



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Ingeniería conceptual y evaluación económica para la producción de ácido
carmínico a partir de *Dactylopius Coccus* Costa

TESIS
Que para obtener el título de
Ingeniera Química
PRESENTA
Paola Lorena Ogazón Neri

México, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Jurado asignado:

Presidente	Prof. Jorge Trinidad Martínez Montes
Vocal	Prof. José Antonio Ortiz Ramírez
Secretario	Prof. Alejandro Zanelli Trejo
1er. Suplente	Prof. Humberto Rangel Davalos
2do. Suplente	Prof. Jorge Alejandro Avella Martínez

Sitio en donde se desarrolló el tema:

Torre de Ingeniería
5to. piso

I.Q. José Antonio Ortiz Ramírez
Asesor del Tema

Paola Lorena Ogazón Neri
Sustentante

A mi mamá por ser mi maestra
y amiga, por enseñarme con el
ejemplo, corregirme, guiarme y
por apoyarme siempre.

Abuela
Tía Chava
Perita

Tía Guada
Roskis
Mary

A mi papá por soñar en
mi, conmigo y para mi.

Abuelo
Tía Paty

Tía Nena
Tío Mario

A mi rana por ser mi mejor
amiga, cómplice y querer
siempre lo mejor para mi.

Fer
Nadia
Charly
Anita

Liz
Cesar
Wuicho
Richard

Julio
Vale
Adara
Mario

Gaby
Kris
Liz

A mi rano (mal hu mo ra do)
por buscar siempre otra
opción y apoyarme a pesar
de la situación.

A mi familia por ayudarme y
cooperar a que sea como soy;
en especial a mi tia Angie.

Shinea y otros



S
O
T
O
N
E
I
M
C
I
M
A
D
E
A
G
R
A
D
E
S

A mis amigas Karlita, Nef, Cris, Francis, Ofe, Sid, Lola y Carmen por ser lo mejor que me dejó el football.

A mis fabulosos amigos y colegas de la fac; Ata, Cesar, Emilio, Jorge, Juanita, López, Poncho, Odin, Robert, Serg, Toro y Wewe por las risas en los pasillos, su compañía en la jardinera y bueno una que otra vez en clases.

A todos los del tocho; Careno, Charo, Chayo, Chocho-chocho, Kamala, Thalia, Yahoo, etc... por compartir nuestra gran pasión.

A las lincas, coaches y tribuna por ser tan peculiares y estar siempre juntos.

A "La Banda"; Agente 3773, Ale, Bb, Bobby, Carlos, Chaparra, Chelas, Indra, Mareishon, Rul y Verush, por redefinir mi concepto de amistad y porque se han convertido en uno de los pilares de mi vida. Son muy especiales.

AGARRADECECIMIENTOS

Al Ing. Ortiz por brindarme su apoyo, enseñanza y ayudarme a terminar con este proceso tan hermoso de mi vida.

Al Presidente Ing. Jorge Martínez y al Secretario Ing. Alejandro Zanelli por sus comentarios, correcciones y velar por el desarrollo de este escrito.

Al Doc. Bokhimi por su ayuda, eficiencia, enseñanzas, entrega, paciencia y orientación; a Manuel, Marina y Toño por ayudarme en el proceso y hacerlo llevadero.

A la Facultad de Química por brindarme la mejor educación, las mejores instalaciones, la mejor compañía y los mejores recuerdos.

A la UNAM por hacerme patrimonio cultural de la humanidad, por hacerme feliz y por permitirme formar parte de su historia.

Goya! Goya!
Cachun Cachun
Ra! Ra!
Cachun Cachun
Ra! Ra!
Goya!
Universidad!!!

A mis sobrinas por aferrarse a la vida y ser una de las más grandes felicidades de mi vida.

Luz, Martha, Mariana y Ana.

A mi primo Mario por ser un ejemplo de fortaleza y decisión. Siempre estarás con nosotros.

A mi amiga Sandra Atziri García Ramírez, alias **LA CHINA**, por darle significado a la palabra amistad, por ser la representación perfecta de ella, por que creamos uno de esos lazos que ni la muerte rompe, por que eres mi mejor ejemplo a seguir, por que sabías aprovechar el día, por que nunca te faltó decir nada, por tu apoyo incondicional cuando más te necesitaba, por tu maravillosa compañía, por tu cobertor fresquesito, por permitirme formar parte de tu vida pero sobre todo por que aun que te fuiste me heredaste una nueva familia y por medio de ellos siempre estas conmigo.

Serás mi estrella a seguir por siempre.



S
A
I
R
I
O
T
O
R
I
A
C
A
T
Z
I
R
I
G
Á
R
C
I
A
R
Á
M
I
R
E
Z
A
L
I
A
S
L
A
C
H
I
N
A



	PAG.
1. Introducción	12
2. Antecedentes	15
2.1 Descripción	16
2.2 Aspectos Biológicos	18
2.2.1 Taxonomía	18
2.2.2 Caract. para la Familia, Gro. y Especies de <i>Dactylopius</i>	19
2.2.2.1 Familia: <i>Dactylopiidae</i>	19
2.2.2.2 Genero: <i>Dactylopius</i> Costa	19
2.2.2.3 Especie: <i>Dactylopius</i>	20
2.2.3 Morfología	20
2.2.4 Ciclo Biológico	22
2.3 Usos y ubicación geográfica	24
2.4 Historia de la Grana Cochinilla	27
3. Estudio de Mercado	36
3.1 Normatividad	37
3.1.1 Norma Oficial Mexicana	38
3.1.2 Reg. aplicada para colorantes en E.U.	40
3.2 Características de la materia prima y del producto	42
3.2.1 Composición de la materia prima	42
3.2.1 Especificaciones del producto	43
3.3 Usos actuales	43
3.4 Oferta	45
3.4.1 Oferta Internacional	45
3.4.2 Oferta Nacional	49
3.5 Demanda	51
3.5.1 Demanda Internacional	51
3.5.2 Demanda Nacional	54
3.6 Precios	56
4. Selección de Tecnología	65
5. Evaluación Económica	76
5.1 Estado Pro-forma de Resultados	83
5.2 Balance General	84
5.3 Retorno de la Inversión	85
5.4 Valor Presente Neto	85
5.5 Tasa Interna de Rendimiento	86
5.6 Punto de equilibrio	86
6. Conclusiones	90
7. Bibliografía	93

N

Ó

I

C

A

L

U

T

I

P

A

C



Tuando solo en la tierra vivían los Dioses, en una región de las tierras mixtecas llamada Apoala, región de los hombres nubes, vivían la reina Tulebra de Tigre, el Dios Tiervo y sus hijos; dos, los más valientes pelearon una cruenta batalla por la posesión de un enorme sembradío de hermosos nopales, siendo tan feroz y trágica la batalla que los dos murieron a causa de sus heridas.

Como resultado de su encarnizada lucha, la sangre de sus cuerpos salpicó las pencas de las plantas, convirtiéndose en Grana Cochinilla, confiriéndoles la posibilidad de transmitir a la posteridad la tinta que circulaba por sus venas.

Los otros Dioses no quisieron dejar a sus dos hermanos y mandaron a las nubes a recogerlos y así fue como estas rodearon a la Grana Cochinilla y la cubrieron con un manto blanco que hasta ahora conservan.



Ingeniería conceptual y evaluación económica para la producción de Ácido Carmínico
a partir de *Dactylopius Coccus* Costa.

Evaluado para México de los 90's a la fecha, enfocado en su uso como aditivo para
alimentos.

Resumen

La Grana Cochinilla es un insecto que plaga al nopal, en época de los aztecas y mayas fue un producto muy cotizado, al llegar a México los españoles notaron su valía y se volvió el tercer producto en importancia después del oro y la plata. La decadencia de este producto tuvo varias razones, pero la más contundente fue el surgimiento de los colorantes artificiales, suceso que desplazo a La Grana Cochinilla hasta dejarla casi en el olvido, actualmente, en México solo se produce a nivel artesanal en comunidades oaxaqueñas y chiapanecas.

En los últimos años tras el descubrimiento de los efectos nocivos de diferentes colorantes artificiales, el uso de colorantes naturales repunta gracias a la creciente demanda de estos productos y por el interés de la preservación de la cultura.

El presente trabajo tiene en la mira preservar el uso del tinte como parte de nuestra cultura, proporcionar un panorama del mercado de la Grana Cochinilla en México, sus usos y mostrar la oportunidad de negocio de este producto. Al ser un artículo de poca importancia en México, es difícil encontrar información referente al tema, por ello el estudio se apoya en gran medida en valores expuestos por otros países, entre los que destaca Perú por ser el principal proveedor de Grana Cochinilla en el mundo. Como país originario de tan preciado colorante, México, tiene una amplia factibilidad para desarrollarse dentro del mercado de la Grana Cochinilla, y como un fuerte contrincante, al poseer todas las características para que el insecto se reproduzca.

Palabras claves: Grana, Cochinilla, Nocheztli, Colorantes naturales, evaluación económica, *Dactylopius Coccus*, Ingeniería conceptual.



S

O

V

I

T

E

T

B

O

Objetivo General

Desarrollar los aspectos básicos para fomentar la creación de empresas industriales enfocadas a productos nacionales de tal forma que los dividendos se arrojen a la mayor cantidad de beneficiarios; dichos aspectos, a grandes razgos, se refieren a las materias primas, producción y posibles mercados.

Objetivos Particulares

- 1) Informar sobre el origen del uso del insecto como colorante y sus principales aspectos biológicos.
- 2) Incrementar el conocimiento sobre las sabias tradiciones y costumbres de la Grana que nos legaron nuestros antepasados e inspirar su implementación en la actualidad.
- 3) Presentar la normatividad impuesta para la comercialización del carmín en nuestro país.
- 4) Dar a conocer los usos principales y proponer alguno nuevo.
- 5) Mostrar el estado de la oferta y demanda a nivel nacional e internacional del producto que propongo comercializar.
- 6) Exponer la oportunidad de crecimiento a nivel mundial para los colorantes naturales en particular el de la Grana Cochinilla.
- 7) Seleccionar dentro de una lista propuesta de métodos, el más adecuado para extraer el colorante.
- 8) Establecer el equipo a utilizar para el desarrollo del método de extracción.
- 9) Determinar la inversión inicial necesaria para el desarrollo de una planta industrial para producir carmín a partir de la Grana Cochinilla.
- 10) Presentar una proyección en el supuesto de poner en practica el proyecto de industrialización de la producción de carmín a partir de *Dactylopius Coccus Costa*.

La demanda de carmín tiene una tendencia prometedora; por lo cual es factible el desarrollo de una planta industrial que produzca colorante carmín tomando como precursor al insecto denominado *Dactylopius Coccus* Costa.





I N T R O D U C I Ó N



La Tesis que me dispongo a presentarles es el resultado de mi admiración por la riqueza interminable de nuestro país. La riqueza a la que hago mención es la cultural y en especie, ya que de no ser por nuestros antepasados y de la biodiversidad mexicana no se hubiera conocido el beneficio de extraer colorante del insecto conocido como “Cochinilla”. Un suceso digno de admiración para el mundo entero, tanto que se valoraba como oro o plata.

Mi tesis tiene como propósito encender en alguien, mediante este análisis científico, la chispa para desarrollar empresas que enaltezcan el nombre de México por su tradición, cultura y calidad, en el caso de éste trabajo que propongo, lo oriento a la aplicación del colorante como aditivo en alimentos para dar color; a pesar de sus múltiples usos seleccione el de colorante para alimentos por que es el más común, tiene exigentes requerimientos normativos internacionales que cumplir (lo que me permite tener un estándar) y tener miras hacia otras aplicaciones menos comunes.

Otro interes es resaltar un área de oportunidad, de tantas que tiene nuestro país, con un porvenir alentador, lo cual traería beneficios para la economía del país desarrollando fuentes de trabajo, consumiendo productos mexicanos, generando productos mexicanos, ampliando la oferta nacional, dando alternativas naturales y por lo tanto más saludables para mejorar la calidad de los productos que consumimos y dando un paso más en nuestro largo camino para ser un país de primer mundo, que se preocupe por la conservación de los recursos naturales mediante la planeación, prevención, protección y desarrollo de tecnología apropiada.

Con el fin de enorgullecerlos un poco más de nuestras raíces, en el capítulo 2 me di a la tarea de contarles como se da la presentación de dicho colorante de México para el Mundo, así como las causas y la forma en que se limita con el paso del tiempo, su producción hasta su caída provocada primordialmente por el surgimiento de los colorantes sintéticos.



Dentro del siguiente capítulo quiero exponerles diferentes métodos de extracción del colorante, ácido carmínico, y la descartación de los menos convenientes hasta la selección del adecuado, comentando el proceso de cada uno de ellos así como las causas de su eliminación como el apto para los propósitos de este trabajo.

Para no dejar esto solo en una tentativa me propuse corroborar el costo-beneficio que se puede obtener de un negocio basado en la Grana Cochinilla para la extracción de ácido carmínico, y esto lo alcanzo mediante una evaluación económica que incluye varios estudios que demuestran la posible rentabilidad de un negocio como el que propongo en la tesis, todo esto se desarrolla en el capítulo 5.

Para finalizar en el penúltimo capítulo comento las ventajas y desventajas que pude ver en el estudio que hice, les transmito lo que me deja mi tesis, que no solo es la deducción de la investigación sino también un conjunto de experiencias que aprecio como invaluable, con el afán de que alguna de ellas les sea de utilidad.

No podía omitir las fuentes que junto con el esfuerzo de muchas personas, a las cuales les estoy muy agradecida, y en especial el mío dan como desenlace este trabajo.



A N T E C E D E N T E S



2.1 Descripción

Una de las más claras y antiguas descripciones que de la grana cochinilla (*Dactylopius Coccus* Costa^{1, 2, 3}) se tengan con respecto a su manejo como producto colorante nos la proporciona Fray Bernardino de Sahagún en la Historia general de las cosas de la Nueva España y dice así...

“Al color con que se tiñe la grana que llaman nocheztli, que quiere decir, sangre de tunas, porque en cierto género de tunas se crían unos gusanos que llaman cocinillas, apegados a las hojas, y aquellos gusanos tienen una sangre muy colorada; ésta es la grana fina. Esta grana es conocida en esta tierra y fuera de ella, y hay grandes tratos de ella; llega hasta la China y hasta Turquía, casi por todo el mundo es preciada y tenida en mucho. A la grana que ya está purificada y hecha en panecitos, llaman grana recia, o fina; véndenla en los tianguis hecha en panes, para que la compren los pintores y tintoreros.

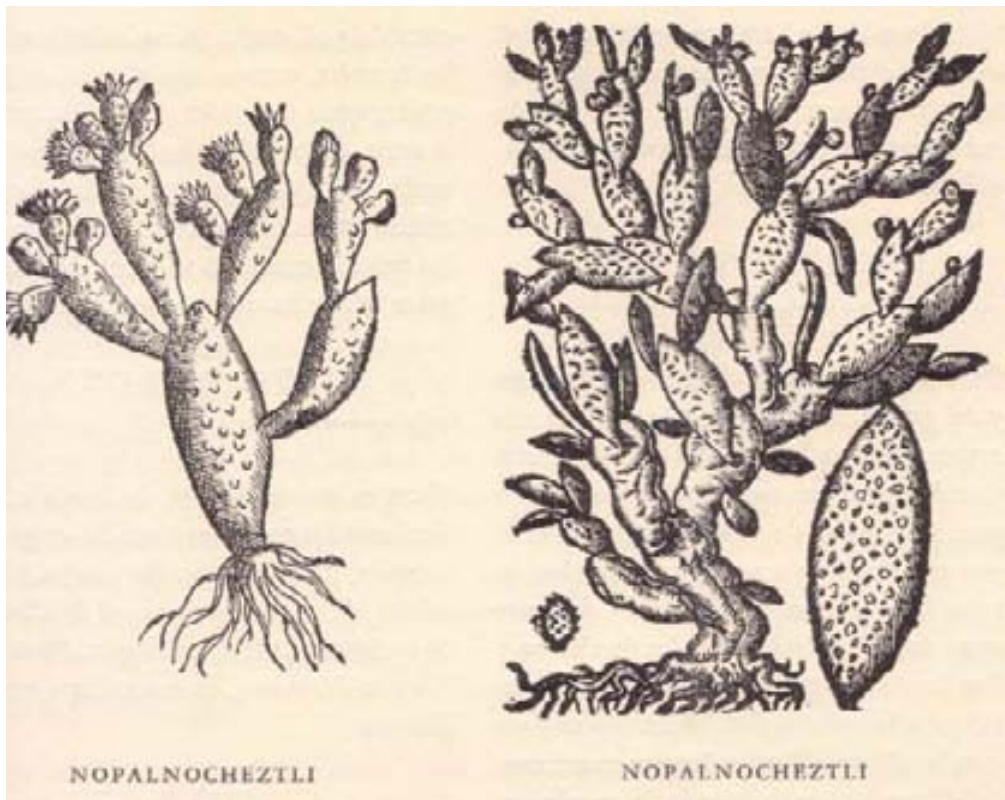


Fig. 2.1 Primeras imágenes de la cría de la grana del nopal
Hernández, F., (1960). *Historia natural de Nueva España*. México: UNAM.



Hay otra manera de grana baja, o mezclada, que llaman tlapalnextli, quiere decir grana cenicienta, y es porque la mezclan con greda o con harina; también hay una grana falsa que también se cría en las hojas de la tuna, o ixquimiliuhqui, que daña a las cochinillas de la buena grana y seca las hojas de las tunas donde se pone; también ésta la cogen para envolverla en la buena grana, para venderla, lo cual es grande engaño.”⁴

Fray Bernardino de Sahagún nos muestra en las siguientes líneas la manera en que se comercializaba y como se valían de las mezclas de diversos productos para hacerle mejoras a la calidad, de acuerdo a la aplicación que se quisiera realizar, agregando cierta tierra o hierba para cambiar la tonalidad o para hacer más duradero el color; con respecto a el cambio del color y tono ahora se sabe que lo que hacían era una variación de pH, lo que permite que un color vire a otro, obteniendo varios tintes de uno solo y en el caso de la grana cochinilla conseguían, que de su color original, que es un rojo otros como naranja, rojo en diferentes tonalidades y morando en varios tonos y con respecto a la duración utilizaban mordentes naturales, que son fijadores.

Antiguamente el uso de la grana cochinilla no era una maniobra simple, de hecho era bastante elaborado y por ello manejaban otros productos junto con el colorante, hecho que se ve reflejado en la forma como se ofrecía el producto en los tianguis...

“El que vende los colores que pone encima de un cesto grande, es de estas propiedades que cada género de color pónelo en un cestillo encima del grande, y los colores que vende son de todo género; los colores secos, y colores molidos, la grana, amarillo claro, azul claro, la greda, el cisco de teas, cardenillo, alumbre y el ungüento amarillo que se llama axin, y el chapopotli mezclado con este ungüento amarillo se llama tzictli y el almagre. Vende también cosas olorosas como son las especias aromáticas; vende también cosillas de medicina, como es la cola del animalejo llamado tlaquatzin, y muchas hierbas y raíces de diversas especies; allende de todo lo dicho, vende también el betún, que es como pez, y el incienso blanco, y agallas para hacer tinta, y la cebadilla, y panes de azul, y aceche y margagita.”⁵



La gran variedad de tonalidades que se lograban no solo se debía a la cantidad de colorante que agregaban durante el proceso de teñido, sino también a otras materias que mezclaban con él; suceso que nos describió Sahagún ... “Mezclado el color amarillo que se llama zacatlaxcalli, con color azul claro que se llama textotli, y con tzacutli, hácese un color verde obscuro que se llama yapalli; mezclando grana colorada con alumbre, que viene de Mextitlan y con tzacutli, se hace color morado; mezclando azul claro con amarillo, echando más parte de amarillo, se hace un color verde claro, fino. Para hacer color leonado, toman una piedra que traen de Tláuic, que se llama tecoxtli, muélenla y mézclanla con tzacutli, y hácese color leonado. Otras mezclas hay en la letra puestas.”⁶

2.2 Aspectos Biológicos

2.2.1 Taxonomía

Desde tiempos inmemoriales, los campesinos oaxaqueños reconocen dos clases de grana cochinilla: la fina o cultivada y la corriente o silvestre.

El primer naturalista que clasificó la grana cochinilla fina fue Linneo (1758), quien la llamó *Coccus cacti*. En 1939 Burmeister llamó a la grana cochinilla: *Pseudococcus cacti* pero Costa (1835) la había denominado *Dactylopius coccus* y es el nombre que prevalece.⁷ En esta forma la clasificación de la grana cochinilla fina es la siguiente⁸:

Reino:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Subphyllum:	Mandibulata
Clase:	Insecta
Orden:	Homóptera
Sub-orden:	Sternorrhyncha
Super familia:	Coccoidea
Familia:	Dactylopiidae
Género:	<i>Dactylopius</i>
Especie:	<i>Coccus</i> .



2.2.2 Características para la Familia, Género y Especies de *Dactylopius*

2.2.2.1 Familia: *Dactylopiidae*

Normalmente las antenas contienen 6 o 7 segmentos de forma cónica, el segmento terminal no es más grande (si acaso ligeramente mayor) que los segmentos anteriores, la estructura completa nunca presenta forma de clava; conductos tubulares cuando están presentes todos de un solo tipo distintivo, consistente en un tubo que tiene la extremidad interna algo expandida y reflejada en una copa de cuyo borde surge una delicada prolongación filamentosa. Lóbulos anales o apicales del cuerpo, comúnmente desarrollados. Anillo anal generalmente presente (con excepción del género *Dactylopius*), esclerosado, teniendo poros y comúnmente sedas.

El único género dentro de esta familia que no presenta todos estos caracteres es *Dactylopius*, ya que en él faltan los anillos anales y no hay lóbulos anales. Sin embargo los caracteres de las antenas sí coinciden notablemente. La familia está integrada por once géneros, de los cuales por su importancia económica, como productores de materias colorantes destacan *Kermes* y *Dactylopius*.

2.2.2.2 Género: *Dactylopius* Costa

Las cuatro especies que pertenecen a este género viven en las partes aéreas de las plantas hospederas pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*. Los cuerpos de los insectos hembras están cubiertos por una secreción blanca algodonosa o pulverulenta.

Las hembras tienen el cuerpo más o menos globoso, y miden de 2 a 5 mm. de diámetro. No se reconoce segmentación alguna, excepto algunos pliegues intersegmentales en la porción que corresponde al abdomen. Antenas de 6 a 7 artejos, pequeñas y cortas. Las patas muestran un desarrollo normal de todas sus partes, pero son cortas.



La abertura anal consiste tan solo de una hendidura transversal, cuyo borde anterior presenta una banda esclerosada; esta banda no tiene aspecto celular, ni presenta sedas de ninguna clase.

Casi todo el cuerpo está provisto de sedas alargadas de distintos tipos, cilíndricas y ensanchadas notablemente en su base. Epidermis membranosa, con poros quinqueloculares generalmente en grupos de dos o más; cada uno de estos grupos asociados a uno o más túbulos.

2.2.2.3 Especie: *Dactylopius*

El género está integrado por cuatro especies: *D. coccus* Costa, *D. indicus* Green, *D. confusus* Cockerell y *D. tomentosus* Lamarck, de Lamarck; de estas especies, la primera destaca por su importancia económica.

La grana cochinilla silvestre corresponde a las siguientes tres especies:

- 1.- *D. indicus* Green (*D. Ceylonicus* Green, *D. capensis* Green).
- 2.- *D. confuses* Cockerell.
- 3.- *D. tomentosus* Lamarck.

Actualmente las tres especies de grana silvestre, se han difundido a diferentes partes del mundo, en las que se han introducido nopales infestados; algunas veces accidentalmente y otras a propósito.⁹

2.2.3 Morfología

Dactylopius coccus presenta un notable dimorfismo sexual. Las hembras carecen de alas, son de forma oval plano-convexa y con surcos transversales; mide 3.3 a 6 mm. de largo por 2.5 a 4.5 mm. de ancho. La región dorsal es convexa y muestra once segmentos espaciados. La región ventral es plana y pueden reconocerse en ella las regiones correspondientes a la cabeza, tórax y abdomen, por la inserción de los apéndices y por la forma de los segmentos.



En su parte anterior están las antenas rectas, formadas por once segmentos cada una, un par de ojos. La boca tiene un pico o proboscis formado por el lábium, dentro del cual hay 4 estiletes. El tórax posee 3 pares de patas simples, formadas por 3 artejos y una uña. En el margen de los segmentos torácicos hay dos pares de espiráculos, meso y metatorácicos. El abdomen muestra 6 o 7 segmentos, con la abertura anal en su parte posterior. Todo el cuerpo del insecto está cubierto por una sustancia cerosa de color blanco, que es secretada por pequeñas glándulas especiales. Este es un mecanismo de defensa contra sus enemigos naturales.¹⁰

Al aplastar el cuerpo del insecto, se forma una masa de color rojo oscuro muy intenso. Las hembras adultas viven fijadas en las superficies de los nopales, en los que insertan fuertemente sus estiletes. Se presupone que pueden reproducirse tanto en forma sexual, como asexual (partenogénesis).



Fig. 2.2 Artesana moliendo la grana. Archivo personal 2004
Fuente: Inst. Física.
Lab. Ref. de Est. Cristalinas.

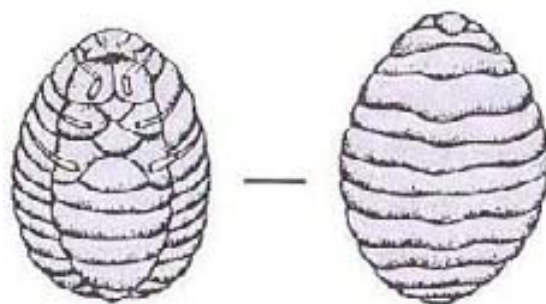


Fig. 2.3 Vista sup. e inf. de hembra adulta. Méjico 1777 / S. de Alzate.
Fuente: Archivo personal 2004

Los machos tienen cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados; un par de alas mesotorácicas y dos balancines; carecen de órganos bucales, son de vida muy corta y de tamaño mucho más reducido que las hembras. El abdomen termina en dos largos filamentos cerosos.



Fig. 2.4 Hembras fijadas al nopal. Archivo personal 2004



Tanto las hembras adultas como las crías, se alimentan de los jugos de las pencas de los nopales, los cuales chupan ávidamente mediante sus respectivos picos.

Las ninfas recién nacidas miden unos 0.75 mm. de largo, están envueltas en una delicada membrana (la cubierta del huevo). Las larvas también poseen 3 pares de patas y un par de antenas.



Fig. 2.5 Macho del *Dactilopius* C.C. Memoria en que se trata del insecto grana o cochinilla: Méjico 1777 / S. de Alzate

Las hembras de *Dactilopius coccus* Costa puede distinguirse de las otras especies del mismo género, por que su cubierta cerosa es de forma pulverulenta, fácilmente desprendible. En cambio la cubierta de las otras especies, es filamentosa (como algodón) y muy difícil de desprender.¹¹

2.2.4 Ciclo Biológico

La vida de *Dactilopius coccus* pasa por los estados de huevo, ninfa y adulto, al igual que todos los insectos de este mismo orden.

Durante la oviposición, los huevecillos quedan bajo el cuerpo de la hembra y eclosionan en un período que puede variar desde 15 minutos hasta 6 horas.

Las ninfas recién nacidas son tan pequeñas que casi no se distinguen a simple vista y en esta etapa no hay diferencia aparente entre los machos y las hembras; ambos son muy activos.

Las hembras, en un lapso de 24 a 48 horas, insertan sus picos en los tejidos del nopal, comenzando a alimentarse y quedando fijos durante el resto de su vida. Algunos sin embargo pueden cambiar varias veces de lugar durante varios días, antes de escoger un lugar fijo. Los insectos recién nacidos pueden permanecer hasta 10 días sin alimentarse. Frecuentemente son arrastrados por el viento, siendo éste su principal medio de dispersión.



Las hembras tan pronto como se fijan, comienzan a secretar su cubierta cerosa. Una vez que los insectos insertan sus picos en el nopal, ya no se les puede desprender sin romper este órgano, lo que causa su muerte. A medida que las hembras se desarrollan, aumentan de volumen y sus patas se retraen comenzándose a atrofiar, conjuntamente con las antenas.

En condiciones ideales de cultivo, el insecto requiere de unos 90 días para su desarrollo desde el estado de huevo, al adulto (en los meses de primavera, verano y otoño), mientras que este desarrollo puede tardar hasta unos 45 días en el invierno. Estos lapsos varían con las condiciones climáticas de las localidades.

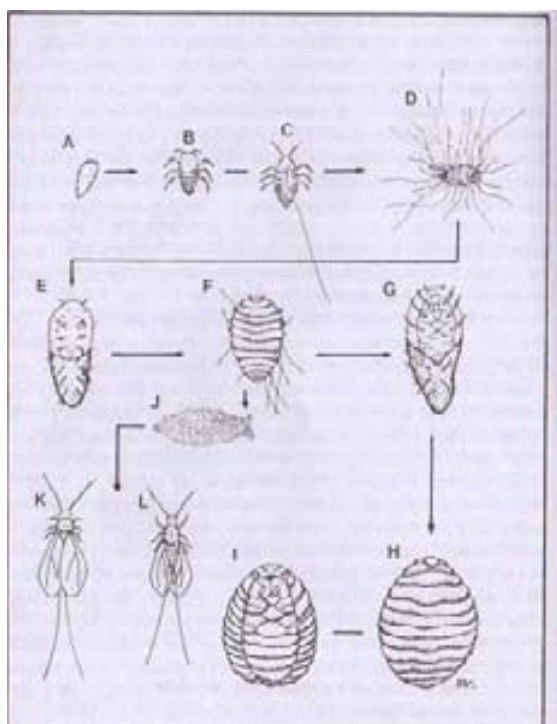


Fig. 2.6 Ciclo biológico de la Cochinilla

- A) Huevo
- B) Vista dorsal
- C) Vista de ninfa migrante I
- D) Ninfa I establecida
- E) Muda a ninfa
- F) Ninfa II
- G) Muda a hembra madura
- H) Vista dorsal I
- I) Ventral de hembra adulta
- J) Capullo de macho
- K) Vista dorsal
- L) Ventral de macho adulto

Fuente: Memoria en que se trata del insecto grana o cochinilla: Méjico 1777 / S. de Alzate

La oviposición de la hembra dura unos 15 días, cada una pone un promedio de 350 huevecillos. Al terminar esta operación, el cuerpo del insecto se contrae hasta que muere.

La grana muda 3 veces de piel (exuvia) antes de alcanzar su estado adulto. Aparentemente la partenogénesis es frecuente, al igual que en otros insectos de este mismo grupo.



El insecto macho, después de su primer cambio de piel, forma un pequeño capullo cilíndrico de color blanco, en el que permanece hasta su transformación en adulto. Los factores climáticos y la lozanía de las plantas hospederas, son determinantes para alargar o acortar el tiempo que requiere el ciclo biológico del insecto.¹²

2.3 Usos y ubicación geográfica

El uso que le dieron a la grana cochinilla fue siempre como colorante pero en muy diferentes ámbitos y se usaba para pintar las plumas con que adornaban penachos, coronas y vestidos nupciales, teñir el algodón y mantas de lana, teñir los tlacoyales, pintar edificios, dibujar códices y pintarse los dientes.

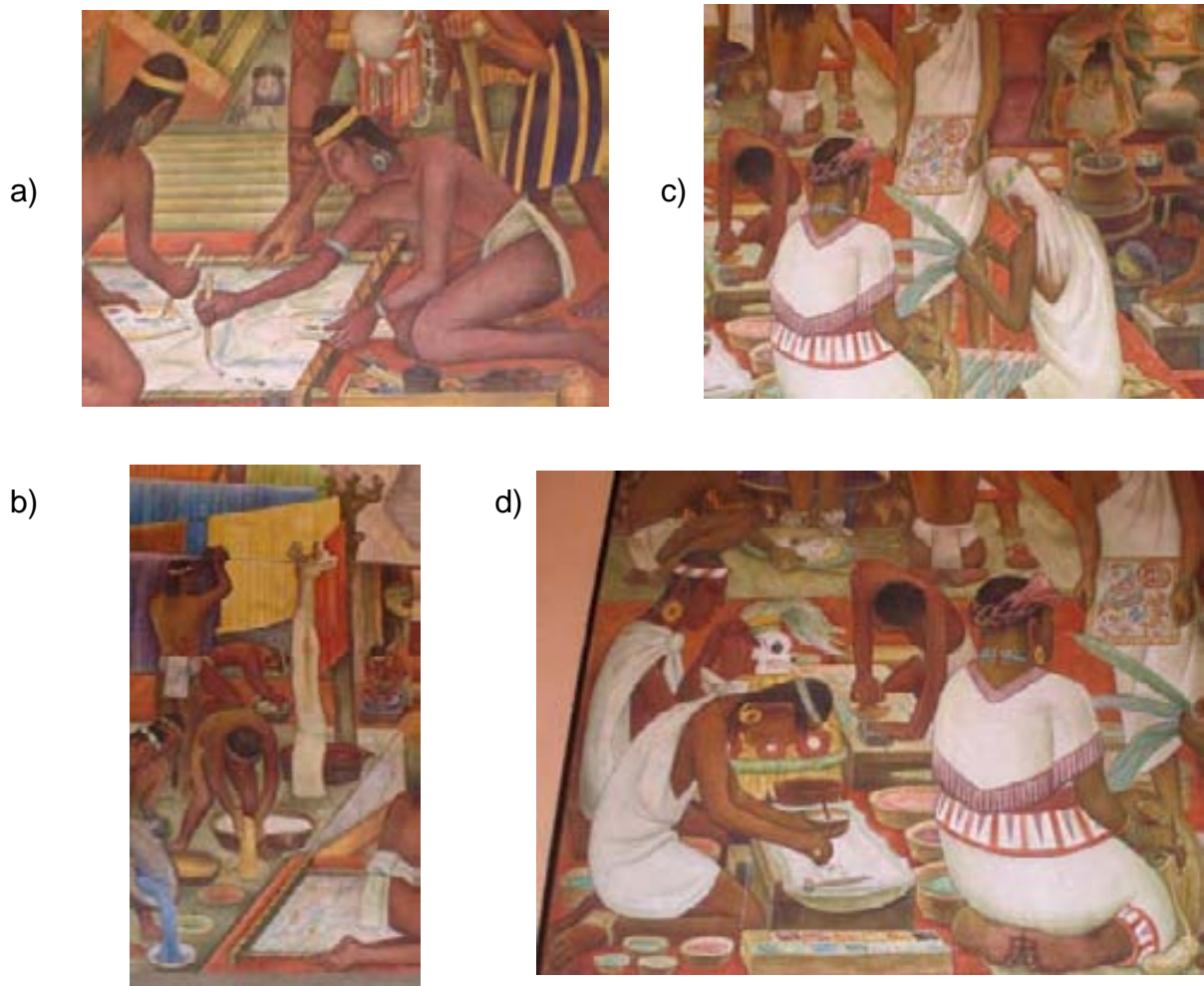


Fig. 2.7 a) y b) Civilización Tarasca c) y d) Civilización Zapoteca
Murales de Diego Rivera 1945 – 1951 Palacio Nacional.
Fotografía: Paola Ogazón



Fig. 2.8 Proceso de teñido.
Fuente: Madrid 1987 / Inst. de
Cooperación Iberoamericana.



Fig. 2.9 La Gran Tenochtitlan.
Murales de Diego Rivera 1945 – 1951 Palacio Nacional.
Fotografía: Paola Ogazón



Fig. 2.10 Zonas productoras de grana en Oaxaca

La ubicación geográfica de los pueblos productores de la grana cochinilla tenía la forma de una lengüeta que va desde la costa del distrito de Pochutla hasta la Cañada, con prolongaciones al valle de Tehuacan y a Tlaxcala. El distrito de Miahuatlán, los valles centrales de Oaxaca y Etlá, así como, Nochixtlán, Coixtlahuaca, Teposcolula y la Cañada harían el centro de ésta. El borde oriental está compuesto por los actuales distritos de Teotitlán del Camino, Cuicatlán, Ixtlán, Tlaxiaco y Yautepec; mientras el occidental comprende a Sola de Vega, Tlaxiaco y Silacayoapan.¹³

Las principales regiones productoras de grana fina en el México colonial fueron las provincias de la Mixteca, del valle de Oaxaca, Tlaxcala, Cholula y Puebla, y las de grana silvestre fueron Chiapas, Yucatán y Autlán de la grana.¹⁴



2.4 Historia de la Grana Cochinilla

Cuando llegaron los españoles a tierras mexicanas no tardaron en reconocer la trascendencia de la grana cochinilla y fue por esto que en 1523 Hernán Cortés mandó un escrito al Rey Carlos I (V del Sacro Imperio Romano¹⁵) informando de las propiedades de este material y para 1526 ya se mandaban las primeras muestras para corroborar su calidad y finura.¹⁶

Tiempo después al desplazar la grana a sus competidores (el kermés o carmesí y la orquilla) a lo largo del mundo, a mérito de su bajo costo y a que tiñe con menor cantidad que otros, se volvió un producto muy cotizado y con esto incremento el cultivo en el país y con el propósito de obtener más ganancias, los españoles la incorporaron al sistema de tributos reales en 1530, imitando el sistema impositivo de La Triple Alianza.^{17, 18}

La creciente demanda de grana fina propicio las adulteraciones de este artículo, acontecimiento que ocupó la atención de las autoridades quienes impusieron controles para preservar la pureza de la grana que se exportaba. En 1550 se dieron las primeras ordenanzas que se conocen en México para vigilar la calidad y venta legal de la grana.²³ En virtud de que la demanda de grana era superior a la oferta se le adulteraba combinándose con la silvestre o con greda o con semillas de cebolla y otros productos.²⁰

La normatividad no pudo impedir las alteraciones del colorante para obtener mayores beneficios y así empezó una cadena de inspecciones y nuevas ordenanzas, acompañadas de castigos para compradores y vendedores²³; se promulgaron leyes que castigaban a los infractores con confiscaciones, multas, suspensiones, destierros, penas corporales, llegando a proponerse hasta la pena de muerte.¹⁹ En 1572 se crearon los cargos de Jueces y Veedores de Grana²² en Puebla y Oaxaca²¹, mientras que en Tlaxcala le correspondió un Teniente de Juez. Estos junto con el Escribano de Cabildo, estaban encargados de vigilar la clase del artículo dispuesto a la explotación mediante un registro y del cobro correspondiente.^{19, 24}



El control no solo se observó mediante la legislación impuesta sino también en la expedición de la grana, debido a que se tenía un cuidado minucioso en su manejo; en los envíos se empacaba una vez revisada, dentro de un saco de 5 arrobas y se le ponía el sello; luego, éste se metía a un cajón para volver a sellar, sobre cera y otro más de fuego en las coyunturas del cajón. Después permanecía en la casa del juez bajo 2 llaves, una para él mismo y otra para el escribano a fin de evitar cualquier falsificación.²⁰

Los impuestos a la grana cochinilla totalizaban el 41.3% de su valor pero durante casi todo el periodo colonial, los indígenas no pagaban ninguno durante el proceso de cosecha, para no desalentar la producción, pero el proceso de transformación contaba con sus impuestos que la corona aumentaba de acuerdo a sus necesidades.²⁵

La grana cochinilla se extendió por toda Nueva España dirigiéndose por primera vez en 1620 hacia Yucatán, debido a los grandes beneficios que se obtenían, cuando Antonio de Figueroa decidió fomentar su cultivo y plantó allí tres millones de semillas de nopal, enviadas desde Tlaxcala junto con cuatro especialistas de aquella ciudad mismos que debían enseñar a los trabajadores yucatecos el manejo y la técnica de obtención.²⁶

Causas como los impuestos, cambios en el cobro por circunstancias como la prohibición de los repartimientos, la adulteración del tinte, el desarrollo de grandes plagas tanto en las nopaleras como en el insecto mismo provocadas por explotaciones extensivas e intensivas, la sustitución de plantaciones nopaleras por otras alimenticias durante años de crisis económica y la excesiva explotación de los indios productores hizo que el cultivo de la grana cochinilla decayera hacia fines del siglo XVI.



Esta situación se agravó en la segunda mitad del siglo XVII cuando en Otumba, Cholula, Tepeaca, Huejotzingo y Tlaxcala, los naturales de estas localidades destruyeron y quemaron las nopaleras para no ser esclavos de la codicia de los alcaldes mayores, que por los beneficios de la compra-venta podían duplicar o triplicar su capital²⁷ también debido a la aparición de sustitutos, ya que, se descubre en 1816 que la raíz de un vegetal, la Rubia, que se sembraba a gran escala en Europa producía un tono con gran parecido al rojo de la grana; por si esto no fuera suficiente también hubo repercusiones derivadas de las guerras entre España y otros países²⁸, la pérdida de la hegemonía política del imperio colonial español, con lo cual le era difícil mantener el control de sus dominios además de no poder afrontar la piratería y el contrabando contra sus embarcaciones y todo lo anterior aunado a los nuevos descubrimientos en el campo de la química orgánica, principalmente con los tintes sintéticos, tuvo un peso fundamental para la desaparición de la grana cochinilla.²⁹

Las mayores producciones se registraron en el decenio comprendido entre 1770 y 1780, alcanzando su más alto volumen de exportación con un millón de libras españolas en 1774.³⁰

Después de 1800 debido al declive del cultivo en México los españoles llevaron el cultivo de Chiapas a Suchitepec y a Amatitlan en Guatemala; al mismo tiempo fue llevada a Honduras y otras partes de centro América entre las que se encontró Perú, pero su difusión en este último país fue fortuita ya que se pensó llevar nopales para cultivo, sin este propósito, pero las pencas iban infestadas del insecto.^{31, 32}

Sobre el cultivo en Perú se reporta en 1533 por Miguel de Estete que la grana se cultivó allí desde antes de la llegada de los españoles, hay otras supuesta evidencias de que se producía y se empleaba la grana cochinilla como colorante no sólo en Perú sino en Bolivia y Chile. La realidad es que Perú comenzó a exportar grana en 1830.³³ Su última difusión fue dirigida a Cádiz con dirección a su Sociedad Económica en 1820 llevando ocho nopales o higueras, tunas de América, que iban cargadas del insecto. Ningún lugar más apropiado para su aclimatación que las Islas Canarias, lugar donde se cultivo con gran éxito.^{34, 35, 36,37}

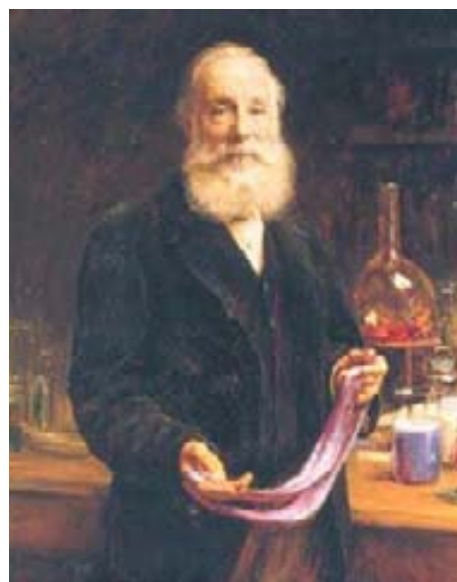


La decadencia de los colorantes naturales era inevitable y cada vez más próxima como lo demuestran hechos como el de la extracción en Alemania en 1826 de una sustancia pura obtenida del calentamiento del índigo y bautizada como anilina; la merma que sufrieron los precios internacionales de la cochinilla en 1828; las primeras exportaciones de Perú en 1830 y en plena revolución industrial la fundación de la industria de los colorantes sintéticos.³⁸

Fig. 2.11 August W. Von Hofmann
Archivo personal



Fig. 2.12 William Henry Perkin
Archivo personal



Por la década de 1840 existían pocos químicos orgánicos de renombre en Gran Bretaña, y August Wilhem von Hofmann fue importado a Londres desde Alemania. Como ayudante se la asignó, a un estudiante muy joven, William Henry Perkin (1838-1907). Un día, en presencia de Perkin, Hofmann especulaba en voz alta sobre la posibilidad de sintetizar quinina, el valioso antimalárico.

Hofmann había realizado investigaciones sobre los productos obtenidos del alquitrán de hulla y se preguntaba si sería posible sintetizar quinina a partir de un producto del alquitrán de hulla como la anilina. Perkin en 1856 trató la anilina con dicromato potásico y estaba a punto de desechar la mezcla resultante como si fuera un nuevo fracaso, cuando observó un reflejo púrpura en ella.



Añadió alcohol, que disolvió algo del preparado y adquirió un hermoso color púrpura, dejó la escuela y utilizó algún dinero de la familia para montar un taller. Al cabo de seis meses, obtenía lo que llamó “púrpura de anilina”. Los tintoreros franceses aclamaron el nuevo tinte y denominaron al color “Malva”. Perkin había fundado toda una industria, y con tal opulencia se retiró a los 35 años.^{39, 40}

Con este suceso se marcó el fin de los colorantes naturales y para 1860 se introducían las primeras anilinas sintéticas a México. A causa del declive de la cochinilla se logra en 1872 la eliminación del impuesto real para la extracción de la grana pero ya para 1890 el cultivo había prácticamente desaparecido y su uso se redujo a lo artesanal, en 1932 México hizo su última exportación.⁴¹

Con el descubrimiento de los colorantes sintéticos, todos los productores y de cualquier tipo de colorante natural, desaparecieron. Actualmente se descubrió que estos producen trastornos a la salud humana y posibles alteraciones mutagénicas, lo cual ha permitido el resurgimiento de la importancia de la grana cochinilla como colorante natural.^{42, 43, 44,45}



Referencias

- 1.- Delgado, F. & Paredes, O., (2003). *Natural colorants for food and nutraceutical uses*. Boca Ratón, Florida: CRC. p.4
- 2.- The society of dyers and colorists & The American Association of Textile Chemists and Colorists, (1956). *Colour Index* (2a ed.). Yorkshire, England: Charley and Pidersgill. p.p.1753 y 3584
- 3.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.21
- 4.- de Sahagún, B., (1999). *Historia General de las cosas de la Nueva España* (10ª ed.). México: Porrúa. p.698
- 5.- de Sahagún, B., (1999). *Historia General de las cosas de la Nueva España* (10ª ed.). México: Porrúa. p.699
- 6.- de Sahagún, B., (1999). *Historia General de las cosas de la Nueva España* (10ª ed.). México: Porrúa. p.698
- 7.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.23
- 8.- Mercado, B., (2005). *Rescate del conocimiento en torno a los colorantes Nocheztli y K'axtí*. Tesis para optar el título de Químico, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p.15
- 9.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.p.24, 25
- 10.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Comisión Nacional de las zonas áridas, SARH. (1981, Diciembre). *La grana o cochinilla (Dactylopius coccus Costa) del Nopal*, *El Nopal, Publicación especial*, 34, 62
- 11.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.p.26, 27
- 12.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.p.27, 28
- 13.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA. p.14



- 14.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.7
- 15.- Microsoft Encarta. 2001. C.R.
- 16.- Sarabia, Ma., (1994). *La grana y el añil. Técnicas tintóreas en México y América Central*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos. p.p.27
- 17.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.p.17 -18
- 18.- Pérez S., Mayra, (2000). *De nopales y tunas*. [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://www.laneta.apc.org/emis/jornada/2000/enero/nopales.htm>>. p.p.6-7
- 19.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.15
- 20.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA. p.p.16-18
- 21.- Castellano, T., (1988). *Colorantes naturales de México*. México: Industrias Resistol. p.60
- 22.- *La Cochinilla: una materia tintórea prehispánica y su introducción en Europa*, (1987). Madrid: Instituto de Cooperación Iberoamericana. p.14
- 23.- Sarabia, Ma., (1994). *La grana y el añil. Técnicas tintóreas en México y América Central*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos. p.p.28-29
- 24.- Pérez S., Mayra, (2000). *De nopales y tunas*. [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://www.laneta.apc.org/emis/jornada/2000/enero/nopales.htm>>. p.12



25.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995).

México:ASERCA. p.18

26.- Sarabia, Ma., (1994). *La grana y el añil. Técnicas tintóreas en México y América Central*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos. p.33

27.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Comisión Nacional de las zonas áridas, SARH. (1981, Diciembre). La grana o cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) del Nopal, *El Nopal, Publicación especial*, 34, 61-62

28.- Pérez S., Mayra, (2000). *De nopales y tunas*. [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en:

<<http://www.laneta.apc.org/emis/jornada/2000/enero/nopales.htm>>. p.12

29.- Pérez, M. & Becerra, R., (2001, Mayo). Nocheztli: el insecto del rojo carmín [Versión electrónica]. *Biodiversitas*, 36, 2-3

30.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA. p.18

31.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.17

32.- Castellano, T., (1988). *Colorantes naturales de México*. México: Industrias Resistol. p.60

33.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.p.17, 18

34.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p. 18

35.- Pérez, M. & Becerra, R., (2001, Mayo). Nocheztli: el insecto del rojo carmín [Versión electrónica]. *Biodiversitas*, 36, 3

36.- Castellano, T., (1988). *Colorantes naturales de México*. México: Industrias Resistol. p.61



- 37.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.18
- 38.- François, D. & Guineau, B., (2000). *Colour: making & using dyes & pigments*. Londres: Thames & Hudson. P.15
- 39.- Asimov, I., (1999). *Breve historia de la química: introducción a las ideas y conceptos de la química*. Madrid:Alianza. p.p.163-164
- 40.- François, D. & Guineau, B., (2000). *Colour: making & using dyes & pigments*. Londres: Thames & Hudson. p.p.98-99
- 41.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA. p.p.18,20-22
- 42.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA. p.p.2-3
- 43.- *Programa Nacional de la Grana Cochinilla* (1999). México: INCA – Rural. p.p.1-2
- 44.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.6
- 45.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.p.1-2



ESTUDIO DE MERCADO



3.1 Normatividad

El impulso del retorno a la aplicación de los colorantes naturales se incrementó después de varios casos de cáncer, provocados por un colorante sintético (FD&C Red 3), por lo que Europa, Estados Unidos y Australia establecieron regulaciones en el uso de colorantes sintéticos. En 1959 la Food and Drugs Administration (FDA) de los Estados Unidos de Norteamérica descubrió que los colorantes sintéticos tienen un alto grado de toxicidad, además de asociarse con cierto tipo de alergias, tumores, problemas renales y algunos otros efectos como carcinogénicos y teratogénicos; así que clasificó como peligrosos a los colorantes de la serie D&C en alimentos y cosméticos, incluyendo a los siguientes colorantes Red 1 (Ponceau 3R), Red 2 (Amaranth), Red 4 (Ponceau SX) y Red 32 (Oil red XO), que no fueron certificados. Colorantes naturales como el ácido carmínico, fueron exentos en toda regulación.^{1,2}

Por lo que respecta al colorante natural carmín, en 1974 se anunciaron sus posibles efectos toxicológicos. La comisión de expertos de la Food Agriculture Organization (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), exige las pruebas de inocuidad y reduce el espectro de uso del carmín en alimentos. En 1976 se permitió el uso solo en bebidas alcohólicas, por tiempo definido. Esto provocó la caída en los precios de la cochinilla y del carmín. Perú fue el país más afectado y contrató a los laboratorios BIBRA (British Industrial Biological Research Association), de Inglaterra, para demostrar la inocuidad del carmín en alimentos y cosméticos, objetivo que se alcanzó en 1981. Basado en estos resultados, en 1982 la comisión FAO y OMS autorizó nuevamente el uso del carmín y derivados.³

Algunas imprecisiones en esos estudios y algún caso de alergia en personas con afecciones crónicas desataron la polémica y promovieron la realización de una serie de estudios e informes a favor y en contra del uso del carmín en alimentos y cosméticos, actualmente no existe un rechazo fundado al uso de la grana cochinilla.⁴



La primera legislación que debe cumplir el producto nacional, por supuesto, es la mexicana y tomando en consideración que la regulación aplicada a colorantes con mayor grado de exigencia es la estadounidense, presento a continuación la regulación para el colorante que trato en este trabajo.

3.1.1 Norma Oficial Mexicana

Norma Oficial Mexicana NOM-119-SSA-1994. Bienes y Servicios. Materias primas para alimentos, productos de perfumería y belleza. Colorantes orgánicos naturales. Especificaciones sanitarias.

Los colorantes orgánicos naturales empleados en la fabricación de productos de perfumería y belleza son los siguientes:

- 1.- Achiote, annato
- 2.- Beta-caroteno
- 3.- Color caramelo
- 4.- Cochinilla o carmín
- 5.- Guaiazuleno
- 6.- Guanina
- 7.- Henna

Especificaciones sanitarias:

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones físicas, químicas, de identidad y pureza que deben cumplir los colorantes orgánicos naturales.



<p>COCHINILLA O CARMÍN Sinónimos: CI Natural red 4; Lebensmittel-Rot.Nr. 2. Cochinilla; Acide carminico, Carmin. Clase: Antraquinona. No. de códigos: CI (1956) 75470 CI (1924) 1239 Schultz (1931) 1381 Nombre químico: Sale alcalina y laca alumínica de ácido carmínico (el principal colorante) Elaborado del cuerpo seco del insecto Coccus cacti, insecto que vive en los cactus de Nopalea coccinellifera, cultivado en nopaleras de México, Centro y Sudamérica, etc. Peso molecular: Acido carmínico: 492.40 Color: Rojo Solubilidad: Sus sales alcalinas son solubles en agua y disolventes etanólicos.</p>	<p>Pureza:</p> <p>Para el caso de la Cochinilla: Arsénico no más de 1 mg/kg Plomo no más de 10 mg/kg pH no más de 5.0 y no más de 5.5 a 25°C Proteína (N * 6.25) no más de 2.2% Sólidos totales no menos de 5.7 y no más de 6.3% Alcohol metílico no más de 150 mg/kg Ácido carmínico no menos de 1.8%</p> <p>Para el caso del Carmín: Arsénico no más de 1 mg/kg Plomo no más de 10 mg/kg Materia volátil (a 135°C por 3 hrs) no más de 20% Cenizas no más de 12% Ácido carmínico no menos de 50%</p>
--	--

Microbiológicas:

Las especificaciones microbiológicas para estos colorantes determinan que deben estar exentos de microorganismos patógenos.

Etiquetado:

En la etiqueta de estos productos debe aparecer:

Color Index (en su caso), Nombre químico y Declaración de pureza

Envase y empaque:

Los productos objetos de esta norma se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren las características, físicas, químicas y organolépticas.

Se deben usar envolturas de material resistente y que ofrezcan la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior a la vez que faciliten su manipulación, almacenamiento y distribución.



Control:

Cada lote de producción debe estar respaldado por un certificado de análisis del productor y hoja de identidad con las especificaciones establecidas en esta norma. Esta información está a disposición del consumidor que lo solicite.⁵

3.1.2 Regulación aplicada para colorantes en Estados Unidos

Debido al intenso intercambio comercial que se da con los Estados Unidos por causa de su cercanía con nuestro país, así como por la firma del “Tratado de Libre Comercio”, se ha hecho necesaria la actualización de las diferentes legislaciones para armonizarlas y no convertirlas en barreras no arancelarias a las transacciones comerciales.

Los Organismos Regulatorios Mexicanos aplicables a colorantes cosméticos, se apoyan en gran manera en la Food & Drug Administration (FDA), y las publicaciones reguladas por estas leyes.⁶

Mediante el acta de 1938, FDA estableció un nuevo sistema de nombres para eliminar confusión que estuviera asociada con el uso de nombres comunes. Los colores fueron designados FD&C, si estos han sido permitidos para el uso de alimentos, drogas y productos cosmético y D&C fue establecido para identificar colores que pudieran ser usados por productos que se van aplicar únicamente a partes externas del cuerpo y no a labios o cualquier superficie del cuerpo cubierto por membrana mucosa.⁷

A continuación incluyo la clasificación general en relación al colorante Carmine:

Lotes de colorantes que no requieren certificación por la U.S. F&DC Administration.

En 1960 todos los colorantes exentos entonces en uso, fueron provisionalmente listados pendientes mientras se obtenían los estudios necesarios par su listado “permanente”.



Son colorantes específicamente permitidos para el uso en cosméticos en Estados Unidos de Norteamérica, sin embargo, no requieren análisis y certificación de sus lotes individuales, incluyen una variedad de sustancias tales como: pigmentos inorgánicos, extractos de plantas, animales y materiales sintéticos. Algunos, Beta-caroteno y óxido de zinc, son definidos por factores químicos puros de definida y conocida composición. Otros, incluyendo extracto de inato, extracto de cochinilla, caramelo que son mezclas obtenidas de recursos naturales y tienen algo de composición indefinida.

Estos colorantes son sujetos a una petición para la aprobación del color por la U.S. Food & Drug Administration, para asegurar que ellos cumplan con las especificaciones gubernamentales y que sean usados en acordancia con la ley.

En general, los colorantes exentos tienen menor poder de coloración que los colorantes certificados y así deben ser usados en concentraciones más elevadas. Algunos particularmente los originados de plantas tienden a ser menos estables, más variables en tono, y a consecuencia de eso más complicados para usar que los colorantes certificados y es más probable introducir sabores y olores indeseables dentro de los productos en los cuales ellos son incorporados. También, dependiendo de su naturaleza y origen, los colorantes exentos pueden variar substancialmente en composición de lote en lote, están más dispuestos para ser contaminados por trazas de metal, insecticidas, herbicidas, y bacterias tales como salmonella.⁸

Las especificaciones referentes para estos colorantes se encuentran comprendidas en el CFR 21 (parte 73).⁹ Esta lista comprende 28 colorantes en total, dentro de los cuales se encuentra el carmín.



Esta lista comprende 28 colorantes en total, son los siguientes:

Aluminium power	Chromiun Oxide Greens	Henna
Annato	Copper Power	Iron Oxides
Beta-Carotene	Dihydroxyacetone	Lead acetate
Bismuth citrate	Disodium EDTA-Copper	Manganeso Violet
Bismuto Oxychloride	Ferric Ammonium Ferrocyanide	Mica
Bronze Power	Ferric Ferrocyanide	Pyrophyllite
Caramel	Guaiazulene	Silver
Carmine	Guanine	Titanium dioxide
Chlorophylin-copper Complex	Ultramarines	Zinc Oxide
Chlorophylin Hidroxide Green		

3.2 Características de la materia prima y del producto

3.2.1 Composición de la materia prima.¹⁰

Como ya mencioné en la parte de los aspectos biológicos del insecto, existen varias especies que también poseen colorante, pero no en las mismas cantidades; en general existe la grana cochinilla silvestre y la fina, con el propósito de fijar un parámetro en la materia prima, presento las proporciones que requiere el insecto para su transformación a colorante.

Cochinilla de 1ra. ¹⁰	
Humedad	11.50%
Cera y Grasas	12.56%
Proteínas	51.80%
Ác. Carmínico	19.00%
Cenizas	5.14%

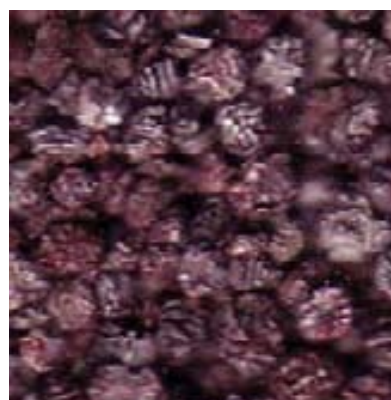


Fig. 3.1 Grana Cochinilla.
Archivo personal



3.2.2 Especificaciones del producto.¹¹

Con la intención de que el producto que deseo originar sea competitivo en cuanto a calidad a continuación presento las propiedades estándar que tiene el colorante demandado por el mercado.

Cl. 75470 C₂₂H₂₀O₁₃
FW: 492.39 λ_{max}: 495nm
pH: 4.8 – 6.2
Grado: para microscopia (Hist.),
indicador
ignición de residuos ~5%
perdida al teñir ~3%
Apariencia: polvo cristalino rojo
Actividad óptica: [α]₂₀/D +3.1°, c = 1 in H₂O
Solubilidad: 1% en ácido acético 1N;
solución entre rojo y rojo oscuro, de limpio
a ligeramente turbio.

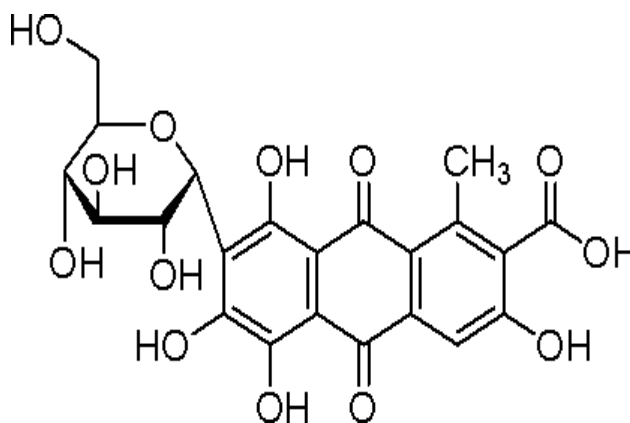


Fig. 3.2 Estructura del carmín. Archivo Personal

3.3 Usos Actuales

Actualmente se le han encontrado al ácido carmínico una variedad impresionante de usos, en la rama de la investigación tiene aplicación en tinciones histológicas, bacteriológicas y citológicas, como indicador químico de reacciones ácido-base y de oxido-reducción, como reactivo químico para aluminio y como agente acomplejante de cationes.^{12,13}



Fig. 3.3 Usos en investigación como tinciones e indicador. Archivo personal





Tiene uso como remedio contra fiebre, males del corazón, del estomago, de la cabeza, para tratamientos sudoríficos, para curar heridas, como purgante y vermífugo contra parásitos intestinales, así como antibiótico, además de que posee propiedades anticancerígenas. En el ámbito de la salud, a pesar de que no se usa como medicina, también se usa para teñir la placa dentó bacteriana para su localización y eliminación. Dentro de las aplicaciones menos comunes esta el uso en fotografía a color, pigmento para artistas, para artesanías ya sea con su aplicación en textiles, manuscritos y en cerámica, ingrediente de lacas para muebles, bloqueador contra rayos ultravioleta y como repelente de insectos tanto agrícola, habitacional como del cuidado personal.^{14,15}



Fig. 3.4 Usos como dentífrico y tinta artesanal. Archivo personal.

Una aplicación con una gran oportunidad de crecimiento es el uso dentro de los cosméticos, en los labiales, maquillajes, perfumería, rubor y sombra para ojos.¹⁶



Fig. 3.5 Usos como cosméticos. Archivo personal



Por último la aplicación hacia la cual esta enfocada esta tesis, el uso más importante y común, que es el de aditivo para dar color a alimentos, bebidas y medicamentos. El aprovechamiento del carmín como aditivo en alimentos y bebidas es un factor determinante por el consumidor, ya que el color es la primera impresión sensorial que se tiene en un alimento, el cual puede influir en la percepción de su olor, sabor e incluso textura.¹⁷



Fig. 3.6 Usos como aditivo en alimentos. Archivo personal.

3.4 Oferta

3.4.1 Oferta Internacional

Cuando anteriormente mencioné que la grana cochinilla empezó a ser desplazada por diversos factores, hice alusión a la difusión de la cría de la grana cochinilla en otros países, suceso que origina simplemente “competencia”, éste y otros factores desembocaron en que México cediera su lugar como principal proveedor de cochinilla a nivel mundial, sitio que actualmente es ocupado por Perú.



El insecto es principalmente cultivado y cosechado en Centro y Sudamérica. Perú, produce entre el 80% y el 85% de la cochinilla, (40% en carmín y 60% en forma de insecto) y actualmente surte aproximadamente el 60% del mercado mundial. Es entonces el primer productor y exportador de cochinilla en el mundo, con una producción anual que alcanza 400 toneladas métricas.²¹

El carmín al ser un producto derivado de la cochinilla y orientado al mismo mercado, ha presentado durante la última década un comportamiento similar al de la cochinilla. Durante el periodo 1991 – 2000 la producción prácticamente se duplicó presentando una tasa media de crecimiento anual para el periodo de 8.67%.²²

Según las bases de datos de ALADI, los siguientes son los principales países exportadores de Carmín de grana cochinilla:

Tabla 3.1 Principales países exportadores

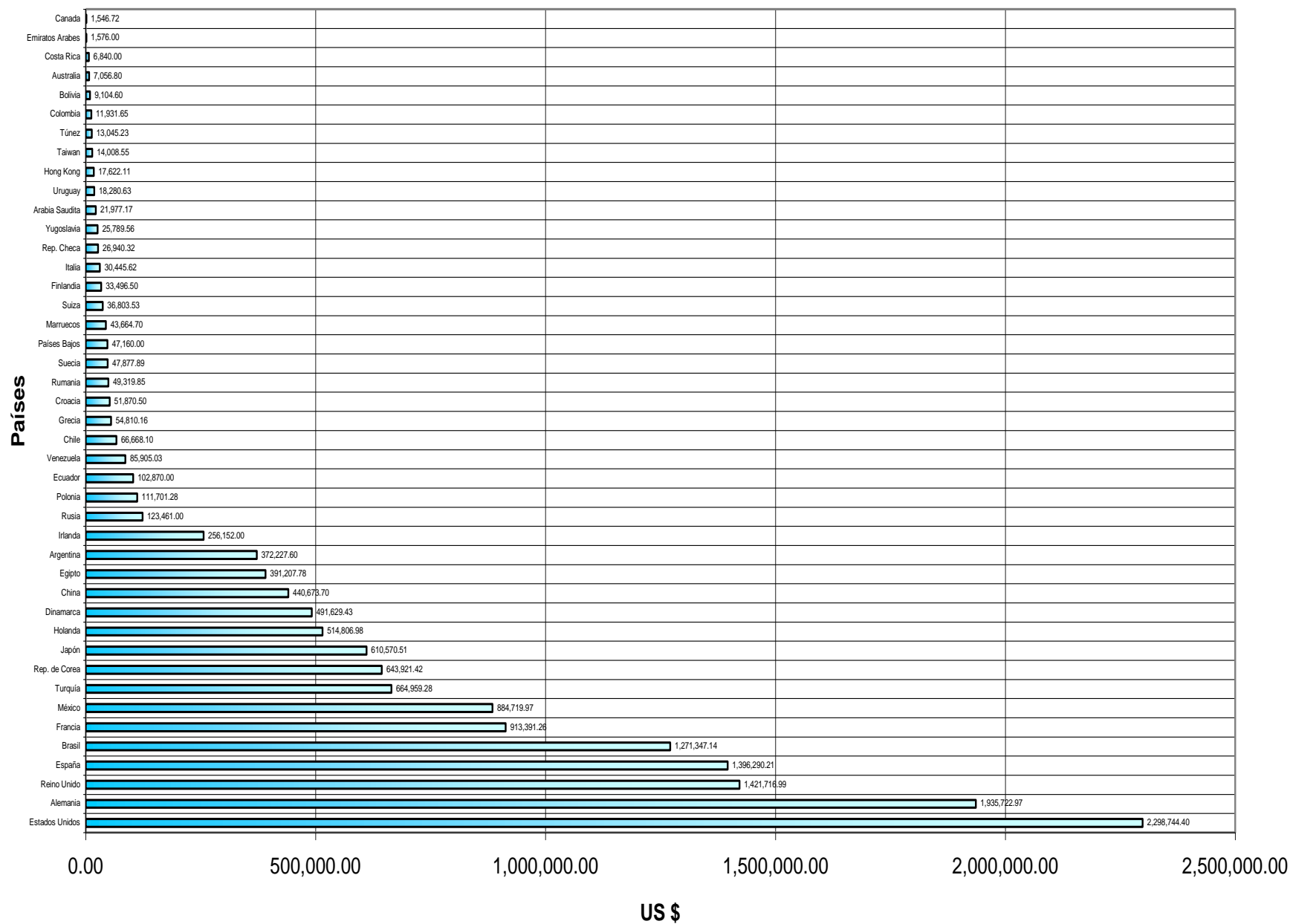
País	Exportaciones (US\$'000 FOB) 2000	Exportaciones (US\$'000 FOB) 2001	Exportaciones (US\$'000 FOB) 2002	Principal país proveedor
Perú	4,203	4,681	1,805 (5M)	E.U.A., España, Japón y Francia
Brasil	118	105	38 (4M)	Venezuela
Argentina	48	82	18 (3M)	Brasil
Colombia	0	13	0 (3M)	México
Venezuela	2	0	0 (5M)	Alemania

Fuente: Sondeo del mercado mundial de Cochinilla

Como era de esperarse, según la información obtenida acerca de los mayores productores de carmín de cochinilla, Perú es el mayor exportador de este colorante natural. El valor de sus exportaciones es muy superior al de aquellos países que le siguen en importancia en éste aspecto y un dato incuestionable de ello lo muestro en la siguiente gráfica que da a conocer las exportaciones de carmín de cochinilla de Perú en el 2006 que totalizan US\$ 15'569,855.14 FOB entre 43 países diferentes.²³



Exportaciones Peruanas 2006

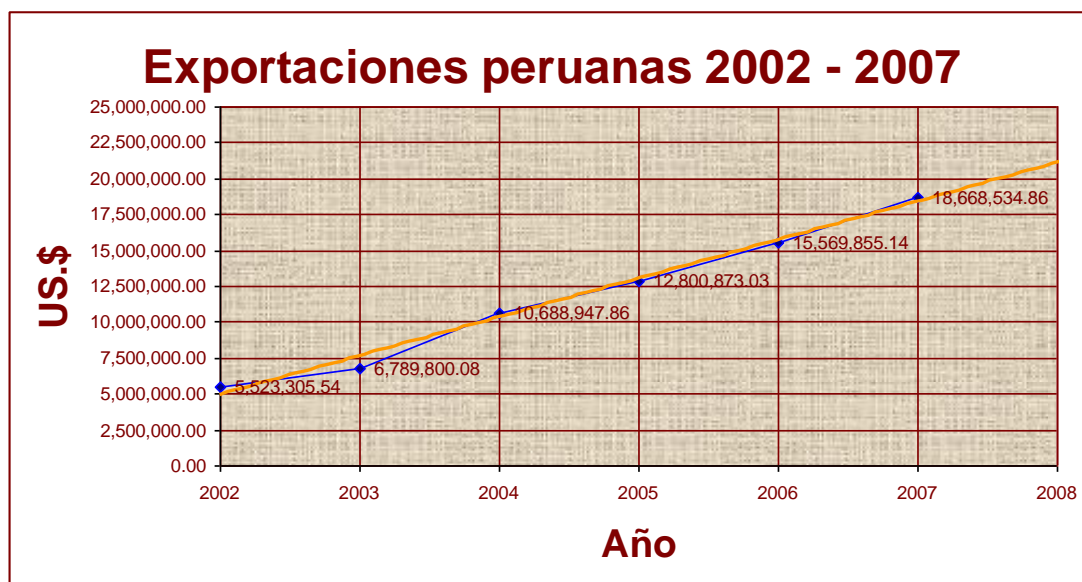




México es considerado como un importante productor ya que varios países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador) reportan importaciones requeridas a México de Carmín de cochinilla, (como se verá en el apartado referente a la demanda) hecho que resulta un tanto contradictorio con la información que analicé, ya que la mayoría de los estudios realizados para México mencionan que nuestro país solo tiene una producción de autoconsumo y solo a nivel artesanal pero esto podría tener respuesta en el hecho de que no se exporta la cochinilla sino más bien el carmín esto no se puede corroborar con certeza ya que nuestro país no cuenta con una fracción arancelaria específica para el carmín de cochinilla como en los demás países latinoamericanos y a causa de esto no se tiene notificado con exactitud dichas exportaciones.

Para mostrar que la oferta va en crecimiento expongo las cantidades que ha conseguido exportar el principal proveedor de carmín de cochinilla del mundo, Perú, en los últimos años además de que también han ido en aumento la producción de otros países que al ver la rentabilidad del producto deciden incursionar en el mercado.

Grafica 3.2 Exportaciones peruanas 2002-2007



Fuente: Elaboración propia.



En la grafica anterior se puede observar claramente la tendencia que sigue el mercado, la cual es realmente muy alentadora, y confirma que el incremento en la producción del carmín ha venido presentando tasas medias de crecimiento anual muy altas en los últimos años y pronostica de seguir con esta tendencia, para el 2008 se esperarían exportaciones superiores a los 20 millones de dólares y para el 2012 superiores a los 30 millones de dólares.

Esto también me permite especular un poco y poder decir que con lo que respecta al concentrado de ofertantes y demandantes se presentará estable, con tendencias a la alza salvo alguna rara disminución por factores externos al mercado, recordando que las bajas que presentó el mercado anteriormente no han sido muy drásticas y por lo tanto con pocas repercusiones en su pronostico.

3.4.2 Oferta Nacional

A pesar de los antecedentes históricos, actualmente en nuestro país solo se produce la grana en pequeña escala y en sitios dispersos en el territorio nacional. De hecho, si la producción nacional no ha alcanzado a satisfacer la demanda del mercado interno, menos aún la de países como Estados Unidos, Japón, Francia o Alemania. Estos países industrializados que poseen la tecnología para procesar la grana cochinilla y obtener sus diferentes derivados, tienen que comprar el animal seco a los países productores.

La producción de cochinilla en las regiones donde prevaleció fue afectada por el desarrollo de los tintes artificiales lo que ocasionó que solo se mantuviera en algunas comunidades del estado de Oaxaca. Estas explotaciones se distinguían por su carácter doméstico utilizándose exclusivamente para la fabricación de artesanías. Esta situación es la que prevalece hoy día.²⁴

Actualmente el cultivo de la cochinilla del nopal se registra principalmente en el Estado de Oaxaca: en la región de la Mixteca, cerca de Nochistlán; en la Sierra Norte, cerca de Ixtlán; en San Juan de Sayultepec, en Amatenango Ejutla; en Santa Ana del Valle y en Santa María Coyotepec. En el Estado de Chiapas, en la región central hay cultivos, pero a nivel experimental.



En la zona de Izúcar de Matamoros en el Estado de Puebla, existen otros campos que producen cochinilla; en Salinas, San Luís Potosí, hay también cultivo e investigación. En Guanajuato (en Jaral del Progreso y Valle de Santiago), en Michoacán (La Barca), en Hidalgo (Polotitlán), en Querétaro (Agua Azul), en Jalisco, se encuentran campos generalmente experimentales para el cultivo de la grana cochinilla.²⁵

Se crearon algunos centros de investigación y de cultivo experimental en algunas regiones del territorio nacional, principalmente en Oaxaca en los cuales se realizaron y se continúan realizando estudios sobre la producción, la biología, las calidades del insecto y su comportamiento, se hacen análisis, pruebas y experimentos, pero en la práctica, no han alcanzado a impulsar el desarrollo a gran escala del cultivo.²⁶

México podría convertirse en el futuro, en abastecedor del colorante natural rojo carmín, si aprovechara la condición de país origen de la grana cochinilla y si responde a las exigencias del mercado que cada vez demanda más el subproducto proveniente del parásito del nopal. El país tiene un enorme potencial para impulsar empleos e ingresos a partir de esta actividad en zonas semiáridas y subhúmedas de extrema pobreza de Oaxaca, Hidalgo, San Luís Potosí, Querétaro y Zacatecas. En el país la producción nacional es aún incipiente (100 kg anuales) y se destina al consumo local para usos artesanales. El mercado de la grana cochinilla en México presenta un alto potencial, tanto como materia prima y como producto industrializado a partir del ácido carmínico. Estas características, sumadas a la creciente tendencia al regreso del uso de productos naturales y a las reglamentaciones que a nivel internacional se han creado al respecto, hacen de la grana cochinilla y el carmín productos privilegiados para el mercado nacional e internacional.²⁷

De acuerdo a un estudio del organismo Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, aunque México no cuenta con ingenios que transformen la grana cochinilla en carmín, si podría incorporarse al grupo de países que la exportan.²⁸



3.5 Demanda

3.5.1 Demanda Internacional

Los colorantes naturales tienen un gran futuro, especialmente en esta época donde el consumidor, cada vez más ecologista, apuesta por aquellos productos que no contienen aditivos químicos o artificiales. En bases de datos internacionales como la de United Nations Conference on Trade And Development (UNCTAD) se observa una partida arancelaria que involucra materias colorantes de origen vegetal y animal y nos proporciona los principales consumidores de colorantes del mundo.²⁹

Tabla 3.2 Principales proveedores de los principales consumidores

País	Importaciones (US\$ '000)	Principales proveedores
Unión Europea	64,747	Detallados a continuación
Estados Unidos	53,335	México (16.36%), India (15.27%)
Japón	49,335	India (15.5%), México (14.23%)
Suiza	13,705	Edos. Unidos (70.38%), Alemania (15.9%)
Hong Kong	13,605	Información no disponible

Fuente: Sondeo del mercado mundial de Cochinilla

NOTA: Las tarifas y cantidades corresponden a diferentes años: Unión Europea, Japón, Suiza: tarifas del 2001, cantidades del 2000; Estados Unidos: tarifas y cantidades del 2001; Hong Kong: tarifas y cantidades de 1998.

Se puede observar que la Unión Europea, Estados Unidos y Japón muestran cifras no muy distantes entre sí, sin embargo hay que tener en cuenta que la Unión Europea se establece en primer lugar representando un grupo de varios países. Ya que se obtuvo una cifra agregada de importaciones de la Unión Europea de materias colorantes de origen vegetal y animal (p.a. 320300), se presentan a continuación las importaciones detalladas de algunos países europeos.³⁰



Tabla 3.3 Países con más demanda de colorantes

País	Año	Peso Neto (kg)	Valor (US\$)	Principal proveedor
Alemania	1999	3'041,000	26'900,434	Holanda
	2000	3'340,000	29'452,197	
España	1999	2'018,000	15'080,284	México
	2000	3'521,000	24'200,850	
Italia	1999	1'981,000	11'850,017	Francia
	2000	2'895,000	13'758,990	
Francia	1999	1'886,000	19'175,728	Suiza
	2000	2'433,000	18'087,483	
Holanda	1999	988,000	10'097,264	Alemania
	2000	908,000	8'858,895	

Fuente: Sondeo del mercado mundial de Cochinilla

Es de resaltar el hecho de que los principales países proveedores son también países europeos, sólo hay una excepción que es el caso español, país para el cual la mayoría de las importaciones provienen de Centroamérica. Según la misma fuente, Perú aparece como el tercer proveedor más importante de Alemania y España y en cuarto lugar para Italia.

La cochinilla tiene una alta cotización en el mercado y su demanda aumenta cada vez más debido a que el empleo de los colorantes sintéticos es cuestionado por sus efectos tóxicos. Los colorantes sintéticos de color rojo que son utilizados para dar color a los alimentos están siendo retirados y sustituidos por colorantes naturales como el pigmento rojo de la cochinilla.³¹

La información anteriormente presentada, manifiesta los principales negociantes de Norteamérica, Europa y Asia, por supuesto no puedo dejar sin mencionar una zona de gran importancia tanto económica como geográficamente para nuestro país como lo es Latinoamérica. En la base de datos de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) se observan los principales países importadores en Latinoamérica consumidores de Carmín de cochinilla.³²



Tabla 3.4 Principales consumidores en América Latina

País	Importaciones (US\$'000 CIF) 2000	Importaciones (US\$'000 CIF) 2001	Importaciones (US\$'000 CIF) 2002	Principal país proveedor
Brasil	938	1642	485 (4M)	Italia
Argentina	346	909	116 (3M)	Perú
Venezuela*	179	176	20 (1M)	Brasil, Perú
Ecuador	47	152	59 (4M)	Perú
Colombia	36	105	2 (3M)	Chile, Perú

Fuente: Sondeo del mercado mundial de Cochinilla

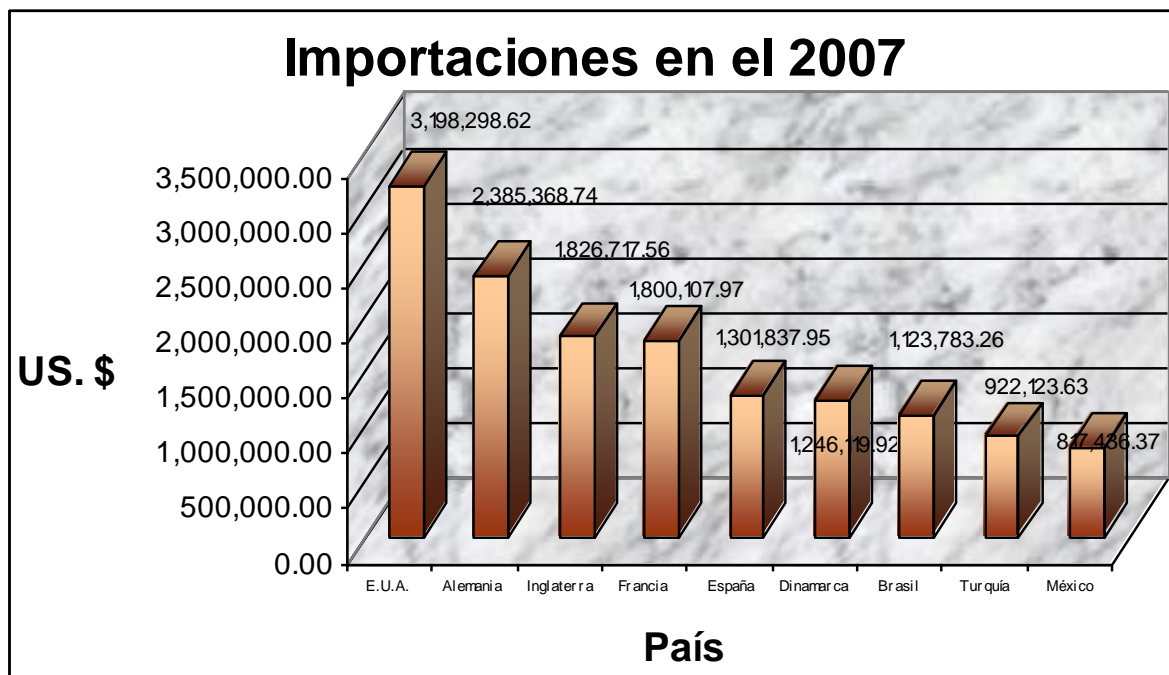
* Los valores para Venezuela están en US\$'000 FOB

El principal país importador de carmín de cochinilla de América Latina es Brasil, presentando cifras muy superiores a las de su inmediato seguidor (Argentina) si éstas se analizan año a año. Es claro que los países que se perfilan como principales importadores, son precisamente otros diferentes a los que anteriormente se declararon como grandes productores de América tropical (Perú, México). Sin embargo, hay dos hechos bastante interesantes; primero, que Italia es el principal proveedor de las importaciones brasileñas, y segundo, que Colombia, siendo país productor, sea quinto en la lista de principales países importadores de Latinoamérica.³³

Como el principal proveedor a nivel mundial es Perú, considero de importancia relevante mostrar los principales países que consumen su Carmín, es por esto que presento a continuación la información que obtuve de la información de la aduana peruana.



Grafica 3.3 Importaciones en el 2007



Fuente: Elaboración propia.

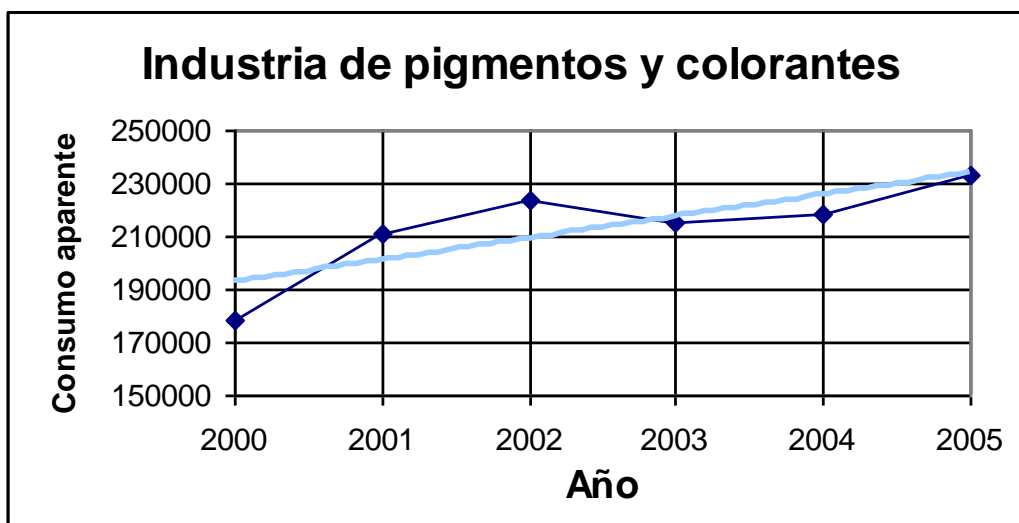
Como se puede observar en la grafica y tablas anteriores, el principal consumidor de cochinilla a nivel mundial es Estados Unidos, seguido de varios países europeos, de los cuales el más fuerte es Alemania, en Asia el mayor requerimiento lo tiene Japón y en Sudamérica Brasil; dando a mostrar con esto como se encuentra el mercado mundial tanto de colorantes naturales como de Carmín de cochinilla

3.5.2 Demanda Nacional

En los últimos años se ha registrado una tendencia al crecimiento del consumo de materias colorantes en nuestro país, como se puede apreciar a continuación, dato que arroja la Asociación Nacional de la Industria Química. ^{34,35,36}



Grafica 3.4 Industria de pigmentos y colorantes



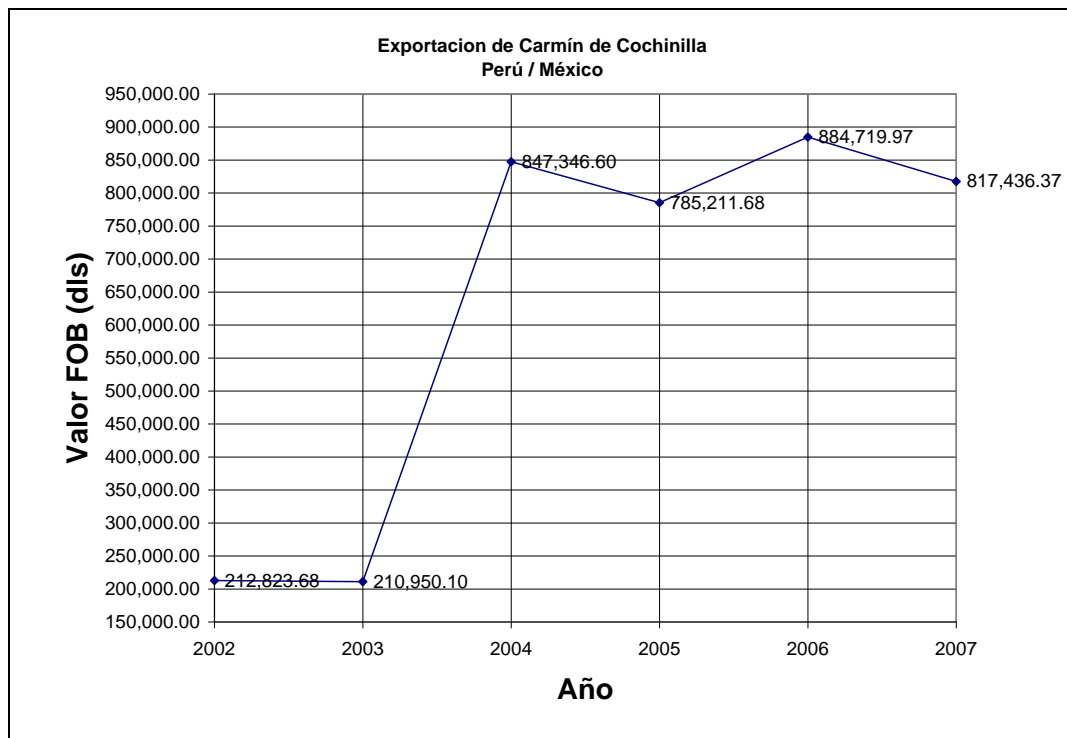
Fuente: Asociación Nac. de la Ind. Química.

Debido a la dirección que sigue el consumo de los colorantes naturales se esperaría que la demanda del carmín siguiera este camino, pero con el afán de mostrar con certeza esto, explico las conjeturas a las que llego basándome en información proporcionada por 3 organismos, uno mexicano, uno peruano y uno internacional, que son la Secretaría de Economía mediante el Sistema de información arancelaria, la Aduana de Perú y la Asociación Latinoamericana de Integración.

A pesar de la limitada información específica de las importaciones de carmín realizadas por México, se puede realizar una buena aproximación de cómo se encuentra la demanda gracias a que en los años 2004 y 2005 las exportaciones de carmín de Perú a México abarcaron el 75% y 81% respectivamente, del total de lo acumulado en la fracción arancelaria 32030001 correspondiente a rojo natural 4 (75470), rojo natural 7 y negro natural 2 (75290), hecho bajo el cual sustento que se puede tomar como un todo las exportaciones realizadas por Perú hacia México. A continuación muestro las cantidades en dólares que compra nuestro país por año, dejando ver que la tendencia hacia su empleo va en ascenso.



Grafica 3.5 Tendencia en el consumo del 2002 al 2007



Fuente: Elaboración propia.

En la grafica anterior podemos observar perfectamente la proyección que tiene el carmín para los años venideros y esto junto con lo expuesto en la oferta no deja duda alguna de que tanto la oferta como la demanda va en aumento, a pesar de que la oferta no sea capaz de abarcar la demanda que actualmente esta en un promedio de 90 a 100 kilos mensuales.

3.6 Precios

Los precios de la grana y sus principales derivados han sido oscilantes desde 1975, pero en general se puede afirmar que han ido en aumento. La aparente paradoja que representa la sensible disminución de los precios de este producto, en presencia de una demanda creciente, comienza a hacerse comprensible con un incremento más que proporcional en la oferta.^{37,38}



La disponibilidad creciente de la materia prima ha conducido a una reducción progresiva de los precios de exportación F.O.B. que recientemente se encontraban alrededor de US\$ 50/kg y de US\$ 250/kg para la cochinilla y el carmín, respectivamente, a US\$ 17/kg y a US\$ 100/kg en el período reciente. Los niveles de precio recientes están de una orden de la magnitud similar a éstos que prevalecen en los mediados de los años setenta.³⁹

Ello es así debido a que sucede lo mismo con la materia prima por las condiciones de pobreza y pobreza extrema de los recolectores que, en tal circunstancia, no establecen un precio piso por debajo del cual no exista incentivo para la recolección; en las condiciones socioeconómicas de los recolectores cualquier precio resulta aceptable, en ausencia de alternativas de ocupación e ingreso.⁴⁰

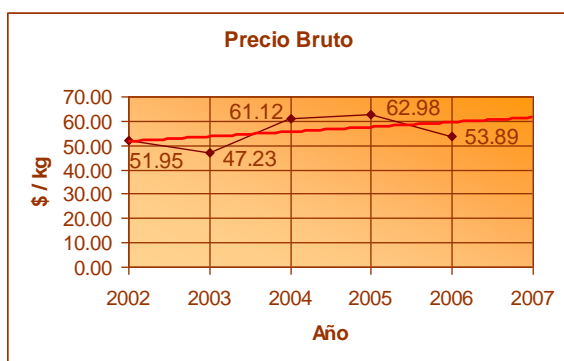
Los precios de los derivados generalmente son mucho más elevados que la grana cuando se considera que en la distribución algunos productos llegan a quintuplicarse, como sucede con las empresas de químicos y reactivos.⁴¹

Revisando las exportaciones de grana cochinilla de Perú en los últimos 5 años (2002 – 2006) se puede observar que el precio tiene una ligera inclinación a subir, de manera no muy violento, lo cual es bueno para el equilibrio del mercado.

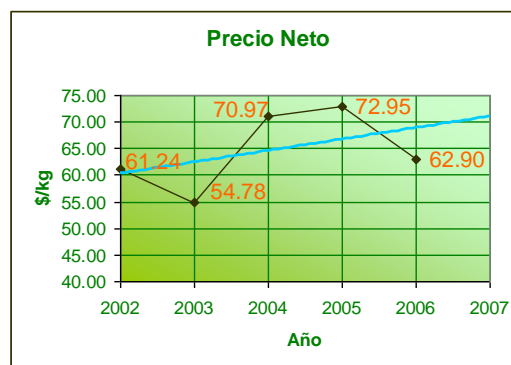
Tabla 3.5 Relación peso vs. Precio

(kg)	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
Peso Neto	61.24	54.78	70.97	72.95	62.90	64.57
Peso Bruto	51.95	47.23	61.12	62.98	53.89	55.43

Grafica 3.5 Precio Bruto



Grafica 3.6 Precio Neto





Con la tabla y las gráficas anteriores podemos aproximar que para este año el precio neto debe estar alrededor de US\$ 70y el precio bruto alrededor de US\$ 60, también es muy baja la probabilidad de que el precio caiga a un costo neto inferior a US\$ 64.57 y a un costo bruto de US\$ 55.43; sin embargo, teóricamente, los precios de los colorantes naturales dependen de las materias primas, por lo que el precio de un colorante específico puede fluctuar enormemente de acuerdo a su origen, proceso de extracción, etc.

El carmín que sería una clara competencia para mi producto es el provisto por aldrich el cual se cotiza a US\$ 89.4/g

El precio está influenciado por:

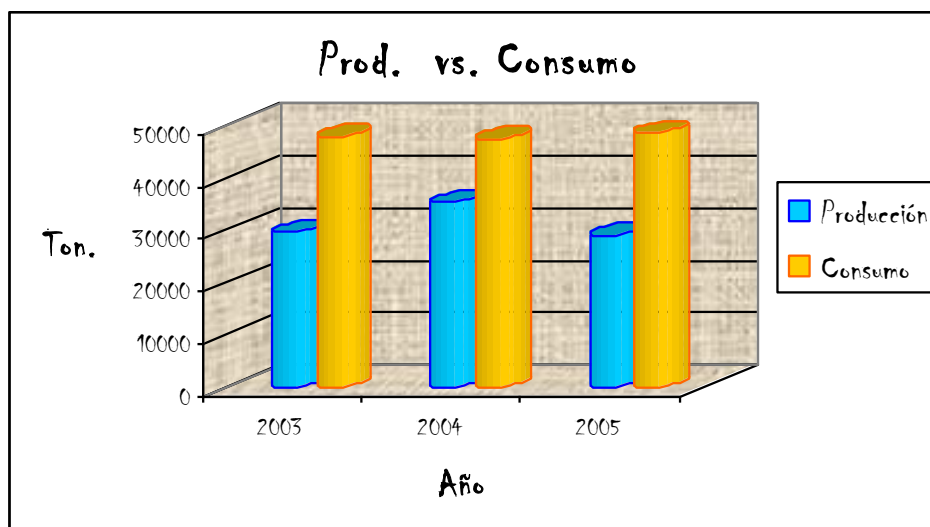
- Factores de calidad: país de origen o procedencia, el clima, la cosecha, el color, la pureza, el estado microbiológico, el aroma y las condiciones de cultivo (la concentración de ácido carmínico en este caso particular)
- Factores económicos: éstos están basados en la demanda y la oferta (a mayor oferta, menor el precio). La oferta depende del tamaño actual de la cosecha, los sobrantes de cosechas pasadas y la existencia de sustitutos sintéticos.⁴²

Tomando en cuenta que tanto la oferta como la demanda van en aumento, se esperará un mercado estable siguiendo la línea que hasta ahora propone.

Para cerrar y dilucidar la insuficiencia que manifiesta el mercado nacional, presento los datos arrojados por la ANIQ, mostrando como se encuentra la industria de los colorantes y pigmentos; en las graficas siguientes podemos ver como en los 3 años representados, 2003 al 2005, ninguno llega a cubrir la solicitud de productos quedando 16600 toneladas en promedio por año sin proveedor.



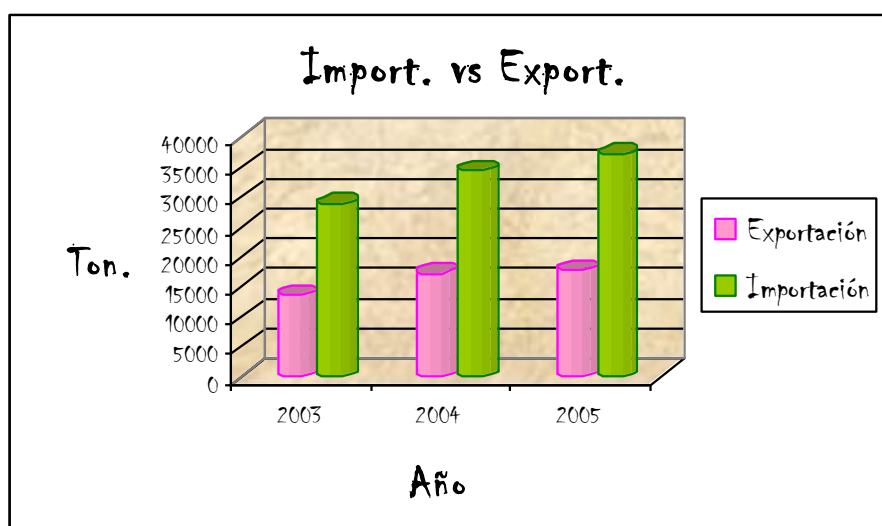
Grafica 3.7 Producción vs. Consumo



Fuente: Elaboración propia.

Para el comercio exterior se proyecta la misma incapacidad de cubrir la demanda del país en esta industria obteniendo una balanza comercial del sector para el 2005 de 19480 toneladas favoreciendo a la importación del producto.

Grafica 3.8 Importaciones vs. Exportaciones



Fuente: Elaboración propia.

Balanza Comercial del sector en el 2005.

Importación: 37,175

Exportación: 17,695

Balanza: 19,480



Referencias

- 1.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p.p. 4 y 5
- 2.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.p. 23 y 24.
- 3.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p.p. 4 y 5
- 4.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p.p. 4 y 5
- 5.- NOM 119-SSA-1994. Bienes y Servicios. Materias primas para alimentos, productos de perfumería y belleza. Colorantes orgánicos naturales. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial del viernes 20 de Octubre de 1995.
- 6.- Camacho, V., (2001). *Colorantes en cosméticos. Naturaleza y legislación*. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico Biólogo, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p. 26
- 7.- Camacho, V., (2001). *Colorantes en cosméticos. Naturaleza y legislación*. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico Biólogo, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p.. 27
- 8.- Camacho, V., (2001). *Colorantes en cosméticos. Naturaleza y legislación*. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico Biólogo, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p.. 29



- 9.- The cosmetic toiletry and fragrance association, (2000). *Cosmetic ingredient dictionary* (8th Ed.). Washington: D.C.U.S.A. p.p.1666-1669, 1737-1756
- 10.- Laboratorios Bristhar. (2005). *Carmín de cochinilla*. Extraído en Noviembre, 2006. Disponible en <<http://www.bristhar.com.ve/carmin.php>>.
- 11.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor. p.. 584
- 12.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.. 22
- 13.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 25
- 14.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI. p.. 22
- 15.- Llanderal, C. & Hernández, R., (2001). *Cría de la cochinilla del nopal para la producción de su pigmento*. Montecillo, Edo. de México: Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. p.p. 94 -99
- 16.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 25
- 17.- Morris, C., (1992). *Introducción a la Psicología* (7^a ed.). México: Prentice Hall. p.p. 93 y 94
- 18.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 1



- 19.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p..1
- 20.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 25
- 21.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 15
- 22.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p.. 7
- 23.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 19
- 24.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 43
- 25.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.p. 43 y 44



- 26.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.. 44
- 27.- México: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (Enero 9, 2006). *Potencial de México para aprovechar la producción de colorantes naturales por su condición climatológica*. No. 1, año III. D.F.: Autor. p.p. 1 y 2
- 28.- México: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (Enero 9, 2006). *Potencial de México para aprovechar la producción de colorantes naturales por su condición climatológica*. No. 1, año III. D.F.: Autor. p.. 1
- 29.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 16
- 30.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 17
- 31.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 18
- 32.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 18
- 33.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". p.. 18



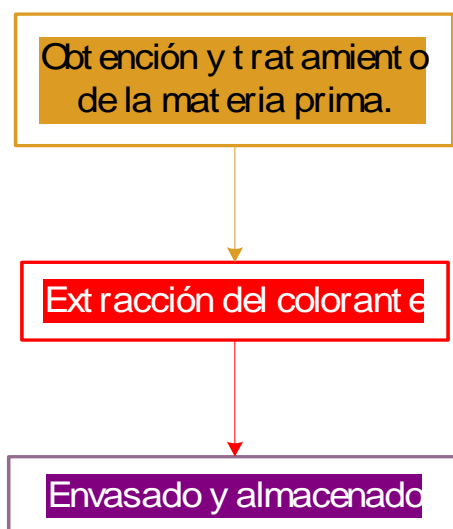
- 34.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (1999). *La industria de pigmentos y colorantes*, *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 35.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (2003). *La industria de pigmentos y colorantes*, *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 36.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (2005). *La industria de pigmentos y colorantes*, *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 37.- *Programa Nacional de la Grana Cochinilla* (1999). México: INCA – Rural. p.. 11
- 38.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p. 6
- 39.- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Cochinilla y carmín*. [Versión Electrónica]. Extraído en Septiembre, 2006. Disponible en <<http://www.fao.org/docrep/V8879e/v8879e09.htm>>. p. 4
- 40.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>. p. 6
- 41.- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Cochinilla y carmín*. [Versión Electrónica]. Extraído en Septiembre, 2006. Disponible en <<http://www.fao.org/docrep/V8879e/v8879e09.htm>>. p. 4
- 42.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M. (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. p. 21

SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA



Proceso de extracción del ácido carmínico a partir de la Cochinilla del Nopal.

El proceso de extracción industrial se puede dividir en tres etapas fundamentales.



La primera etapa se realiza de la misma manera en cualquiera de los métodos analizados; el proceso de obtención puede ser recolectarlo cuidadosamente del cultivo del nopal o simplemente adquirirla de un proveedor (como elegí para los intereses de mi trabajo), en la sección del tratamiento de materia prima en los cinco métodos, a la cochinilla se le realiza un proceso de purificación que consiste en limpiar o retirar de la cochinilla, la capa cerosa blanquecina que protege su cuerpo de las inclemencias del medio ambiente en su hábitat natural.

Para la segunda etapa, los procedimientos de extracción son diferentes de acuerdo a una diversidad de factores, empezando por el tipo de producto que se quiera obtener, ya que el ácido carmínico se puede obtener como laca, solución o en polvo y con diferentes concentraciones, esto no es lo único que se debe tomar en cuenta, sino también cual se pretende que sea el uso final del producto ya que de acuerdo a esto es necesario cumplir con determinados estándares que estipula la ley, tomando en consideración lo antes mencionado y delimitando nuestro producto, decidí que el producto a obtener será el ácido carmínico en polvo para su uso en alimentos ya que es una presentación fácil de manejar además se puede hacer líquido disolviéndolo en diferentes solventes y ampliando así la gama de productos en los cuales se pueda aplicar el colorante.



La tercera etapa puede considerarse como general ya que no tiene un tratamiento que se diferencie ampliamente de la extracción de algún otro colorante natural.

Los diversos procedimientos que analicé para el desarrollo de la segunda etapa son:

1.- Método de Schutzenberger^{1, 2}

Se extrae el colorante agregando agua desionizada y cochinilla molida sin grasas a un reactor y se calienta hasta ebullición durante 30 min., después se deja reposar la mezcla por 1 hr., se decanta el líquido y se acumula; la extracción se realiza 3 veces más con el mismo sólido, el líquido acumulado se filtra y se trasiega al reactor de complejación donde se agrega el acetato de plomo, se mantiene a temperatura de ebullición por 15 min. y posteriormente se deja en reposo 24 hrs. para que sedimente.

Se separa el sedimento, se filtra y el sólido se lleva al reactor de lavado, una vez separado el complejo, el sólido que es carminato de plomo se dispersa en un reactor en el cual se hace pasar una corriente de hidrógeno sulfurado hasta su descomposición completa, se deja reposar, se decanta y filtra, la solución obtenida se transfiere al equipo de destilación para obtener un concentrado que se mete al cristizador para conseguir el ácido carmínico.

2.- Método por separación cromatográfica³

Se agrega cochinilla molida sin grasas a un reactor con una solución EtOH-Agua en el que se mezcla, posteriormente se lleva a 72°C y 20 psi en el secador y de allí se pone en el equipo de separación cromatográfica y se obtiene el ácido carmínico.



3.- Método de Gibaja – Montes^{4, 5}

El procedimiento de extracción se realiza de la misma forma que en el método de Schutzenberger, una vez filtrado el extracto se pasa al reactor de complejación donde también se agrega acetato de calcio y se mantiene en ebullición por 5 min., se deja reposar 24 hrs. para que sedimente, el sólido se lleva al evaporador y de ahí al reactor de dispersión donde se agrega metanol y ácido clorhídrico, se deja en reposo 24 hrs. El siguiente paso es la separación y filtrado del líquido luego se mete al equipo de destilación para obtener un concentrado de ácido carmínico y finalmente para obtener un polvo fino se introduce al evaporador.

4.- Método por ultrasonicación y centrifugación⁶

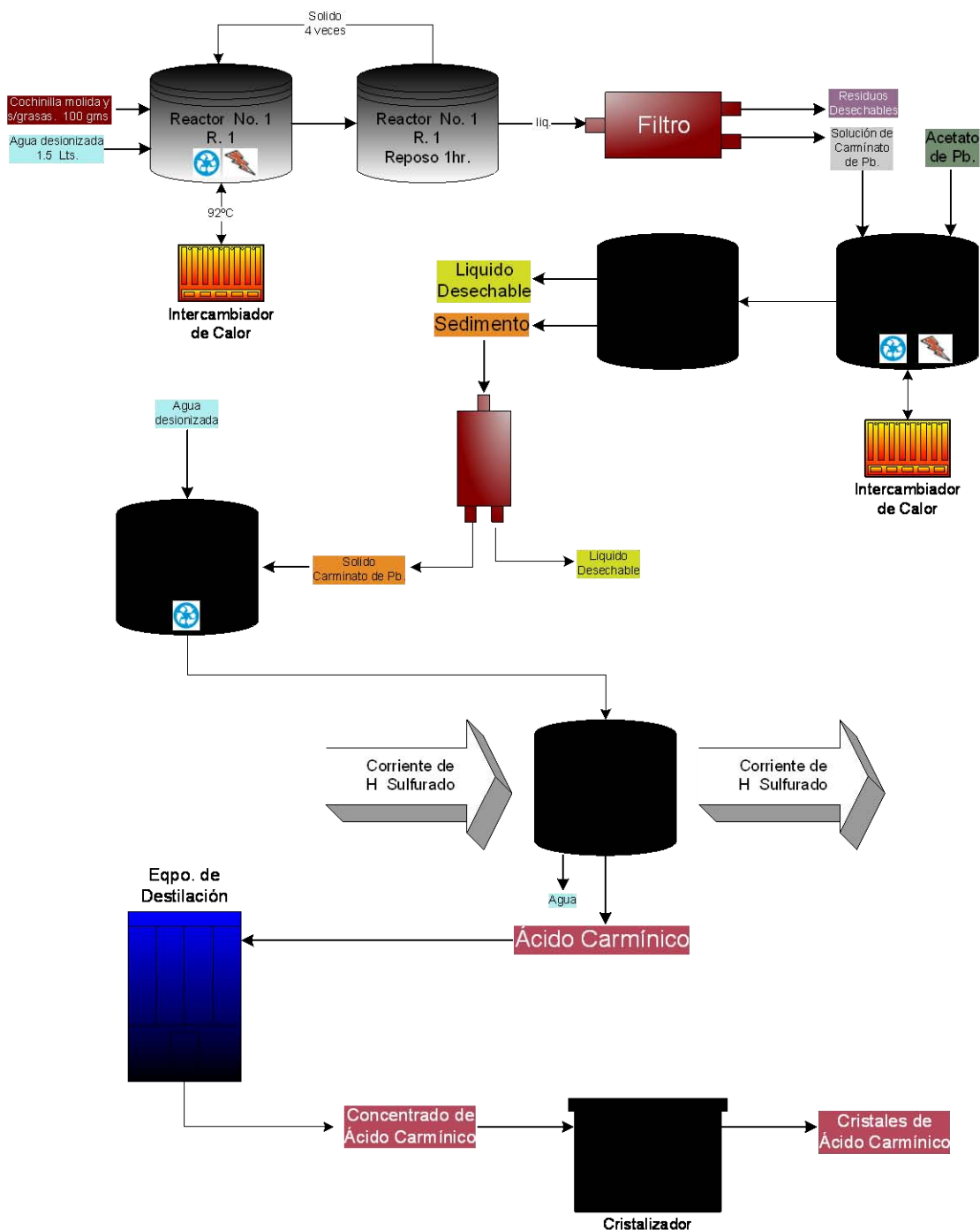
La cochinilla sin grasa se coloca en un reactor con una solución amortiguadora pH=6, esta suspensión se somete a ondas ultrasónicas durante 3 hrs. y luego se muele y se lleva a una centrifugadora donde se obtiene el ácido carmínico como producto terminado.

5.- Método de B. Mercado^{7, 8}

Se agrega la cochinilla molida sin grasa en el equipo de extracción, en el matraz bola del equipo de extracción se coloca el MeOH y se pone a trabajar el equipo de extracción a reflujo obteniendo finalmente en el matraz que contenía al MeOH, el concentrado con el ácido carmínico, el líquido que contiene el colorante concentrado se pasa al rotavapor de donde se obtiene un polvo que es el producto terminado.



Método de Schutzemberger

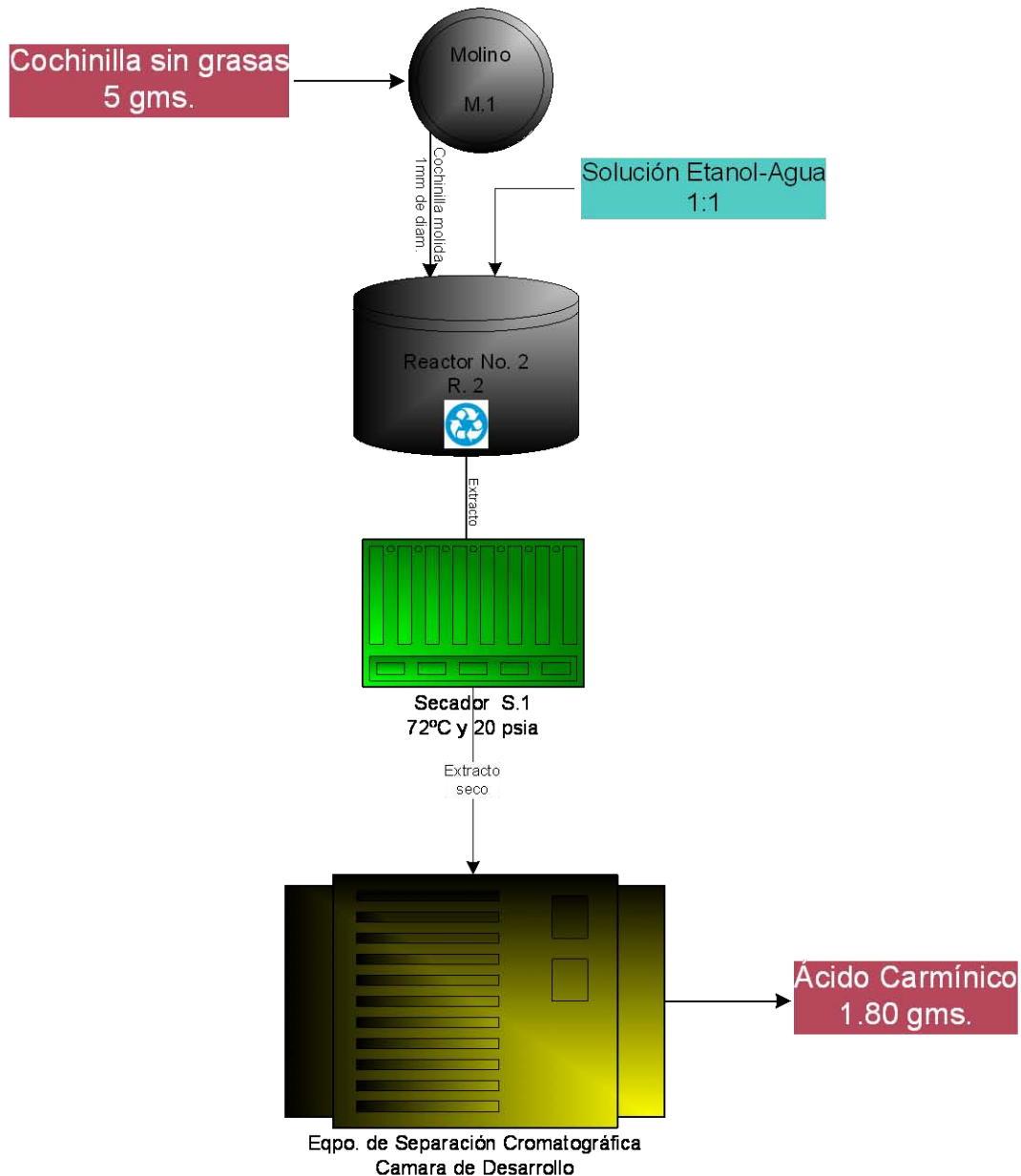


Fuente:

- Gibaja, S., (1998). *Pigmentos naturales quinónicos*. Odín del Pozo, Perú: Fondo Editorial UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). p.198
- Schutzemberger, P., (1858). *Ann.Chim. Phys.*, 54, 52.



Método por separación cromatográfica

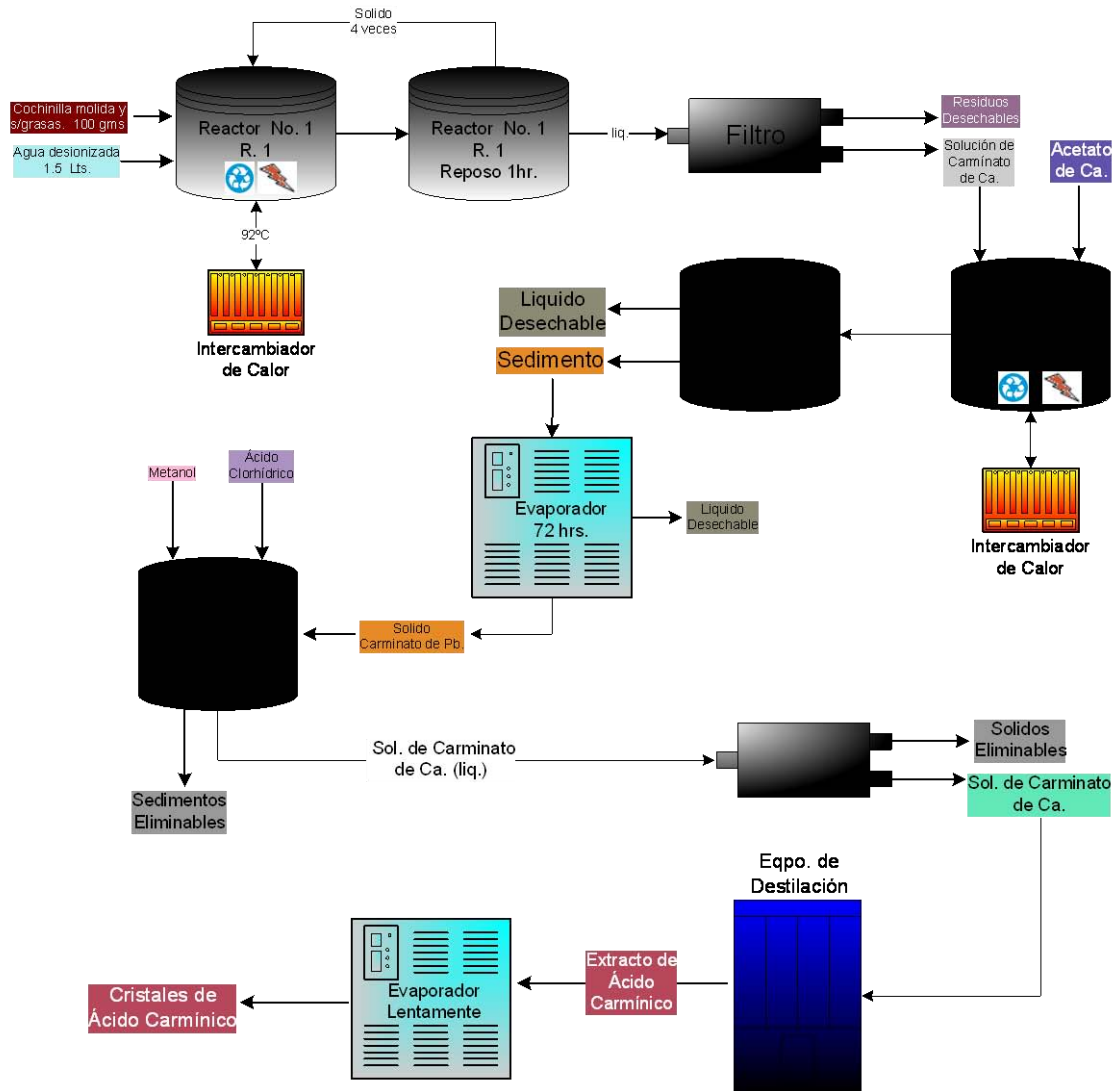


Fuente:

- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Depto. de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.23



Método de Gibaja - Montes

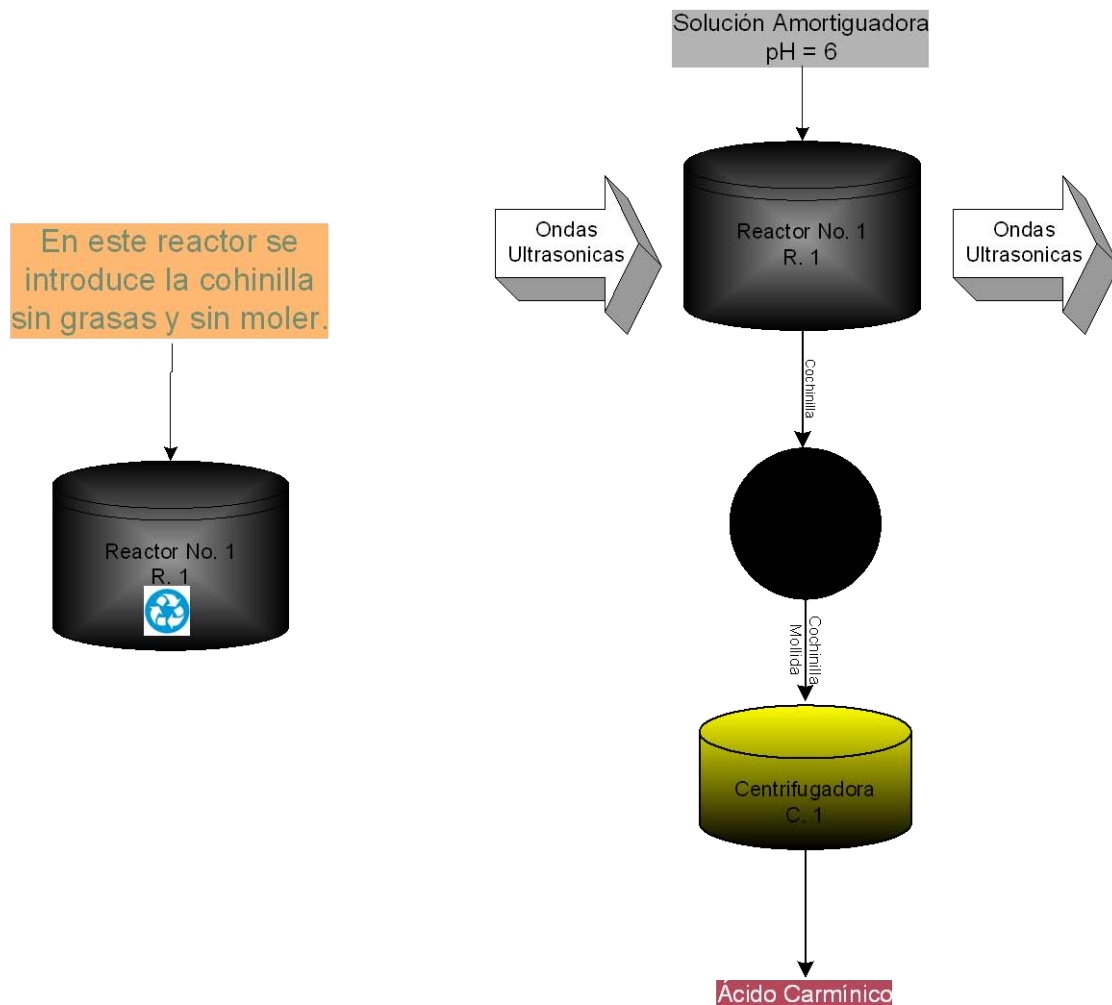


Fuente:

- Gibaja, S., (1998). *Pigmentos naturales quinónicos*. Odín del Pozo, Perú: Fondo Editorial UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). p.200
- Gibaja, S. & Montes, J., (1979). *Bol. Soc. Quím. Perú*, XLV, Junio No.2, 102-106.



Método por ultrasonificación y centrifugación.

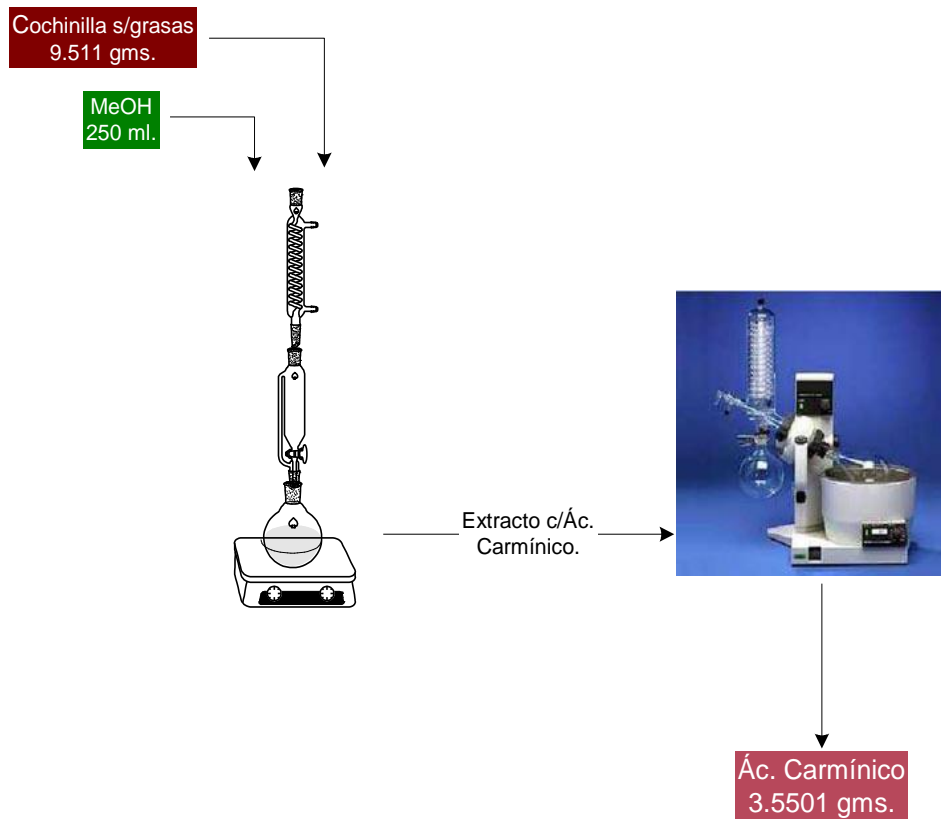


Fuente:

- Rodríguez, L., Faundez, E., Seymour, J. *et al.* **Factores Bióticos y Concentración de Ácido Carmínico en la Cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) (Homóptera: Dactylopiidae)** [Versión electrónica]. *Agric. Téc.* sep. 2005, vol.65, no.3 [citado 06 Febrero 2007], p.323-329. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000300011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0365-2807.



Método de B. Mercado



Fuente:

- Mercado, B., (2005). *Rescate del conocimiento en torno a los colorantes Nocheztli y K'axti*. Tesis para optar el título de Químico, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p.40-45
- Llanderal, C. & Hernández, R., (2001). *Cría de la cochinilla del nopal para la producción de su pigmento*. Montecillo, Edo. de México: Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. p.93-140

Selección de tecnología adecuada:

Esto lo realice de acuerdo a los diagramas de bloque correspondientes a cada proceso y tomando en cuenta los factores más determinantes de los procedimientos.



Tabla 4.1 Factores a considerar para la selección del método de extracción

Factores	Ultrasonificación Centrifugación	Sep. Cromat.	Gibaja Montes	Schutzemberger	Mercado
Año	2005	1994	1979	1958	2005
No. de eqpos.	3	3	3	4	2
\$ Equipo	13,445.7	13,000	13,507	13,578.4	12,569.3
Disponibilidad	Media	Alta	Alta	Media	Alta
Calidad pdto.	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno
Rendimiento	n.d.	36%	n.d.	n.d.	35.5%
No. Etapas	3	4	8	8	2
Op. Unitarias	4	4	5	5	4

De los 5 procesos para la extracción del ácido carmínico descarte el Método de Schutzenberger y el método de Gibaja – Montes por que son métodos que tienen muchas etapas, esto repercute directamente en el costo, ya que requieren de instalación de controladores y/o mecanismos para agilizar el proceso, o de la supervisión simultanea durante el proceso de un técnico que realice estos mecanismos manualmente además de requerir más espacio; en el caso del método de Schutzenberger requiere de Hidrogeno sulfurado, el cual tiene un cierto riesgo en su manejo y por lo tanto aumenta la peligrosidad del proceso, también sería necesario adaptar ciertos equipos para el paso del hidrógeno sulfurado, lo cual no lo hace tan disponible como los otros, esto sin contar que el costo del equipo básico para los 2 procesos es más costosos.

El método por ultrasonificación y centrifugación lo eliminé por que no cuenta con la información del rendimiento, los equipos requeridos para este método son costosos, por falta de información con respecto al arreglo del equipo de ondas ultrasónicas, ya que al no haber un equipo estándar y este al no ser especificado a detalle, los resultados son dudosos, debido a esto centré la selección de tecnología en los 2 métodos restantes y el que me resultó mas conveniente es el método de B. Mercado, ya que son menos etapas, las operaciones unitarias empleadas son sencillas, requiere de menos equipos por lo tanto también de menos espacio y con un costo menor que en el otro método y sus rendimientos prácticamente son iguales.^{9,10}



Referencias

- 1.- Gibaja, S., (1998). *Pigmentos naturales quinónicos*. Odín del Pozo, Perú: Fondo Editorial UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). p.198
- 2.- Schutzensberger, P., (1858). *Ann.Chim. Phys.*, 54, 52.
- 3.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Acido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México. p.23
- 4.- Gibaja, S., (1998). *Pigmentos naturales quinónicos*. Odín del Pozo, Perú: Fondo Editorial UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). p.200
- 5.- Gibaja, S. & Montes, J., (1979). *Bol. Soc. Quím. Perú*, XLV, Junio No.2, 102-106.
- 6.- Rodríguez, L., Faundez, E., Seymour, J. *et al.* **Factores Bióticos y Concentración de Ácido Carmínico en la Cochinilla (Dactylopius coccus Costa) (Homóptera: Dactylopiidae)** [Versión electrónica]. *Agric. Téc.*. sep. 2005, vol.65, no.3 [citado 06 Febrero 2007], p.323-329. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000300011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0365-2807.
- 7.- Mercado, B., (2005). *Rescate del conocimiento en torno a los colorantes Nocheztli y K'axti*. Tesis para optar el título de Químico, Facultad de Química, UNAM, C.U., México. p.40-45
- 8.- Llanderal, C. & Hernández, R., (2001). *Cría de la cochinilla del nopal para la producción de su pigmento*. Montecillo, Edo. de México: Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. p.93-140
- 9.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor.
- 10.- Didaciencia. Madrid, España [Versión electrónica] Consultado el 6 de Marzo del 2007 Disponible en la World Wide Web: <http://www.didaciencia.es/>

EVALUACIÓN ECONÓMICA





México era el primer lugar a nivel mundial como proveedor de Grana Cochinilla no solo por descubrir el colorante, sino por que tenía todas las condiciones requeridas para que el insecto se desarrollara en las mejores condiciones y a muy bajo costo, o más bien a un costo nulo, ya que no necesitaba de un cuidado especial por que el insecto estaba en su ambiente natural.

Con el paso del tiempo México perdió su lugar preferente, sin embargo no ha perdido las cualidades para serlo y volver a hacer de este producto un mercado completo y con mucha proyección para en el futuro desarrollar nuevos empleos, proveedores, consumidores; y teniendo tanta facilidad de crecimiento desarrollar nueva tecnología y de esta forma ser competitivos.

Es por estas características de nuestro país más la basta cultura que tiene, que me propongo presentarles y describir cada parte que estudie para exponer pros, contras, beneficios y posibles oportunidades de desarrollo de una manera lo más cercana posible a lo real.

El costo del producto depende directamente de la materia prima por lo que actualmente es un inconveniente, ya que en nuestro país no se reporta una producción constante y bien planeada para satisfacer un determinado mercado, ahora, al importar el producto es necesario cumplir con más requerimientos y pagos lo cual se ve reflejado directamente en el costo.

Para presentar este análisis económico con claridad, a continuación doy a conocer detalles que especifican más a fondo diferentes conceptos que uso en los estudios más relevantes.

La estimación de los costos de la inversión la realice en base a la relación que existe entre esta y el costo del equipo, por lo que en un primer cuadro me dispongo a mostrar el costo del equipo.

El segundo cuadro desarrolla la estimación de los costos de inversión mediante el cálculo de porcentajes dependiendo del costo del equipo, los porcentajes son reportados por la literatura⁵, generados por el análisis de muchos casos similares y tras observar la relación existente entre el equipó y el costo total de la inversión.



Los siguientes valores representan la depreciación de la planta por año y el valor futuro a 10 años y con una tasa de interés del 20% tomando en consideración que lo que se pide en empresas muy desarrolladas es aproximadamente de 17% siendo este porcentaje muy ambicioso.

Tabla 5.1 Especificaciones generales del equipo.^{1, 2, 3,4}

EQUIPO	UNIDAD	CAPACIDAD REQUERIDA	\$ MN x UNIDAD	COSTO \$ MN
EXTRACTOR				
Soporte universal	1	4 x 6 in. 20 in.	262.9	262.9
Anillo de fierro	1	4 in.	179.3	179.3
Pinzas	2	mediano	388.3	776.6
Agitador	1	7/8 x 5/16 in.	69.3	69.3
Parrilla	1	5 x 7 in.	5218.4	5218.4
Extractor	1	5Lt	26185.5	26185.5
Subtotal				32692
ROTAVAPOR				
Rotavapor	1	3Lt	88,643.5	88,643.5
Recipiente (baño)	1	3Lt	12,838.1	12,838.1
Vaso evaporador	1	1Lt	2,081.2	2,081.2
Vaso receptor	1	1Lt	2,751.1	2,751.1
Agitador	1	7/8 x 5/16 in.	69.3	69.3
Subtotal				106,383.2
VARIOS				
Balanza	1	2,610 g.	1,683	1,683
Vaso de precipitados	2	1Lt	143	286
Vaso de precipitados	4	250ml	50.6	202.4
Vaso de precipitados	1	3 Lt	453.2	453.2
Vaso de precipitados	1	4Lt	784.3	784.3
Vaso de precipitados	1	400ml	477.4	477.4
Probeta	1	500ml	683.1	683.1
Cucharón	1	1.1Lt	344.3	344.3
Subtotal				4,913.7
EQPO. OFICINA				
	1		40000.0	40000.0
EQPO. COMPUTO				
	1		27500.0	27500.0
TOTAL				215488.9



Tabla 5.2 Estimación del capital de inversión inicial por porcentaje de equipo entregado.⁵

Costo del equipo	%	\$ MN
Equipo básico		215,488.90
Instalación del equipo	39	84,040.67
Edificio	22	47,407.56
Instalación eléctrica	10	21,548.89
Servicios	55	118,518.90
Costos Directos Totales		487,004.91
Ingeniería y supervisión	32	68,956.45
Ctos. Dir. e Indir. Tot.		555,961.36
Tramites	5	10,774.45
Contingencia	10	21,548.89
Capital de inversión		588,284.70

Calculo del Valor Presente y de la depreciación en base al Capital de Inversión.⁶

$$S = P(1+i)^n$$

$$R = P \left\{ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right\}$$

$$P = \$588,284.70$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$i = 20\%$$

$$S = \$ 3'642,503.79$$

$$R = \$ 140,319.29$$

A continuación muestro la razón por la cual estipulo que mi empresa aspira a cubrir el 1.5% del mercado y por lo tanto cuanto deseo comprar en materia prima y cuanto producto deseo vender.

México compró cochinilla a Perú en el 2005 según la aduana peruana US\$ 798,00 a un precio promedio de US\$ 60 / Kg. por lo tanto México compró 13,300 Kg. tomando en consideración los datos experimentales determino que cantidad de carmín se puede producir con esas cantidades.



Tabla 5.3 Calculo de la determinación del porcentaje de mercado a cubrir.

	kg. MP	g MP	kg. MP limpia	g MP limpia	g PDTO	kg. PDTO.	%
Referencia	0.01	10	0.0095	9.511	3.550	0.004	
Mx compró	13300	133*10 ⁵	12649.63	12649630	4721633	4721.633	100
Producción					70000	70	1.5

De acuerdo a las cantidades anteriores para producir 70 kg y cubrir el 1.5% del mercado los requerimientos de materia prima serían los siguientes:

Tabla 5.4 Cantidades requeridas para abarcar el 1.5% del mercado nacional.


	x año		x mes		x lote	
	necesito	Compra unid.	necesito	Compra unid.	necesito	Compra unid.
Cochinilla	198	198	20000	20.00	4000	4000
Hexano	4930	493	493.00	50	99.00	10
Metanol	4930	353	493.00	36	99.00	7
Producto	70000		7100.20		1420.04	

Tabla 5.5 Costo de la materia prima.⁷

Materia Prima	Costo (Dls)	Empaque	Unidades	Vol. Total
Cochinilla	43.24	1	kg.	1
Hexano	279.5	4 x 2½	L.	10
Metanol	99.6	1 x 14	L.	14
Total	-----	-----	-----	-----

Cant.Requeridas	Cant x Comprar	Costo (Dls)	Costo \$ MN
198	198	8561.52	94176.72
4930	493	137793.5	1515728.5
4930	353	35158.8	386746.8
-----	-----	181513.82	1996652.02

Con estos valores el siguiente paso sería establecer un precio de venta, lo que realice basándome en los precios de una de las compañías más grandes en distribución de productos químicos, pero con el propósito de entrar en el mercado de forma competitiva decidí aplicar un 15% de descuento sobre el precio del mercado.



Tabla 5.6 Estimación del Precio de Venta.⁸

Estimación del Precio de Venta		
Presentación	Aldrich	Costo
g.	\$ MN	\$ MN / g.
5	447	89.4
25	1489	59.56
100	4382	43.82
Prom.		64.26
Aplicado		54.621

Ahora teniendo fijado un precio y una producción puedo decir que pretendo tener unas ventas totales de \$ 3'823,470 con esta información puedo empezar a plantear mi Estado de Resultados, para esto también es requerido estipular los costos por servicios y por otros rubros, todos se supusieron en base a información recaba actualmente de forma oral a diferentes encargados del manejo del ámbito correspondiente. Las estimaciones requeridas fueron:

Tabla 5.7 Gastos de Producción

Gastos de Producción		
Concepto	\$ MN/mes	\$ MN/año
Laboratorista	6000	72000
Empacador	2800	33600
Electricidad		13824
Agua		1091.5776
Total		120515.578

Tabla 5.8 Gastos de admón.

Gastos de Admón.		
Concepto	\$ MN/mes	\$ MN/año
Renta	5500	66000
Teléfono	2000	24000
Electricidad	800	9600
Agua	100	1200
Papelería	400	4800
Limpieza	2500	30000
Gerente	20000	240000
Vigilancia	200	2400
Recepción	4000	48000
Total	35500	426000



Tabla 5.9 Gastos de Ventas

Gastos de Ventas			
Concepto	%	\$ MN/mes	\$ MN/año
Publicidad		25000	300000
Vendedores		10000	120000
Comisiones	7	22303.58	267642.9
Total		57303.58	687642.9

Referente a los servicios expuestos anteriormente en la tabla 5.7 de Gastos de Producción se calcularon de la siguiente forma:

Tabla 5.10 Calculo de Suministro de Agua

Calculo de Suministro de Agua			
Tarifa x m ³	0.6317	0.6317	\$ MN/m ³
Consumo		360	l/hr
		0.36	m ³ /hr
Hrs. Trab. x año		4800	hrs.
Importe x agua		1091.5776	\$ MN/año

Tabla 5.11 Calculo del consumo de electricidad.

Calculo del consumo de electricidad		
Tarifa	1.6	\$ MN/(kW*hr)
Consumo	1800	W
Hrs. Trab. x año	4800	hrs/año
Factor de conv.	0.001	kW/W
Importe total	13824	\$ MN/año

El inventario final es el valor de lo que me sobra una vez terminada mi producción y en este caso son 12 litros de metanol y 800 g. de Cochinilla, por lo que el inventario final es de \$ MN 1'319.582

Con toda la información anteriormente proporcionada se pueden desarrollar los puntos básicos para exponer un panorama financiero de la empresa que propongo. Los puntos que desarrollare son Estado Pro forma de Resultados, Balance General Pro forma, Retorno de la inversión, Valor presente neto y Punto de equilibrio.



5.1 Estado de Resultados Proforma

Cochinilla S.A. de C.V.

Estado de Resultados Proforma del 1de Enero del 2009 al 31 de Diciembre del 2009

Ventas	3'823,470.000
Devoluciones y rebajas sobre ventas	<u>76,469.400</u>
Ventas Netas	3'747,000.600
Inventario inicial	1'996,652.020
Inventario final	<u>1,319.582</u>
Costo de ventas	1'995,332.438
Utilidad Bruta	1'751,668.162
Gastos de Operación	
Gastos de administración	426,000.000
Gastos de Ventas	687,642.900
Gastos de Producción	<u>120,515.578</u>
Total de Gastos	1'234,158.478
Utilidad de operación antes de impuestos	517,509.684
Impuestos	181,128.390
Utilidad Neta	336,381.295



5.2 Balance General

Cochinilla S.A. de C.V.

Balance General al 31 de Diciembre del 2009

Activo Circulante

Caja y Bancos	594,344.970	
Almacén	1,319.581	
		595,664.550

Activo Fijo

Equipo	13,907.520	
Herramientas	491.370	
Mobiliario	4,400.000	
Equipo de Cómputo	9,166.670	
Equipo de Transporte	6,600.000	
		34,565.560

Activo Diferido

Gastos de Instalación	37,279.580	
		<u>37,279.580</u>
Total de Activo		667,509.680

Pasivo

Acreedores	50,000.000	
Impuestos por pagar	181,128.390	
		231,128.390

Capital

Capital Social	100,000.000	
Utilidad del Ejercicio	336,381.290	

Capital Contable **436,381.290**



5.3 Retorno de la inversión (ROI).⁹

El ROI nos indica el porcentaje característico del proyecto, sobre el cual se define la factibilidad. Este método da una presentación general para la toma de decisiones futuras. 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.

El cálculo del ROI se realiza en base a la siguiente formula:

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

Sustituyendo los valores calculados obtengo que:

$$ROI = \frac{336,381.295}{588,284.700} \times 100$$

$$ROI = 0.571 * 100$$

$$ROI = 57.18\%$$

5.4 Valor Presente Neto (VPN).¹⁰

El VPN nos indica el valor del dinero en un tiempo determinado, en este caso en 10 años. La fórmula para calcular el VPN es la siguiente:

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



Datos:

F = Flujo anual

j = año

i = costo de oportunidad = 20%*

I = Inversión inicial

Sustituyendo en la formula tenemos que el resultado es:

$$\text{VPN} = \$ 821,984.492$$

Si el resultado de la ecuación es positivo indica que el proyecto es factible y también apto para desarrollarse.

*Se considero un préstamo personal.

5.5 Tasa Interna de Rendimiento (TIR).¹⁰

La Tasa Interna de Rendimiento es la medida de la rentabilidad de una inversión, la cual muestra cual sería la tasa de interés más alta a la que el proyecto no genera ni perdidas ni ganancias y se obtiene cuando al iterar la tasa de interés el VPN se reduce a cero.

$$\text{TIR} = 56.53\%$$

5.6 Punto de Equilibrio¹¹

El punto de equilibrio se define como punto en que los ingresos son iguales a los costos, en otras palabras el punto de equilibrio va a ser aquel en que la empresa no gana ni pierde y a partir del cual por cada unidad adicional vendida se empiezan a generar las utilidades. Para determinar el punto de equilibrio es necesario clasificar los costos en fijos y variables, a continuación presento esta clasificación y el valor del precio de venta.



Tabla 5.12 Costos Anuales

Costos Fijos Anuales		
Concepto	%	\$ MN
Depreciación		117,216.939
Mantenimiento	0.04	23,531.388
Sueldos y salarios		440,400.000
MX\$/año		581,148.327
Costos Variables Anuales		
Materia Prima		94,176.720
Agua		1,091.578
Substancias		1'902,475.300
Energía Eléctrica		13,824.000
Mano de Obra		105,600.000
Comisión por ventas		267,642.900
MX\$/año		2'384,810.500
Costos Totales Anuales		2'965,958.820

La ecuación que nos permite estipular el punto de equilibrio es la siguiente y como se puede observar también requiere el valor de los costos variables por unidad, así como el precio de venta.

$$P.E. = \frac{CF}{V - CV}$$

CF = Costo Fijo

V = Precio de Venta

CV = Costo Variable Unitario

Por lo tanto, sustituyendo lo datos resulta que:

$$CF = 581,148.327$$

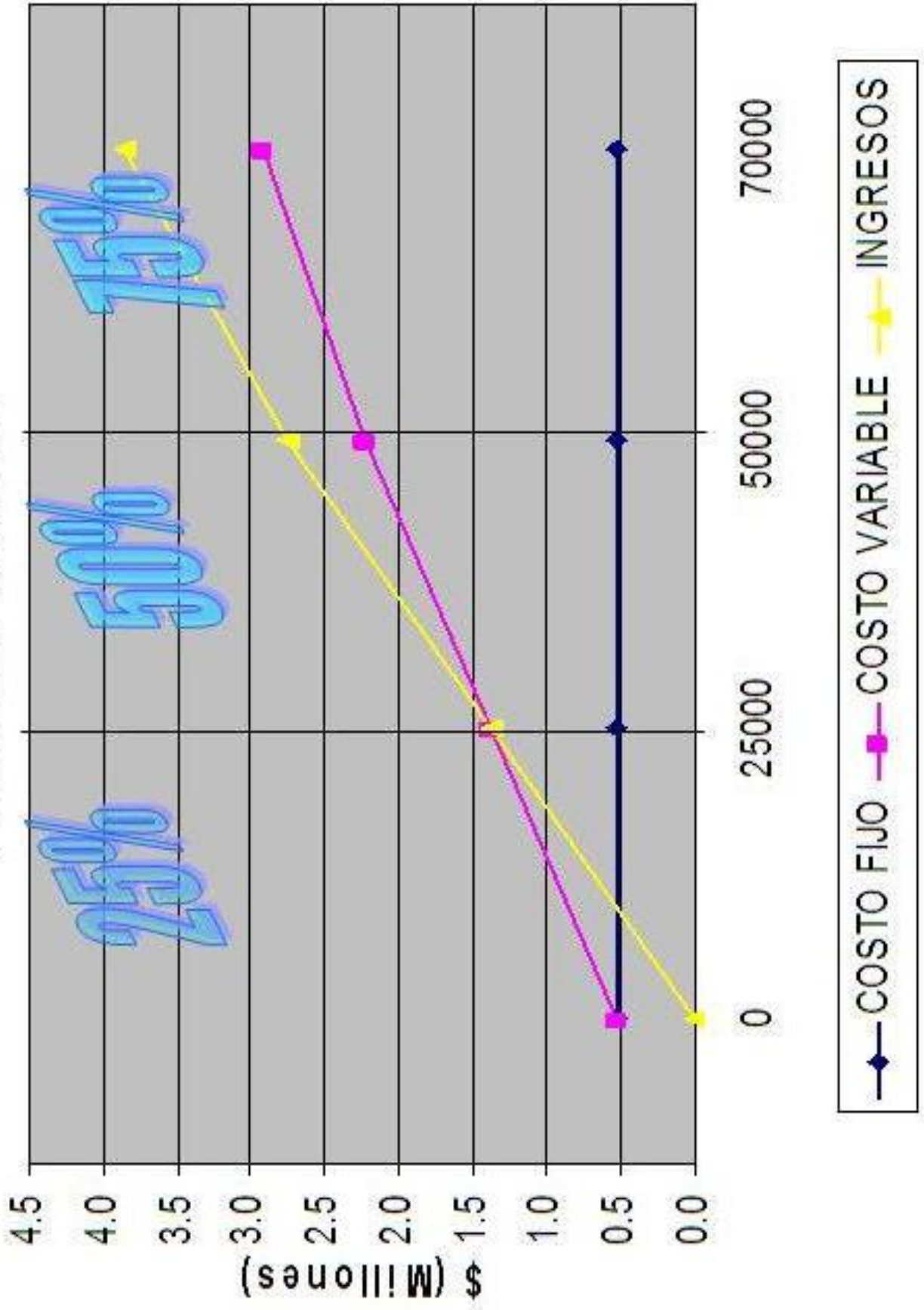
$$V = 54.621$$

$$CV = 2'384,810.500/70,000 = 34.069$$

$$P.E. = \frac{581,148.327}{54.621 - 34.069} = 28,277 \text{ g.}$$



Punto de Equilibrio





Referencias

- 1.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor. p.p. E40, E41, E98, E100, E122, E165, E167, E176, E279, E288, E320, E354 y E380
- 2.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Productos de cromatografía para análisis y purificación*. México: El autor. p. 247
- 3.- Científica VelaQuin S.A. de C.V., (2004-2005). *Catálogo General*. México: El autor. p.p. 22 y 50
- 4.- Fluka Riedel-deltaen, Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Laboratory Chemicals and analytical reagents*. México: El autor. p. 145
- 5.- Peters, Max S. & Timmerhaus, Klaus D., (1991). *Plant design and economics for chemical engineers* (4^a. ed.). New York : Mc. Graw Hill. p.p. 118 y 119
- 6.- Peters, Max S. & Timmerhaus, Klaus D., (1991). *Plant design and economics for chemical engineers* (4^a. ed.). New York : Mc. Graw Hill. p. 152
- 7.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor. p.p. 584, 1316, 1317, 1529 - 1531
- 8.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor. p. 584
- 9.- Perry, J. H., (1992). *Manual del Ingeniero Químico*(6^a. ed.). México: Mc Graw Hill. p.p. 8.5 – 8.69
- 10.- Perry, J. H., (1992). *Manual del Ingeniero Químico*(6^a. ed.). México: Mc Graw Hill. p.p. 8.5 – 8.69
- 11.- Programa de capacitación y adiestramiento para proyectos de desarrollo, (1984). *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión*. México: FONEP. p.p. 175, 176



C O N C E L U S I O N E S



Estoy llegando al final de ésta que ha sido una agradable, larga, costosa, importante e interesante investigación en pos del conocimiento, dentro de otras muchas cosas, de lo que es necesario para estimular la apertura de compañías 100% mexicanas. Ahora quiero terminar especificando los puntos clave que a través de su búsqueda y/o el cuestionamiento de su veracidad me guiaron hasta las consecuencias de este tratado.

- 1) El *Dactylopius Coccus* Costa es un insecto que posee sangre con excelentes propiedades como colorante ya que contiene aproximadamente 19% de ácido carmínico, sustancia que confiere color rojo.
- 2) El descubrimiento como colorante de dicho insecto se debe a nuestros antepasados quienes antes de la llegada de los españoles, en 1510, lo utilizaban. Este era un producto muy demandado y como él había muchos que podrían ser el punto de partida para nuevas cadenas productivas.
- 3) En el apartado referente a normatividad aparte de exponer la norma, me permití agregar algo de historia sobre la aceptación y/o rechazo de este colorante por comisiones de expertos dedicadas a dar sus veredictos, los cuales son aceptados internacionalmente, esto lo considere de suma importancia ya que explica porque hay quienes mencionan posibles efectos tóxicos.
- 4) El carmín primordialmente tiene aplicación como colorante en 3 ramas y son fármacos, alimentos y cosméticos. Las nuevas aplicaciones van enfocadas a aspectos científicos, de los cuales estoy segura aún no descubrimos todas sus aplicaciones, creo que sería bueno poderle dar una aplicación tipo pintura para exteriores, ya que muchos de los tratamientos anticorrosivos se basan en el recubrimiento con pinturas que cuando ceden ante el paso del tiempo terminan contaminando el suelo, subsuelo y por consecuencia mantos acuíferos.
- 5) La demanda presenta un crecimiento considerable pero a pesar de que la oferta también aumenta no es basta para los requerimientos actuales a nivel mundial y mucho menos en nuestro país.
- 6) El hecho de que la demanda sea mayor a la oferta exhibe una eminente oportunidad de negocio y al ser un mercado no tan desarrollado en México goza de un rango amplio en variables a perfeccionar; la mejor de todas sería, a mi parecer, la reducción de costos en el proceso de extracción.



- 7) Opte por el método de la Ing. Mercado en general por 2 factores, el primero es que el equipo es de bajo costo y con alta disponibilidad y el segundo es que el proceso es sencillo y con buenos resultados.
- 8) El equipo se selecciona en base a los requerimientos para las cantidades a manejar de carmín y a la experiencia observada durante la extracción.
- 9) Con el propósito de ver el beneficio de la apertura de una empresa productora de carmín de manera práctica y cuantitativa se determino la inversión inicial, estimada en \$588,284.70
- 10) De acuerdo al ROI estimado en 57.18% el proyecto es razonable ya que el retorno de la inversión es más atractivo al de un instrumento de inversión fija (aprox. 10%), el VPN positivo (\$821,984.492) nos muestra que la totalidad de los flujos esperados descontados a una tasa apropiada al riesgo del proyecto supera al costo de realizarlo, el TIR pone a nuestra disposición una sencilla regla de decisión al compararse con la tasa de interés del mercado ya que si el TIR (56.53%) es mayor a la tasa considerada para el VPN (20%) el proyecto es admisible, el punto de equilibrio nos muestra el riesgo del proyecto que al localizarse entre el 25 y el 50% refleja un riesgo normal, pero la incertidumbre del mercado lo acrecenta un poco, los factores anteriormente citados y de acuerdo a como se presenta la extracción de carmín a partir de *Dactylopius Coccus* Costa en este trabajo, me permiten decir que la constitución de un negocio de este tipo resultaría lucrativo.

B I B L I O G R A F Í A 



- 1.- Hernández, F., (1960). *Historia natural de Nueva España*. México: UNAM.
- 2.- Martínez, M., (1994). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México: FCE.
- 3.- de Sahagún, B., (1999). *Historia General de las cosas de la Nueva España* (10ª ed.). México: Porrúa.
- 4.- Contreras, A., (1996). *Capital comercial y colorantes en la Nueva España. 2da. mitad del siglo XVIII*. Zamora, Mich.: El Colegio de Michoacán & Universidad Autónoma de Yucatán.
- 5.- Smoot, R., Price, J. & Smith, R., (1987). *Química, un curso moderno*. USA: Glencoe-McGraw Hill
- 6.- The society of dyers and colorists & The American Association of Textile Chemists and Colorists, (1956). *Colour Index* (2a ed.). Yorkshire, England: Charley and Pidersgill.
- 7.- Otterstätter, G., (1999). *Coloring of food, drugs and cosmetics*. Hamburgo, Germany: Marcel Dekker.
- 8.- Quattrocchi, U., *CRC World Dictionary of Plant Names, Common names, scientific names, eponyms, synonyms and etymology*. Boca Ratón, Florida: Taylor & Francis.
- 9.- Harborne, J. & Baxter, H., (1999). *The Handbook of natural flavonoids*. New York: WILEY
- 10.- Duran, A., (1993). *Pigmentos, Colorantes Prehispánicos y la química del color*. Tesis para optar al título de Ingeniero Químico, Facultad de Química, UNAM, C.U., México.
- 11.- Reyes, E., (1996). *Colorantes Naturales: propuesta de un método general de extracción simplificado*. Tesis para optar al título de Químico en alimentos, Facultad de Química, UNAM, C.U., México.



- 12.- Camacho, V., (2001). *Colorantes en cosméticos. Naturaleza y legislación*. Tesis para optar al título de QFB, Facultad de Química, UNAM, C.U., México.
- 13.- *Programa Nacional de la Grana Cochinilla* (1999). México: INCA – Rural.
- 14.- *Estudio de Mercado Mundial de la Cochinilla del nopal* (1995). México:ASERCA.
- 15.- de Humboldt, A., (1972). *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*. México: Porrúa.
- 16.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (1999). *La industria de pigmentos y colorantes, Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 17.- Storey, J., (1989). *Manual de tintes y tejidos*. España: Hermann Blume.
- 18.- Departamento de obras de referencia (Ed.). (1996). *Diccionario enciclopédico visual*; Barcelona: Trébol.
- 19.- Shirata, Y., (1996). *Colorantes Naturales*. México: INAH.
- 20.- Morris, C., (1992). *Introducción a la Psicología* (7ª ed.). México: Prentice Hall.
- 21.- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P., (2003). *Metodología de la Investigación* (3ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- 22.- García, F., (1996). *La tesis y el trabajo de tesis*. México: Spanta.
- 23.- Sainz, F., (1986). *Diccionario español de sinónimos y antónimos* (8ª ed.). Madrid: Aguilar.
- 24.- Piña, I., (1977). *La grana o cochinilla del nopal*. México: LANFI.
- 25.- François, D. & Guineau, B., (2000). *Colour: making & using dyes & pigments*. Londres: Thames & Hudson.
- 26.- Delgado, F. & Paredes, O., (2003). *Natural colorants for food and nutraceutical uses*. Boca Ratón, Florida: CRC.



- 27.- Cornejo, M., Garrido, G. & Salinas, E., (2003). *Manual de colorantes para laboratorios de ciencias básicas*. México: FES Cuautitlán, UNAM.
- 28.- García, J. & Méndez, E., (2002). *Estado actual y proyección de la comercialización de la Grana Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en México*. Tesis para optar al título de Lic. en Comercio Int. de Productos Agropecuarios, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México.
- 29.- Mercado, B., (2005). *Rescate del conocimiento en torno a los colorantes Nocheztlí y K'axtlí*. Tesis para optar el título de Químico, Facultad de Química, UNAM, C.U., México.
- 30.- Llanderal, C. & Hernández, R., (2001). *Cría de la cochinilla del nopal para la producción de su pigmento*. Montecillo, Edo. de México: Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad.
- 31.- Medellín, Ma., (1994). *Extracción del Ácido Carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) del nopal*. Tesis para optar al título de Ing. Agroindustrial, Departamento de Agronomía, UACH, Chapingo, Edo. de México.
- 32.- Rodríguez, L., Faundez, E., Seymour, J. *et al.* **Factores Bióticos y Concentración de Ácido Carmínico en la Cochinilla (Dactylopius coccus Costa) (Homóptera: Dactylopiidae)** [Versión electrónica]. *Agríc. Téc.* sep. 2005, vol.65, no.3 [citado 06 Febrero 2007], p.323-329. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000300011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0365-2807.
- 33.- Gibaja, S., (1998). *Pigmentos naturales quinónicos*. Odín del Pozo, Perú: Fondo Editorial UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos).
- 34.- Gibaja, S. & Montes, J., (1979). *Bol. Soc. Quím. Perú*, XLV, Junio No.2, 102-106.



- 35.- Schutzensberger, P., (1858). *Ann.Chim. Phys.*, 54, 52.
- 36.- Castellano, T., (1988). *Colorantes naturales de México*. México: Industrias Resistol.
- 37.- Sarabia, Ma., (1994). *La grana y el añil. Técnicas tintóreas en México y América Central*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos.
- 38.- Dahlgren, B., (1963). *La Grana Cochinilla*. México: Porrúa.
- 39.- Vovides, A. *Colorantes Vegetales: en Notas didácticas del jardín botánico Fco. J. Clavijero*. Xalapa, Ver.: Instituto Nacional de Investigadores sobre recursos bióticos.
- 40.- Past, A., (1980). *Tintes Naturales*. Chiapas.
- 41.- Ríos, M. & de la Madrid, L., (1998). *Tintes Naturales, en la colección de Luis Márquez Romay*. México: Museo Nacional de Culturas Populares.
- 42.- Turok, M., (2003). *El Caracol Púrpura: una tradición milenaria en Oaxaca*. México: SEP, Dirección Gral. de culturas populares e indígenas.
- 43.- *La Cochinilla: una materia tintórea prehispánica y su introducción en Europa*, (1987). Madrid: Instituto de Cooperación Iberoamericana.
- 44.- Marmion, D., (2000). *Handbook of U.S. colorants* (3a ed.). U.S.A.: Wiley Interscience Publication.
- 45.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (2003). *La industria de pigmentos y colorantes, Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 46.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Comisión Nacional de las zonas áridas, SARH. (1981, Diciembre). La grana o cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) del Nopal, *El Nopal, Publicación especial*, 34, 60-63.
- 47.- Asimov, I., (1999). *Breve historia de la química: introducción a las ideas y conceptos de la química*. Madrid:Alianza.



- 48.- Centro de difusión de la grana cochinilla (Productor) & Rio Angulo, Javier de (Director). (1993). El mundo mágico de la grana cochinilla [Video]. Oaxaca, México.
- 49.- Pérez, M. & Becerra, R., (2001, Mayo). Nocheztli: el insecto del rojo carmín [Versión electrónica]. *Biodiversitas*, 36, 2-8.
- 50.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Aldrich Avanzado de la ciencia*. México: El autor.
- 51.- Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Productos de cromatografía para análisis y purificación*. México: El autor.
- 52.- Científica VelaQuin S.A. de C.V., (2004-2005). *Catálogo General*. México: El autor.
- 53.- Fluka Riedel-deltäen, Sigma-Aldrich, (2005-2006). *Catálogo Laboratory Chemicals and analytical reagents*. México: El autor.
- 54.- Fritz, M., (1950). *La química de las materias colorantes naturales: constitución, propiedades y correlaciones biológicas de los pigmentos naturales importantes*. Madrid: Aguilar.
- 55.- Banco de comercio exterior, (1994). *Corea: Mercado de colorantes*. México: El autor.
- 56.- Horsfall, R. & Lawrie, L., (1956). *Tratado de tintura de las fibras textiles*. Barcelona: José Montesó.
- 57.- Pérez S., Mayra, (2000). *De nopales y tunas*. [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://www.laneta.apc.org/emis/jornada/2000/enero/nopales.htm>>.
- 58.- Basurto, L., (2001). Análisis de la grana cochinilla y sus derivados en función de la industria de los colorantes, *Todo sobre la cochinilla* [Consultado en noviembre, 2005]. Disponible en: <<http://taninos.tripod.com/Cochinilla.htm>>.
- 59.- Didaciencia, S.A. Madrid. [Consultado en agosto, 2006]. Disponible en <<http://www.didaciencia.com>>.



- 60.- The cosmetic toiletry and fragrance association, (2000). *Cosmetic ingredient dictionary* (8th Ed.). Washington: D.C.U.S.A. p.p.1666-1669, 1737-1756
- 61.- NOM 119-SSA-1994. Bienes y Servicios. Materias primas para alimentos, productos de perfumería y belleza. Colorantes orgánicos naturales. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial del viernes 20 de Octubre de 1995.
- 62.- Díaz, J. A. & Ávila, L. M., (2002). *Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (Coccus cacti)* [Versión Electrónica]. Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".
- 63.- México: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (Enero 9, 2006). *Potencial de México para aprovechar la producción de colorantes naturales por su condición climatológica*. No. 1, año III. D.F.: Autor.
- 64.- Laboratorios Bristhar. (2005). *Carmín de cochinilla*. Extraído en Noviembre, 2006. Disponible en <<http://www.bristhar.com.ve/carmin.php>>.
- 65.- México, Asociación Nacional de la Industria Química. (2005). *La industria de pigmentos y colorantes, Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*. D.F., México: Editor. Capítulo XIII
- 66.- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Cochinilla y carmín*. [Versión Electrónica]. Extraído en Septiembre, 2006. Disponible en < <http://www.fao.org/docrep/V8879e/v8879e09.htm> >.
- 67.- Peters, Max S. & Timmerhaus, Klaus D., (1991). *Plant design and economics for chemical engineers* (4^a. ed.). New York : Mc. Graw Hill. p.p. 118 y 119 y 154 -243.
- 68.- Perry, J. H., (1992). *Manual del Ingeniero Químico* (6^a. ed.). México: Mc Graw Hill. p.p. 8.5 – 8.69
- 69.- Programa de capacitación y adiestramiento para proyectos de desarrollo, (1984). *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión*. México: FONEP. p.p. 175 – 180