir el diámetro de partícula del sólido que quede sobre la malla de 0.250 mm del primer sistema de tamizado.

El segundo sistema de tamizado esta compuesto por un par de mallas, una de 0.250 mm, en donde se obtiene producto tipo granulado con 48.32% de ácido tánico, y la otra de 0.125 mm en donde se obtendrán taninos con un 64.43% de ácido tánico, como polvo fino.

Al término de esta operación unitaria, se recolectan los productos de ambos sistemas de tamizado en sus dos presentaciones, para su posterior empaque.

El material recomendado para ambos equipos es de acero inoxidable 316.

d) Tanque de agitación

El tiempo de extracción es de 3 horas por carga, necesitando un tanque de agitación que contenga un volumen de 1,500 L.

Según la investigación, se encuentra que los rangos comerciales de volumen de diseño van de 3 a 12 m³, siendo dimensiones de equipos mas comunes las de 1.6 m de diámetro por 2.6 a 3.2 m de alto. Para el volumen que nosotros requerimos se propone utilizar un extractor que tenga un diámetro de 1.00 m y una altura de 3.00 m, medidas que corresponden a un volumen total del tanque de 3.00 m³, lo cual es el doble de volumen de lo que nosotros necesitamos, pero siendo que el diseño más chico dado por los proveedores son de esta capacidad se acepta este tanque de estas dimensiones, ya que no afecta en nuestro proceso, además de que el costo del equipo sería mucho mayor si fuera sobre pedido al proveedor a las medidas que nosotros solicitamos.

El material recomendado es acero inoxidable con cubierta interna de algún polímero plástico para evitar la formación del complejo colorido al mezclarse los taninos en agua con presencia de hierro.

e) Filtro

Este sistema de filtrado consta de 2 tipos de filtro, uno a la salida del tanque de agitación y otro como filtro ayuda para eliminar todas las impurezas sólidas que no se eliminaron en el primero.

El primero de los filtros correspondiente a la salida del tanque de agitación, deberá de ser grueso y resistente, ya que debe soportar el licor acuoso, compuesto de agua destilada, taninos y bagazo.

El segundo de los filtros se situará en seguida del primer sistema de filtrado, cuya finalidad es eliminar todos los sólidos del licor acuoso que no se hayan eliminado en el primer filtro. Debe ser un filtro grueso, pero de menor resistencia que el primero, ya que los sólidos que se lleguen a depositar no son de peso significativo.

Los sólidos insolubles y el bagazo se eliminan en su totalidad con el sistema de filtrado planteado, lo que nos da la certeza de que en el licor acuoso filtrado tenemos solamente una solución de agua y taninos, lo que nos permite obtener la pureza de taninos necesaria para su comercio una vez que se haya evaporado el agua.

El primer filtro debe de soportar un flujo de 1,273.94 kg./hr. Al ser sólidos grandes, compuestos de cáscara y fibra del nacazcolotl, el flujo del licor acuoso es rápido y constante en el filtrado. Además, al no existir sólidos pequeños, el filtro tiene un mayor tiempo útil de vida por lo que se puede reutilizar en repetidas ocasiones, lo cual se ve reflejado directamente en tiempo y costo.

f) Deshidratador

El equipo utilizado en esta parte del proceso permite distribuir el bagazo de tal manera que el vapor pueda pasar a través de él, y así remover el solvente en forma continua en los dos platos del equipo, ya que el bagazo si se mantiene húmedo después de 35 horas, empieza a presentar formación de hongos y moho que lo hacen inútil para su posterior venta.

Cabe mencionar que el bagazo contiene proteínas, por lo que se puede vender como subproducto, utilizándose como complemento alimenticio en ganado de granja, ya sea vacuno, bovino y/o porcino.

El balance de materia nos hace ver que la capacidad requerida es de 204.5 Kg./hr., dándonos un volumen de 45 m³.

El material recomendado para su construcción es acero inoxidable.

g) Evaporador

El evaporador tendrá como objetivo concentrar nuestro licor acuoso, de modo que elimine la mayor cantidad de agua en el sólido (taninos), para posteriormente secarlo y molerlo para su empaque y comercialización.

A pesar de tener únicamente agua como disolvente en nuestro licor, necesitamos un evaporador que maneje una temperatura máxima de 75° C, ya que como la mayoría de los productos alimenticios, lácteos, alcohólicos y farmacéuticos, los taninos no pueden exponerse a temperaturas altas puesto que se degradan o cambian sus características deseadas. Estos productos requieren un tiempo de bajo contacto y sobre todo temperaturas de operación bajas.

Se seleccionó un evaporador de película descendente, que es un evaporador de tipo vertical de tubos largos a circulación natural. En este tipo de equipo la solución se alimenta en un haz de tubos localizado en la parte superior, formándose una película cada vez más delgada y con movimiento más rápido que desciende por la pared del tubo impulsada por gravedad, dando lugar a coeficientes de transferencia de calor y tiempos de contacto más bajos.

La capacidad es de 145 kg./hr., y el material recomendado es de acero inoxidable con una capa interna de algún polímero plástico para que no reaccione el licor acuoso con la presencia del hierro.

h) Secador

Para poder comercializar nuestro producto, se necesita que contenga lo menos posible de humedad debido a las características que presenta cuando existe presencia de agua y de hierro. Además de que la presentación del producto terminado es un factor importante para una buena comercialización, en el sentido en que todos los extractos que competirán con nuestro producto presentan forma granular y de polvo fino.

Se selecciona un secador de aspersión, el cual consiste en un cilindro alto y vertical y en una cámara en la que el material a secar es esperado en forma de pequeñas gotas, alimentándose una gran cantidad de aire caliente suficiente para aportar el calor necesario y completar la evaporación del líquido.

La transferencia de calor y de masa son acompañados por contacto directo del gas caliente con las gotas dispersas. Después de completar el secado, se enfría el gas y los sólidos se separan. Esta operación puede ir acompañada parcialmente en el fondo de la cámara de secado por clasificación y separación de partículas. Las partículas finas son separadas del gas en ciclones externos o bolsas colectoras. Cuando solo se desean las partículas menos finas como producto final, las finas recobran en lavaderos, el líquido lavado es concentrado y retornado como alimento a la cámara.

La capacidad requerida del secador es de 19 kg./hr., lo que nos da un volumen total de 30 m³. El material recomendado, es de acero inoxidable, debiendo de tener una cubierta interior de algún polímero plástico, ya que encontrándonos en presencia de agua y de hierro, se suscita el mismo problema anteriormente mencionado.

i) Molinos

A lo largo del proceso se necesitan 2 molinos. La selección y funcionamiento de los molinos es de una mecánica distinta debido al tratamiento que se le debe de dar a nuestra materia prima y producto a lo largo del proceso.

El primero de ellos es un molino de rodillos, el cual se encuentra a la salida del primer sistema de tamizado después de la malla de 0.250 mm, con la finalidad de disminuir el diámetro de partícula del sólido sobrante sobre esta malla, para obtener una mayor eficiencia en el segundo sistema de tamizado. Debe tener una capacidad de molienda fina de 3.02 kg./hr.

El segundo, es un molino de bolas. Se encuentra a la salida del secador, y su finalidad es lograr la uniformidad en el diámetro de partícula del producto. Cabe señalar que al ser

muy eficiente la molienda que nos proporciona este equipo, ya no es necesario tamizarlo, por lo que después del molino se procede a su empaque, para finalizar la tercera y última presentación de nuestro producto. La capacidad debe ser de 3.333 kg./hr.

El material recomendado de ambos molinos es de acero inoxidable.

j) Tanques receptores

Estos tanques estarán a las salidas de nuestro proceso en los cuales se recibirá el producto. Son un total de 3 tanques, uno para el ácido tánico puro, otro para el ácido tánico de pureza media y el otro tanque para el ácido tánico obtenido a partir de la extracción con agua.

El total de la capacidad de estos tanques será de 30 L, tomando como referencia el agua, lo que nos da la capacidad necesaria para poder depositar los distintos productos para su posterior empaque y almacenaje.

Las dimensiones son: $D = 0.30 \text{ m}$ y una $L = 0.9 \text{ m}$

Al ser de estas dimensiones se facilita su manejo para el empaque de los productos, lo mismo para el mantenimiento, y poder evitar así, futuras impurezas en nuestros distintos productos.

El material recomendado es de un polímero plástico. No se recomienda ningún material que pueda contener hierro, ya que en caso de existir humedad los taninos reaccionan con el, formando un complejo colorido (tinta negra), lo cual provoca pérdida de nuestro producto.

k) Bombas

Las bombas empleadas en el proceso son pequeñas, ya que los flujos que manejarán son de 700 L/hr.

Cabe señalar que por cada bomba necesaria para el proceso, debe de existir otra exactamente igual, es decir, la bomba relevo. La finalidad de tener bombas A y B es para seguridad de nuestro proceso y para proteger nuestros equipos. Si alternamos el uso de la bomba A y la bomba B el desgaste de estas será menor. Además, si por algún motivo llegara a fallar la bomba A, arrancamos la bomba B sin necesidad de que nuestro proceso para por largo tiempo.

l) Bandas transportadoras

Debido a que nuestra materia prima principal y productos son sólidos, el medio de transportarlos es a través de bandas transportadoras, que consisten en un sistema de rodillos que por la mecánica propia del equipo, hacen girar una banda de hule de 1.5 m sobre la cual se sitúa el producto o la materia prima.

Las bandas transportadoras se sitúan a lo largo del proceso, a la entrada en donde el nacazcolotl es llevado a la quebradora; otro está en la intersección de las corrientes donde se juntan las dos diferentes presentaciones del producto de los dos sistemas de tamizado, para transportarlos a los tanques receptores para su posterior empaque.

6.12 Lista de equipo.

A continuación se presenta la lista de equipo necesario para desarrollar la planta química de extracción de taninos a partir del nacazcóloli:

Tabla 30. Lista de Equipo.

Clave	Unidad	Descripción	Características
TK-101	1	Tanque de agua	CAP: 1000 L, D = 0.60 m, L = 1.8 m
TK-102	1	Tanque de agitación de extracción	CAP: 3000 L, D = 1.00 m, L = 3.00 m
TK-103	1	Tanque regulador	CAP: 1000 L, D = 0.60 m, L = 2.00 m
BT-101	1	Banda transportadora de nacazcóloli	CAP: 17.7 Kg / hr
BT-102	1	Banda transportadora de extractos	CAP: 3.3 Kg / hr (mínima)
BT-103	1	Banda transportadora residuos	CAP: 3.3 Kg / hr (mínima)
QB-101	1	Quebradora de nacazcóloli	CAP: 17.7 Kg / hr (mínima)
TZ-101A/B	2	Tamiz	Malla 1mm
TZ-102 A/B	2	Tamiz	Malla 0.25mm
TZ-103 A/B	2	Tamiz	Malla 0.125mm
TZ-104 A/B	2	Tamiz	Malla 0.25mm
TZ-105 A/B	2	Tamiz	Malla 0.125mm
ML-1C1	1	Molino de rodillos	CAP: 3.02 Kg / hr
ML-102	1	Trituradora de bolas	CAP: 3.333 Kg / hr
HE-101	1	Evaporador de agua	CAP: 143 Kg / hr
DV-101	1	Deshidratador de residuos	CAP: 205 Kg / hr
EA-101	1	Primer condensador de agua	C TERM: 17, 688 Kcal/ hr
EA-102	1	Segundo condensador de agua	C TERM: 17, 688 Kcal/ hr
FL-101	1	Filtro grueso	CAP: 1353 Kg / hr
FL-101	2	Filtro ayuda	CAP: 1274 Kg / hr
SC-101	1	Secador de extracto	CAP: 5 Kg / hr (mínima)
RT-101	1	Ciclón recolector de polvos	CAP: 5 Kg / hr (mínima)
GA-101A/B	2	Bomba de licor acuoso	CAP: 143 Kg / hr
GA-102 A/B	2	Primer bomba de agua	CAP: 140 Kg / hr
GA-103 A/B	2	Segunda bomba de agua	CAP: 1400 L / hr
GA-107/R	1	Bomba de extracto concentrado	CAP: 5 Kg / hr

6.14 Estado pro forma de resultados.

ESTADO DE RESULTADOS Y FLUJO DE EFECTIVO DEL PROYECTO						
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	AÑOS				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inflación Índice 5% Anual	%	5	5	5	5	5
Capacidad de producción anual	Ton/año	7	7.5	8	8.5	9
Porcentaje de capacidad máxima	%	77.78	83.33	88.89	94.44	100
Precio de Venta Unitario	\$/Kg	310.00	326.00	342.30	359.42	377.40
Precio de Venta en Volumen	\$/Ton	310,000.00	326,000.00	342,320.00	359,420.00	377,400.00
VENTAS TOTALES	\$	2,170,000.00	2,445,000.00	2,738,560.00	3,055,070.00	3,388,600.00
Costos directos						
Toneladas de nacacóloti por año	Ton/año	7.7325	8.5058	10.8255	12.372	13.9185
Costales de 13 kg. de nacacóloti	Unidad	468.00	594.00	756.00	864.00	972.00
Materia Prima (Nacacóloti)	\$	7,020.00	9,355.50	12,502.35	15,002.82	17,722.08
Energía Eléctrica	\$	120,000.00	126,000.00	132,300.00	138,915.00	145,860.75
Agua para el proceso	\$	48,000.00	50,400.00	52,920.00	55,566.00	58,344.30
Aire caliente para evaporador	\$	9,600.00	10,080.00	10,584.00	11,113.20	11,668.86
Mano de Obra	\$	500,000.00	525,000.00	551,250.00	583,812.50	613,003.13
Distribución y Empaque	\$	90,000.00	94,500.00	99,225.00	104,186.25	109,395.56
Almacén en el centro de México	\$	30,000.00	31,500.00	33,075.00	34,728.75	36,465.19
Edificio y Terreno	\$	10,000.00	10,500.00	11,025.00	11,576.25	12,155.06
Servicios	\$	18,000.00	18,900.00	19,845.00	20,837.25	21,879.12
<i>Subtotal</i>	\$	832,620.00	876,235.50	922,726.35	975,738.02	1,026,494.05
UTILIDAD BRUTA	\$	1,337,380.00	1,568,764.50	1,815,833.65	2,079,331.98	2,370,105.95
Costos indirectos						
Licencias y permisos (2%)	\$	31,000.00	35,805.00	47,922.00	57,507.20	67,930.38
Gastos de Administración (2.5%)	\$	38,750.00	44,756.25	59,902.50	71,884.00	84,912.98
Comercialización y Publicidad (2%)	\$	31,000.00	35,805.00	47,922.00	57,507.20	67,930.38
Comisiones por ventas (6%)	\$	93,000.00	107,415.00	143,766.00	172,521.60	203,791.14
Regalías al Licenciador	\$	60,000.00	63,000.00	66,150.00	69,457.50	72,930.38
Contingencias	\$	15,000.00	15,000.00	20,000.00	20,000.00	25,000.00
<i>Subtotal</i>	\$	268,750.00	301,781.25	385,662.50	448,877.50	522,495.26
UTILIDAD DE OPERACIÓN	\$	1,068,630.00	1,266,983.25	1,430,171.15	1,630,454.48	1,847,610.69
Depreciación del equipo	\$	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Pago del préstamo	\$	120,000.00	250,000.00	430,000.00	480,000.00	528,347.40
<i>Subtotal</i>	\$	150,000.00	280,000.00	460,000.00	480,000.00	556,347.40
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$	918,630.00	986,983.25	970,171.15	1,150,454.48	1,291,263.29
Impuestos	\$	217,000.00	244,500.00	273,856.00	305,507.00	339,660.00
Reparto de utilidades	\$	50,000.00	65,000.00	100,000.00	180,000.00	250,000.00
<i>Subtotal</i>	\$	267,000.00	309,500.00	373,856.00	485,507.00	589,660.00
UTILIDAD NETA	\$	651,630.00	677,483.25	596,315.15	664,947.48	701,603.29

7. CONCLUSIONES.

Según los objetivos planteados al principio de este trabajo se realizó la investigación prehispánica sobre el nacazcólótl, las pruebas de caracterización y experimentales para proponer un nuevo método de extracción y conocer la materia prima y los productos, y el desarrollo de la Ingeniería Básica para la producción industrial de taninos a partir del nacazcólótl.

Respecto a la investigación bibliográfica realizada, podemos concluir que:

- El rescate del conocimiento prehispánico es de suma importancia en la historia de la sociedad actual. Estos hechos obtenidos, son nexos que pueden llegar a contribuir con un mejor entendimiento de la cultura y costumbres de nuestro pasado y del presente.
- El conocimiento antiguo no es obsoleto ni menospreciable, al contrario, de la investigación prehispánica es de donde surgen muchas ideas y productos que en la actualidad se comercializan. Voltear hacia atrás y analizar el conocimiento de los antepasados, es una forma de poder analizar nuestro ecosistema y obtener algo de él que sea útil a la sociedad, sin dañarlo ni alterarlo.
- Se observa una confusión de términos entre la industria y la química, ya que lo que se comercializa en realidad son taninos y no ácido tánico. El ácido tánico es una parte de los taninos hidrolizables.

Con base en lo realizado y observado en la fase experimental podemos concluir que:

- Los análisis realizados para caracterizar a las diferentes muestras de taninos, tanto comerciales como las obtenidas a partir del nacazcólótl, dieron evidencia de la igualdad de las muestras.
- Las pruebas experimentales realizadas a los taninos comerciales y los obtenidos a partir del nacazcólótl para conocer algunas de las propiedades físicas y químicas más importantes, nos indican su igualdad, tanto en color, solubilidad, astringencia, acidez y con el efecto de la temperatura.
- Son altos los porcentajes de ácido tánico que contienen las diferentes muestras de taninos obtenidas a partir del nacazcólótl. Respecto a los taninos comercializados, se encuentran en un porcentaje similar.
- La cantidad de taninos contenidos en cada vaina de nacazcólótl es más de la mitad de su peso total.
- El método de extracción propuesto en este trabajo es eficiente y sencillo. Está diseñado en base al proceso experimental realizado en el laboratorio. La obtención

de los taninos a partir del nacazcólol es simple en realidad, comprendido de dos etapas: una etapa mecánica, en la que los taninos son desprendidos de la vaina y limpiados en sistemas de tamizado, y otra etapa en la cual se extraen los taninos que aun permanecen en el bagazo con agua destilada.

Realizada la Ingeniería Básica, la cual parte de la organización del proyecto, pasando por los Estudios de Mercado y de Factibilidad hasta el desarrollo del DFP y Flujo de Efectivo Anual, podemos concluir lo siguiente:

- La producción de taninos en nuestro país es poca respecto a las importaciones que se tienen. El mercado de taninos en México se sostiene gracias a las importaciones, que cubren en un 80% el mercado nacional. El ingreso en el mercado es factible, ya que el producto obtenido a partir del nacazcólol cumple con las mismas condiciones de uso y características que los ya comercializados, además de tener bajos precios de producción, que se ven reflejados en los bajos precios de venta, que con respecto al promedio de precios de las distribuidoras, incluso, de las productoras, son un 15% más baratos.
- La materia prima más común para la producción de taninos es a partir del árbol de quebracho, mientras que a partir del nacazcólol no se conocen datos sobre su producción industrial hoy en día.
- El conocimiento amplio de la materia prima es de igual importancia que el conocimiento del producto. Al conocer las condiciones del crecimiento de la materia prima, podemos saber cual es su disponibilidad, agentes químicos que pueda presentar, temporadas de crecimiento y de cosecha, etc.
- En el mercado, difícilmente se encontrará la pureza de los taninos. Esto se debe a que la obtención es de modo natural (ya sea por el quebracho, la acacia, el castaño, etc.) y no existe un método para obtener la pureza.
- El estudio realizado para conocer la Inversión Inicial requerida, muestra un costo muy bajo para su desarrollo. El flujo de efectivo muestra el pago de la inversión en un lapso de 5 años, y aún se obtienen utilidades netas.
- En el Diagrama de Gantt la curva real de avance del proyecto tiene forma lineal, y no la forma de "S" característica como en la curva teórica. Esto se debe a que las horas hombre calculadas para cada actividad no fueron las apropiadas, además de que muchas actividades se atrasaron debido a la falta de información.
- La Ingeniería Básica en general, no presentó problemas en cuanto a su desarrollo. El proceso propuesto para la obtención de taninos es eficiente y factible.
- Para que no existan pérdidas económicas en el flujo de efectivo anual, se deben de tener ventas superiores a las 6 Toneladas anuales.
- El tiempo mínimo de producción es de un turno diario (8 horas). En caso de existir una mayor demanda de nuestro producto, ésta se puede abastecer sin problemas,

ya que el tiempo máximo de producción es de tres turnos al día (24 horas), es decir, una producción de 27 Toneladas anuales.

- El bagazo (cáscara, fibra y semillas) del nacazcóloli, es un producto secundario el cual puede ser vendido como suplemento alimenticio a los animales de granja.
- Hoy en día, la economía de México se desarrolla en base a la micro y mediana empresa. La industria propuesta impulsa y mantiene esta tendencia con la idea firme de crecer nacional e internacionalmente, ya que en los primeros 5 años se piensa producir un mínimo de 9 toneladas al año. En caso de que la demanda de nuestro producto sea mayor, se puede abastecer hasta 27 toneladas por año; es decir, tres turnos diarios.
- Habrá generación de empleos. Por cada turno de producción, se requieren de 5 personas en el proceso. La tendencia es crecer para poder utilizar tres turnos diarios que se reflejan en 15 empleos.
- Las utilidades se quedarían en el país, y no como sucede en la actualidad en donde las ganancias son llevadas al país de donde es originaria la empresa.
- Por la localización misma de la planta, existirá un impulso económico y social en zonas donde hay pobreza y poco movimiento industrial.
- Se consiguió tener una estructura firme para el desarrollo de una planta 100% mexicana, en la cual se empleará únicamente materia prima nacional; además de que la inversión inicial es baja, como se había propuesto.
- La tecnología utilizada para el desarrollo de esta planta es patentable, ya que es 100% nacional, desarrollada orgullosamente en la UNAM.

8. RECOMENDACIONES.

En el presente trabajo no se realizaron algunas actividades debido a dos factores principales, la falta de tiempo y las cuestiones de presupuesto. Es por esto, que se ha incluido este capítulo en el cual se presentan las actividades recomendadas más importantes por realizar para el mejor desarrollo y funcionamiento del proyecto expuesto en esta tesis.

Las recomendaciones propuestas pueden ser trabajos de tesis de licenciatura, ya que se requieren conocimientos y es mucho el tiempo requerido.

Dichas actividades son las siguientes:

- a) Estudio y caracterización de la fase cristalina y de la parte amorfa existentes en las distintas muestras de taninos, tanto comerciales como las obtenidas a partir del nacazcóloli.
- b) Realizar las diferentes cuantificaciones de azúcares, zinc, cobre y hierro, respectivamente, en las muestras de taninos, ya sean obtenidos de forma natural o de forma sintética. Las técnicas para las distintas cuantificaciones pueden ser adquiridas vía internet a través de la página de la DIN (normas alemanas) y son:
 - ASTM D-6406, 1999. Standard test method for analysis of sugar in vegetable tanning materials. Su costo es de \$371.00
 - ASTM D-6407, 1999. Standard test method for analysis of iron, zinc and copper in vegetable tanning materials. Su costo es de \$309.00

En ambos casos el tiempo de entrega es de 28 días hábiles a partir del día del pedido.

- c) Obtener un método para conocer la pureza que tienen las diferentes muestras de taninos obtenidas de forma natural.
- d) En el estudio de mercado, se debe realizar una sección especializada en las empresas productoras de taninos, tanto nacional como internacional; es decir, conocer su producción y ventas anuales, el proceso empleado, las materias primas utilizadas y características principales de su producto.
- e) Realizar un plan de comercialización para la distribución de los taninos obtenidos a partir del nacazcóloli. Es fundamental desarrollar esta estrategia, ya que aunque nuestro producto cumpla con las mismas propiedades y el precio de venta sea menor respecto a los ya comercializados, si no existen ventas de nada sirve la industria.
- f) Diseñar el proceso para el tratamiento y venta del bagazo, ya que como se ha mencionado anteriormente, este es un producto secundario que puede ser utilizado como nutrientes para animales de granja.

9. REFERENCIAS.

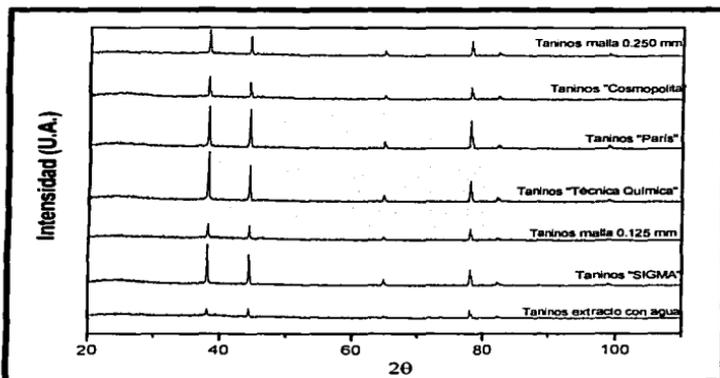
1. Códice Florentino el manuscrito 218-20 de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenziana. Editado por el Gobierno de la Republica en Edición Facsimilar, México 1970.
2. Sahagún Bernardino de. Historia General de las Cosas de la Nueva España. Editorial Porrúa, Décima Edición, México 1999, pp. 698-699.
3. Hernández Francisco. Historia Natural de la Nueva España. Tomo III. Editado por la Universidad Nacional Autónoma de México, México 1959, pp. 65-66.
4. Martínez Maximino. La Flora del Estado de México. Editado por la Dirección de Recursos Naturales, México 1958, 35 p.
5. Gius Grossa. Curtición de Cueros y Pielas Manual Práctico del Curtidor. Editorial Sintés, Tercera Edición, Barcelona 1975, pp. 85-96.
6. B. E. Warren, X-ray Diffraction, Addison-Wesley Pub. Co., Reading Mass. E. U. A., 1969.
7. H. P. Klug, L. E. Alexander. X-ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials. Editorial John Wiley & Sons, Segunda edición, New York, E. U. A., 1974.
8. B.D. Cullity, "Elements of X- Ray diffraction", second edition, Addison - Wesley Publishing company, Inc. (1978), iii, 21, 32, 84.
9. James F. Shackelford. Ciencia de materiales para Ingenieros. Editorial Prentice Hall, Tercera Edición, México 1995, pp. 114-120, 191-196.
10. Solomons T. W. G. Química Orgánica. Editorial Limusa, Primera Edición, México 1996, pp. 565-567.
11. Giral Francisco. Productos químicos y farmacéuticos. Editorial Atlante, Vol. III México 1946. pp. 2032-2040.
12. Perry John Howard. Manual del Ingeniero Químico. Editorial McGraw-Hill, Sexta Edición, México 1992. pp. 8-5 – 8.69
13. Yague, G. A. Los taninos vegetales. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio Agrícola. Madrid, España 1969. 289 p.
14. Vilbrandt Frank Carl. Chemical engineering plant design. Editorial McGraw-Hill, Tercera Edición, New York 1949. 608 p.
15. Marshall Alfred. Principles of economics: An introductory volume. Editorial McMillan, Octava Edición, New York 1948. 733 p.

16. Gil Franco Marisol Jazmín. Efecto de los taninos del frijol negro en la mucosa intestinal de rata a nivel ultraestructural. Tesis Licenciatura UNAM, Facultad de Química, México 2000, pp. 8-13.
17. Hidalgo Arroyo Guadalupe Aida. Adaptación y validación de métodos cuantitativos para determinar nitratos y taninos en muestras vegetales. Tesis Licenciatura UNAM, Facultad de Química, México 1999, pp. 19-23, 51-53, 92, 115-119.
18. Rodríguez Velásquez Sonia. Evaluación del contenido de taninos en granos de sorgo sin reventar y reventados aplicando dos métodos analíticos. Tesis Licenciatura UNAM, Facultad de Química, México 2002, pp. 24-35, 38-40, 69, 89-794.
19. Mesinas Cruz Eduardo. Desarrollo de la Ingeniería Básica de una planta para producir Taninos. Tesis Maestría UNAM, Facultad de Química. México, 1987, 107 p.
20. Aviña Tavares Samuel. Extracción de curtientes a partir del cascalote. Tesis Licenciatura Universidad de Guanajuato, Facultad de Química, México 1978, 60 p.
21. Escobar Tovar Francisco Nicolas. Proceso de extracción de taninos a partir del cascalote para el curtido. Tesis Licenciatura UIA, Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas, México 1988, 142 p.
22. Ibarguengoitia de la Garza Enrique. Estudio económico y anteproyecto de una planta productora de taninos a partir del cascalote. Tesis Licenciatura UNAM, Facultad de Química, México 1963, 76 p
23. Argueta Perla Oscar Vidal, Desarrollo de la ingeniería básica de una planta de poliestireno como material de apoyo para el curso de ingeniería de proyectos. Tesis Licenciatura UNAM, Facultad de Química, México 2001, 133 p.
24. BANCOMEXT, Situación mundial de la curtiduría, 64.00C975.smc, México 2002
25. BANCOMEXT, Exportación de cuero y calzado en México, 64.00B213.mc, México 2002
26. INEGI, Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos, Cap. 32, México 2002
27. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
28. Food and Agriculture Organization. 1998. Non wood forest products from conifers. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/X0453e.htm>
29. ANPIC, Dir. Ing. Luis Pablo García Aboites <http://www.anpic.com>
30. Cámara de la industria de curtiduría del Estado de Guanajuato, Secretaria Leticia Mendoza Ramirez www.bajio.wfonet.com.mx

-
31. Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado, Lic. Jorge Villagomez Cabrera www.ciatec.com.mx
 32. <http://www.plantasmedicinales.org/farmacognosia/feb2002/taninos.htm>
 33. http://www.cueronet.com/flujoograma/curtido_vegetal3.htm
 34. www.unq.edu.ar/revista-theomai/numero1/artzarrilli1.htm
 35. <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/Taninos.html>
 36. <http://www.indunor.com/index1.htm>
 37. www.atimexico.com/cl/demo.html
 38. www.conveyorspacheco.com
 39. www.tecnicaquimica.com.mx
 40. www.salesquimica.com.mx
 41. www.aqtlmexicana.com
 42. www.fedequip.com.mx
 43. www.melmex.com.mx
 44. www.alquimia.com.mx
 45. www.dopingmaq.com
 46. www.padoquimia.com
 47. www.cedrosa.com
 48. www.aproval.com
 49. www.din.com

10. APÉNDICE.

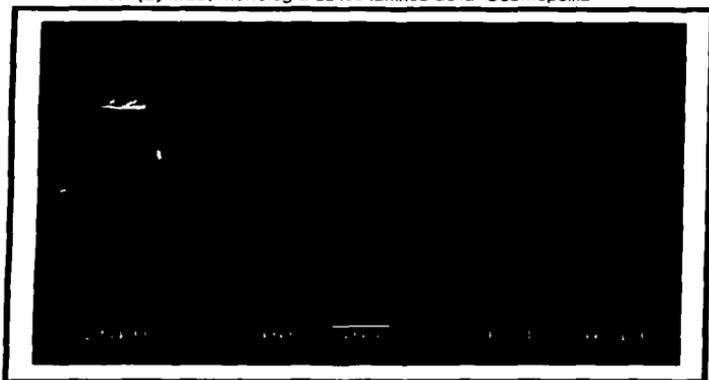
A-1.- Difractogramas de rayos X de los taninos empleados.



A-2.- (1) MEB, morfología de los taninos de la "Cosmopolita"

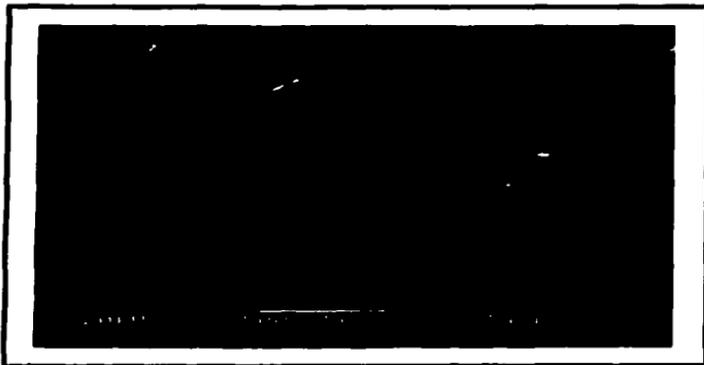


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

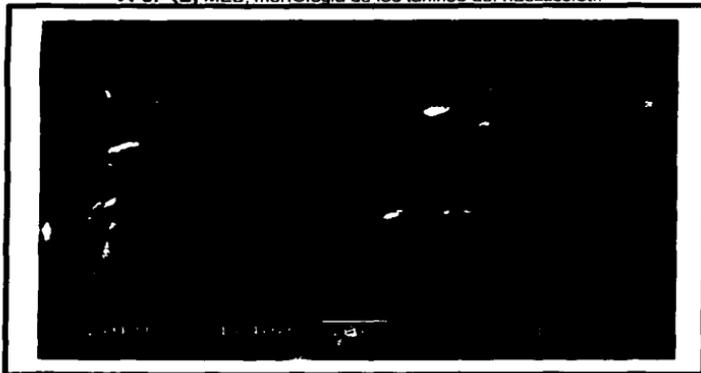
A-3.- (2) MEB, morfología de los taninos de la "Cosmopolita"**A-4.- (3) MEB, morfología de los taninos de la "Cosmopolita"**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A-5.- (1) MEB, morfología de los taninos del nacazcóloli.

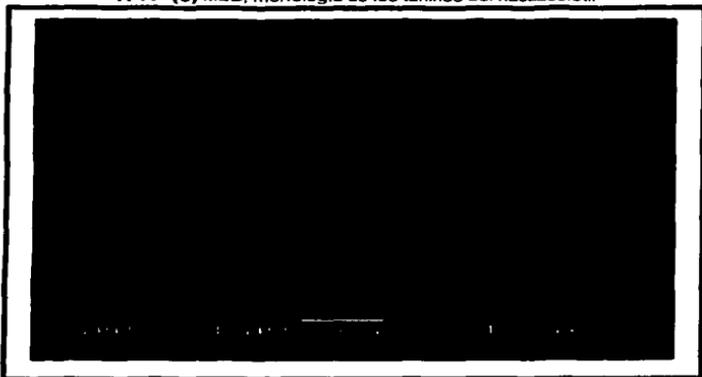


A-6.- (2) MEB, morfología de los taninos del nacazcóloli.

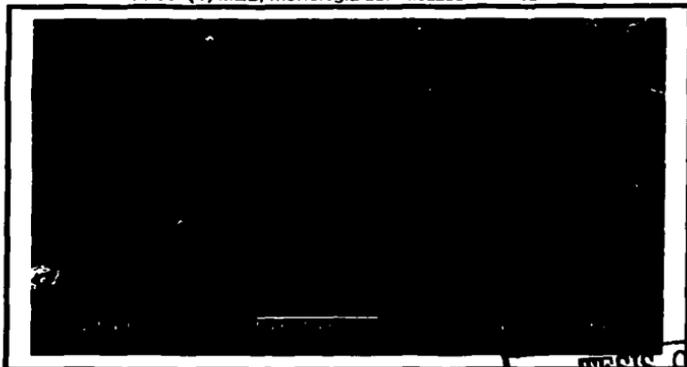


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

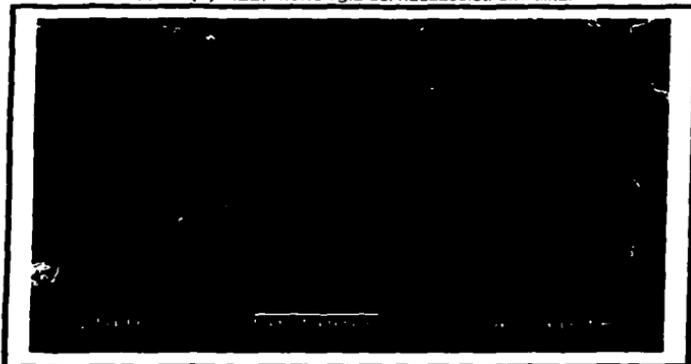
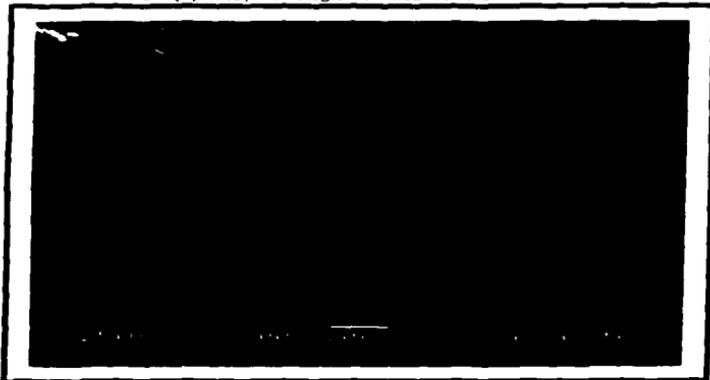
A-7.- (3) MEB, morfología de los taninos del nacazcolotl.



A-8.- (1) MEB, morfología del nacazcolotl en vaina.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

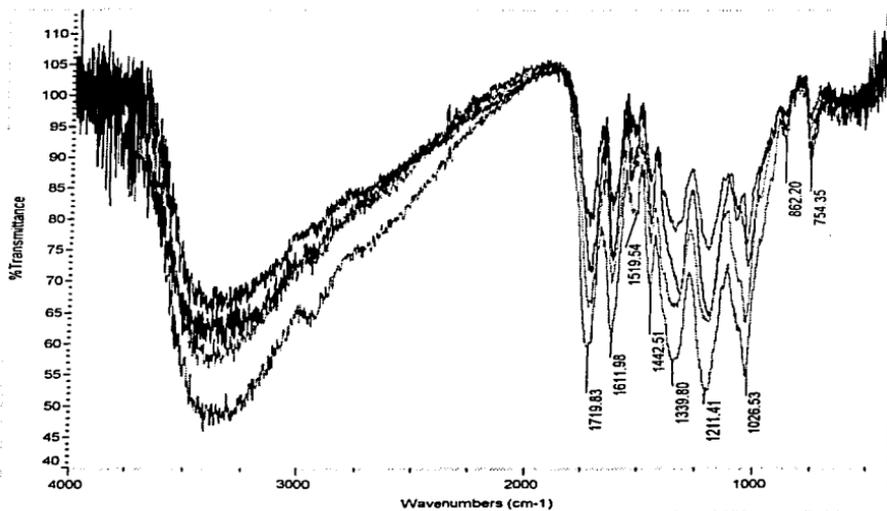
A-8.- (1) MEB, morfología del nacazcolotti en vaina.**A-9.- (2) MEB, morfología del nacazcolotti en vaina.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A-10.- (3) MEB, morfología del nacazcóloli en vaina.**A-11.- Espectroscopia de IR de las muestras de taninos.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

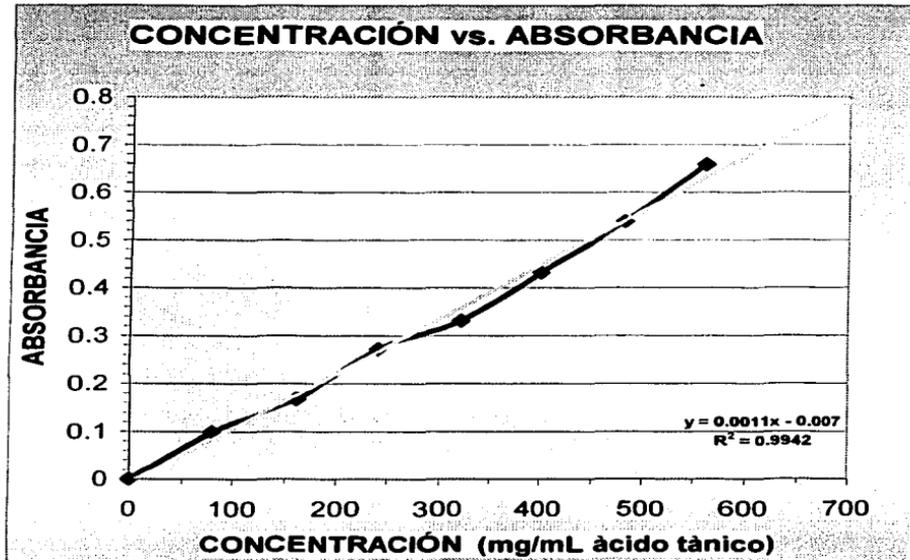
A-11.- Espectroscopia de IR de las muestras de taninos.



- Ácido tánico obtenido por extracción del nacazcóloli.
- Ácido tánico obtenido del nacazcóloli en el tamiz de 0.125 mm.
- Ácido tánico de "Técnica Química" (obtenido del quebracho).
- Ácido tánico de la "Cosmopolita".

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A-12.- Curva patrón de la cuantificación de taninos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN