

**DISEÑO CONCEPTUAL DE PROCESO PARA OBTENCIÓN DE COLORANTE
NATURAL CON CAROTENOIDES Y COCHINILLA DE GRANA (DACTYLIPIUS
COCCUS).**

MARIA ALEJANDRA RINCÓN ESCOBEDO

**Proyecto Integral de grado para optar el título de:
INGENIERO QUÍMICO**

Director:

**Luis Alberto Figueroa Casallas
Ingeniero Químico**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTA D.C
2022**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Luis Alberto Figueroa Casallas

Firma del Director

Juan Sandoval Herrera

Firma del jurado (1)

Juan Camilo Gómez Caipa

Firma del jurado (2)

Bogotá D.C., febrero de 2022

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

DR. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Consejero Institucional

DR. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora académica y de investigaciones

DRA. ALEXANDRA MEJÍA GUZMÁN

Vicerrector administrativo y financiero

DR. RICARDO ALFONSO PEÑARANDA CASTRO

Secretario general

DR. JOSÉ LUIS MACÍAS RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería

DRA. ALEXANDRA MEJÍA GUZMÁN – (E)

Director de programa Ingeniería química

DRA. NUBIA LILIANA BECERRA OSPINA

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

DEDICATORIA

Para Dios, por su presencia en mi vida, por acompañarme en cada paso y ayudarme a cumplir cada sueño y meta propuesta en la vida.

A Él mi acompañante de vida, mi consejero, confidente, la persona que me da su mano en momentos buenos y malos, enseñándome que el amor es lo puro, grande y fiel en la vida.

Dedico esta tesis a mi madre Maria Helena y a mis hermanos por todo su amor, dedicación y sacrificio en guiarme a ser la mujer que soy hoy en día.

A mi familia por su apoyo y consejos en momentos difíciles, mostrando un aprendizaje de ser una familia que a pesar que vive lejos se mantiene unida.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento primero a Dios por su presencia en mi vida, por acompañarme en cada paso y ayudarme a cumplir cada sueño y meta propuesta en la vida.

Agradezco a mi madre y hermanos por apoyarme en mi formación académica etapa a etapa, durante todo el proceso.

A Él mi acompañante de vida, por acompañarme en cada etapa de mi vida brindándome su apoyo incondicional.

Agradezco al ingeniero Luis Alberto Figueroa, por toda la ayuda, colaboración y acompañamiento brindado como director de tesis y como profesor, le agradezco por los conocimientos enseñados.

A mis amigos más allegados por aconsejarme, apoyarme y ayudarme cuando se presentaron obstáculos o dudas, en mi formación como profesional.

Por último, a la universidad y docentes por formarme en mi vida profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	19
1. MARCO TEÓRICO	20
1.1 Descubrimiento del colorante	20
1.2 Riesgo del uso de colorantes para la salud	20
1.3 Colorantes naturales	21
<i>1.3.1 Tipos de colorantes naturales</i>	21
<i>1.3.2 Clasificación basada en su origen (Constituyentes químicos)</i>	22
<i>1.3.3 Basado en métodos de extracción</i>	23
<i>1.3.4 Campo de aplicación</i>	25
<i>1.3.5 Ventajas de los colorantes naturales</i>	25
<i>1.3.6 Desventajas de los colorantes naturales</i>	25
2. DESARROLLO	27
2.1 Generalidades de un colorante natural	27
2.2 Materias primas utilizadas en el proceso de obtención de colorantes	28
<i>2.2.1 Cochinilla de grana</i>	28
<i>2.2.2 Carotenoides</i>	37
2.3 Procesos de extracción	38
<i>2.3.1 Proceso de extracción de colorante cochinilla</i>	38
<i>2.3.2 Proceso de extracción del colorante de carotenoides</i>	42
3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE OBTENCIÓN	47
3.1 Método de obtención de β -carotenos extraídos de la zanahoria	47
<i>3.1.1 Obtención de la zanahoria</i>	49

3.1.2 Elección de disolvente	49
3.1.3 Equipos e instrumentos en el método de obtención y/o extracción de β - carotenos de zanahoria	50
3.2 Proceso de extracción de rutina de ácido carmínico	60
3.2.1 Método de obtención de carmín con cochinilla de grana hospedada en la Tuna (Planta cactácea)	71
3.3 Propiedades fisicoquímicas de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana	83
3.3.1 Diseño conceptual de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana	87
3.3.2 Balance de materia	91
3.3.3 Balance de Energía	97
3.4 Producción por lotes	102
3.5 Análisis de costos	105
3.5.1 Técnicas, criterios y supuestos para las proyecciones	108
3.5.2 Beneficio bruto	109
4. POLITICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES	111
4.1 NTMD 0162-A1	111
4.2 GLOBAL ORGANIC TEXTILE STANDARD	111
4.3 NTC 641 Fibras y productos textiles: terminología y definiciones	111
4.3.1 Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes (PENMV)	111
5. CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFIA	117
GLOSARIO	128
ANEXOS	129

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Reacción química durante la acetilación	33
Figura 2. Reacción química durante la oxidación	35
Figura 3. Diagrama de Bloques (BDF).	40
Figura 4. Montaje propuesto para el proceso de extracción	45
Figura 5. Extractor propuesto a escala laboratorio	42
Figura 6 . Carotenoides de la zanahoria	43
Figura 7 Carotenoides de la zanahoria	44
Figura 8. Diagrama de flujo de proceso de obtención de β -carotenos	48
Figura 9. Balanza industrial	51
Figura 10. Ranuradora	52
Figura 11. Caldera industrial	53
Figura 12. Lavadora Industrial	54
Figura 13. Cortadora de vegetales industrial	55
Figura 14. Secadora deshidratadora industrial Cortadora de vegetales industrial	56
Figura 15. Trituradora de alimentos industrial	57
Figura 16. Extractor mezclador	58
Figura 17. Separador líquido – líquido	59
Figura 18. Separador Sólido – líquido	60
Figura 19. Estructura de los ácidos grasos obtenidos del extracto etanólico	63
Figura 20. Espectro de masa experimental del éster etílico del ácido dodecanoico 14 con referencia en la base de datos de la literatura.	65
Figura 21. Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido 14-metil-Hexadecanoico 15 con referencia en la base de datos de la literatura	66
Figura 22. Espectro de masa experimental del éster etílico del ácido Tetradecanoico 16 con referencia en la base de datos de la literatura	67
Figura 23. Espectro de masa experimental del éster metílico del ácidododecanoico 17 con referencia en la base de datos de la literatura	68
Figura 24. Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido Tetradecanoico 18 con referencia en la base de datos de la literatura	69

Figura 25. Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido 8,11-Octadecadienoico 19 con referencia en la base de datos de la literatura, con un 99 % de calidad	70
Figura 26. Espectro de masa experimental del ácido 9,12-(z,z) Octadecadienoico 21 con referencia en la base de datos de la literatura.	71
Figura 27. Formula estructural del carmín, proveniente de la cochinilla de grana	73
Figura 28. Diagrama de flujo de proceso de obtención de carmín	74
Figura 29. Transportadora de fajas	76
Figura 30. Molino de martillos	77
Figura 31. Extractor de carmín	78
Figura 32. Filtro de prensa de placas y marcos	79
Figura 33. Tanque de precipitación	80
Figura 34. Tanque de sedimentación	81
Figura 35. Secador de cámara horizontal	82
Figura 36 . Estructuras químicas de a -b -g -caroteno	85
Figura 37. Estructuras químicas de b-criptoxantina, licopeno, luteina y zeaxantina	86
Figura 38. Diagrama BFD de proceso de obtención de colorante natural	89
Figura 39. Mezcladora industrial de sólido-líquido	90
Figura 40. Envasadora industrial	91
Figura 41. Conservación de masa	92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades cochinilla	31
Tabla 2. Cromatografía en columna del extracto etanólico	61
Tabla 3. Cromatografía en columna de las fracciones no coloridas de extracto etanólico	64
Tabla 4. Composición y características de cochinilla de grana en base seca	72
Tabla 5. Procesos de modificación química de Colorantes más comunes	83
Tabla 6. Resumen del balance de materia (parte de extracción de β -carotenos) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD	93
Tabla 7. Resumen del balance de materia (parte de extracción de carmín) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD	94
Tabla 8. Resumen del balance de materia final (colorante natural) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD	95
Tabla 9. Calores específicos en J/kg.K	97
Tabla 10. Calor de Intercambiador de calor	99
Tabla 11. Calor de equipo de lavado	99
Tabla 12. Calor de extracción de β -carotenos	100
Tabla 13. Calor de extracción de Carmín	100
Tabla 14. Calor de equipo de precipitación	101
Tabla 15. Calor de equipo de secado	101
Tabla 16. Balance de energía del proceso de (colorante natural) establecido en el proceso de obtención	102
Tabla 17. Lista de actividades del proceso por unidad de operación	103
Tabla 18. Tiempo de operación por etapa del proceso	104
Tabla 19. Precio de equipos del proceso	105
Tabla 20. Precio de solventes del proceso	106
Tabla 21. Precio de accesorios del proceso	107
Tabla 22. Precio Total de la planta	107
Tabla 23. Beneficio bruto	110

Tabla 24. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en Colombia para la industria textil

112

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Recomendaciones	130
ANEXO 2. Diagrama BFD	131
ANEXO 3. Diagrama PFD	132
ANEXO 4. Balanza industrial	133
ANEXO 5. Ranuradora	134
ANEXO 6. Caldera	135
ANEXO 7. Lavadora a vapor	136
ANEXO 8. Rebanadora de verduras	137
ANEXO 9. Secadora industrial de vegetales	138
ANEXO 10. Trituradora industrial de verduras	139
ANEXO 11. Mezcladora de extracción por solvente industrial	140
ANEXO 12. Separador centrífugo de líquido a líquido	141
ANEXO 13. Separador solido - líquido	142
ANEXO 14. Minuta de transporte de fajas	143
ANEXO 15. Molienda por martillos	144
ANEXO 16. Extracto mezclador de cochinilla	145
ANEXO 17. Presa de filtro de placa	146
ANEXO 18. Tanque precipitador	147
ANEXO 19. Tanque de sedimentación	148
ANEXO 20. Equipo de secado	149
ANEXO 21. Mezclador sólido - líquido	150
ANEXO 22. Embotelladora de colorante	151
ANEXO 23. Ficha MSDS Hexano	152
ANEXO 24. Ficha MSDS de Tierra de diatomeas	155
ANEXO 25. Ficha MSDS Carbonato de sodio	156
ANEXO 26. Ficha MSDS Ácido cítrico	157

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

C₆H₈O₇	Ácido cítrico.
HCl	Ácido clorhídrico.
MSA	Agente Masico.
ARnD	Aguas residuales no domésticas.
BTEX	Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno.
Cd	Cadmio.
CHO	Carbohidrato (s).
CO₃Ca	Carbonato de Calcio.
CO₃Na₂	Carbonato de sodio.
Zn	Cinc.
KCl	Cloruro de sodio.
Cl-	Cloruros.
Co	Cobalto.
Cu	Cobre.
GSFA	Codex General Standard for Food Additives.
CODEX	Comisión del Codex Alimentario.
AOX	Compuestos orgánicos halogenados absorbibles.
Cr	Cromo.
DBO₅	Demanda biológica de oxígeno.
DQO	Demanda química de oxígeno.
BFD	Diagrama de bloques.
D.C.	Distrito Capital.
Ed.	Edición.
FARBE	Empresa mexicana de colorantes naturales.
EU or US	Estados Unidos.
EAE	Extracción asistida con enzimas.
SFE	Extracción asistida con fluidos críticos.
MAE	Extracción asistida con microondas.
UAE	Extracción asistida con ultrasonido.

CSE	Extracción convencional con solventes.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FDA	Food and Drug Administration.
FD&C	Food and Drugs and Cosmetics.
P	Fosfatos totales.
°C	Grados Celcius.
g	Gramo (s).
C_6H_{14}	Hexano.
HAP	Hidrocarburos aromáticos policíclicos.
HTP	Hidrocarburos totales.
NaOH	Hidróxido de Sodio.
HPLC	High Performance Liquid Chromatography.
NaClO	Hipoclorito de sodio.
h	Hora (s).
kcal	Kilocaloría (s).
Kg	Kilogramo (s).
L	Litro (s).
cm³	Metro (s) cúbico (s).
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
µg	Microgramo (s).
mL	Mililitro (s).
mm	Milímetro (s).
m or min	Minuto (s).
nm	Nanómetro (s).
Ni	Níquel.
N-NO₃	Nitratos.
N – NH₃ –	Nitrógeno Amoniacal.
N	Nitrógeno total.
N	Normalidad.
No or N^o	Número.
P-P043-	Ortofosfatos.

H₂O₂	Peróxido de hidrogeno.
NaIO₄	Peryodato de sodio.
PM	Peso molecular.
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno.
rpm	Revoluciones por minuto.
S	Segundo (s).
S. A.	Sociedad Anónima.
SSED	Solidos sedimentados.
SST	Solidos suspendidos totales.
SO₄²⁻	Sulfatos.
S₂⁻	Sulfuros.
SAAM	Sustancias activas al azul de metileno.
CAGR	Tasa de crecimiento anual compuesta.

RESUMEN

El presente documento tiene como finalidad el efectivo diseño conceptual de proceso de obtención de colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana (*Dactylopius Coccus*), con ello se buscó implementar diferentes herramientas asociadas a la caracterización de la misma, aplicando una metodología experimental de carácter cualitativo se logró implementar diferentes métodos relacionados con el proceso de creación desde la materia prima hasta el producto terminado.

Este trabajo se centra en la determinación del diseño conceptual de la obtención de carmín extraído de cochinilla de grana y a su vez de la extracción de β -carotenos extraído de zanahoria, para obtener un colorante natural textil en base a esos componentes. Se estudian diferentes métodos y procesos de extracción teniendo en cuenta que se plantea el diseño de una planta piloto para dicho colorante; por lo cual la extracción es planteada a escala industrial.

En relación a lo anterior, se presenta un análisis de características fisicoquímicas y una breve descripción de las materias primas, determinando algunas características de implementación de colorantes ya existentes en el mercado en el sector textil.

Se desarrolla de acuerdo al diseño conceptual balances de masa y energía para evaluar rendimientos, factibilidad y costos de implementación a escala industrial de planta piloto teniendo en cuenta lo encontrado en la literatura y los posibles cambios que se presenten si a futuro se implementa la misma.

Palabras Claves: Colorante natural, Cochinilla de grana, carotenoides, β -carotenos, zanahoria, obtención, extracción.

INTRODUCCIÓN

Los colorantes son compuestos o sustancias que se componen de grupos activos y reactivos, formando estructuras solubles en agua o disolventes, cambiando la pigmentación de diversos tipos de texturas textiles, ya que las reacciones presentes en el colorante se unirán a los sustratos presentes para un cambio en la tonalidad. Debido a los beneficios que pueden proporcionar los pigmentos carotenoides, el interés de la industria sobre estos como alternativa natural a los tintes sintéticos continúa creciendo.

En la industria textil el uso de colorante natural a lo largo del tiempo perdió importancia por la implementación de colorantes sintéticos, pero su uso presenta diferentes contaminantes y daños tanto al medio ambiente como a la salud humana. Por lo mencionado la demanda de colorantes naturales cada vez incrementa teniendo en cuenta su baja toxicidad y componentes que no generan daño al ambiente.

Por lo anterior este proyecto se centra en el diseño conceptual de un colorante natural, tomando como referencia lo encontrado en la literatura de acuerdo con diferentes métodos y procesos de obtención para la extracción en este caso de carmín y β -carotenos con la finalidad de obtener un colorante natural.

Se toman en consideración métodos y procesos a escala laboratorio explicados en el documento, estableciendo así un diseño a escala industrial explicado por medio de diagramas de bloques y flujo de proceso.

En el capítulo 1 se encuentra una explicación breve de los colorantes con una caracterización de los diferentes colorantes naturales que existen en la actualidad, luego se evidencian algunas de las extracciones que se utilizan dentro de la implementación de marco teórico asociada con los colorantes, cochinilla de grana y carotenoides, en segundo lugar, se evidencia la necesidad de postular un marco metodológico, el cual logre describir el modelo de obtención utilizado para la producción de colorante natural, en tercer lugar, se implementan los resultados de la propuesta, para concluir en el planteamiento de conclusiones y recomendaciones.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseño conceptual de proceso de obtención de colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana (*Dactylopius Coccus*)

Objetivos específicos

- Analizar propiedades fisicoquímicas de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana
- Proponer proceso de obtención de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana
- Establecer relación costo beneficio en la obtención de colorante natural

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Descubrimiento del colorante

El descubrimiento del colorante natural empieza precisamente con el hábito adquirido por el ser humano de mejorar el sabor de los alimentos con el uso de condimentos y especias. La observación humana permitió conocer que además de dar sabor a los alimentos, las especias y los condimentos también proporcionaban color y mejoraban la apariencia de los alimentos [1]. Posteriormente en el antiguo Egipto se usaba un extracto de una planta llamada henna para teñir el cuerpo y el cabello [2]. El descubrimiento de los tintes sintéticos en los siglos XVIII y XIX y con la posibilidad de acentuar o modificar el color de las industrias de colorantes artificiales, impulsó las industrias alimentaria y cosmética; sin embargo, a principios del siglo XIX, en Inglaterra, se reportaron casos de muertes de individuos que consumían alimentos que tenían colorantes como sulfato de cobre, plomo rojo y plomo negro [3]

1.2 Riesgo del uso de colorantes para la salud

Los tintes artificiales son los más utilizados por las industrias porque tienen menores costes de producción y mayor estabilidad en comparación con los tintes naturales. Sin embargo, varios informes en la literatura científica indican que los tintes artificiales son perjudiciales para la salud. Los colores artificiales se investigan constantemente por sus reacciones adversas a los consumidores. La carcinogenicidad y toxicidad de los tintes artificiales hace que su uso sea restringido y esto ha contribuido a la investigación con pigmentos naturales con el propósito de reemplazar los tintes sintéticos [4]

En los EE. UU., actualmente, la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) permite solo nueve colorantes artificiales en las industrias cosméticas y alimentaria: FD&C Azul No. 1, FD&C Azul No. 2, FD&C Verde No. 3, Naranja B, ojo cítrico

No.2, FD&C Rojo No. 3, FD&C Rojo No. 40, FD&C Amarillo No. 5, FD&C Amarillo No. 6. [5]

1.3 Colorantes naturales

De acuerdo con Souza (2014) los tintes naturales ofrecen varios beneficios para la salud, tienen propiedades importantes como antioxidantes y antiinflamatorias. El gran desafío para las industrias alimentaria y cosmética en la sustitución de los tintes sintéticos por naturales se debe a la inestabilidad de los tintes naturales. Desde un punto de vista comercial, los tintes naturales más utilizados en la industria alimentaria son el carmín, el achiote, la curcumina, la antocianina y la betalaína [6]

1.3.1 Tipos de colorantes naturales

1.3.1.i Origen vegetal-vegetal: Son colorantes derivados de hojas, raíces, cortezas, frutos, flores, tronco de plantas y hortalizas, ya sea en forma seca o húmeda produce color. En la India hay alrededor de 500 especies de plantas y vegetales que se consideran aptas para dar colorantes. Estos colorantes tienen aplicaciones en colorantes alimentarios, medicinas, colorantes de papel, etc. Por ejemplo, el amarillo de la cúrcuma, el rojo de las raíces más locas, el azul de los nenúfares, etc [7]

1.3.1.ii Origen animal / insecto: Son colorantes que se obtienen a partir de secreciones y cuerpos secos de insectos o animales. De color violeta intenso obtenido de la secreción de moluscos marinos, Murex es el tinte animal más antiguo conocido y es muy caro. Algunos ejemplos son la secreción de insectos lac, orina de vaca, mariscos, etc [8]

1.3.1.iii Origen mineral: Son colorantes que se obtienen de la tierra o de los minerales. Óxidos y óxidos hidratados de manganeso y hierro, huerta, dióxido de titanio, son algunos ejemplos de colorantes naturales de origen mineral [8].

1.3.1.iv Origen microbiano / fúngico: Son colorantes obtenidos de bacterias, algas, hongos y levaduras por acción microbiológica. Los colorantes producidos a partir de origen microbiano tienen propiedades anticancerígenas y antioxidantes. Estos colorantes

se utilizan en salsas, alimentos para bebés, productos lácteos, bebidas energéticas y muchos más. Factores como la temperatura, el pH, el tipo de fermentación, el contenido de humedad, etc. Algunos ejemplos son el marrón de bacilo, el rojo de *dunaliellasalina*, el amarillo de *Ashbya gossypii*, etc [9]

1.3.2 Clasificación basada en su origen (Constituyentes químicos)

1.3.2.i Tintes Índigoides: El tinte más importante de esta clase es el índigo y también es la fuente principal de color azul. El índigo obtenido de la especie *Indigofera* es insoluble en agua. Para la forma soluble en agua, debe reducirse a forma leuco mediante un proceso de reducción. Se utiliza para teñir textiles. Después de teñir, se oxida a una estructura de indigotina azul que tiene excelentes propiedades de solidez del color. Este índigo natural es similar en estructura al índigo sintético [10].

1.3.2.ii Antraquinona: Los tintes de color rojo entran en esta categoría. Alizarin, morinda, lac, indian madder y cochinilla son algunos ejemplos de este tinte [10].

1.3.2.iii Naftoquinona: Estos tintes dan tonos rojos, naranjas o marrón rojizo. La cáscara de nuez, la henna, etc. Se incluyen en esta categoría de tintes [11]

1.3.2.iv Flavonoides: La mayoría de los tintes de color amarillo se incluyen en esta categoría de tintes. Luteolina, rutina, quercetina son algunos ejemplos de este tinte [10].

1.3.2.v Dihidropirano: Estos colorantes tienen una estructura similar a los flavonoides, pero son dihidropiranos sustituidos, son colorantes que van del rojo al violeta negro; se extraen de los árboles como por ejemplo del palo de Brasil [12].

1.3.2.vi Antocianidinas: Carajurin cae dentro de esta clase de tinte. Se obtiene de *Bignonia chica* [10].

1.3.2.vii Carotenoides: La bixina y norbixina de las semillas de achiote y la crocina del estigma del azafrán son los principales colorantes de esta clase. El color de este tinte se debe a la presencia de un doble enlace [10].

1.3.2.vii *A base de taninos*: Los compuestos polifenólicos de taninos se incluyen en esta clase. El tanino requiere mordiente para teñir textiles y también cambia de color con diferente mordiente. Babool y cutch son ejemplos de este tinte [10].

1.3.3 Basado en métodos de extracción

Las tintas no naturales (sintéticas) se fabrican a partir de recursos sintéticos mediante reacciones químicas, pero las tintas naturales se preparan a partir de recursos naturales como plantas, animales, minerales, microbios y hongos. En primer lugar, se extrae el colorante de los recursos naturales y luego se prepara la tinta agregando los componentes adecuados. La extracción de color de los recursos naturales es un proceso complicado. Los diferentes métodos de extracción de colorantes naturales son los siguientes:

1.3.3.i *Extracción acuosa*: Es un método tradicional para extraer el color de los recursos naturales. En este método, el compuesto que contiene el color o la pigmentación, se seca en pedazos pequeños o en forma de polvo por trituración y empapado con agua en un recipiente durante algún tiempo para aflojar la estructura de la celda. Si el compuesto que contiene color está en forma húmeda, se corta en trozos finos o se muele hasta obtener una pasta fina. Luego, estos trozos rotos se hierven en agua para que el componente colorante se disuelva en agua. Esta solución se filtra para separar la solución colorante y el resto no colorante. Ambos se pueden usar fácilmente para impartir color a diferentes cosas. Hay algunas desventajas asociadas con este método de extracción, como el proceso lento para extraer el color, el requisito de alta temperatura, el gran volumen de agua necesaria, las sustancias colorantes sensibles al calor se reducen a alta temperatura y el bajo rendimiento del tinte, solo se pueden extraer los componentes colorantes solubles en agua [13].

1.3.3.ii *Extracción alcalina o ácida*: En este método de extracción se utiliza un medio alcalino o ácido para extraer el color. En este ácido diluido o álcali también se puede usar lo que ayuda en la hidrólisis de glucósidos dando como resultado una mejor extracción. El medio alcalino se utiliza para la extracción de color porque los grupos fenólicos se disuelven fácilmente en medio alcalino. El color de las semillas de achiote, el insecto lac y los pétalos de cártamo se extraen mediante este método [14].

1.3.3.iii Extracción asistida por microondas y ultrasónica: Como su nombre indica, este método de extracción utiliza microondas y rayos ultrasónicos para aumentar la eficiencia del método de extracción. En este método, el compuesto que da color se trata con agua o cualquier otro disolvente en presencia de microondas u ondas ultrasónicas, de modo que se puede lograr una temperatura más alta, menos tiempo y una velocidad de extracción más rápida y, por lo tanto, aumenta la eficiencia de extracción. La extracción del color de las semillas de guisante mariposa y achiote se puede realizar mediante este proceso [15].

1.3.3.iv Extracción por fermentación: En este método de extracción, los microorganismos presentes en el aire o en el compuesto colorante se utilizan para realizar la fermentación y ayudar así a extraer el color. Básicamente, los microorganismos desintegran la materia colorante presente en la sustancia y la disuelven en la solución en la que se realiza la fermentación. La extracción del color de las semillas de índigo, cúrcuma y achiote se puede realizar con este método. El tiempo de extracción prolongado, el mal olor debido a la acción microbiana, la extracción inmediata del color después de la cosecha son algunas de las desventajas de este método [16].

1.3.3.v Extracción enzimática: Hay enzimas disponibles comercialmente como celulasa, amilasa, pectinasa que pueden usarse para aflojar los materiales aglutinantes presentes en materiales naturales como la corteza, las raíces o cualquier parte dura de la planta [17].

1.3.3.vi Extracción solvente: Los diferentes materiales colorantes naturales tienen una naturaleza diferente y, por lo tanto, tienen diferentes propiedades de disolución. Este método de extracción de color es más eficaz que el método acuoso. El color extraído se puede purificar fácilmente, ya que los disolventes pueden eliminarse fácilmente mediante destilación y reutilizarse, lo que reduce la degradación. El solvente residual tóxico, la coextracción de clorofila y materiales cerosos son algunas de las desventajas de este método [18].

1.3.3.vii Extracción de fluidos supercríticos: En la extracción por fluidos supercríticos se tienen en cuenta las propiedades físicas entre gas y fluido. Estos tienen baja tensión superficial, baja viscosidad y buena difusividad y, por lo tanto, presentan una mejor

interacción con el sustrato. A alta presión y temperatura que se requieren para mantener un fluido supercrítico, es fácil que los fluidos supercríticos disuelvan sustancias presentes en fuentes naturales. El alto costo del equipo y la mala extracción son desventajas de este método de extracción [19].

1.3.4 Campo de aplicación

- Industria del vidrio.
- Industria del papel.
- Teñido de textiles.
- Industria del cuero.
- Grupo de pasatiempos.
- Industria de alimentos.

1.3.5 Ventajas de los colorantes naturales

Las siguientes son las ventajas de utilizar colorantes naturales:

1. Ecológico.
2. Menos generación de contaminación.
3. No tóxico.
4. No alérgico.
5. No cancerígeno.
6. Fácil de preparar.
7. Biodegradable.
8. Fácil de desechar.

1.3.6 Desventajas de los colorantes naturales

A continuación, se muestran las desventajas de utilizar colorantes naturales:

1. Fugitivo (Pigmentación temporal).
2. Se requieren condiciones adecuadas de almacenamiento.
3. Los tonos varían de un lote a otro.

4. No tiene un método estándar de preparación.
5. Poca disponibilidad.
6. Proceso complejo de teñido.
7. Colores limitados disponibles.

2. DESARROLLO

2.1 Generalidades de un colorante natural

Los colorantes naturales en general son sustancias orgánicas naturales solubles en agua o medio acuoso, que por medio de enlaces químicos añaden pigmentación a diferentes cuerpos cambiando su color original [14].

Los términos colorantes naturales se refieren a tintes derivados de plantas, invertebrados o minerales. La mayoría son colorantes vegetales derivados de plantas (raíces, bayas, corteza, hojas y madera) y otras fuentes orgánicas (como hongos y líquenes) [20].

Los arqueólogos han encontrado evidencia de tintes textiles en el Neolítico. En China, los tintes elaborados a partir de plantas, cortezas e insectos se han utilizado durante más de 5.000 años. El proceso de teñido básico cambia ligeramente con el tiempo. Generalmente, el material de color se coloca en un recipiente lleno de agua, y luego el tejido se coloca en el recipiente, se calienta y se agita hasta que el color se transfiera. Las fibras textiles se pueden teñir antes de hilar, pero la mayoría de los textiles se tiñen después de tejer. Muchos colorantes naturales requieren el uso de productos químicos llamados mordientes para fijar los tintes en las fibras textiles; en el pasado, se usaban taninos de bilis, sal, alumbre natural, vinagre e incluso amoníaco de orina envejecida. Muchos mordientes y algunos de los mismos colorantes producen olores fuertes, por lo que muchos trabajos de teñido a gran escala a menudo se llevan a cabo en áreas alejadas del centro de la ciudad [21]

La serie de colores rojo, marrón y naranja muy "coloreada" apareció por primera vez en varias telas antiguas, desde el Neolítico hasta la Edad del Bronce, ubicadas en el Levante mediterráneo, Egipto, Mesopotamia y Europa, antes encontrado tonalidades como el azul, luego amarillo y verde que fueron con el tiempo descubiertas. La evidencia más antigua de teñido textil se encontró en el gran asentamiento neolítico de Çatalhöyük en el sur de Anatolia, donde se encontraron rastros de tinte rojo, posiblemente extraído del pigmento ocre de óxido de hierro en la arcilla. Las telas de colores o multicolores

parecen ser del tercer o segundo milenio a. C. En la sexta dinastía (2345-2180 a. C.), en las pirámides egipcias se encontraron telas con hilos de urdimbre "marrón rojizo" y "amarillo ocre" [22].

En algunos casos, se han realizado análisis químicos para identificar los tintes utilizados en tejidos viejos. Incluso si se detectan tintes como el índigo, es imposible determinar qué planta de índigo se utilizó. Sin embargo, considerando el color de los fragmentos textiles sobrevivientes, así como la evidencia de colorantes encontrados en sitios arqueológicos, como rojos, azules y amarillos derivados de plantas, indican que se usaron comúnmente durante la Edad del Bronce y la Edad Media [23].

2.2 Materias primas utilizadas en el proceso de obtención de colorantes.

2.2.1 *Cochinilla de grana*

La cochinilla es un insecto parásito de las plantas cactáceas, del cual se extrae un extracto de color rojo natural o rojo intenso. Cuando se mezcla con ácido (como jugo de limón), producirá otros tonos de rojo, pero cuando se combina con sustancias alcalinas, se volverá violeta. La cochinilla también permite la elaboración de un tinte compuesto por dos sustancias llamadas carmín y ácido carmín (es una sustancia química compleja que se utiliza como tinte rojo). Entre la gente de Centroamérica, el escarlata (color rojo) era muy apreciado por los colonos y se usaba para teñir diversos objetos: alimentos, plumas, madera, textiles, algodón, piedras, esquejes, casas y como tinta para manuscritos.

El extracto de cochinilla puede ser el colorante natural con mejores propiedades técnicas, pero debido a su elevado precio se utiliza cada vez menos. Sus aplicaciones son diversas, un ejemplo es la industria alimentaria: mermeladas, yogures, helados y bebidas con un color rojo muy agradable, también ofrece perspectivas para la industria cosmética, textil y farmacéutica.

A partir del siglo XVI, los europeos reconocieron el valor económico de la cochinilla en la industria textil porque promovieron su producción como monopolio en la actual región de Oaxaca, vinculándola con la seda asiática para monarcas, nobles y altos clérigos. Asimismo, desde el siglo XVI hasta mediados del siglo XIX, artistas de Europa,

el Imperio Otomano, India, China y Japón utilizaron el rojo producido por la cochinilla mexicana para colorear sus obras [24].

Francisco Javier Clavijero afirmó en su libro "Historia Antigua de México" que las cochinillas requieren más cuidados que los gusanos de seda. La lluvia, el frío y el viento la lastimaron, pájaros, ratones y orugas se lo tragaron, por lo que es necesario mantener limpia la plantación de cactus en todo momento. En los días de lluvia, prepararán nidos de heno, bandadas o similares, y hojas de cactus en la casa, y se alimentarán de jugo de pera. Las cochinillas mudaron su piel antes de dar a luz a las larvas; para eliminarla, las personas que vivían en el México prehispánico usaban la cola de un conejo y la manipulaban suavemente para evitar que el insecto se cayera de la hoja o la dañara [25] [22].

Se disponen tres nidos en cada hoja y se colocan hasta 15 cochinillas en cada hoja. Año tras año, prepararon tres cosechas, cada una de las cuales guardaba una cierta cantidad de insectos para la descendencia; la última cosecha fue la menos popular porque la cochinilla era más pequeña y se mezclaba con un raspado de tuna. Para matarlo, las cochinillas suelen sumergirse en agua caliente. Luego lo secaron con mucho cuidado, porque la calidad del color depende en gran medida de ello. Tienen tres métodos: uno es sacarlo para tomar el sol, el otro es secarlo sobre el maíz que utilizan para hacer el pan de maíz y el otro es en temazcal. Lo mencionado es realizado con todos los demás miembros del género [26].

La cochinilla de grana se implementa para realizar diferentes productos con tonalidades de color carmínicas, en ese sentido el producto final se utiliza para extraer el ácido carmínico, principal componente en la industria de los colorantes. También en la industria farmacéutica el carmín de cochinilla es utilizado en la elaboración de diferentes grageas y tabletas [20].

Manosalva afirma que:

<<En la industria de los cosméticos la cochinilla se usa para elaborar productos como polvos y lápices. Se debe tener en cuenta la importancia la cochinilla ya que como es sabido la industrial global de cosméticos es

exigente en lo que respecta a los materiales para la elaboración de sus productos, en este sentido solo aceptan el carmín de alta pureza que difumine bien en sus tonalidades y que cumpla con sus estándares de calidad en cuanto al color. >> [27]

En la industria de alimentos la pigmentación cumple un rol fundamental por lo que las empresas de gran impacto social como las bebidas alcohólicas, vivieres no alicorados, mermeladas, helados, sopas y sin fin de alimentos, utilizan los colorantes en sus producciones. Para el cambio de tonalidades en los alimentos se utilizan colorantes naturales y sintéticos, aunque estos últimos han disminuido su uso drásticamente en el mercado siguen siendo utilizados generando algunos riesgos para la salud, por ello se prefiere el uso de colorantes naturales [20].

Por lo mencionado en el párrafo anterior se implementa el uso de cochinilla de grana para obtención de colorante rojo de carmín, teniendo en cuenta que su demanda sigue siendo alta a través de los años. En Perú, por ejemplo, después del 2010, tuvo precios que se cotizaba hasta cinco veces mayor al año anterior. Perú es el principal productor y exportando de cochinilla en el mundo y los precios por kilogramos fluctúan entre los 100 dólares.

El uso de rojo cochinilla ha continuado hasta el día de hoy. En la actualidad, extrae el ácido carmínico hirviendo las cochinillas procesadas y trituradas en una solución de amoníaco o carbonato de sodio; se filtra para eliminar las partículas insolubles y la solución resultante se trata con alumbre para precipitar el tinte.

Este tinte se utiliza para impartir un color rojo o rosa a muchos productos (tinte para textiles, medicamentos, alimentos, bebidas, jabón o cosméticos). En la industria alimentaria, se designa con el número E120 [28].

En 1858, el anatomista alemán y pionero de la microscopía anatómica, Joseph von Gerlach, introdujo el carmín como tinte para teñir neuronas; en la década de 1870, su uso se había extendido entre sus colegas [29], y todavía se usa para este propósito. La cochinilla también tiene fines medicinales y, por supuesto, tiene muchos usos en la medicina popular estadounidense, no solo en México, sino también en el pueblo quechua

del Perú. Debido a que la cochinilla es cara, generalmente se usan colorantes sintéticos en su lugar.

A continuación, se detallan las características fisicoquímicas y organolépticas de la cochinilla [30] .

Tabla 1.

Propiedades cochinilla

Propiedades Físicas (Dactylopius Coccus Costa)	
Color	Rojo oscuro
Forma	Ovalada
Sabor	Agrio
Peso	0.006gr.
Tamaño	5mm
Alimentación	La savia de sus pencas
Clima	Seco y cálido
Textura	Suave
Ciclo Biológico	120 días aproximadamente

Nota. En la tabla 1 se mencionan las propiedades físicas y organolépticas de la cochinilla de grana más común. Tomado de: G. Y., Mamani M., I. E., Huamani Z., *Evaluación comparativa de los métodos Thorpe y Francés para la obtención de carmín a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en el distrito de Joya*, tesis pre. Facultad de ingeniería de procesos. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/226/B2-M-18403.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Acceso: Agosto, 30, 2021]

Según (Matamoros, López, Vázquez, Tenopala, & Torres, 2017) Las industrias demandantes de cochinilla que adquieren como materia prima se encuentra en el mercado internacional y se distribuyen en diferentes sectores de la siguiente manera: para la industria cosmética el 15%, la alimenticia con 75% y en las industrias

farmacéutica y textil con el 10%. La cochinilla requiere cumplir algunas características para poder realizar el proceso de extracción de ácido carmínico como:

- Humedad relativa 14 a 27%.
- Altitud 800 a 2600 msnm.
- Velocidad de viento 3m/s.
- Precipitación pluvial 400 a 800 mm/año.

Matamoros, (2017) afirma que la composición óptima después de la muerte y secado del animal son:

- Ácido carmínico 9 a 20%.
- Ceras 0.5 a 2%.
- Minerales 15 a 30%.
- Sustancias nitrogenadas de 15 a 30 %.
- Solubilidad en mezclas de alcohol y agua.

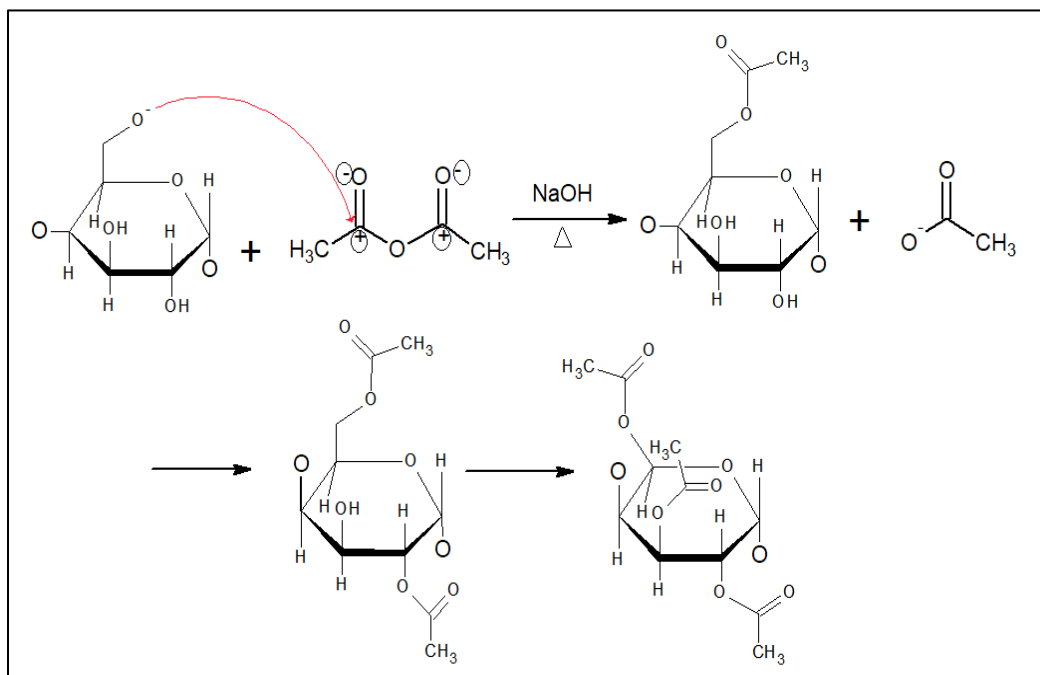
2.2.1.i Acetilación: Según Sulbaran (2013) la acetilación es una modificación química por esterificación, en la cual se sustituyen los grupos hidroxilos por grupos acetilos que le brindan mayor estabilidad, variando las propiedades fisicoquímicas y funcionales de los Colorantes [22]

Desde el significado anterior se deduce que los colorantes acetilados presentan de 6 a 10°C menos en la temperatura de gelificación y el pico de viscosidad máxima es mayor con respecto al nativo, indicando que los colorantes acetilados se dispersan más fácilmente. Por ende, la acetilación también aumenta de medida significativa la claridad y estabilidad de los geles y reduce la retrogradación durante la reacción de acetilación el número de grupos acetilo que son incorporados a la molécula de colorante así como la velocidad y eficiencia de la reacción, dependen de la concentración y el tipo de reactivo utilizado, del pH, de la presencia de catalizadores, del tiempo en el cual existe una significativa reacción, del origen botánico del colorante, de las características estructurales y también del tamaño del gránulo [31].

A continuación, en la figura 1 se explica gráficamente la reacción química durante la acetilación.

Figura 1.

Reacción química durante la acetilación.



Nota. Acetilación de la reacción química utilizando anhídrido acético. Basado en literatura: C. A, Arenas R., D. J., Pedraza G., *Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su uso aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio*, tesis pre, Facultad de ingenierías, Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia, 2017. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6043/1/6111689-201-1-IQ.pdf> [Acceso: Abril, 20, 2020]

En la figura 1 se puede apreciar el uso de anhídrido acético como compuesto acetilante en un medio básico que requiere de un calentamiento constante no superior a la temperatura de degradación del colorante, en este caso, el medio básico garantiza la ionización del grupo hidroxilo presente en el sexto carbono del anillo, así, este átomo es capaz de enlazar al carbono carbonílico del anhídrido acético desplazando por sustitución nucleofílica acílica al anión carboxilato, este proceso se repite para todos los grupo hidroxilo del carbohidrato que se ubican a lo largo de la cadena cíclica para dar

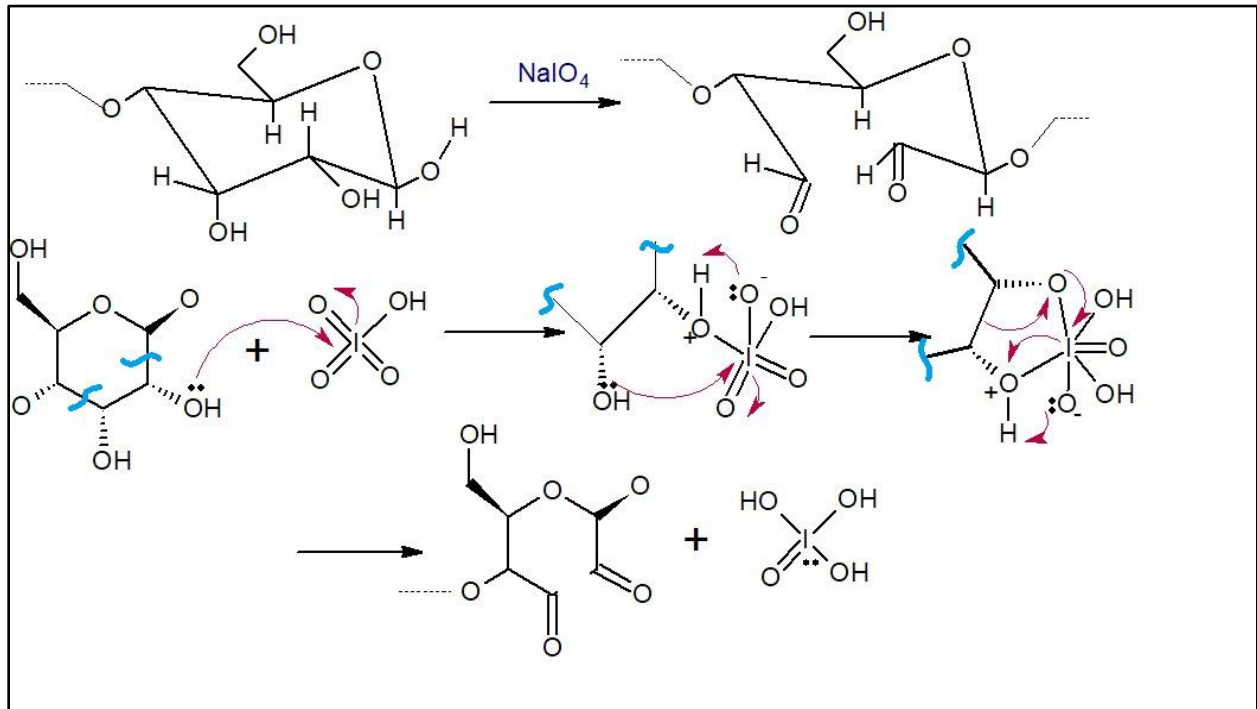
lugar al colorante acetilado que presenta las características ya descritas previamente [31].

2.2.1.ii Oxidación: El proceso de oxidación se lleva esencialmente por dos tipos de reacciones. La primera de ellas sucede cuando los grupos hidroxilo del colorante son oxidados a grupos carbonilo y después a grupos carboxilo. La segunda involucra la degradación de las moléculas de colorante principalmente por la ruptura de los enlaces D-1,4 de las moléculas de amilosa y amilopectina. Por tanto, el contenido de carbonilos y carboxilos, y el grado de despolimerización en el colorante oxidado, son indicadores del grado de oxidación [21].

Por lo general algunos autores describen que el proceso de la primera etapa de oxidación del colorante puede llevarse a cabo con diferentes reactivos como peróxido de hidrogeno (H_2O_2), hipoclorito de sodio ($NaClO$) o peryodato de sodio ($NaIO_4$) de acuerdo con las condiciones deseadas o requeridas por los medios químicos utilizados en el tratamiento del colorante modificado y que tienen sus respectivos estados de temperatura, pH, presión, volumen, etc [31].

Figura 2

Reacción química durante la oxidación.



Nota. Oxidación de la reacción química utilizando NaIO_4 . Basado en literatura: C. A, Arenas R., D. J., Pedraza G., *Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su uso aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio*, tesis pre, Facultad de ingenierías, Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia, 2017. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6043/1/6111689-201-1-IQ.pdf> [Acceso: Abril, 20, 2020]

Tomando el caso del ultimo oxidante (NaIO_4) muy utilizado en industrias dedicadas a la fabricación del papel, polímeros y de alimentos, puede observarse en la figura 2 el mecanismo de reacción químico que se lleva a cabo, allí, se sabe que la cadena carbohidratados tiene una conformación de tipo “silla” que le confiere mayor estabilidad a los enlaces entre carbonos, sin embargo, para la representación mecanística se considera pertinente utilizar una conformación plana que sea más ilustrativa, teniendo en cuenta esto, el primer paso muestra el enlazamiento que genera un par electrónico del hidroxilo perteneciente al colorante al átomo de yodo del agente oxidante, esto sucede mientras simultáneamente un oxígeno del yodo desplaza su doble

enlace para compensar esta carga adquirida por la molécula, el proceso se repite con el hidroxilo adyacente al oxígeno ya enlazado haciendo que el yodo actúe como un átomo puente que forma una especie de ciclo (que en términos termodinámicos es mejor descrito como un estado de transición). Cabe resaltar que los hidrógenos de estos hidroxilos migran a la molécula los oxígenos del yodo para estabilizar las cargas negativas, finalmente, ocurre un rearrreglo electrónico que rompe la cadena cíclica y deja a los oxígenos del colorante como aldehídos que mediante el mismo mecanismo se convertirán posteriormente a ácidos carboxílicos mientras que los residuos de yodo se van transformando por reacciones de deshidratación en ácido yódico (HIO_3) que genera un medio lo suficientemente ácido para degradar en una segunda etapa los enlaces entre la amilasa y la amilopectina [32].

2.2.1.iii Modificaciones físicas: Desde las modificaciones físicas, estas se realizan con el fin de cambiar la estructura granular, el tamaño físico o aumentar de manera directamente proporcional la solubilidad del colorante en agua a temperaturas inferiores a los 10°C . Sus métodos involucran el tratamiento de los gránulos bajo diferentes combinaciones de irradiación, temperatura, desgaste mecánico, presión y humedad; dentro de estos métodos se incluyen la pre-gelatinización, hidrólisis parcial (dextrinado), método de baja humedad, método de recocado, extrusión, tratamiento térmico, radiación y ultrasonido [32].

Las modificaciones físicas no involucran modificación alguna en la estructura de la amilosa y la amilopectina; por tal motivo se implementan métodos térmicos para esta modificación. Se utilizan tratamientos hidrotérmicos y de presión como cocción por extrusión, sonicación y radiación. Cada procedimiento define las condiciones de agua, presión, temperatura y fuerza. También se utilizan tratamientos ANN (recocado) y HMT (tratamiento térmico de la humedad), los cuales modifican las propiedades fisicoquímicas del colorante sin ocasionar la sistémica destrucción de la estructura del grano [33].

2.2.1.iv Ultrasonido: En cuanto a la caracterización del ultrasonido en colorantes, esta modificación del ultrasonido puede llegar a afectar principalmente a la zona amorfa, manteniendo la forma y tamaño de las partículas. La superficie del colorante se vuelve

porosa y se modifican propiedades como la capacidad de hinchamiento, la solubilidad y la viscosidad de la pasta [34].

2.2.1.v Radiación ultravioleta: Se encuentra entre las bandas de rayos X y luz visible, con longitudes de onda que van desde 180 hasta 400 nm, la longitud de onda de 254 nm es la más utilizada para esterilizar agua, aire y algunos alimentos, inactivando así los procesos de crecimiento y reproducción microbianos [35].

La radiación ultravioleta de colorante conduce a una despolimerización oxidativa. Dependiendo de la longitud de onda y la intensidad de radiación, el proceso puede proporcionar dextrinas, mono y oligosacáridos, e incluso agua y dióxido de carbono [33].

2.2.2 Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos que se producen o están en la composición de muchas frutas y verduras, presentan tonalidades de color amarillo, naranja y rojo. Se encuentran ampliamente distribuidos en organismos como animales y plantas, pero su concentración y especies son mayores en estos últimos, junto con bacterias, hongos y algas, son los únicos organismos que pueden sintetizarlos.

De los más de 700 carotenoides naturales identificados hasta ahora, solo unos 50 están presentes en la dieta humana, y 5 de ellos representan más del 95% del plasma detectado (caroteno, criptoxantina, licopeno, luteína y zeaxantina).

Desde el punto de vista nutricional y fisiológico, algunos carotenoides son precursores de compuestos con actividad de vitamina A. En los últimos años, el interés por estos compuestos ha aumentado enormemente debido a que una gran cantidad de estudios epidemiológicos han demostrado que existe una correlación directa entre los altos niveles de carotenoides y la actividad de la vitamina A. Estos efectos beneficiosos pueden deberse a su posible papel como compuestos antioxidantes, capaces de atrapar o eliminar radicales libres [29].

Desde un punto de vista industrial, los carotenoides son colorantes naturales con propiedades antioxidantes, es decir, además de sus propiedades nutricionales, también pueden mejorar la estabilidad alimentaria [36].

La distribución de carotenoides en la naturaleza es amplia, debido a que se estima que su producción en la naturaleza por segundo es de 3,5 toneladas. El equipo técnico de FARBE (Empresa mexicana de colorantes naturales) ha identificado cerca de 400 carotenoides diferentes, muchos de los cuales están presentes en la dieta diaria del ser humano. La luteína está presente en todas las hojas verdes y el β -caroteno es una fuente importante de vitamina A. Algunos de estos carotenoides se pueden extraer y algunos se utilizan como colorantes. Se ha descrito la bixina, pero también se pueden encontrar luteína, β -caroteno, chile en polvo y extracto de azafrán en el catálogo de tintes de FARBE [37]

Uno de los usos más importantes de las emulsiones y dispersiones de β -caroteno se encuentra en las bebidas carbonatadas, que incluyen agua, potenciadores y vitaminas, bebidas de frutas y bebidas deportivas. Cada una de estas bebidas presenta desafíos específicos para los formuladores de bebidas. Factores como las interacciones de los componentes y las condiciones del proceso pueden afectar negativamente a la estabilidad del color. La elección de una emulsión o dispersión de β -caroteno estable es la clave para crear bebidas de colores atractivos para el mercado [38].

Además de las aplicaciones en bebidas, los pigmentos de β -caroteno también se utilizan en una variedad de alimentos, que incluyen: productos lácteos, panadería y alimentos manufacturados.

2.3 Procesos de extracción

2.3.1 Proceso de extracción de colorante cochinilla

Los tintes en realidad se forman combinando sustancias extraídas de insectos con metales (como aluminio o calcio), y se agrega amoníaco a ciertas aplicaciones (especialmente bebidas) [29]

Para obtener el pigmento "carmín" (complejo de ácido carmínico y aluminio), las cochinillas se secan y se hierven en agua a 100°C con un poco de ácido sulfúrico. El ácido se disuelve. Previamente se adiciona alumbre y lima para que se asiente la torta húmeda. El ácido carmínico actúa como ligando quelante para unirse a los iones de

aluminio. Un kilogramo de insectos producirá aproximadamente 50 gramos de carmín. [39] Sintetizaron completamente el compuesto por primera vez en 1991. La se mezcla con ácido acético (Ponceau al 0,1%, ácido acético al 5%) para visualizar la proteína en la membrana de nitrocelulosa. Es una tinción muy utilizada porque se puede decolorar fácilmente con ácido acético y metanol, y luego se puede observar la proteína con anticuerpos (*Western blot*). Aunque su sensibilidad de detección es menor en comparación con otros tintes permanentes como *Coomassie Blue* o silver, es un método que permite una detección rápida.

Como colorante rojo, el ácido de cochinilla se distribuye en diversos grados de pureza y solo el más alto se puede utilizar en cosmética. Existen varias presentaciones y formulaciones que se pueden usar para muchos otros fines: desde medicinas (dentífrico o colutorio), cosmética (es decir, para colorear diferentes cosméticos o usar directamente en cosmética desde lápiz labial hasta sombra de ojos, pasando por base de maquillaje, delineador de ojos, etc.). El carmín alimenticio aporta un agradable color rojo a los alimentos, se puede utilizar para conservas de verduras, mermeladas, helados, carnes y productos lácteos, como yogur y queso fresco, así como para bebidas alcohólicas y no alcohólicas. El tinte ácido de carmín es un sustituto adecuado de los colores artificiales (como el rojo 40).

El extracto de rojo de cochinilla y el ácido carmínico son colorantes orgánicos naturales, que tienen la clasificación FD&C de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), y están incluidos en la lista de aditivos de la Comunidad Económica Europea (ahora la Unión Europea) bajo la toxicidad permitida. El colorante ácido de carmín puede ser el pigmento con las mejores características de proceso entre los tintes naturales.

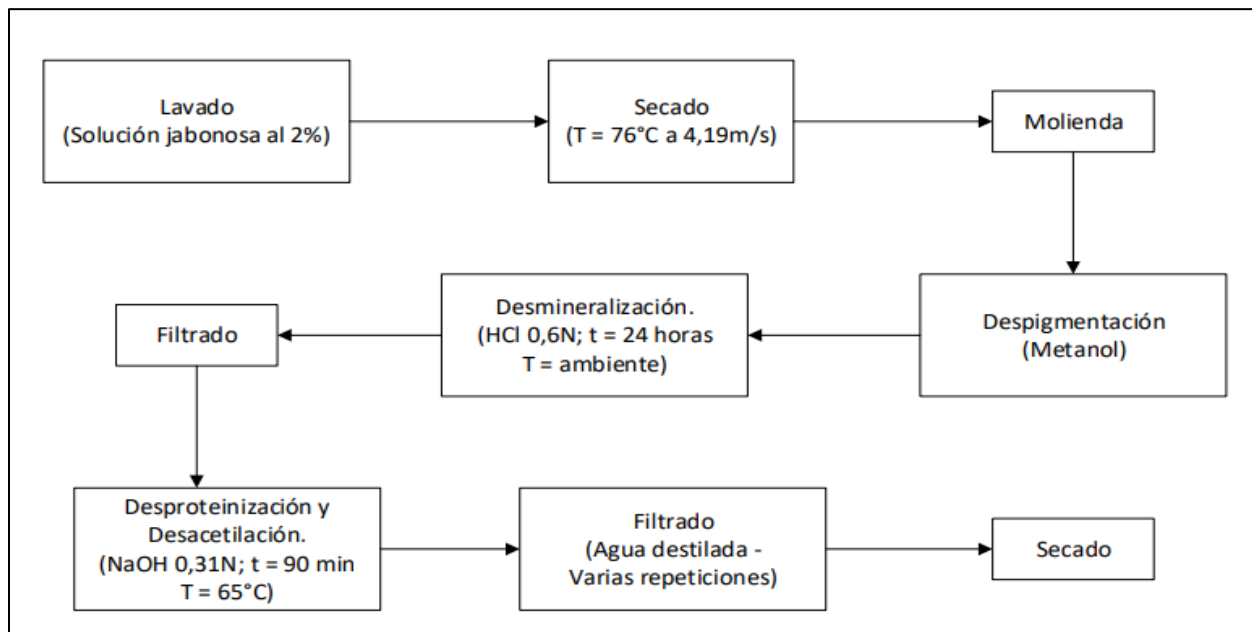
2.3.1.i Descripción del proceso: A continuación, se presenta una breve descripción del proceso que se lleva a cabo en el laboratorio según literatura. Como se muestra en la figura 4, la prueba realizada en el laboratorio encontró que el mejor componente para la extracción con un modelo proporcional, que permite extraer mejor el colorante y evitar la degradación de la semilla, pues el resultado observado es que estas semillas no estarán

en contacto constante con la solución de NaOH, lo que afectará significativamente la calidad del colorante [40].

En la figura 3 se muestra un diagrama de bloques donde se especifica el procedimiento a seguir para extracción de carmín y obtención de colorante.

Figura 3.

Diagrama de Bloques (BDF). Proceso de producción a escala laboratorio de colorante



Nota. La figura 3 muestra un diagrama de bloques donde se describe el proceso de preparación, lavado y secado para la cochinilla de grana según lo que se describe en la literatura. Tomado de: D. R., Chávez A., M. G., López C., F. Cornejo Z., "Factibilidad técnica para el aprovechamiento integral del Camarón de la especie *Panaeus Vannamei*", Guayaquil, Ecuador, 20, julio 2018. [PDF]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/41126535_Factibilidad_Tecnica_para_el_Aprovechamiento_Integral_del_Camaron_de_la_Especie_Panaeus_Vannamei [Acceso: Octubre, 2, 2021]

Para el proceso de extracción, al ver cómo se degradan las partículas de cochinilla cuando están en contacto directo con la solución de NaOH y el calor, se establece un nuevo método. Para esta etapa se propone un diseño en el cual la solución se lleva al extractor a través de mangueras conectadas a dos bombas peristálticas, a las bombas entra líquido que es recirculado, se utilizan mangueras que se introducen en el baño de

agua, para que la solución se mantiene dentro del rango de temperatura que permite la producción de buenos colorantes.

Para el extractor utilizar como primera etapa de filtración una placa de 4 mallas con abertura de 1-2 mm de espesor. La placa se divide en 8 unidades, donde se colocan una cantidad de cochinilla de grana y la misma cantidad es extraída. Previamente, se instala la placa en un recipiente de plástico, la solución coloreada cae en el recipiente de plástico y se introduce la manguera de circulación conectada a la bomba peristáltica. Se toma como referencia la extracción de semillas de aguacate con similitud en de proceso extracción de la cochinilla de grana [41].

Figura 4.

Montaje propuesto para el proceso de extracción



Nota. En la figura 4 se muestra un proceso de extracción a nivel laboratorio con un prototipo propuesto de secado, para luego añadir solventes que favorecen la extracción. Tomado de: J. Moreno V. “Extracción de compuestos antioxidantes del gel de Aloe vera. Optimización del proceso mediante la aplicación de la metodología de superficie respuesta”, Palma de Mallorca, España, 2013 [PDF] Disponible: https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1127/TFG_QUIMICA_MorenoValles_pirJaime.pdf?sequence=1. [Acceso: octubre 15, 2021]

Figura 5.

Extractor propuesto a escala laboratorio



Nota. La figura 5 muestra el prototipo propuesto para la extracción de carmín a escala laboratorio, donde se observa cómo se añade el solvente extractivo a la cochinilla molida. Tomada de: Recommend.Ru. (s.f.). “Secador eléctrico para verduras y frutas”, [En línea]. <https://irecommend.ru/content/sushim-pomidory-perets-yabloki-i-pastilu>. [Acceso: octubre, 15, 2021]

2.3.2 Proceso de extracción del colorante de carotenoides

La zanahoria es un vegetal con importante fuente nutricional de carotenos sin importar su estado de maduración y almacenamiento; sus valores de carotenoides en cuanto a su estado de maduración suelen cambiar, aunque no significativamente, se debe tener más en cuenta son condiciones de entorno como temperatura de almacenamiento y exposición a la luz [42]

La producción mundial de zanahoria se estima en aproximadamente 37 millones de toneladas anuales, de los cuales un rango de 15 al 20% se destinan para consumo animal teniendo en cuenta que una parte prolifera plagas por desechos y descomposición.

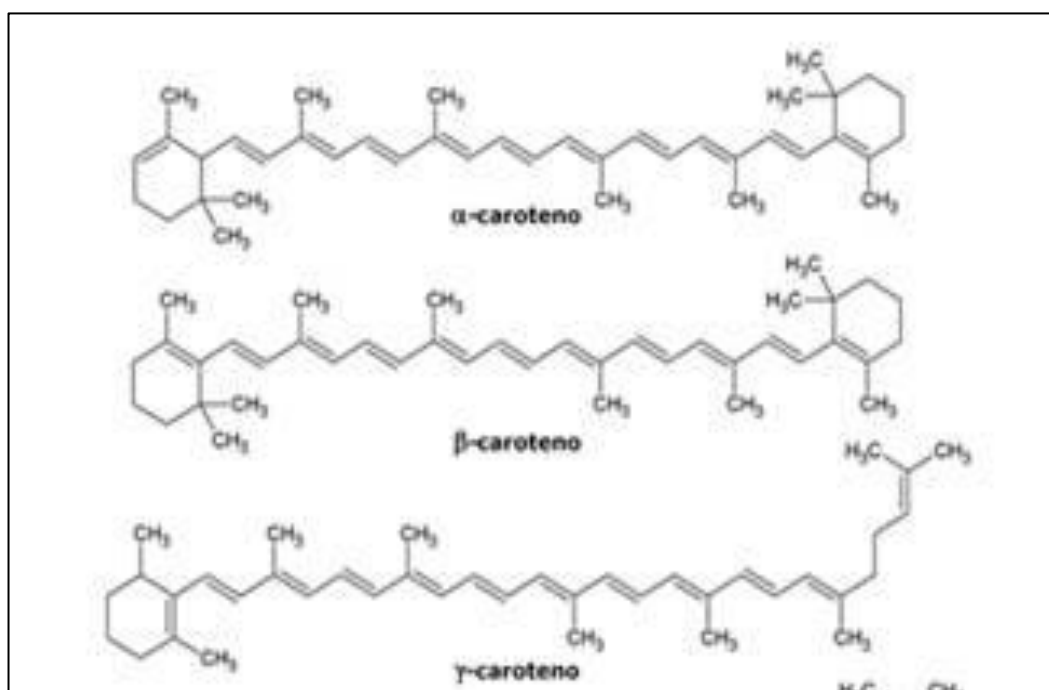
Se considera que el 50% de la pulpa de zanahoria es utilizada para extraer jugo y el restante también se destina para uso animal como alimento o simplemente es

desechado. Pero la zanahoria es una potencial fuente de carotenos que pueden ser utilizados para colorantes naturales y a muy bajo costo, dejando una huella positiva al medio ambiente [43].

De la zanahoria se encuentra 6 tipos de carotenos que varían en su composición de acuerdo con su estado y condiciones de siembra. Los carotenos presentes son β -zeacaroteno, licopeno, α -caroteno, β -caroteno, γ -caroteno y ζ -caroteno como se muestra en las figuras 6 y 7.

Figura 6.

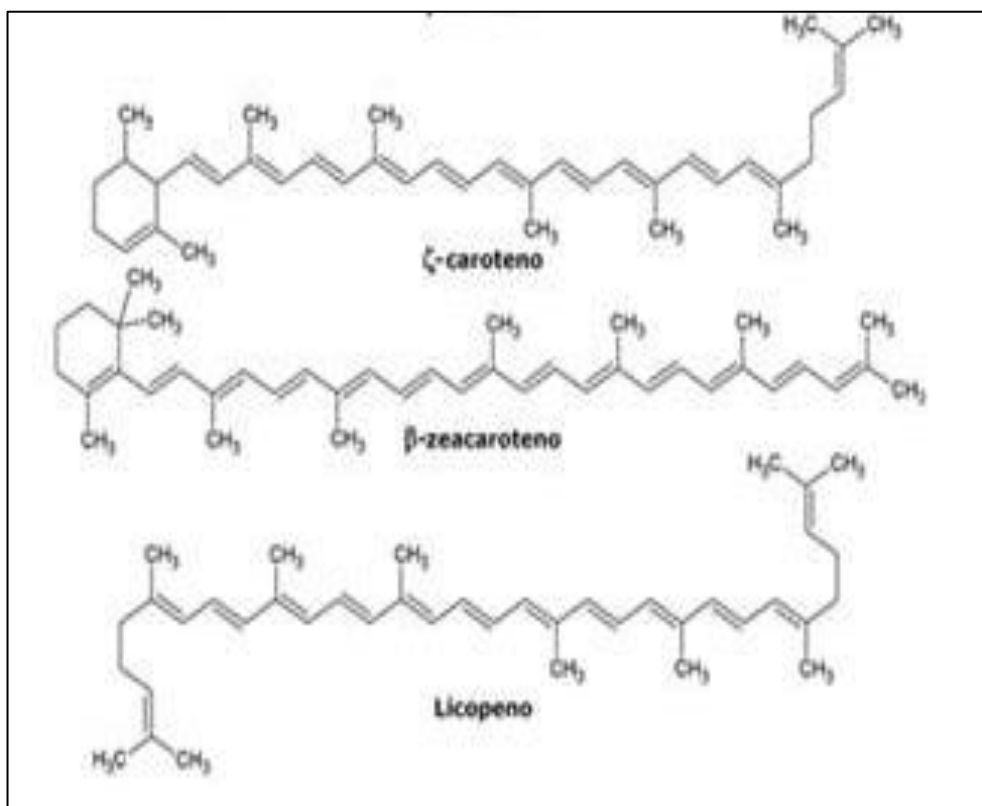
Carotenoides principales de la zanahoria



Nota. En la figura 6 se muestra las cadenas con radicales libres y átomos de carbono formadas por los tres principales carotenoides presentes en la zanahoria los cuales son α -caroteno, β -caroteno y γ -caroteno, con una proporción promedio de 33:60:1 respectivamente, su proporción suele cambiar de acuerdo a las condiciones de siembra de la zanahoria. Tomado de: Otalora O., Martín G., Técnicas emergentes de extracción de B-caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.): una revisión. Revista investigación Sena, informador Técnico, 85 (1), pp. 83 – 106. Disponible en: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2857/3688#info [Acceso: Agosto, 21, 2021]

Figura 7

Carotenoides de la zanahoria



Nota. En la figura 7 se muestra las cadenas con radicales libres y átomos de carbono formadas por los tres principales carotenoides presentes en la zanahoria los cuales son ζ- caroteno, β-zeacaroteno y Licopeno, con una proporción promedio de 4:1:1 respectivamente, su proporción suele cambiar de acuerdo a las condiciones de siembra de la zanahoria. Tomado de: Otalora O., Martín G., Técnicas emergentes de extracción de B-caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.): una revisión. Revista investigación Sena, informador Técnico, 85 (1), pp. 83 – 106. Disponible en: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2857/3688#info [Acceso: Agosto, 21, 2021]

La zanahoria según estudios presenta una fuente alta en β-carotenos en proporciones de 6,5 a 80 mg β-carotenos / 100 g de base seca (*Daucus carota*), lo cual permite obtener una muy buena pigmentación amarillo – naranja y además es el caroteno más importante de la zanahoria.

2.3.2.i *Técnicas de extracción:* Uno de los métodos más usuales para extraer el β -caroteno a partir de la zanahoria es el convencional que utiliza solventes (CSE) con extracción de Soxhlet (SE). También existen métodos no convencionales de extracción como el que usa de manera asistida el microondas (MAE), ultrasonido (UAE), con fluidos supercríticos (SFE) o con enzimas (EAE) [44]. A continuación, se ampliará un poco más sus características

Existen diversos métodos convencionales y no convencionales de obtención de β -carotenos en la zanahoria, los cuales son:

- No convencionales:
 - Extracción asistida con microondas (MAE): Presenta buenos rendimientos de extracción, así como un uso de solventes verdes, con un tiempo de extracción corto y disminución en cuanto a fluctuaciones de temperatura. Aunque puede presentar degradación significativa por temperatura y una pérdida en compuestos volátiles presentes [43].
 - Extracción asistida con fluidos críticos (SFE): Este método requiere volúmenes bajos de solvente para generar una extracción rápida y sencilla, y a su vez evita que se presente degradación térmica. Para su uso se debe contar con maquinaria y equipos de difícil manipulación que generan también un análisis alto en costos [43].
 - Extracción asistida con enzimas (EAE): Los rendimientos reportados son altos y por el uso de enzimas la degradación térmica no se presenta, pero a su vez el uso de las mismas genera extracciones muy demoradas y costosas [43].
 - Extracción asistida con ultrasonido (UAE): Presenta altos rendimientos de extracción, con un bajo consumo energético que permite uso de solventes verdes, con tiempo de extracción cortos. Este método tiene como desventaja que su uso comercial es inestable porque no hay variables constantes para crear un escalonamiento de extracción, aparte requiere optimización específica y presenta degradación térmica [43].
- Convencionales:
 - Extracción convencional con solventes (CSE): Presenta buenos rendimientos de extracción, siempre y cuando el uso de solventes sea alto, dichos solventes

pueden ser tóxicos con el medio ambiente y genera consumos energéticos significativos [43].

Para la extracción de los β -carotenos se debe tener en cuenta sus propiedades fisicoquímicas, las cuales deben ser monitoreadas para evitar perder composición.

Para generar un colorante natural con el medio ambiente se busca también una alternativa en la extracción de carotenos que no sea tóxica y genere a su vez rendimientos altos, pero se requieren más estudios y experimentación para asegurar la eficacia de llevar a cabo un método alternativo de extracción [45]

- Extracción verde: Este método es similar al CSE solo que el uso de solventes es diferente en cuanto a su composición, porque se usan en este caso solventes verdes que son amigables con el medio ambiente y naturales, se considera que el cambio de solventes en algunos casos se sustituye de forma parcial y en otras de forma total. Aunque este método carece de estudios [46].

2.3.2.ii Descripción del proceso: Como se indicó anteriormente existen diferentes maneras de extraer el colorante de un caroteno de la zanahoria, a continuación, se describirá uno no convencional: Extracción asistida con microondas (MAE). El proceso de este método de extracción tiene como elemento principal la irradiación electromagnética con frecuencias entre 0,3 y 300 GHz [47] lo que por acción de rotación de dipolos excita las moléculas del medio provocando tanto gradientes de calor como masa cuyo resultado da el rompimiento de las estructuras debido a que se genera presión dentro de la matriz biológica lo que permite el fácil acceso de compuestos bioactivos del germen vegetal [48]. La diferencia entre los métodos con vecinales y este con radiación aplicada a través de microondas es que este último aumenta la temperatura intrínseca por medio del cuerpo de la célula vegetal justamente donde se encuentra el compuesto que se busca, ello provoca un incremento de presión al interior que culmina en la ruptura del sistema II que libera partícula objetivo [47].

3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE OBTENCIÓN

3.1 Método de obtención de β -carotenos extraídos de la zanahoria

Como ya se indicó anteriormente en el marco teórico la zanahoria es un alimento rico en β -carotenos, de igual manera en esta verdura están presente los α -carotenos y Licopenos. Los β -carotenos actualmente son utilizados en la industria como colorantes naturales alimenticios, pero en el presente documento se propone un diseño conceptual de su obtención para colorante natural textil mezclado con carmín.

La zanahoria común contiene un aproximado de 2% de β -carotenos [36] en su composición, y por ser un colorante natural liposoluble se espera que su adherencia a los textiles se facilite por composición misma de las fibras textiles [49]

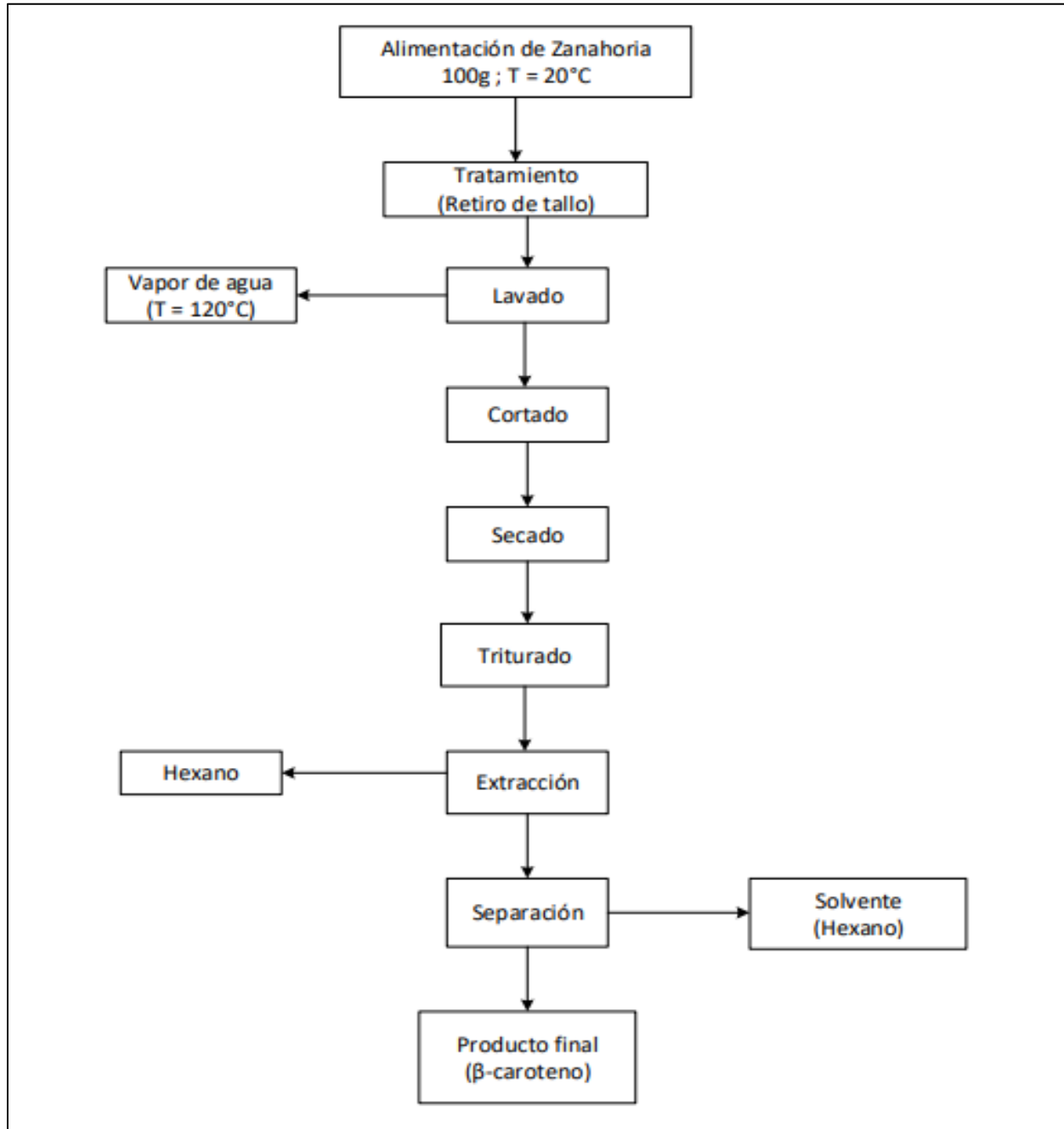
En el proceso de obtención de β -carotenos se tiene en cuenta en comparación con colorantes sintéticos los residuos, porque en este caso son residuos reutilizables y aprovechados por los animales en forma de biomasa, convirtiéndose en alimento para ellos.

La zanahoria en el documento en curso, se toma como materia prima para la obtención de los β -carotenos, porque permite obtener un color secundario que a diferentes concentraciones o diluciones se obtiene color primario o terciario, según sea el caso y su composición de α -carotenos y β -carotenos es mayor en cuanto a otros recursos naturales o a otros alimentos con β -carotenos presentes en su composición [50]

Se presenta un diagrama de flujo en la Figura 8 donde se evidencia la obtención de β -carotenos con base en literatura encontrada, teniendo en cuenta que los procesos de obtención se realizan para colorante alimenticio y no textil, por ello en el diagrama se implementa un proceso que se espera de buenos rendimientos, pero se debe tener en cuenta que requiere experimentación adicional al objetivo del documento en curso de diseño conceptual.

Figura 8.

Diagrama de flujo de proceso de obtención de β -carotenos.



Nota. En la figura 8 se presenta el diagrama de flujo de proceso de obtención β -carotenos a partir de la zanahoria, mostrando un paso a paso y a su vez los insumos requeridos para la obtención, basado en la literatura.

En la figura 8 se observa el proceso de obtención de los β -carotenos, donde se ingresa zanahoria, que pasa primero por un tratamiento en el cual se le retira el tallo por medio de una cortadora, se estima que se retira el 10% de la zanahoria en este paso, luego se pasa por un lavado con vapor de agua a 120°C para retiro de impurezas presentes y descontaminación.

La zanahoria pasa por un cortador o rebanador para facilitar el siguiente paso, luego pasar por un secado del cual se espera extraer como mínimo el 88% de humedad, para previamente pasar a un triturado de la materia prima y obtener un polvo fino que luego es llevado a la extracción, donde se establece una relación de 1:2 entre materia prima que entra al extractor y solvente que se adiciona, se elige el hexano.

Luego de la extracción salen dos corrientes de la cual la corriente uno extrae solvente con β -carotenos para luego pasar por una separación líquido-líquido donde el solvente se recircula para evitar pérdidas y contaminantes; de la corriente dos sale biomasa con solvente que previamente pasa por un separador sólido-líquido, el solvente al igual que la corriente uno se recircula y la biomasa obtenida se distribuye como alimento para animales, con eso se aprovecha los residuos obtenidos y no se genera desechos que contaminen.

3.1.1 Obtención de la zanahoria

Teniendo en cuenta que la materia principal para la obtención de β -carotenos es la zanahoria, se decide contar con la utilización de recursos que en algunos casos son desperdiciados. Se hace referencia al uso de zanahorias desperdiciadas en plazas de mercado como en almacenes que distribuyen dicho vegetal y luego de un tiempo lo desechan por no venderse, aminorando costos de producción en cuanto a la adquisición de materia prima, como la disminución de residuos orgánicos en los botaderos de basura.

3.1.2 Elección de disolvente

En el sistema de extracción se toma como disolvente el hexano, debido a que la extracción arroja mejores rendimientos, aunque se debe tener en cuenta que la legislación internacional cada vez restringe más su uso y a su vez las cantidades usadas, entonces se espera a futuro con más estudios y experimentaciones encontrar un

disolvente orgánico que logre los rendimientos altos de extracción y pueda reemplazar el uso de hexano; hoja de seguridad anexo 23 [51]

Por lo mencionado en cuanto a las restricciones del hexano, en el proceso se busca recircular todo el solvente utilizado de tal manera que se presenten desperdicios y un uso excesivo del mismo.

Se debe tener también en cuenta el uso de solventes como el licopeno, Limoneno entre otros solventes verdes y orgánicos [43], aunque requieren más estudios en cuanto a relaciones de extracción y rendimientos, disminuyen el grado de toxicidad.

En la extracción de β -carotenos también se utilizan disolventes como la acetona, el isopropanol y mezclas de agua con ácido acético entre otros, pero no se tomaron en cuenta para este diseño conceptual por los rendimientos encontrados en la literatura que en comparación con el solvente utilizado son bajos y tóxicos.

3.1.3 Equipos e instrumentos en el método de obtención y/o extracción de β - carotenos de zanahoria

La zanahoria ingresa a la planta es pesada con una pesa ilustrada en la figura 9 y luego pasa por tratamiento donde se corta el 10% de lo que ingresa referente al tallo de la misma, con una rebanadora o ranuradora en la cual la zanahoria es colocada de forma vertical para cortar solo el tallo, el equipo se evidencia en la figura 10.

Figura 9.

Balanza industrial



Nota. En la figura 9 se observa una balanza industrial para pesado de la materia prima que entra a la planta con dos barras que faciliten el procedimiento. Tomado de: Mundo Basculas, “Barras pesadoras XFI en acero pintado, con un diseño pensado para su transporte y montaje”, Mundo Basculas, [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/c6ohr>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Figura 10.

Ranuradora



Nota. En la figura 10 se observa una ranuradora CNC tipo pórtico para retiro de tallo de zanahoria. Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “*Ranuradora CNC tipo pórtico Kcv-1250x5000 para metal, SS*”. Made-in-Chine Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea]. Disponible en: <https://jinqiumt.en.made-in-china.com/product/lwcfjrmDYphU/China-Gantry-Type-CNC-Grooving-Machine-Kcv-1250X5000-for-Metal-Ss.html>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

En el tratamiento de los β -carotenos se requiere una caldera para calentar y aumentar la temperatura del agua de T ambiente a 120°C con una caldera como se muestra en la figura 11, para previamente lavar la zanahoria con el agua que sale de la caldera en el equipo que se muestra en la figura 12.

Figura 11.

Caldera industrial



Nota. En la figura 11 se muestra una caldera industrial de vapor de agua para aumento de temperatura del agua. Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “Yuanda Boiler Henan Yuanda Boiler Co. Ltd.”. Made-in-Chine Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/n4sea>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Figura 12.

Lavadora Industrial



Nota. La figura 12 se muestra una lavadora industrial de acero para verduras a vapor para retiro impurezas y limpieza de suciedad. Tomado de: : Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “*Los proveedores chinos de acero inoxidable con verduras y frutas automaticas Lavadora*”. Made-in-Chine Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea]. Disponible en: https://es.made-in-china.com/co_dzyuanbang/image_Chinese-Suppliers-Stainless-Steel-Automatic-Vegetable-and-Fruit-Washing-Machine_osrorig_KkfYpOAcHTba.html [Acceso: Noviembre, 4,2021]

La zanahoria luego de ser lavada a vapor pasa por una cortadora para facilitar luego el proceso de secado, en la figura 13 se muestra una cortadora de vegetales industrial.

Figura 13.

Cortadora de vegetales industrial



Nota. La figura 13 muestra una cortadora de vegetales industrial en la cual la zanahoria será cortada en rodajas pequeñas. Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “*Procesadora de alimentos Máquina cortadora de vegetales multifunción de doble extremo*”. Made-in-Chine Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/dxj1cv>. [Acceso: Noviembre, 4,2021]

Luego la zanahoria cortada pasa por un secado para luego ser triturado y pasar a la extracción. En la figura 14 se muestra una secadora industrial de alimentos en la cual se le retira el 88% de humedad a las rodajas de zanahoria; Luego en la figura 15 se observa una trituradora de frutas y en la figura 16 se observa un extractor mezclador para la extracción de β -carotenos.

Figura 14.

Secadora deshidratadora industrial Cortadora de vegetales industrial



Nota. En la figura 14 se muestra una secadora deshidratadora industrial para vegetales Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “*Secadora industrial de alimentos vegetales /máquina secadora deshidratadora de vegetales*”. Made-in-Chine Connecting Buyers with Chinese Suppliers. [En línea]. Disponible en: <https://keysong.en.made-in-china.com/product/pvmnxaIClerl/China-Industrial-Pepper-Vegetable-Food-Drying-Machine-Vegetable-Dehydrator-Dryer-Machine.html>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Figura 15.

Trituradora de alimentos industrial



Nota. En la figura 15 se muestra una trituradora industrial de alimentos con altas productividades. Tomado de: Alibaba.com, “*Trituradora industrial de alimentos de doble eje vertical*”. Alibaba.com [En línea]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/double-shaft-fruit-vegetable-crusher-industrial-food-shredder-1600225246305.html?spm=a2700.details.maylikeexp.6.10245c38cPhlQl>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Figura 16.

Extractor mezclador



Nota. En la figura 16 se muestra un mezclador de extracción por solvente industrial utilizado en el proceso para la extracción de β -carotenos. Tomado de: Alibaba.com, “*Mezclador mezclador de extracción por solvente industrial*”, Alibaba.com. [En línea]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/Industrial-Solvent-Extraction-Mixer-Settler_62584476140.html?spm=a2700.pc_countrysearch.main07.83.6ae57745HT2Vw2 [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Del proceso de extracción salen dos corrientes a las cuales se les debe separar el hexano de los β -carotenos y la biomasa respectivamente, luego recircular el hexano recuperado. En la figura 17 se muestra un separador centrífugo para separación de líquido-líquido (β -carotenos – hexano); y en la figura 18 se evidencia un separador sólido – líquido (biomasa – hexano).

Figura 17.

Separador líquido – líquido



Nota. En la figura 17 se muestra un separador centrifugo líquido – líquido de disco de aceite de cuenco sólido auto limpiante para separación de β -carotenos y hexano. Tomado de: Alibaba.com, “*Separador centrifugo líquido de disco de aceite de cuenco solido auto limpiante*”, Alibaba.com. [En línea]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/Liquid-Centrifuge-Separator-Self-Cleaning-Solid_1600329899585.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.57b76902cpdwci&s=p. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

Figura 18.

Separador Sólido – Líquido



Nota. En la figura 18 se muestra un separador sólido – líquido para separación de biomasa y hexano. Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “*Separador de sólidos y líquidos*”. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/oju3i>. [Acceso: Noviembre, 4, 2021]

3.2 Proceso de extracción de rutina de ácido carmínico

El ácido carmínico también se puede obtener en forma de pintura carmín (pasta), y el proceso de obtención es similar al trabajado en este proyecto, por lo cual se menciona para previamente analizar si es viable o no tener en cuenta algunos fragmentos del proceso. Para el propósito de este trabajo, se desarrolló el diagrama de

flujo que se muestra en la Figura 3. El proceso comienza con la limpieza y selección de la cochinilla, luego la muele finamente hasta obtener una malla ASTM 50 y previamente se coloca en un recipiente para su extracción.

Con agua desionizada, la temperatura total se eleva a 95 °C a través de un sistema de calentamiento durante 30 minutos, una agitación moderada es buena para la extracción. La solución obtenida se filtró usando ASTM 100 mesh para recuperar el ácido carmínico en la solución, se añadió el agente de separación de masas R300 (MSA R300) para obtener el precipitado, el cual se recuperó por sedimentación y luego se filtró con 100 mesh. La torta de filtración se lava con agua desionizada, previamente se diluye con una solución de ácido clorhídrico y el valor de pH se ajusta a 2,5 a temperatura ambiente. La proteína que queda en la suspensión se separa por filtración. El ácido carmínico que queda en la solución se recupera mediante la adición de un disolvente orgánico, el cual se intercambia para que el MSA R300 no contenga ácido carmínico y finalmente se evapora al vacío la combinación disolvente-ácido. El disolvente se recupera y finalmente se seca para obtener ácido carmínico de alta pureza [52].

De acuerdo con lo anterior para el diseño conceptual de obtención de colorante natural se toma en cuenta el uso de agente masico para evitar contaminantes en el pigmento.

Continuando con la tabla 2 y 3 se muestran extracciones realizadas para obtención de colorantes con método de cromatografía utilizando extracto etanólico.

Tabla 2.

Cromatografía en columna del extracto etanólico.

FRACCIÓN	POLARIDAD %	MEZCLA
1 – 3	100	Hex
4 – 13	90 : 10	Hex : AcOEt
14 – 25	80 : 20	Hex : AcOEt

Tabla 2. Continuación

26 – 31	70 : 30	Hex : AcOEt
32 – 43	60 : 40	Hex : AcOEt
44 – 51	50 : 50	Hex : AcOEt
52 – 56	30 : 70	Hex : AcOEt
57 – 61	20 : 80	Hex : AcOEt
62 – 67	100	AcOEt
68 – 80	80 : 20	AcOEt : EtOH
81 – 87	70 : 30	AcOEt : EtOH
88 – 125	50 : 50	AcOEt : EtOH
126 – 146	30 : 70	AcOEt : EtOH
147 – 162	20 : 80	AcOEt : EtOH
163 – 180	100	EtOH
181 – 221	80 : 20	EtOH : H ₂ O
222 – 242	50 : 50	EtOH : H ₂ O

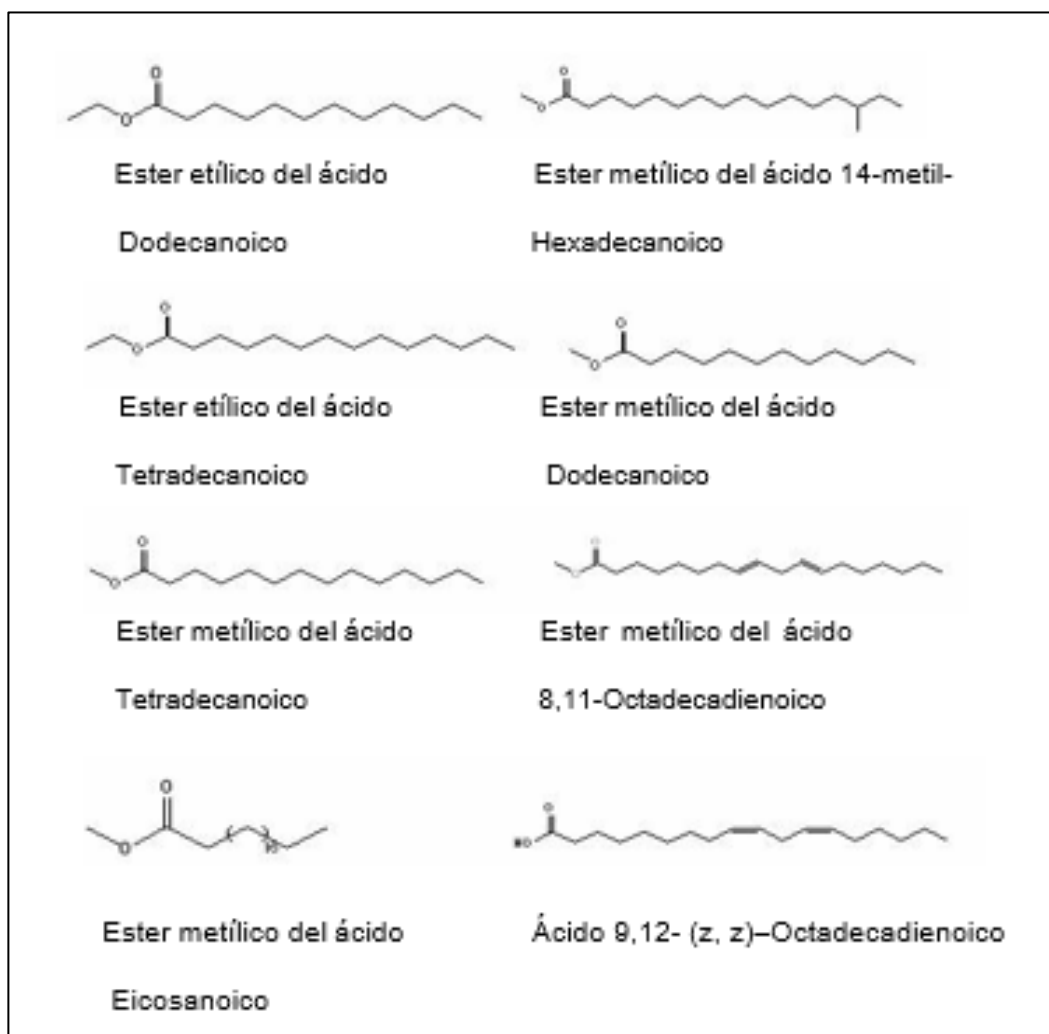
Nota. La tabla 2 muestra los resultados obtenidos en extracción por cromatografía de carmín con diferentes fracciones y mezcla de solventes extractivos, arrojados y descritos en literatura. Tomado de: B, Gómez Hernández, “Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)”, Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 20, 2021]

De la parte grasa de la cromatografía en columna del extracto etanólico que se muestra en la tabla 2, obtienen 90 fracciones no coloridas que se reúnen en orden de obtención por diferentes fragmentos que se observan en la tabla 3. Posteriormente realizan un análisis por espectrometría de masa y observan una serie de ácidos grasos, que se reportan por primera vez en la grana cochinilla, se muestra la estructura de cada uno de ellos en la figura 19. Sin embargo, obtienen compuestos en forma de mezcla donde se mencionan la importancia que desempeñan en el

organismo de los seres vivos; sus respectivos espectros de masa se muestran en las figuras del 20 al 26 en base a los ácidos grasos mostrados en la figura 19 [53].

Figura 19.

Estructura de los ácidos grasos obtenidos del extracto etanólico.



Nota. En la figura 19 se muestra las estructuras de ácidos grasos formados y obtenidos en la extracción de carmín con solvente etanólico, reportado por la literatura. Tomado de: B, Gómez Hernández, “Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (Dactylopius coccus COSTA)”, Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095>. [Acceso: Octubre, 25, 2021]

Tabla 3.

Cromatografía en columna de las fracciones no coloridas de extracto etanólico.

FRACCIONES	FRACCIONES REUNIDAS
1-3	I
4 – 28	II
29 – 49	III
41 – 50	IV
51 – 60	V
61 – 70	VI
71 – 76	VII
77 – 80	VIII
81 – 84	IX
85 – 90	X

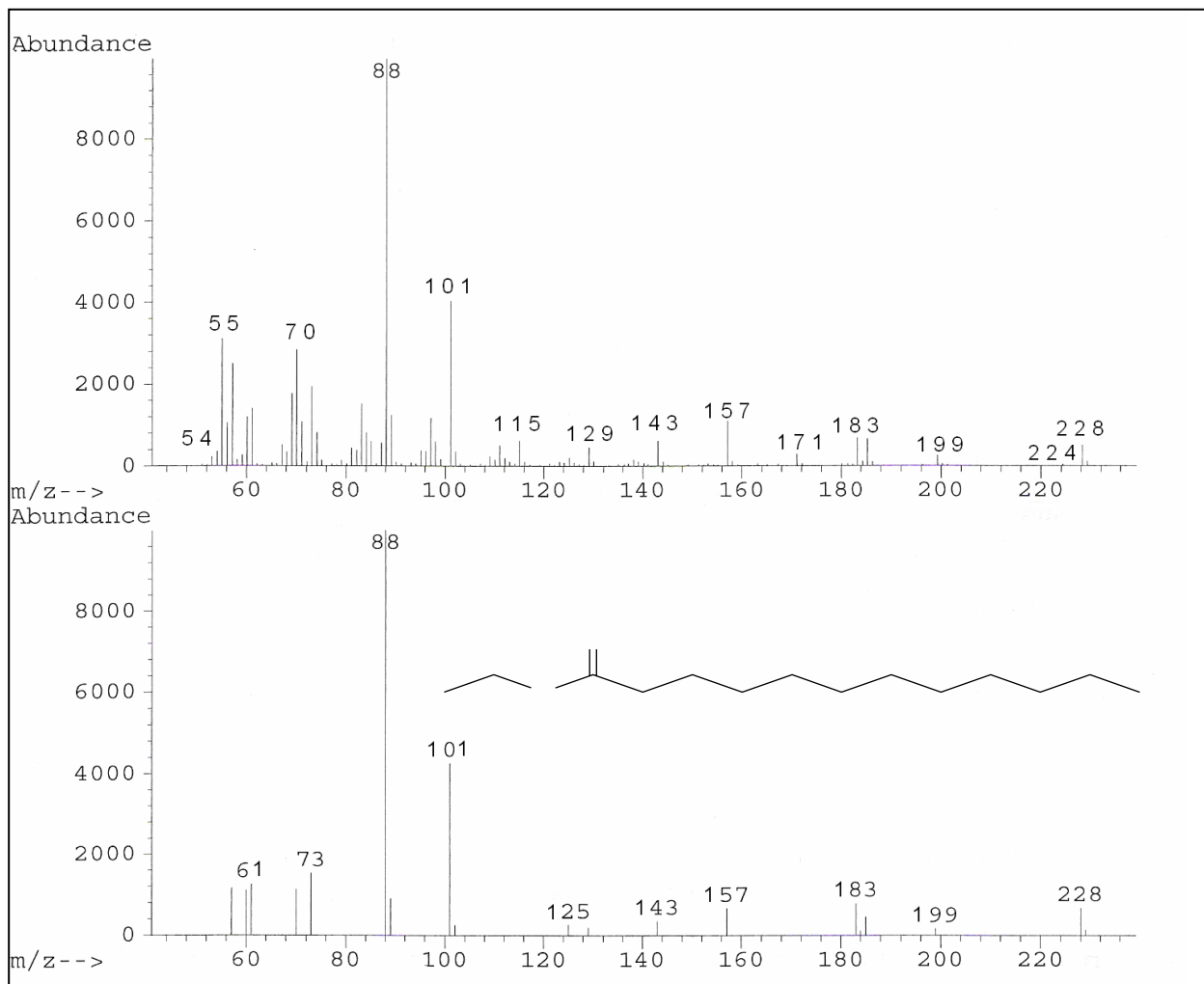
Nota. En la tabla 3 se muestra las 90 fracciones no coloridas recopiladas y organizadas en fracciones reunidas de los resultados obtenidos por cromatografía en columna en la extracción de carmín según literatura. Tomado de: B, Gómez Hernández, “Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)”, Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 21, 2021]

En la tabla 3 se evidencian las fracciones reunidas de cromatografía en columna según literatura, donde se observa en fracción I en el evaporar el disolvente con cristales blancos, los cuales se analizan por espectrometría de masa; se evidencia la presencia de dicha muestra el éster etílico del ácido dodecanoico 14, con un resultado en cuanto a calidad del 94%, con respecto a la base de datos y referencias de literatura con el ion molecular 228 corresponde al peso molecular del compuesto, su espectro de masa se observa en la figura 20 [53].

Para las figuras 20 a 26 se toma como referencia la base de datos (Wiley 138) [54].

Figura 20.

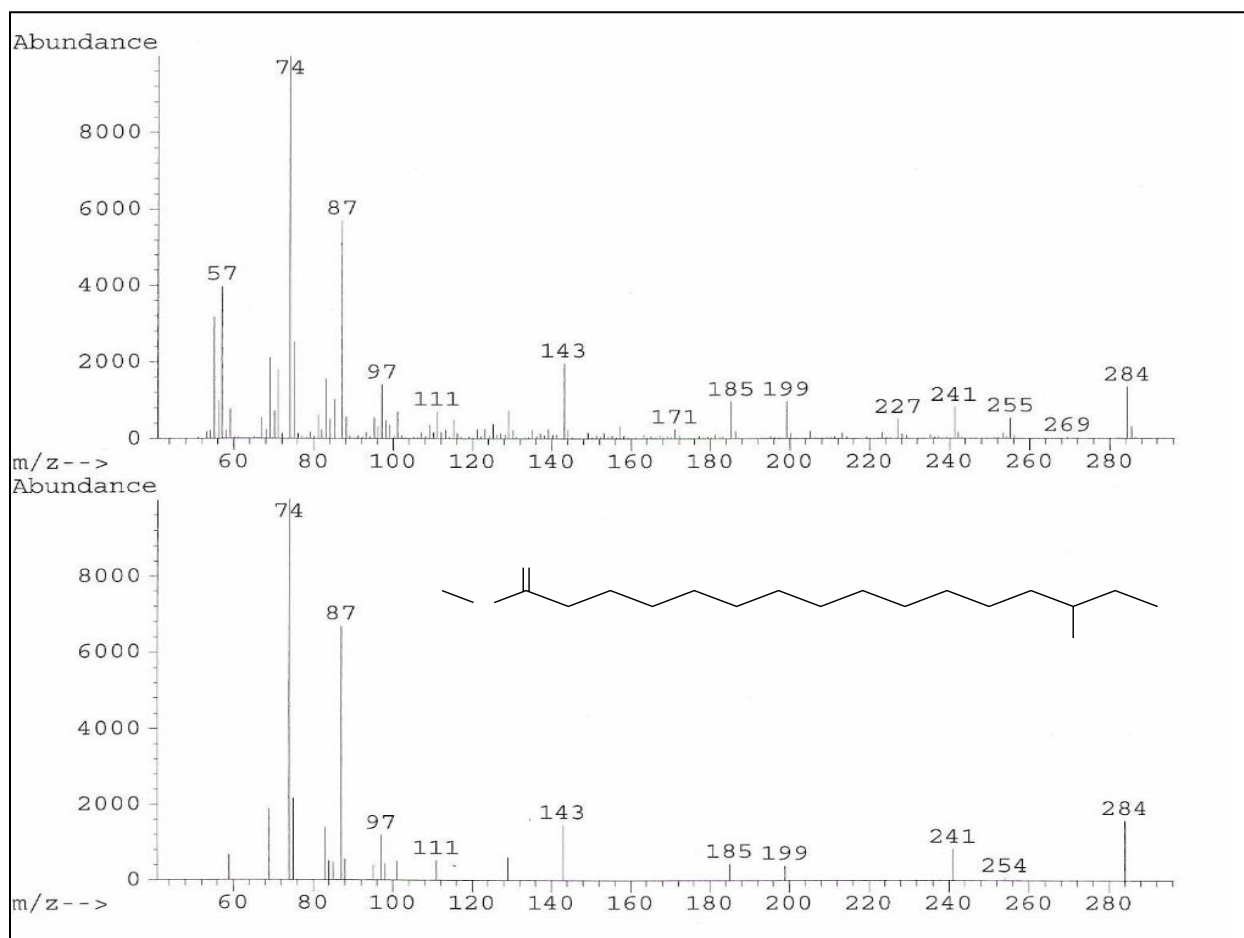
Espectro de masa experimental del éster etílico del ácido dodecanoico 14 con referencia en la base de datos de la literatura.



Nota. En la figura 20 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster etílico del ácido graso, ácido dodecanoico 14, en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomado de: B, Gómez Hernández, "Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)", Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

Figura 21

Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido 14-metil-Hexadecanoico 15 con referencia en la base de datos de la literatura.



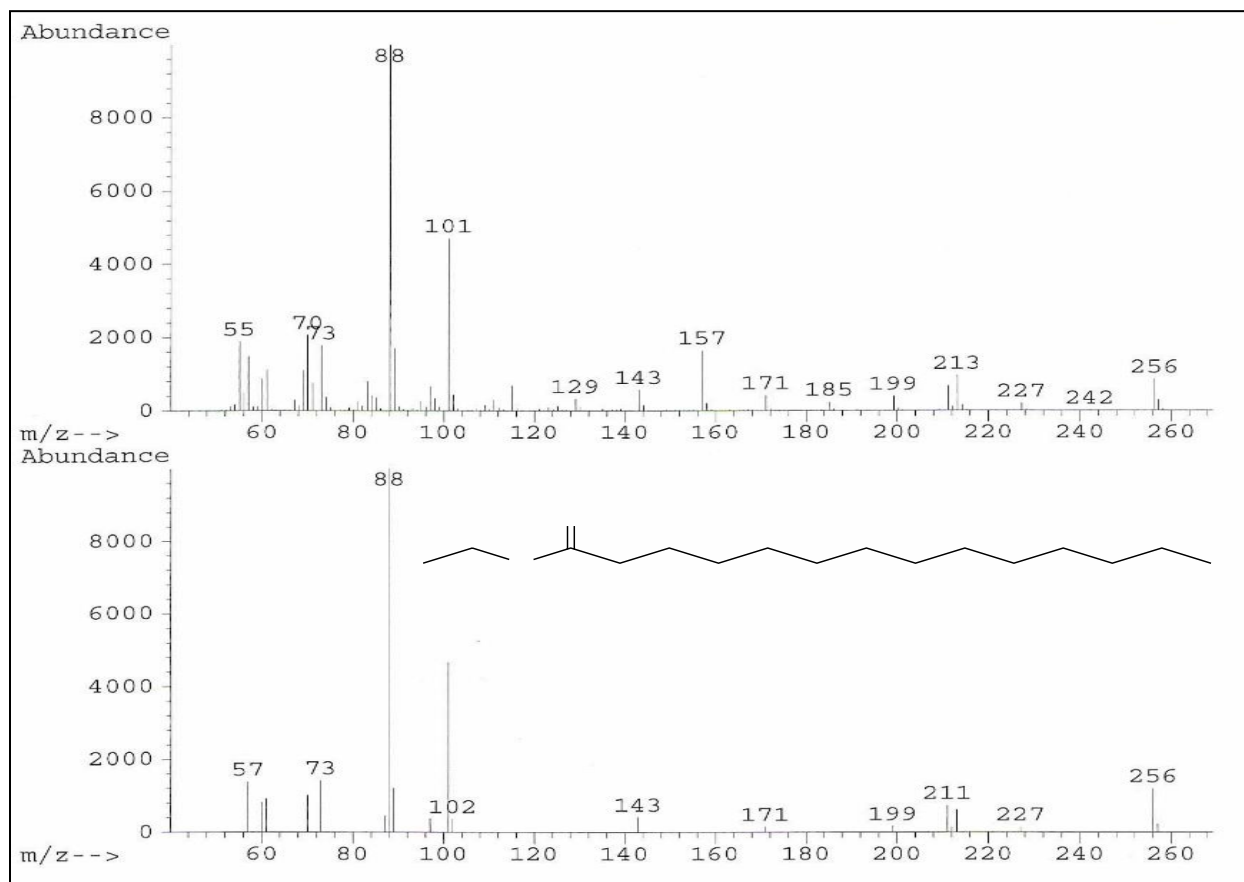
Nota. En la figura 21 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster metílico del ácido graso, ácido 14-metil-Hexadecanoico, 15 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomado de: B, Gómez Hernández, "Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)", Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

Otro de los compuestos que sobresale en la fracción I de la tabla 3 es el éster metílico del ácido 14-metil-hexadecanoico 15, presente en un 98 % de calidad respecto a la base de datos vista en la figura 21 [53].

En la figura 22 se observa el espectro de masa para el éster etílico del ácidotetradecanoico 16 presentando un 95 % de calidad [53].

Figura 22.

Espectro de masa experimental del éster etílico del ácido Tetradecanoico 16 con referencia en la base de datos de la literatura.

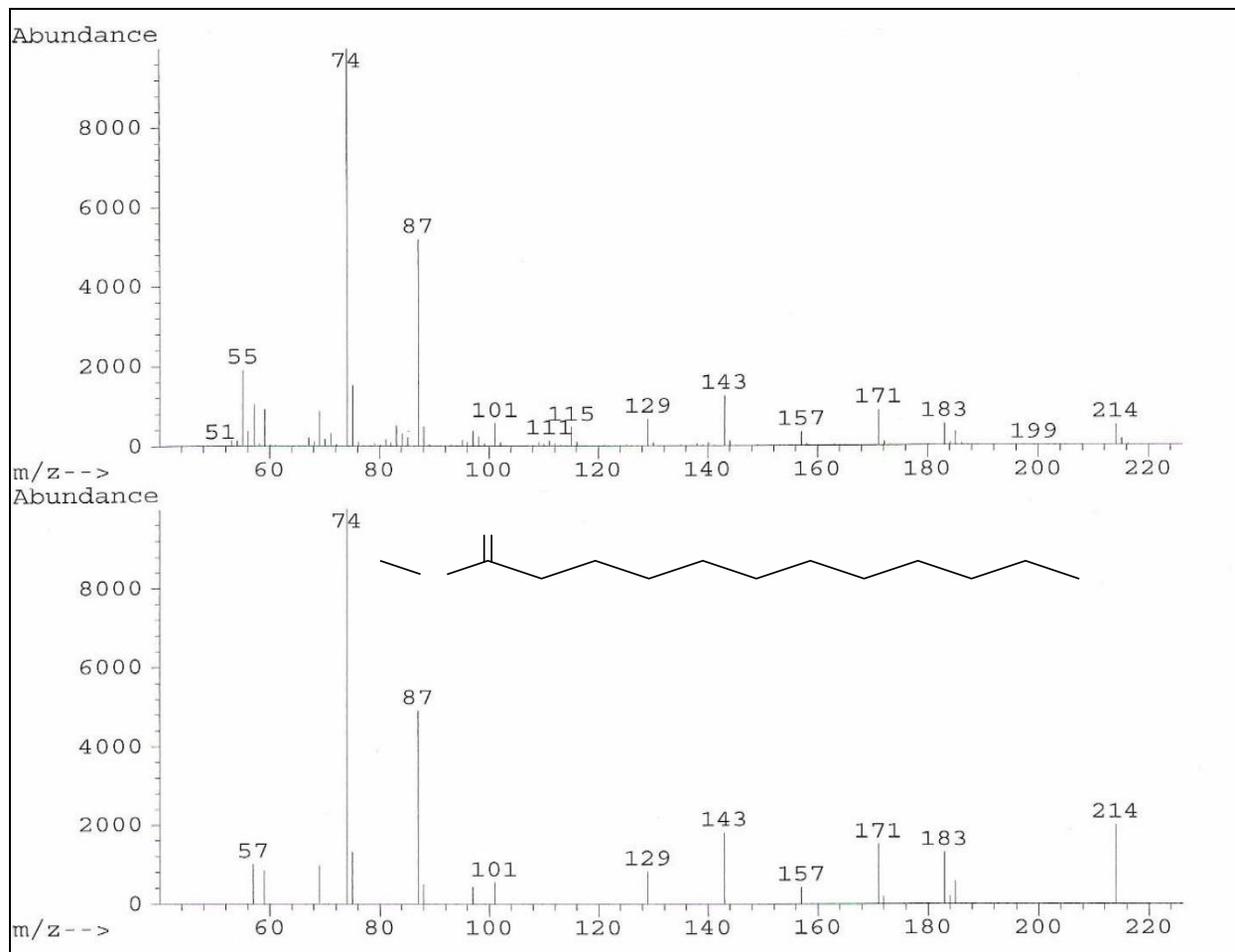


Nota. En la figura 22 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster etílico del ácido graso, ácido tetradecanoico 16 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomada de: B, Gómez Hernández, "Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)", Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

Otro de los compuestos que resalta en la fracción I, es el éster metílico del ácidododecanoico 17 con un 97 % de calidad de acuerdo con la Figura 23.

Figura 23.

Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido dodecanoico 17 con referencia en la base de datos de la literatura.

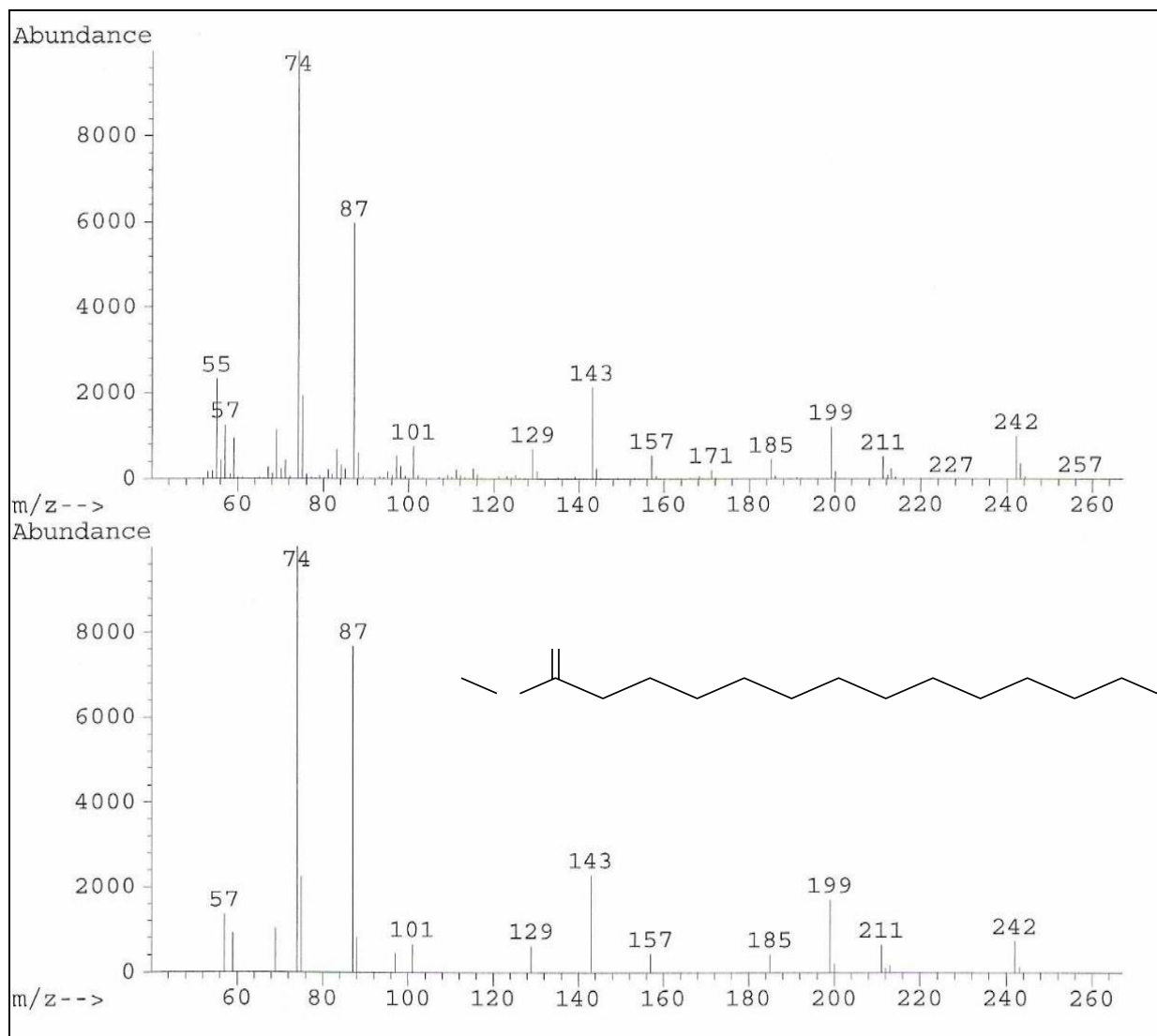


Nota. En la figura 23 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster metílico del ácido graso, ácido Dodecanoico 17 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomada de: B, Gómez Hernández, “Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)”, Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

Además, la literatura reporta encontrar el éster metílico del ácido Tetradecanoico 18 con un 98% de calidad en esta fracción I, con respecto a la referencia de la figura 24 [53].

Figura 24.

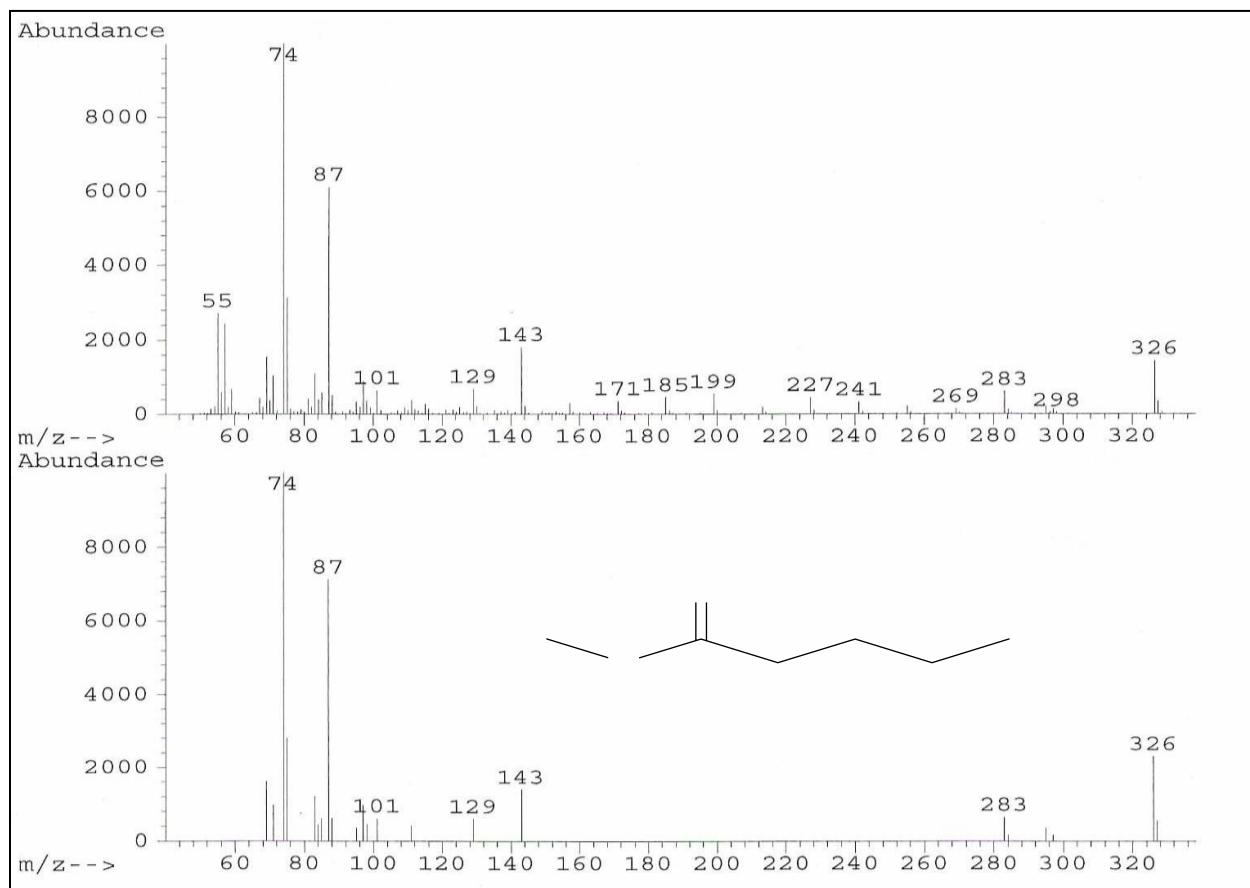
Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido Tetradecanoico 18 con referencia en la base de datos de la literatura.



Nota. En la figura 24 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster metílico del ácido graso, ácido Tetradecanoico 18 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomada de: B, Gómez Hernández, "Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)", Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

Figura 25.

Espectro de masa experimental del éster metílico del ácido 8,11-Octadecadienoico 19 con referencia en la base de datos de la literatura, con un 99 % de calidad.

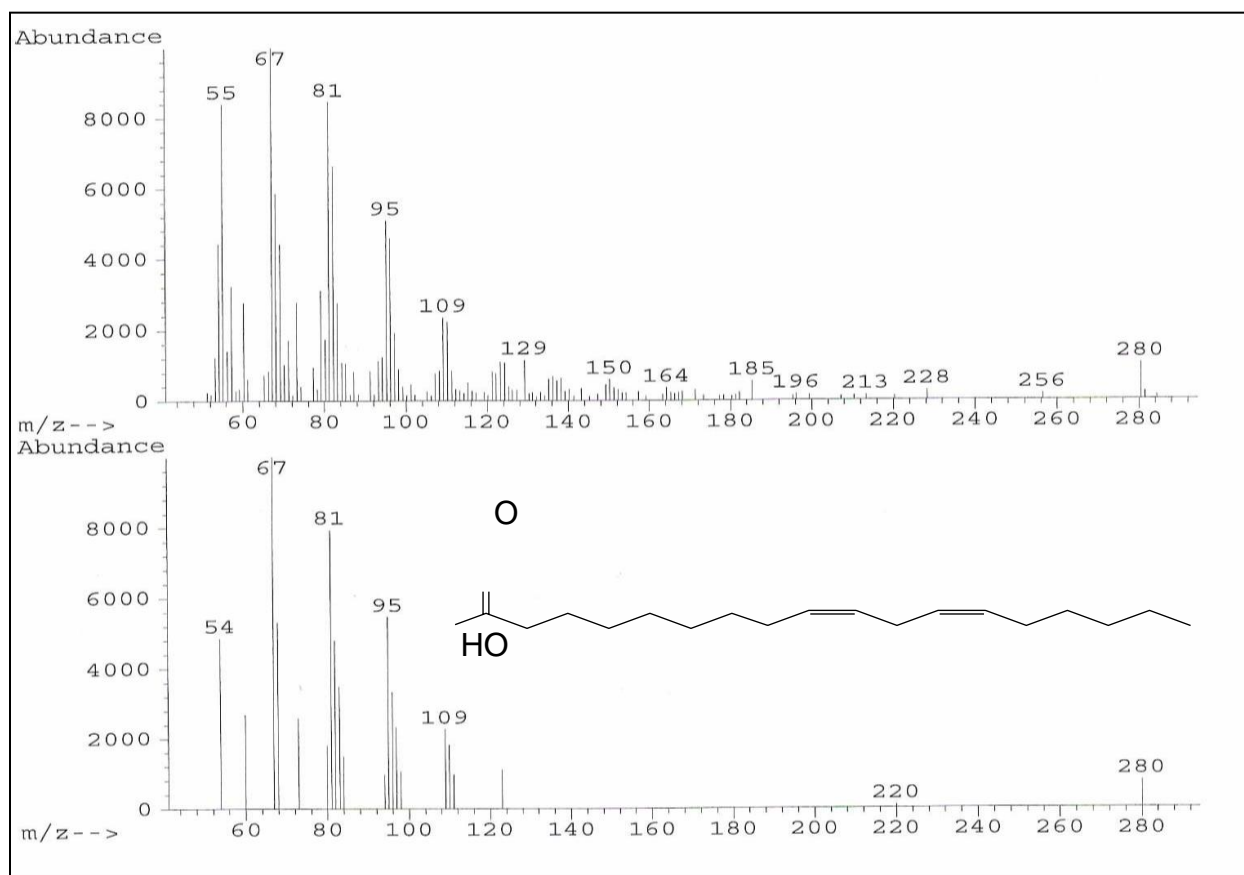


Nota. En la figura 25 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por éster metílico del ácido graso, ácido 8,11-Octadecanoico 19 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomada de: B, Gómez Hernández, "Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)", Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

La literatura reporta de las fracciones II y X que observaron con un 99 % de calidad del ácido 9,12-(z, z)-Octadecadienoico 21, de acuerdo con el pico base 280 de la figura 26 y lociones moleculares 67, 81 y 95 son semejantes por lo cual se deduce que se trata de este compuesto [53].

Figura 26.

Espectro de masa experimental del ácido 9,12-(z,z)Octadecadienoico 21 con referencia en la base de datos de la literatura.



Nota. En la figura 26 se observa graficas de resultados arrojados en espectro masico por del ácido graso, ácido 9,12-(z-z) Octadecadienoico 21 en cromatografía extractiva de carmín según literatura. Tomada de: B, Gómez Hernández, “Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA)”, Pachuca de soto, Hidalgo, 2006 [PDF]. Disponible: <https://onx.la/d1095> [Acceso: Octubre, 22, 2021]

3.2.1 Método de obtención de carmín con cochinilla de grana hospedada en la Tuna (Planta cactácea)

Las cochinillas de grana presentes en la planta Tuna (*Opuntia Ficus Indica*), contienen en estado vivo generalmente un 10% de ácido carmínico, aunque cuando sus condiciones de uso luego de pasar por un previo tratamiento y secado como se encuentra

en la literatura; si las condiciones de la cochinilla son óptimas y se logra mejorar pueden contener rangos de porcentajes de composición que se evidencian en la tabla 4. [55]

Tabla 4.

Composición y características de cochinilla de grana en base seca

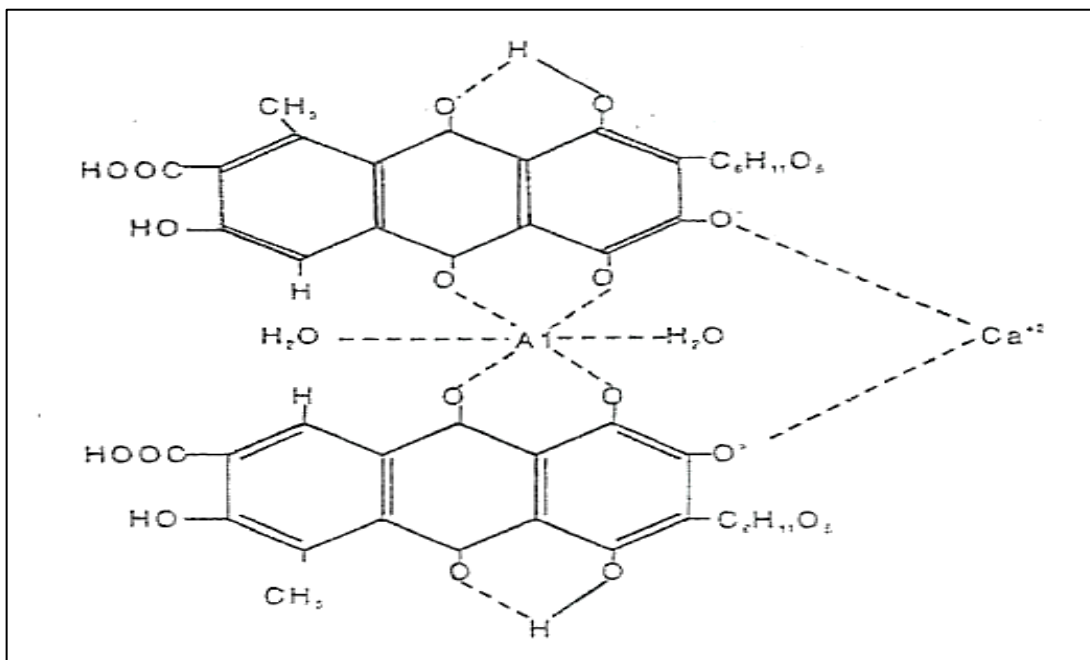
Composición y características	Rango de porcentaje (%)
Ácido carmínico	9 - 22
Grasas	6 - 8
Ceras	0,5 – 2
Agua	10 – 20
Sustancias minerales	15 – 30
Sustancias nitrogenadas	15 – 30
Solubilidad	En cualquier porcentaje (%) de mezcla de agua y alcohol

Nota. La presente tabla muestra los rangos de composición en porcentaje de los componentes de la cochinilla de grana en base seca. Tomado de: R. Erazo E., M. J. Caso H., "Diseño de una planta de producción de Carmín y Annato" *Rev. Per. Quim. Ing. Quim.*, vol. 3, no 1, pp 48 -56, 2001, Disponible: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4222/3375> [Acceso: octubre 29, 2021]

La obtención de colorante de cochinilla de grana, empieza con la extracción de carmín con una estructura compuesta por calcio, aluminio y ácido carmínico, como se muestra en la figura 27. Se debe tener en cuenta como se especifica en la literatura que la cochinilla de grana contiene diferentes cantidades de proteínas, así como de ácido carmínico dentro del cual están presente residuos de componentes nitrogenados orgánicos que varían en su cantidad de acuerdo a la pureza que presente el ácido carmínico [55].

Figura 27.

Formula estructural del carmín, proveniente de la cochinilla de grana

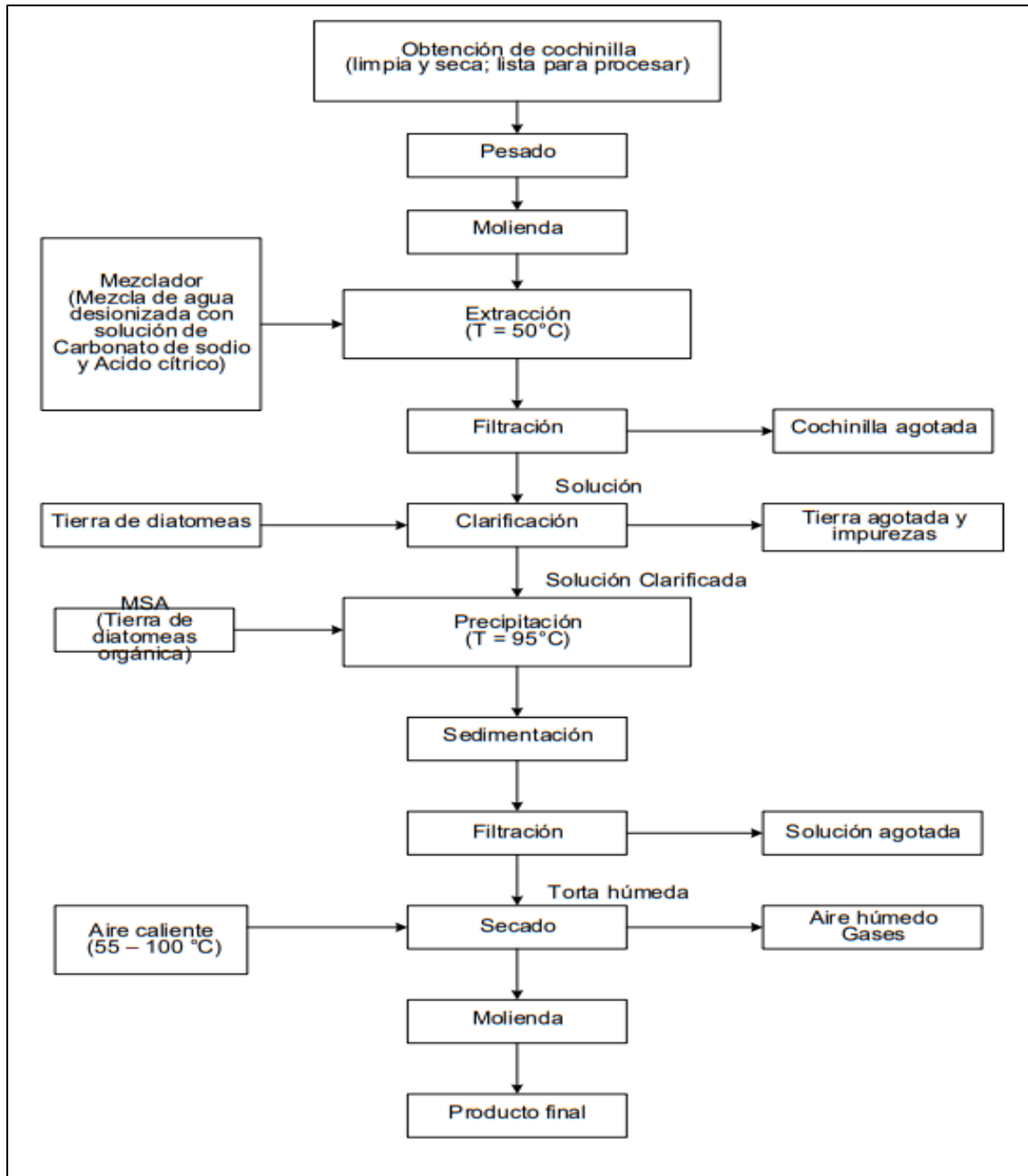


Nota. La ilustración 27 muestra la formula estructural del carmín que proviene de la cochinilla de grana, compuesta por ácido carmínico, calcio y aluminio. Tomado de: R. Erazo E., M. J. Caso H., "Diseño de una planta de producción de Carmín y Annato" Rev. Per. Quim. Ing. Quim., vol. 3, no 1, pp 48 -56, 2001, Disponible: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4222/3375> [Acceso: octubre 29, 2021]

Se presenta un diagrama de flujo en la figura 28 donde se evidencia la obtención de carmín con base en literatura con un rendimiento de 25,40% con un contenido aproximado de 60 a 64 % de ácido carmínico [55].

Figura 28.

Diagrama de flujo de proceso de obtención de carmín



Nota. En la figura 28 se presenta el diagrama de flujo de proceso de obtención de carmín a partir de cochinilla de grana, mostrando un paso a paso y a su vez los insumos requeridos para la obtención, basado en la literatura.

En la figura 28 se observa el proceso de obtención de carmín, donde ingresa cochinilla de grana limpia y seca, que es pesada para conocer la cantidad exacta que entre a planta, para luego pasar una molienda donde se obtiene cochinilla en polvo y empezar con la extracción. En la extracción se añade una solución de CO_3Na_2 y ácido cítrico previamente mezclado con agua desionizada antes de entrar en el extractor; se presenta un sistema de calefacción de 50 – 60 °C con una agitación moderada constante que favorece la extracción por un tiempo de 30 minutos.

La solución obtenida en la extracción, luego pasa por una filtración donde se separa la mezcla de ácido carmínico y la cochinilla agotada existente, previamente se clarifica, se utiliza agente másico de separación tierra de diatomeas, obteniendo una solución clarificada ácido carmínico para la continuación del proceso y una salida de tierra agotada más impurezas presentes.

Se procede luego a una precipitación con agitación moderada continua a 95°C, donde se añade un agente masico de separación orgánico ya utilizado en el proceso de filtración el cual es la tierra diatomeas orgánicas, luego se pasa por una sedimentación y previamente por una filtración en la cual se recupera el agente masico adicionado y la solución agotada presente aún.

La torta húmeda es sometida a un secado de 4 horas con aire caliente de 55 a 100°C entre mayor temperatura mejor secado, teniendo en cuenta no superar los 80°C para favorecer la extracción y luego liberar por una salida los gases presentes; el aire húmedo adicionado se recircula. La base seca de carmín que se obtiene pasa por una molienda final que nos arroja Carmín pulverizado con un rendimiento óptimo.

Se implementa el uso de MSA tierra diatomea orgánico para sustituir el uso sulfato de aluminio, CO_3Ca y Alumbre del proceso convencional utilizado en la extracción de carmín de cochinilla de grana, para evitar la presencia de impurezas que generen contaminantes secundarios en el producto final [52]. Se aconseja el uso de solventes orgánicos, pero no se utilizan en el presente proyecto para la extracción debido a la falta de investigación y experimentación documentada encontrada.

4.2.1.i Equipos e instrumentos en el método de obtención de carmín con cochinilla de grana hospedada en loa Tuna: La cochinilla de grana que ingresa a la planta previamente

es tratada (remoción de impurezas) y seca para iniciar el proceso de obtención. La cochinilla entra a la planta donde es pesada para especificar con más exactitud la cantidad que ingresa, pasa por una transportadora de fajas que permite el desplazamiento por medio de rodillos de acero inoxidable de forma continua, como se evidencia en la figura 29.

Figura 29.

Transportadora de fajas



Nota. En la figura 29 se observa una transportadora de cochinilla con material de rodillos en acero inoxidable que permite el movimiento de la cochinilla hacia zonas de procesamiento dentro de la planta. Tomado de: Catalogo de maquinaria para procesamiento de cochinilla, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima 18, Perú, 2013, pp. 21. [En línea]. Disponible: https://energypedia.info/images/6/6b/Maquinaria_para_Cochinilla.pdf [Acceso: noviembre 2, 2021]

Luego de ser pesada la cochinilla pasa por una molienda que se realiza en un molino de martillos previamente seleccionado, la cochinilla es sometida a este molino debido a que la interacción en ellos y los fuertes rozamientos que no permiten pérdidas significativas. El molino de martillos permite un triturado y pulverizado efectivo en la cochinilla como se muestra en la figura 30.

Figura 30.

Molino de martillos.



Nota. En la figura 30 se observa un molino de martillos MPV 60 – 60, aconsejado por la literatura para la molienda de cochinilla de grana. Tomado de: Catalogo de maquinaria para procesamiento de cochinilla, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima 18, Perú, 2013, pp. 29. [En línea]. Disponible: https://energypedia.info/images/6/6b/Maquinaria_para_Cochinilla.pdf [Acceso: noviembre 2, 2021]

Para la extracción de carmín se requiere un extractor con control de temperatura, como se muestra en la figura 31, que permita una agitación moderada pero constante.

Figura 31.

Extractor de carmín



Nota. En la figura 31 se observa un extractor de carmín en acero inoxidable que permite un control de temperatura óptimo para la extracción, en la parte superior cuenta con una abertura removible para adición de reactivos. Tomado de: Catálogo de maquinaria para procesamiento de cochinilla, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima 18, Perú, 2013, pp. 32. [En línea]. Disponible: https://energypedia.info/images/6/6b/Maquinaria_para_Cochinilla.pdf [Acceso: noviembre 2, 2021]

Para la filtración se aconseja utilizar un filtro de prensa de placas y marcos, que permite que se filtre la solución de ácido carmínico y a su vez eliminar la cochinilla agotada. Un ejemplo del filtro se puede observar en la Figura 32.

Figura 32.

Filtro de prensa de placas y marcos



Nota. en la figura 32 se observa un filtro de prensa de placas y marcos en acero inoxidable. Tomado de: TecnoEdu Tecnología Educativa s.a., “Equipamiento educativo, audiovisual de filtro prensa de placas y marcos, de caero inoxidable Armfield – FT14-A”. TecnoEdu Tecnología Educativa s.a., [En Línea]. Disponible: <https://tecnoedu.com/Armfield/FT14A.php> [Acceso: noviembre 2, 2021]

En la clarificación se utiliza tierra diatomeas para la eliminación de impurezas presentes en la solución de ácido carmínico donde se pasa la solución también por un filtro y se toma como ejemplo igualmente la figura 32.

Luego al obtener una solución clarificada se pasa a un tanque de precipitación, se tiene en cuenta que puede ser en chaqueta o serpentín por la circulación de vapor presente, se añade MSA tierra diatomea orgánica y se mantiene una agitación moderada continua, para ello se utiliza tanque de precipitación como se muestra en la figura 33.

Figura 33.

Tanque de precipitación



Nota. En la figura 33 se observa un tanque de precipitación en acero inoxidable que permite el control de temperatura y agitación continua por determinado tiempo. Tomado de: CONCHA Y TORO, “Tanques de acero inoxidable”. CONCHA Y TORO, [En Línea]. Disponible: <https://conchaytoro.com/blog/4-tipos-de-contenedores-para-fermentar-el-vino/tanques-acero-inoxidable/> [Acceso: Noviembre, 2, 2021]

Luego se utiliza un tanque de sedimentación como se muestra en la figura 34, para incrementar la concentración de sólidos presentes y obtener el carmín.

Figura 34.

Tanque de sedimentación



Nota. En la figura 34 se observa un tanque de sedimentación inclinado con alta eficiencia sólido – líquido. Tomado de: Alibaba.com. “Separador de Lamella”, [En Línea]. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/lamella-water-clarifier-tank-lamella-separator-60536616998.html>. [Acceso: Noviembre, 2, 2021]

En el proceso se utiliza un secador con aire caliente con temperaturas de 55 a 100 °C, por ello se utiliza un secador de cámara horizontal como se muestra en la figura 35.

Figura 35.

Secador de cámara horizontal



Nota. En la figura 35 se observa un secador de cámara horizontal con compuerta superior de alimentación y rejilla de seguridad, permite rangos de temperatura elevados. Tomado de: Catálogo de maquinaria para procesamiento de cochinilla, Cooperación Alemana al Desarrollo – GIZ, Lima 18, Perú, 2013, pp. 12. [En línea]. Disponible: https://energypedia.info/images/6/6b/Maquinaria_para_Cochinilla.pdf [Acceso: noviembre 2, 2021]

3.3 Propiedades fisicoquímicas de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana

Según Salazar (2015) este tipo de modificaciones normalmente se da en presencia de un reactivo químico bajo condiciones controladas de agitación, temperatura y pH. Algunos de los tratamientos químicos permitidos para la producción de colorantes modificados son: lintnerización, oxidación, eterificación, entrecruzamiento, esterificación y acetilación [23]. Las modificaciones químicas de los colorantes, tienen como objetivo generar reacciones con los grupos hidroxilos del polímero de colorante, cambiando su estructura y por consiguiente sus propiedades funcionales.

Entre los diferentes tipos de modificación del colorante, la modificación química es la vía más común para obtener colorantes con características deseables para la aplicación industrial. En general, la modificación química redundará en una mayor estabilidad molecular al cizallamiento mecánico y a la hidrólisis ácida y térmica, se puede modular la viscosidad de las pastas y, entre otros beneficios, se reduce la tasa de retrogradación respecto a la del colorante nativo [23].

Tabla 5.

Procesos de modificación química de Colorantes más comunes. [14]

Modificación química del colorante	Objetivo	Beneficios
Tratamiento ácido	Incrementar la temperatura de gelatinización, disminuir la viscosidad y aumentar la resistencia del gel.	Mejora las propiedades de textura con el incremento de la concentración de colorante empleado.

Tabla 5. Continuación

Oxidación	Introducir grupos carbonilo y carboxilo que aumentan la claridad y reducen la retrogradación de las pastas de colorante cocidas. Dando una menor viscosidad y estabilidad a baja temperatura.	Mejora la adhesión de recubrimientos. Crea geles blandos y estables.
Entrecruzamiento	Fortalecer el granulo de colorante. Retrasar el desarrollo de la viscosidad al retardar la hinchazón de los gránulos.	Mejora la tolerancia a medios ácidos y tratamientos térmicos.
Esterificación	Proporcionar estabilidad a bajas temperaturas. Disminuir la temperatura de gelatinización.	Mejora la resistencia al frio y a la congelación/ descongelación para prolongar la vida útil.

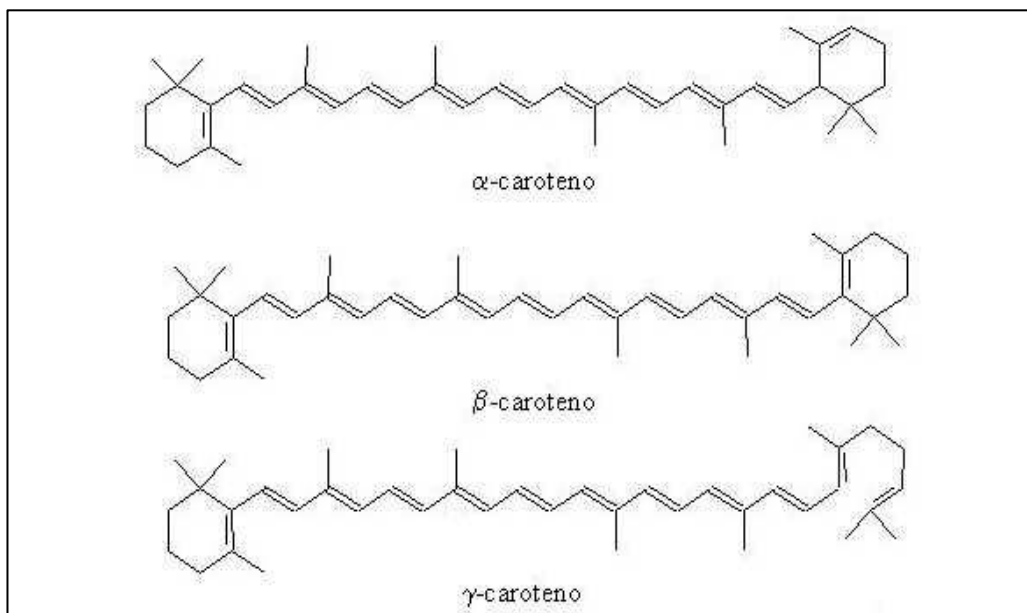
Nota. En la tabla 5 se especifican algunos procesos de modificación química llevados a cabo en la producción de colorantes, mencionando alguno de los beneficios brindados por el mismo. Tomado de: [56]. [Acceso: Agosto, 20, 2021]

Los colorantes son compuestos o sustancias que se componen de grupos activos y reactivos, formando estructuras solubles en agua o disolventes, cambiando de color diversos tipos de texturas, ya que las reacciones presentes en el colorante se unirán a los sustratos presentes para un cambio en la pigmentación [57].

Como se mencionó en el marco teórico existe una clasificación de colorantes entre naturales y sintéticos; diferenciados principalmente por su impacto ambiental, así como por los componentes de cada uno. Los colorantes sintéticos en la actualidad son más utilizados, debido a que su producción y almacenamiento es más simple en comparación al cuidado y manejo de los colorantes naturales, pero su toxicidad es fuerte para el ambiente y la salud humana.

Figura 36.

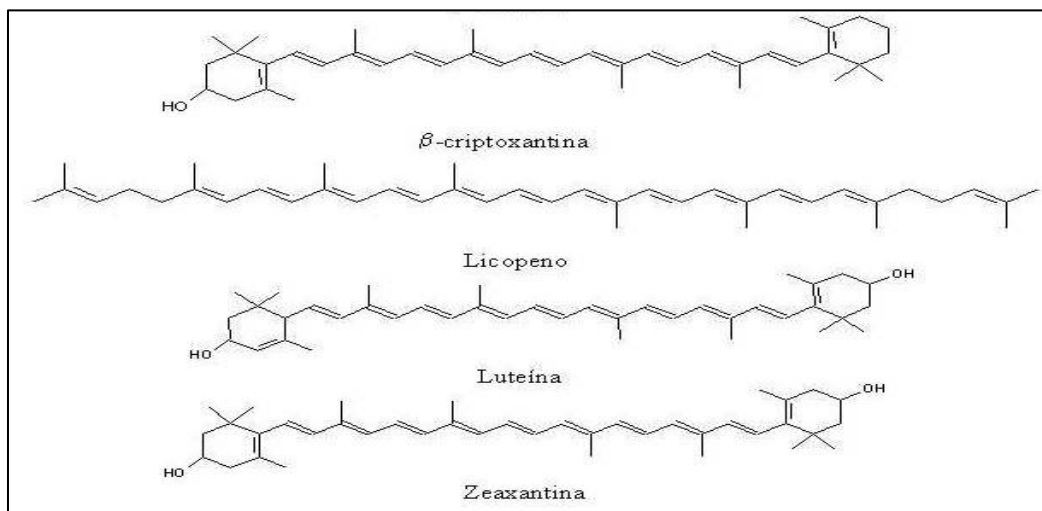
Estructuras químicas de a -b -g -caroteno.



Nota. En la figura 36 se muestra la estructura principal en cadena de dobles enlaces conjugados por los que esta constituidos el α -caroteno, β -caroteno y γ -caroteno, se evidencia de la misma forma la presencia molecular de un cromóforo consiste total. Tomado de: Otalora O., Martin G., Técnicas emergentes de extracción de B-caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.): una revisión. Revista investigación Sena, informador Técnico, 85 (1), pp. 83 – 106. Disponible en: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2857/3688#info [Acceso: Agosto, 21, 2021]

Figura 37.

Estructuras químicas de β -criptoxantina, licopeno, luteína y zeaxantina



Nota. En la figura 37 se muestra la estructura principal en cadena de dobles enlaces conjugados por los que esta constituidos el β -criptoxantina, Licopeno, Luteína y Zeaxantina, se evidencia de la misma forma la presencia molecular de un cromóforo consiste total. Tomado de: Otalora O., Martín G., Técnicas emergentes de extracción de B-caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.): una revisión. Revista investigación Sena, informador Técnico, 85 (1), pp. 83 – 106. Disponible en: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2857/3688#info [Acceso: Agosto, 21, 2021]

En estos pigmentos la acción antioxidante depende de varios factores tales como su configuración, contracción, interacción con otros antioxidantes o la estructura química que comprende sub aspectos como la configuración cis o trans, el tamaño la cantidad de sustituyentes entre otros.

El mecanismo de actividad antioxidante del β -caroteno se relaciona tanto con su hidrofobicidad como con su capacidad para deshacerse del oxígeno singlete y hacer inactivos los radicales libres. Se ha sugerido también que el β -caroteno puede pasar de antioxidante a prooxidante para lo cual depende de factores de concentración de oxígeno y presión. Existen investigaciones in vitro que demuestran que, en relación al α -tocoferol,

el β -caroteno tiene una actividad antioxidante superior [58] [59]. Otros carotenoides, como la astaxantina y que son responsables del color de la carne del salmón, son buenos antioxidantes [60], [61] [62], [63], [64]. Se ha demostrado también que otros carotenoides con esta actividad son el licopeno, la luteína, la cantaxantina y la zeaxantina. Cabe señalar que, en diversos casos y debido a la gran variedad de diseños y métodos de experimentos, los resultados que se relacionan investigaciones de actividad antioxidante carotenoide es poco conciso, y en algunos casos son contradictorios. Hay investigaciones, que demuestran que la astaxantina posee una actividad antioxidante más efectiva que otros carotenoides, en tanto que los resultados de otros experimentos concluyen lo opuesto [40].

Un ensayo que involucró a voluntarios de cinco países mostró que la suplementación con carotenoides no significa un aumento en la capacidad antioxidante de las lipoproteínas de baja densidad; sin embargo, los resultados de esta prueba muestran que comer frutas ricas en carotenoides y vegetales sí significa una mayor resistencia a la oxidación. De manera similar, se ha observado que el aumento de los niveles plasmáticos de carotenoides se asocia con un menor daño del ADN y una mayor actividad reparadora. Anteriormente, se sugirió que las lipoproteínas de baja densidad, que son ricas en β -caroteno y licopeno, pueden mejorar la defensa contra el oxígeno singlete. Este enriquecimiento de proteínas de baja densidad se logra al permitir que voluntarios sanos complementen el jugo de tomate. En otro estudio reciente, se concluyó que los carotenoides de pimentón y el β -caroteno pueden inhibir la peroxidación de lípidos en el cuerpo [42].

3.3.1 Diseño conceptual de un colorante natural con carotenoides y cochinilla de grana

La obtención de un colorante natural se puede llevar a cabo por métodos físicos, químicos o combinados como los mencionados ya en el presente documento.

Para la extracción de β -carotenos y carmín se encuentran en la literatura muchos procesos y métodos de extracción, pero se toman en cuenta para el presente documento los procesos que se puedan aplicar a escala industrial y a su vez que manejen buenos rendimientos (superior a 20%), teniendo en cuenta que la obtención del colorante natural

en este documento no sigue al pie de la letra un proceso en específico, porque como bien ya se mencionó se quiere es una obtención a escala industrial, con eficiencia.

El uso de solventes en la extracción tanto de β -carotenos como de carmín requiere más estudios en cuanto a la utilización de disolventes orgánicos, porque como se puede observar a lo largo del documento se utiliza hexano, carbonato de sodio y ácido cítrico, generando desventajas para el medio ambiente. Pero se puede sustituir con más experimentación y análisis dichos disolventes para la reducción de riesgos de manejo y afectación de ambiente.

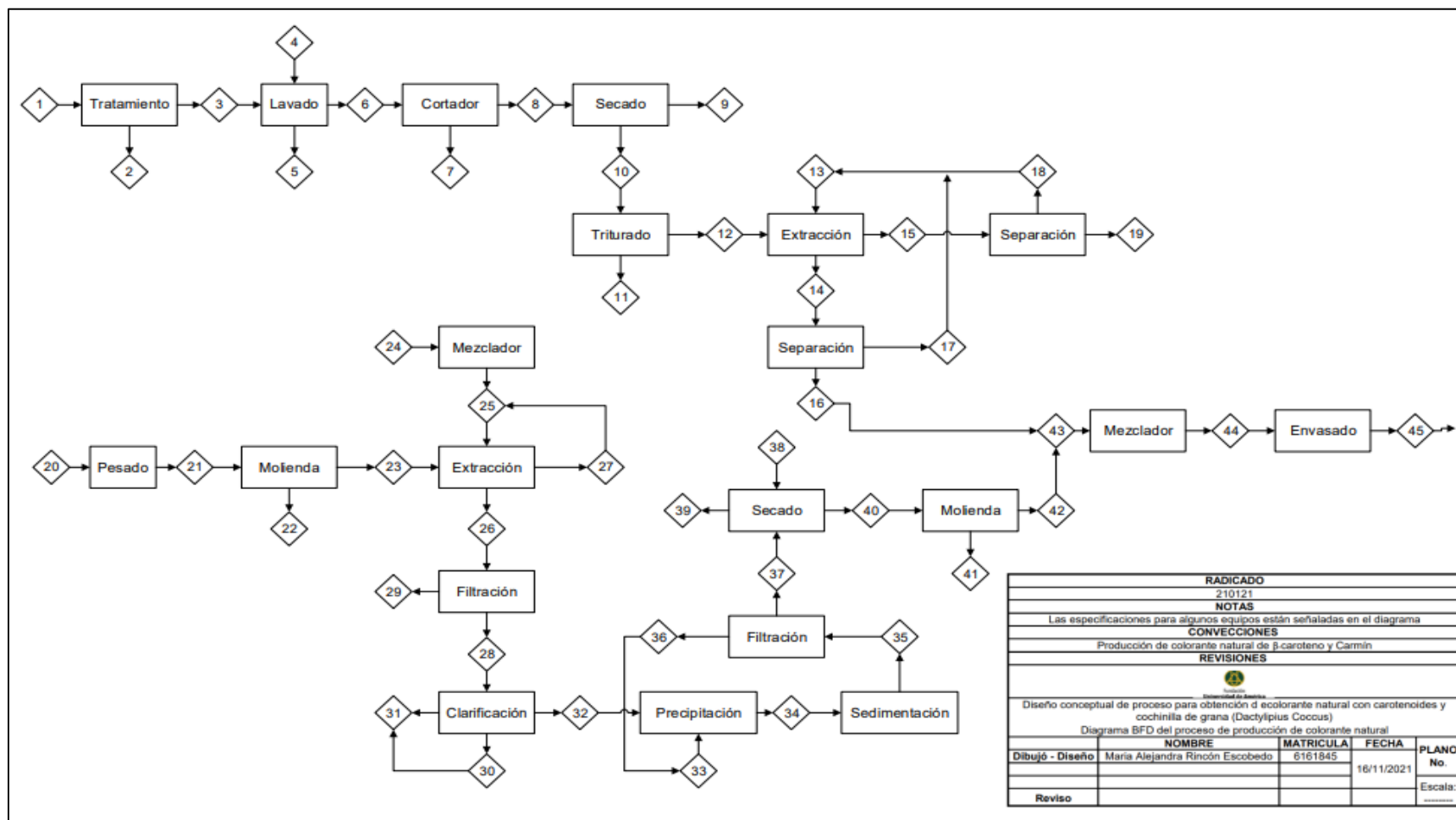
La extracción de β -carotenos se explica y detalla en la figura 8, así como se mencionan los equipos a utilizar esta etapa del proceso que se encuentran de la figura 9 a 18. La extracción de carmín es igualmente explicada y detallada en la figura 28 y los equipos de esta etapa a utilizar son mencionados de la figura 29 a 35.

En Colombia se producen aproximadamente 70.000 Ton anuales de colorantes tanto sintéticos como naturales, la cantidad que se busca obtener de colorante natural es del 3 al 5% de dicha producción anual. Por ello se realizan procesos de extracción y luego mezcla combinando métodos físicos y químicos, donde se inicia para la extracción de β -carotenos por un tratamiento de limpieza y preparación de la zanahoria para luego la extracción con solvente, seguido de separación de líquido-líquido. En el proceso del carmín se inicia con una preparación de la cochinilla de grana, previamente una extracción de ácido carmínico con una solución de solventes que luego de tratamiento y remoción de impurezas se logra obtener el carmín; Finalmente las dos extracciones establecidas en el proceso y de la obtención del compuesto de interés en cada caso se pasa por un mezclador donde ya se obtiene el colorante de alta calidad y listo para distribución, como se muestra en la figura 38 y en el Anexo 2.

En el presente proyecto se desea producir del 3 a 5% de producción en Colombia debido a que se establece un diseño conceptual de planta piloto, por lo mencionado las cantidades de producción se establecen entre 2.100 toneladas /año a 3.500 toneladas/año.

Figura 38.

Diagrama BFD de proceso de obtención de colorante natural



Nota. En la figura 38 se observa el diagrama BFD, en el cual se observa todo diseño conceptual de obtención de colorante natural de carotenoides (β -carotenos) y cochinita de grana (Carmín). Basado en literatura.

3.3.1.i *Equipos e instrumentos en el método de obtención de colorante*: Los equipos que se requieren para finalizar la obtención del colorante son un mezclador y una envasadora.

En el mezclador se llevará a cabo la mezcla entre un sólido-líquido, debido a que el Carmín ingresa en polvo y los β -carotenos en líquido; la capacidad del equipo es de 500 kg, se observa en la figura 39.

Figura 39.

Mezcladora industrial de sólido-líquido



Nota. En la figura 39 se muestra una mezcladora de sólido-líquido por lotes para la obtención del colorante natural. Tomado de: Indiamart, “Stainless Steel Batch solid-liquid mixing system, for industrial”, Indiamart. [En línea]. Disponible en: <https://www.indiamart.com/proddetail/batch-solid-liquid-mixing-system-22496586491.html>. [Acceso: Noviembre, 10, 2021]

Luego se pasa a envasar el colorante natural líquido en una envasadora como se muestra en la figura 40.

Figura 40.

Envasadora industrial



Nota. En la figura 40 se muestra una máquina de envasado líquido para distribución del colorante natural. Tomado de: Made-in-China Connecting Buyers with Chinese Suppliers, “Maquina de envasado líquido automática”. [En línea]. Disponible en: <https://onx.la/1665e> [Acceso: Noviembre, 10, 2021]

3.3.2 Balance de materia

A continuación, se plantean entradas y salidas del proceso en término de flujo masico, con el fin de conocer y establecer cantidades de producción y producto final.

La meta de producción se establece en obtener del 3 a 5% de 70.000 toneladas/año siendo más específicos entre 2.100 toneladas /año a 3.500 toneladas/año, por ello ingresan a planta 7200 kg/h de zanahoria y 720 kg/h de cochinilla de grana. El balance de masa se establece con el concepto básico de todo lo que entra al sistema es igual a lo sale.

Figura 41.

Conservación de masa



Nota. En la figura 41 se muestra la ley de conservación de la masa, en balance de energía, teniendo en cuenta que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma. Elaboración propia.

Definición de balance:

Ecuación 1.

Balance de masa

$$\text{Entrada} - \text{salida} = \text{Acumulación}$$

El balance de masa como se observa en la ecuación 1, se establece partiendo de una base de cálculo para obtener información sobre las concentraciones o flujos masicos finales, adicionalmente da a conocer el tamaño requerido para cada equipo a utilizar y poder estimas costos [65].

Se establecen flujos masico de entrada para el proceso de obtención del colorante y así obtener balance de materia con resultados que se muestran en la tabla 6, 7 y 8.

Tabla 6.

Resumen del balance de materia (parte de extracción de β -carotenos) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD

Corriente	Flujo Masico (kg/h)	Composición					
		Zanahoria	tallo	Agua	B-carotenos	Hexano	Biomasa
1	7200,00	0,88	0,10	0,00	0,02	0,00	0,00
2	720,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
4	21600,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
8	6156,00	0,98	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
10	6075,88	0,98	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
12	5954,36	0,98	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
13	11908,73	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
14	3994,70	0,00	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00
15	7914,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,73
16	25,13	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Nota. En la tabla 6 se muestran los resultados arrojados en el balance de masa en flujo masico (kg/h) de la extracción de β -carotenos, según el proceso de obtención establecido en el diagrama BFD. Elaboración Propia.

Tabla 7.

Resumen del balance de materia (parte de extracción de carmín) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD

Cte.	Fm (kg/h)	Composición							
		Cochinilla de grana	Ácido carmínico	Carmín	Agua	Carbonato de sodio	Ácido Cítrico	Tierra diatomea	Aire
20	720,00	0,91	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	712,80	0,91	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	2168,10	0,00	0,00	0,00	0,66	0,16	0,18	0,00	0,00
26	1239,43	0,24	0,00	0,00	0,50	0,07	0,18	0,00	0,00
27	1099,45	0,00	0,01	0,00	0,25	0,34	0,40	0,00	0,00
28	494,75	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	4947,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
32	494,75	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	1141,73	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
36	399,61	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00
37	742,13	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	2226,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
40	296,85	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	293,88	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Nota. En la tabla 7 se muestran los resultados arrojados en el balance de masa en flujo masico (kg/h) de la extracción de carmín, según el proceso de obtención establecido en el diagrama BFD. Cte.: Corriente; Fm. (kg/h): Flujo Masico (kg/h). Elaboración Propia.

Tabla 8.

Resumen del balance de materia final (colorante natural) establecido en el proceso de obtención según el diagrama BFD

		Composición		
Corriente	Flujo Masico (kg/h)	Carmín	β-carotenos	Colorante
43	319,01	0,92	0,08	0,00
45	319,01	0,00	0,00	1,00

Nota. En la tabla 8 se muestran los resultados arrojados en el balance de masa final en la mezcla de β -carotenos con carmín para obtención del colorante natural, según el proceso de obtención establecido en el diagrama BFD. Elaboración Propia.

3.3.2.i Diagrama PFD del proceso productivo: En el Anexo 3 se presenta el diagrama PFD en el que se observan diferentes integraciones de sistemas térmicos y bombas que se requieren para llevar a cabo la obtención del colorante natural.

El proceso inicia con dos extracciones simultáneas donde las corrientes 1 y 20 son corrientes de alimentación; la corriente 1 es la entrada de zanahorias para la extracción de β -carotenos y la corriente 20 es la entrada de cochinilla de grana para la extracción de carmín. Por lo mencionado primero se describirá la extracción de β -carotenos y luego la extracción de carmín, para finalizar con la descripción de obtención de colorante natural.

Para iniciar el proceso de extracción de β -carotenos, las zanahorias son preparadas mediante una fase que se compone de tratamiento (cortado de tallo), lavado, cortado y secado, con el fin de realizar una extracción más limpia y eficiente. El proceso inicia con la entrada de zanahorias mediante la corriente 1 que pasa por una cortadora CM -101 para retirar el tallo de la zanahoria, los cuales salen por la corriente 2. Luego la materia prima requiere de un lavado donde se retiran impurezas presentes y se limpia; por la corriente 3 entra vapor de agua que previamente paso por una caldera H -101 para ingresar al lavado XW -101; el vapor de agua para el lavado entra a 120°C. La zanahoria

limpia entra por la corriente 7 a un cortador CM- 102 donde se reduce el tamaño para facilitar la extracción de humedad de la misma. Una vez reducido el tamaño de la zanahoria entra a un secado D – 101 el cual no se adiciona más temperatura a la que lleva la corriente 9 para reducir el contenido de humedad que se pueda presentar. La materia prima que sale del secado pasa por una trituradora SR- 101, donde finalmente se termina de acondicionar para la extracción.

Se inicia el proceso de extracción por solvente donde entra por la corriente 13 hexano (Disolvente escogido) por método químico, entonces entra zanahoria triturada por la corriente 14 al extractor T-101 la extracción se lleva a cabo a 40°C. Sale del extractor la corriente 15 que luego pasa por un separador líquido-líquido CS -101 para recircular a la corriente 19 el hexano y obtener los β -carotenos, simultáneamente a la salida de la corriente 15 sale también la corriente 16 que entra a un separador sólido-líquido TK- 101 donde se extrae por la corriente 18 biomasa y la corriente 19 se recircula a la corriente 13; la recirculación de la corriente 17 y 18 se debe a que se requiere evitar pérdidas de solvente por temas de uso del mismo, evitar costos más altos y ayudar un poco al medio ambiente con sus residuos.

Para iniciar el proceso de extracción del carmín, la cochinilla de grana es previamente pesada y molida, con el fin de realizar una extracción más limpia y eficiente. El proceso inicia con la entrada del insecto cochinilla de grana limpia y seca mediante la corriente 21 que pasa por una balanza B – 101 para verificar la cantidad de entrada; una vez pesada pasa por un molino SR – 102 para triturar la cochinilla de grana y así modificar el área superficial de la misma para facilitar la extracción de ácido carmínico.

Se inicia el proceso la extracción mecánica, donde la cochinilla previamente preparada ingresa por la corriente 24 al extractor mezclador T -102 la extracción se realiza a 50°C, el cual por medio de una solución de ácido cítrico y carbonato de sodio diluido en agua se mezcla con la cochinilla de grana para previamente formar ácido carmínico; la solución de ácido cítrico y carbonato de sodio diluido en agua se lleva a cabo en un mezclador R - 101 del cual sale por la corriente 28 la mezcla para la extracción. Por la corriente 30 sale ácido carmínico que previamente ingresa a un sistema de filtrado GF – 101 con el fin de extraer cochinilla agotada y obtener una solución de ácido carmínico.

El producto entra por la corriente 32 a un clarificador C-102 al cual se le adiciona tierras diatomeas para remoción de impurezas.

La solución clarificada entra a un precipitador T- 103 por la corriente 34 al cual se le vuelve adicionar tierras diatomeas para la remoción de solución agotada y mejorar el rendimiento de la obtención de carmín, la precipitación se lleva a cabo a 95°C, por lo cual se emplea un intercambiador de calor E-101 que aumente la temperatura. El resultado de la precipitación pasa por un tanque de sedimentación TH -101 y luego entra a un filtro GF-102 donde se mueve y recircula la tierra diatomeas adicionada por la corriente 39 al precipitador.

La torta húmeda obtenida por la corriente 40 pasa por un secado D-102 con aire caliente para alcanzar buena eficiencia en la molienda posterior. Por la corriente 45 entra a un molino SR-103 donde se obtiene carmín.

Finalmente, la corriente 20 y 47 entran a un mezclador sólido-líquido R-102 donde los β -carotenos se unen al carmín y forman el colorante natural que luego entra a una envasadora PM -101 para ser finalmente distribuido.

3.3.3 Balance de Energía

A continuación, se plantea la carga energética establecida en el proceso, por ello se lleva a cabo el balance de energía de todo el sistema, tomando en cuenta corrientes de entrada y salida de cada equipo.

Se tiene en cuenta el calor específico de cada componente en el proceso y se muestran en la tabla 9 a continuación:

Tabla 9.

Calores específicos en J/kg.K

Componente	Cp (J/kg.K)
Zanahoria [66]	3654,7833

Tabla 9. Continuación

Vapor de agua [67]	2016,0000
Hexano [67]	2194,4767
Cochinilla de grana [68]	18292,0000
W desionizada [69]	4182,0000
CO_3Na_2 [70]	857,1429
Ácido cítrico [71]	226,5000
Tierra diatomea [72]	879,2280
Aire caliente [69]	1000,0000
B-caroteno [73]	1963,97

Nota. En la tabla 9 se muestra los calores específicos de cada compuesto o materia prima que se utiliza en el proceso, las referencias están al lado de cada componente. Elaboración propia.

Se utiliza la fórmula:

Ecuación 2.

Transferencia de calor

$$Q = mCp(\Delta T)$$

A continuación, se muestra en las tablas 10 a 15 los resultados obtenidos para cada equipo donde hay intercambio de energía, teniendo en cuenta los calores específicos de la tabla 9 y la ecuación 2.

En la tabla 10, para el cálculo se tiene en cuenta el componente de vapor de agua debido a que el equipo es el intercambiador de calor presente para el aumento de temperatura en el lavado de la zanahoria.

Tabla 10.

Calor de Intercambiador de calor

Intercambiador tipo caldera	
T entrada (°C)	20
T salida (°C)	120
Q (J/h)	4354560000,00
Q (W)	1209600,00

Nota. En la tabla 10 se muestra el resultado para el intercambiador tipo caldera utilizado para el cambio de temperatura en el lavado de la zanahoria. Elaboración propia.

En la tabla 11, para el cálculo se tiene en cuenta los componentes de vapor de agua y cochinilla de grana debido a que la materia prima pasa por un lavado a vapor.

Tabla 11.

Calor de equipo de lavado

Lavado	
T entrada (°C)	25
T salida (°C)	56,68
Q (J/h)	18066719504,62
Q (W)	5018533,19

Nota. En la tabla 11 se muestra el resultado equipo de lavado de la zanahoria. Elaboración propia.

En la tabla 12, para el cálculo se tiene en cuenta los componentes de β -caroteno,

zanahoria y hexano en el proceso de extracción por solvente del β -caroteno.

Tabla 12.

Calor de extracción de β -carotenos

Extracción Beta-caroteno	
T entrada (°C)	56,68
T salida (°C)	40
Q (J/h)	2937239520,39
Q (W)	815899,86

Nota. En la tabla 12 se muestra el resultado equipo de extracción de β -carotenos. Elaboración propia.

En la tabla 13, para el cálculo se tiene en cuenta los componentes cochinilla de grana, agua desionizada, carbonato de sodio y ácido cítrico en el proceso de extracción por mezcla de Carmín.

Tabla 13.

Calor de extracción de Carmín

Extracción carmín	
T entrada (°C)	25
T salida (°C)	50
Q (J/h)	1421329341,36
Q (W)	394813,70

Nota. En la tabla 13 se muestra el resultado equipo de extracción de Carmín. Elaboración propia.

En la tabla 14, para el cálculo se tiene en cuenta los componentes cochinilla de grana y tierras diatomeas en el proceso de precipitación de Carmín.

Tabla 14.

Calor de equipo de precipitación

Precipitación	
T entrada (°C)	50
T salida (°C)	95
Q (J/h)	567483572,50
Q (W)	157634,32

Nota. En la tabla 14 se muestra el resultado equipo de precipitación de Carmín. Elaboración propia.

En la tabla 15, para el cálculo se tiene en cuenta los componentes cochinilla de grana y aire caliente en el proceso de secado de Carmín.

Tabla 15.

Calor de equipo de secado

Secado	
T entrada (°C)	30
T salida (°C)	80
Q (J/h)	944229607,04
Q (W)	262286,00

Nota. En la tabla 15 se muestra el resultado equipo de secado de Carmín. Elaboración propia.

En la obtención de colorante se tiene en cuenta el uso de intercambiadores de calor, así como equipos que cambian la temperatura del sistema, por ello se realiza el balance de energía para determinar el consumo energético de la planta piloto, el cual se resume en la tabla 16.

Tabla 16.

Balance de energía del proceso de (colorante natural) establecido en el proceso de obtención.

EQUIPO	CONSUMO ENERGETICO (W)
<i>H - 101</i>	1209600,00
<i>XW - 101</i>	5018533,20
<i>T - 101</i>	815899,87
<i>T - 102</i>	394813,71
<i>T -103</i>	157634,33
<i>FA - 102</i>	262286,00
TOTAL (W)	7858767,10
Total (kW)	7858,7671

Nota. En la tabla 16 se muestra el consumo energético total que requiere el diseño conceptual de la planta piloto de obtención de colorante natural. Elaboración propia.

Según la tabla 16 la planta consume energía en cantidades muy altas, lo que representa un costo energético alto.

3.4 Producción por lotes

Se establece una producción por lotes en 24 horas, se realiza un listado de actividades de proceso por unidad de operación que se encuentra en la tabla 17 donde

se tiene en cuenta diferentes operaciones que llevan a cabo los equipos del proceso como ingreso de corrientes, tiempo de operación y la descarga de cada uno de los equipos con base a lo encontrado en la literatura. En la tabla 18, se encuentran consignados los tiempos en que se realizaron las actividades mencionadas anteriormente en cada proceso.

Tabla 17.

Lista de actividades del proceso por unidad de operación

Actividades 1 - Beta-carotenos	Etapas	Tiempo (h)
1.1. Alimentación de Zanahoria	Limpieza	0,50
1.2. Tratamiento		1,00
1.3. Lavado		0,25
1.4. Cortado	Tratamiento y extracción Beta-carotenos	1,00
1.5. Secado		3,00
1.6. Triturado		2,00
1.7. Extracción		4,50
1.8. Separación	Obtención Beta-carotenos	0,50
Actividades 2 - Cochinilla de grana	Etapas	Tiempo (h)
2.1. Ingreso de cochinilla	Preparación y extracción de ácido carmínico	0,17
2.2. Peso		0,08
2.3. Molienda		0,50
2.4. Extracción		0,50
2.5. Filtración	Obtención del carmín	2,50
2.6. Clarificación		0,50
2.7. Precipitación		0,33
2.8. Sedimentación	Retiro de impurezas y separación del carmín	1,33
2.9. Filtración		2,67
2.10. Secado	Secado y molienda carmín	4,00
2.11. Molienda		0,33

Tabla 17. Continuación

Actividades 3	Etapa	Tiempo (h)
3.1. Mezcla de Beta-carotenos y Carmín	Empaque	0,17
3.2. Empaque		0,25

Nota. En la tabla 17 se muestra lista de actividades del proceso por unidad de operación. Elaboración propia.

Tabla 18.

Tiempo de operación por etapa del proceso

Etapa	Tiempo (h)
Limpieza	1,75
Tratamiento y extracción Beta-carotenos	10,50
Obtención Beta-carotenos	0,50
Etapa	Tiempo (h)
Preparación y extracción de ácido carmínico	1,25
Obtención del carmín	3,33
Retiro de impurezas y separación del carmín	4,00
Secado y molienda carmín	4,33
Etapa	Tiempo (h)
Empaque	0,42

Nota. En la tabla 18 se muestra los tiempos de operación por etapa de proceso. Elaboración propia.

Una vez desarrollado el listado de actividades del proceso, se establece que la

producción de un lote se da aproximadamente doce horas y nueve minutos, por lo que en veinticuatro horas se presenta una producción de aproximado dos lotes, para ser más específicos 1,8 lotes al día.

3.5 Análisis de costos

Se realizan cotizaciones que se muestran de ANEXO 4 a ANEXO 22 donde se evidencia el costo de cada equipo y solventes a utilizar, al igual de la tabla 19 a la tabla 22 se muestran los cálculos obtenidos que arrojan el costo total para la implementación del diseño conceptual de obtención de un colorante, teniendo en cuenta que no se menciona el gasto por empleo, que quiere decir salario a pagar a trabajadores de la planta

Tabla 19.

Precio de equipos del proceso

Equipos	Cantidad	Capacidad de equipo	Costos
Balanza	1	3000 kg	\$ 2.007.267
Ranuradora	1	5000 kg	\$ 101.004.800
Caldera	1	6000 ton	\$ 19.424.000
Lavadora	1	7000 kg	\$ 19.229.760
Cortadora	1	1200 kg	\$ 19.424.000
Secadora	1	7000 kg	\$ 19.424.000
Trituradora	1	1500 kg	\$ 1.487.884
Extractor - mezclador	1	20000 kg	\$ 31.078.400
Separador liquido-liquido	1	8000 kg	\$ 77.696.000
Separados liquido-liquido	1	4000 kg	\$ 9.323.520
Transportadora	1	2800 kg	\$ 91.713.197
Molienda	2	350 kg	\$ 43.798.648

Tabla 19. Continuación

Extractor - mezclador	1	2500 kg	\$ 14.664.726
Filtro	3	1500 kg	\$ 106.055.040
Tanque precipitador	1	6000 kg	\$ 1.942.400
Sedimentador	1	1500 kg	\$ 25.251.200
Secado	1	3000 kg	\$ 25.985.894
Mezclador Solido-líquido	1	500 kg	\$ 207.889.912
Envasado	1	500 kg	\$ 19.424.000
Total			\$ 836.824.648

Nota. En la tabla 19 se muestran los precios de los equipos. Elaboración propia.

Tabla 20.

Precio de solventes del proceso

Solventes	cantidad	Costos
hexano (mL)	18,18126491	\$ 3.824
Carbonato de sodio (kg)	342,6923077	\$ 1.981.248
Ácido cítrico (kg)	399,8076923	\$ 10.596.903
Tierra diatomea (kg)	5194,885088	\$ 27.521.047
Total		\$ 40.103.022

Nota. En la tabla 20 se muestran los precios de los solventes que se utilizan en el proceso. Elaboración propia.

Tabla 21*Precio de accesorios del proceso*

Accesorios	cantidad	Costos
Bombas	6	\$ 1.500.000
Válvulas	9	\$ 30.417.984
Total		\$ 31.917.984

Nota. En la tabla 21 se muestran los precios de los accesorios. Elaboración propia.

Tabla 22.*Precio Total de la planta*

Accesorios y solventes	Costos
Maquinaria	\$ 836.824.648
Solventes	\$ 40.103.022
Accesorios	\$ 31.917.984
Agua, Luz	\$ 15.000.000
Materias primas	\$ 882.560.000
Total	\$ 1.806.405.654

Nota. En la tabla 22 se muestran el precio total del proceso. Elaboración propia.

El análisis de costos está con base a un diseño conceptual de obtención de un colorante natural de carotenos (β -carotenos) y cochinilla de grana (Carmín), el cual arroja un costo total de \$1.806.405.654 considera muy alto, aunque se tiene en cuenta que los

costos pueden variar significativamente con la implementación y construcción de dicha planta.

3.5.1 Técnicas, criterios y supuestos para las proyecciones.

Se especifica en este componente el método utilizado para hacer las proyecciones tanto de la materia prima como de las variables oferta y demanda del proyecto y los supuestos o criterios tomados en cuenta.

Existen dos clases de métodos para la proyección de la materia prima, oferta y demanda de un producto (Cualitativas y Cuantitativas), presentando cada una diferentes métodos de pronóstico; la diferencia de estos es la estructuración del mismo y la disponibilidad de información relevante para dicho estudio. Por esta razón para este proyecto se llevarán a cabo métodos cualitativos, puesto que la industria de tintes y colorantes naturales no está lo suficientemente establecida a nivel mundial, asimismo la información disponible es limitada y no se puede realizar con certeza un pronóstico cuantitativo.

En la actualidad podemos encontrar cinco métodos de pronóstico cualitativo: Encuestas de mercado, Analogía de ciclo de vida, Delphi, Consenso de panel y Valoración por juicio informado. Para este proyecto los métodos más acertados serían el método Delphi y consenso de panel, estos consisten en utilizar un grupo de expertos en el área para reunir ideas y modelos de pronóstico, para así compararlos y debatir sobre cuál es la manera más conveniente de proceder con el proyecto. Cabe resaltar que este método propuesto puede ser económicamente costoso ya que para que este se desarrolle adecuadamente se requiere personal muy calificado en el ámbito, de esta manera los expertos que se traen a colación son aquellas bases de datos de expertos en los estudios económicos.

La industria textil es una de las más importantes en cuanto a la demanda de tintes, como lo hemos mencionado anteriormente, esta industria sigue en crecimiento y el uso de tintes continúa en aumento, a partir de esto podemos hacer uso de información que complementa el pronóstico planteado, ya que hay información disponible que afecta de manera indirecta la demanda de tintes naturales.

Según la revista visión digital que presenta un análisis global del mercado de colorantes textiles publicado por Research Report Insights (RRI) y un pronóstico para el 2026, “Se proyecta que el mercado de colorantes textiles a nivel mundial registre un CAGR de 4.8% en términos de valor y 3.5% en términos de volumen durante el periodo de pronóstico 2016-2026.” de la misma manera afirman que el segmento de prendas de vestir representará US \$4781.2 millones en 2026; “ Sobre la base del tipo del tipo de tinte, el segmento de tinte reactivo representa una participación de volumen relativamente alta, es decir, un 28,7% en 2016 con un CAGR del 3,8%. Considerando que, en términos de valor, el segmento de colorante directo tiene una participación relativamente baja de 10,7% en 2016 con un CAGR de 4,2%”. [74]

3.5.2. Beneficio bruto

A continuación, en la tabla 23 se muestra una relación de beneficio bruto, realizando aproximaciones de ventas de forma cuantitativa, para establecer un beneficio bruto de ventas [75].

El análisis de beneficio bruto se realiza con aproximaciones y estimaciones de venta teniendo en cuenta que el diseño del colorante en este proyecto es conceptual.

Los valores de la tabla al igual pueden cambiar con la implementación de la planta y el diseño del colorante, pero ya de forma experimental e industrial.

Tabla 23.

Beneficio bruto

Método de Beneficio Bruto													
	Meses del año												
	Enero (01)	F. (02)	M. (03)	A. (04)	M. (05)	J. (06)	J. (07)	A. (08)	S. (09)	O. (10)	N. (11)	D. (12)	Total, Año
Costo de inventario inicial	\$ 922.663.021,57												\$ 922.663.021,57
Compras netas a costo	\$ 868.742.632,00												\$ 868.742.632,00
Costo de envío de compras	\$ 1.000.000,00												\$ 1.000.000,00
Costo de productos a vender	\$ 1.792.405.653,57												\$ 1.792.405.653,57
Ventas	\$ 2.000.000.000,00												\$ 2.000.000.000,00
Estimación del beneficio bruto	40%												40%
Estimación del costo de producto vendido	\$ 800.000.000,00												\$ 800.000.000,00
Costo Estimado de inventario final	\$ 992.405.653,57												\$ 992.405.653,57

Nota. En la tabla 23 se muestran el beneficio bruto del colorante natural. Elaboración propia.

4. POLITICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES

4.1 NTMD 0162-A1

Aprobada en el 2007 esta norma define los diferentes tipos de colorantes sintéticos encontrados en la industria textil, según sus propiedades se clasifican en ácidos, dispersos, yina, reactivos y sulfurosos. Describe los métodos a realizar para identificar los tipos de colorantes presentes en una muestra textil, teniendo en cuenta la exclusión de algunos tipos de fibras.

4.2 GLOBAL ORGANIC TEXTILE STANDARD

Es una norma mundial enfocada en el procesamiento de textiles fabricados con fibra orgánica, es guiada por criterios ecológicos y sociales, allí también se abordan los colorantes dentro de los suministros químicos los cuales deben evaluarse para que ellos estén dentro de los requisitos de eliminación y toxicidad. Su última actualización se dio en febrero de 2020 con su versión No 6 [76].

4.3 NTC 641 Fibras y productos textiles: terminología y definiciones

4.3.1 Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes (PENMV)

Implementado desde el año 2002 donde se genera un plan para impulsar la demanda de productos verdes e impulsar estos productos además de brindar un apoyo al sector esto diseñado bajo diferentes estrategias y centrados en: “1) los bienes provenientes del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad, 2) los eco productos industriales, (3) los servicios ambientales y 4) los mecanismos de desarrollo limpio.” [77]

En contexto ya con normativas de vertimientos para la industria textil actualmente:

Resolución 631 del 17 de marzo de 2015

Establece que los parámetros y límites máximos permitidos en vertimientos de aguas residuales se regulan a nivel nacional así:

Artículo 5 de la resolución mencionada, fija que la temperatura máxima permitida es de 40°C para actividades industriales, comerciales o de servicios que tengan vertimientos de aguas residuales que del directo a sistemas de alcantarillado público.

Artículo 16. Se presentan valores límites máximos permisibles de los vertimientos de agua residuales no domésticas (ARnD) que van directamente al alcantarillado público; aunque no se definen unidades de pH permitidos.

En cuanto ya a los parámetros DQO, DBO5, SST, SSED, Grasas y aceites, compuestos de fósforo y compuestos de nitrógeno, se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo según sea la actividad específica que se realice y los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales que se deben multiplicar por un factor de 1,5.

Ya para los demás parámetros si se aplican exigencias y especificaciones según sea la actividad específica para los vertimientos de aguas que realicen.

Artículo 13. Define parámetros fisicoquímicos que se deben monitorear y verificar que no excedan los máximos permitidos para las ARnD en cuerpos en aguas superficiales en fabricación y manufactura de la industria en el sector textil.

Tabla 24.

Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en Colombia para la industria textil.

PARÁMETRO	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS EN LOS VERTIMIENTOS PUNTUALES DE ARnD	
	Cuerpos presentes en aguas superficiales	Alcantarillado Público
<i>pH</i>	6,00 - 9,00	5,00 - 9,00
<i>DQO</i>	400	600

Tabla 24. Continuación

<i>DBO5</i>	200	300
<i>SST</i>	50	75
<i>SSED</i>	2	3
<i>Grasas y Aceites</i>	20	30
<i>Fenoles</i>	0,2	0,2
<i>SAAM</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>HTP</i>	10	10
<i>HAP</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>BTEX</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>AOX</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>P – PO₄³⁻</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>P</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>N – NIO₃⁻</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>N – NH₃⁻</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>N</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Cl-</i>	1200	1200
<i>SO₄²⁻</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte

Tabla 24. Continuación

<i>S2-</i>	1	1
<i>Cd</i>	0,02	0,02
<i>Zn</i>	3	3
<i>Co</i>	0,5	0,5
<i>Cu</i>	1	1
<i>Cr</i>	0,5	0,5
<i>Ni</i>	0,5	0,5
<i>Acidez total y Alcalinidad total</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Dureza Cálcica y Dureza total</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Color real (436 nm)</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Color real (525nm)</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Color real (620 nm)</i>	Análisis y reporte	Análisis y reporte
<i>Temperatura</i>	40	40

Nota. La tabla 24 muestra las variables más importantes y tomadas en cuenta en cuanto a las condiciones determinas en las aguas residuales de la industria textil. Tomado de: Resolución 631 de 2015 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por el cual se establecen los parámetros y los calores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. [El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el numeral 25 del artículo 50 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 28 del Decreto número 3930 de 2010 modificado por el artículo 10 del Decreto número 4728 de 2010.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que el proceso de obtención de un colorante natural tiene tanto sus ventajas como desventajas por la falta de información y literatura en cuanto a agentes masicos orgánicos que favorezcan extracción y a su vez de disolventes verdes que manejen rendimientos similares o mayores a los utilizados en la actualidad.

Cada lote del proceso de obtención de colorante natural produce un flujo total de 319,0094 kg/h.

La obtención del colorante natural en base de carmín y β -carotenos consume energía con una carga energética total del sistema de 7858,76 kW.

Se estableció que, en un periodo de 24 horas, el proceso de obtención de colorante requiere doce horas y nueve minutos, produciendo así 1,8 lotes/día.

Por medio de análisis fisicoquímicos referenciados en la literatura de la cochinilla de grana se realiza la extracción del carmín, teniendo en cuenta modificaciones y métodos diferentes de extracción. El carmín obtenido según literatura es rojo E-120.

Por medio de análisis fisicoquímicos referenciados en la literatura de los carotenoides se logra establecer que la zanahoria es uno de los alimentos con mayor de presencia de β -carotenos, lo que lleva a establecer de manera conceptual la extracción de β -carotenos de una zanahoria, teniendo en cuenta modificaciones y métodos diferentes de extracción. Se utiliza el disolvente hexano para mejor eficiencia en la zanahoria.

Se diseña una metodología conceptual donde se explica detalladamente el método de extracción de los β -carotenos y el carmín para obtener colorante natural, estableciendo una extracción por solvente para los β -carotenos y una extracción mezcladora para el carmín, intentando retirar impurezas y mejorar rendimientos utilizando tierra diatomeas en la precipitación del ácido carmínico; para por último mezclar lo obtenido en las dos extracciones y obtener el colorante natural. Se debe tener

en cuenta que los rendimientos y condiciones de calidad pueden cambiar si el diseño conceptual de la planta cambia a diseño experimental.

Los costos de implementación teórica de diseño conceptual de la planta de obtención de un colorante natural arrojan ser muy altos, pero se tiene en cuenta que en dado caso de que dicha implementación cambie a experimental los costos pueden variar significativamente y en defecto disminuir o aumentar.

Norma [78]

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Sánchez, «La química del color en los alimentos,» 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>.
- [2] P. González, «El vestido y la cosmética en el Antiguo Egipto,» 2006. [En línea]. Disponible: <https://pdfs.semanticscholar.org/f2bc/384419d9aed97f72b648f8734d88bfb6aa73.pdf>.
- [3] M. Prado y H. Godoy, «Corantes artificiais em alimentos,» 2009. [En línea]. Disponible: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/865/744>.
- [4] H. Morales y D. Sarmiento, «Efectos causados a la salud por el uso del colorante tartrazina y el edulcorante ciclamato de sodio en la industria alimentaria y su relación con la bioética,» 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26029/SarmientoMoralesDayana2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- [5] Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos, «Colorantes y cosmeticos,» 2014. [En línea]. Disponible: <https://www.fda.gov/media/96248/download>.
- [6] R. Souza, «Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde,» 2014. [En línea]. Disponible: <http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/Rosilane%20Moreth%20de%20Souza.pdf>.
- [7] A. Perez, M. Franco y I. Orozco, «Evaluación de colorantes de origen vegetal y su aplicación en el tinturado de fibras naturales,» 2007. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117949>.

- [8] V. Salpér, «Colorantes Naturales,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://viridianasalper.com/colorantes-naturales/>.
- [9] M. Velázquez, «Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,» 2013. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/542/62759s.pdf?sequence=1>.
- [10] D. Marcano, «Introducción a la Química de los Colorantes,» 2018. [En línea]. Disponible: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes%20listo%20%2Bisbn.pdf>
- [11] M. Tuñón, «Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes,» 2002. [En línea]. Disponible: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>.
- [12] M. Granados, «Evaluación de la resistencia de estampado sobre tela de algodón con tinte natural de estopa de coco (cocos nucifera),» 2012. [En línea]. Disponible: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/03/DPA/0001839-ADTESGE.pdf>.
- [13] A. Zalbidea, «Nociones básicas sobre materiales colorantes,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/82159/Zalbidea%20-%20Nociones%20b%20c%20a1sicas%20sobre%20materiales%20colorantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [14] Universidad Nacional de La Plata, «Extracción,» 2020. [En línea]. Disponible: https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/U0904/descargar.php?secc=0&id=U0904&id_inc=48292.
- [15] F. Barrera, «Métodos alternativos para la extracción y purificación de productos naturales de interés para la industria farmacéutica,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2555/Tesis%20Fernanda%20Barrera%20Vazquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [16] L. Zapata, «Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria,» 2014. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=90187>.
- [17] F. Torres, M. Vargas, D. Martínez, J. Vizcarra y M. Rueda, «Extracción por hidrólisis enzimática y análisis de colorantes naturales del rastrojo de quinua (*Chenopodium quinoa*) para su aplicación en la industria alimentaria,» 2014. [En línea]. Disponible: <https://revistas.ucsm.edu.pe/ojs/index.php/veritas/article/view/7>.
- [18] Garcia, «Extracción de colorantes de la borra del café,» 1998. [En línea]. Disponible: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/821>.
- [19] M. Páez, N. Muñoz, M. Betancur, B. Martínez, J. Monsalve, A. Jiménez y C. Pássaro, «Implementación de la extracción y análisis de β -caroteno en zanahoria (*Daucus carota* L.) por fluidos supercríticos (FSC) y UHPLC-DAD,» 2018. [En línea]. Disponible: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/2180/2481>.
- [20] R. Urbina, G. Arroyo y S. Tarsicio, «Grana cochinilla: producción, calidad y aplicación,» 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2679/1947>.
- [21] R. Bonilla, J. Hoyos y Reinaldo Velasco, «Efecto de oxidación de almidón de yuca sobre propiedades mecánicas y térmicas de películas biodegradables,» 2013. [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100024.
- [22] C. Stinco, A. Benítez, D. Hernanz, I. Vicario y A. Meléndez, «Development and validation of a rapid resolution liquid chromatography method for the screening of isoprenoids from dietary plants: carotenoids, tocopherols and chlorophylls.,» 2014.

- [En línea]. Disponible:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021967314016161>.
- [23] A. Salazar, «Obtención de almidón modificado a partir de trescultivares de musáceas,» 2015. [En línea]. Disponible:
<https://es.scribd.com/document/428135874/Andres-Chavez-Salazar>.
- [24] D. Rubio, N. Barrera, L. Fonseca y C. Jaimes, «Aspectos teóricos de la extracción de carotenoides a partir de microalgas,» 2017. [En línea]. Disponible:
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6436/1/COL0046961-2017-1-IQ.pdf>.
- [25] «Development and validation of a rapid resolution liquid chromatography method for the screening of dietary plant isoprenoids: carotenoids, tocopherols and chlorophylls,» [En línea]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25454141/>.
- [26] A. Melendez, C. Stinco, C. Liua y X. Dong, «A simple HPLC method for the comprehensive analysis of cis/trans (Z/E) geometrical isomers of carotenoids for nutritional studies,» 2013. [En línea]. Disponible:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814612016147>.
- [27] D. M. Mejía, «Uso del colorante natural ácido carminico al 10% obtenido de *Dactylopius coccus* (Cochinilla), en reemplazo de la Hematoxilina en la técnica de coloración Hematoxilina-Eosina, en tejidos de riñon de ovinos, Cajamarca.,» 2017. [En línea]. Disponible:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1159/TESIS%20COMPLET A%20DAVID%20MANOSALVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [28] Flavorixs , «Colorante Natural Carmín de Cochinilla (E-120),» 2016. [En línea]. Disponible: <http://flavorix.com/producto/colorante-natural-carmin-cochinilla-e-120/>.
- [29] A. Meléndez, C. Stinco, P. Mapelli y I. Vicario, «Analysis of carotenoids and tocopherols in plant matrices and assessment of their in vitro antioxidant

- capacity,» 2014. [En línea]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24777791/>.
- [30] Y. Mamani y I. Huamani, «Evaluación comparativa de los métodos thorpe y francés para la obtención de carmín a partir de la cochinilla (*dactylopius coccus* costa) en el distrito de la joya,» 2015. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/226/B2-M-18403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [31] D. Lima, J. Villar, N. Castanha, B. Maniglia y J. Villar, «Ozone modification of arracacha starch: Effect on structure and functional properties,» 2020. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/341909733_Ozone_modification_of_arracacha_starch_Effect_on_structure_and_functional_properties.
- [32] C. Arenas y D. Pedraza, «Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6043/1/6111689-201-1-IQ.pdf>.
- [33] J. Arriaga, «Evaluación de las propiedades físicas de películas de gliadinas con el uso de formaldehído como agente entrecruzante,» 2019. [En línea]. Disponible: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/260/.
- [34] Hielscher, «Extracción ultrasónica de antocianina,» 2016. [En línea]. Disponible: <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-anthocyanin-extraction.htm>.
- [35] G. Ordóñez, «Evaluación de la degradación de colorantes, asociado a candelas de mezcla de parafina, por exposición de luz ultravioleta y luz blanca visible a una temperatura constante,» 2006. [En línea]. Disponible: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1004_Q.pdf.

- [36] M. Rodríguez, *Plant Isoprenoids: Methods and Protocols* (Methods in Molecular Biology, 1153), Humana, 2014.
- [37] Farbe, «Directorios industriales desde 1963,» Directorio industrial alimentaria, proveedores, [En línea]. Disponible: <https://www.dirind.com/pro/carotenoides.html>.
- [38] A. Meléndez, I. Vicario y F. Heredia, «Review: Analysis of carotenoids in orange juice,» 2007. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157507000671>.
- [39] P. Allevi, M. Anastasia, P. Ciuffreda, A. Fiecchi, A. Scala, S. Bingham, M. Muir y J. Tyman, «The first total synthesis of carminic acid,» 1991. [En línea]. Disponible: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1991/c3/c39910001319>.
- [40] D. Chávez, M. López y F. Cornejo, «Factibilidad Técnica para el Aprovechamiento Integral del Camarón de la Especie *Penaeus Vannamei*,» 2018. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/41126535_Factibilidad_Tecnica_para_el_Aprovechamiento_Integral_del_Camaron_de_la_Especie_Penaeus_Vannam_ei.
- [41] J. Devia y D. Saldarriaga, «Proceso para obtener colorante a partir de la semilla del aguacate,» 2005. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/215/21513704.pdf>.
- [42] A. Meléndez, I. Vicario y F. Heredia, «Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos,» 2004. [En línea]. Disponible: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011.
- [43] D. Otalora, «Técnicas emergentes de extracción de β -caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.):

- una revisión,» 2020. [En línea]. Disponible: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2857/3688#info.
- [44] K. Kyriakopoulou, S. Papadaki y M. Krokida, «Análise do ciclo de vida de técnicas de extração de β -caroteno,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877415000990>.
- [45] Y. Varón, F. Tixier, Canela-Garayoa y A. Bilyc, «Is it possible to substitute hexane with green solvents for extraction of carotenoids? A theoretical versus experimental solubility study,» 2016. [En línea]. Disponible: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/RA/C6RA03016E>.
- [46] R. Desai, M. Streefland, R. Wijffelsa y M. Eppinkac, «Novel astaxanthin extraction from Haematococcus pluvialis using cell permeabilising ionic liquids,» 2016. [En línea]. Disponible: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/GC/C5GC01301A>.
- [47] M. Vinatoru, «Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993617302091?via%3Dihub#!>.
- [48] J. Selvamuthukumar, «Recent advances in extraction of antioxidants from plant by-products processing industries,» 2017. [En línea]. Disponible: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx004>.
- [49] Ecotintes, «¿Por qué tintes naturales?,» 2018. [En línea]. Available: <http://ecotintes.com/book/export/html/29>.
- [50] A. Ortiz y M. Mamani, «Obtención del beta-caroteno a partir de la zanahoria y su aplicación en la industria alimenticia,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9307>.

- [51] Soviquim , «Hoja de datos de seguridad,» 2017. [En línea]. Disponible : www.soviquim.cl.
- [52] E. Erazo, C. Ruiz, W. Hurtado y C. Huamaní, «Extracción de ácido carmínico a partir de cochinilla utilizando tecnología más limpia,» 2004. [En línea]. Disponible: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4695>.
- [53] B. Gómez, «Extracción y acetilación de los componentes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* COSTA),» 2006. [En línea]. Disponible: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/1690>.
- [54] L. Codina, «Wiley Online Library: Base de datos académica multidisciplinar,» 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.luiscodina.com/wiley-online-library-base-de-datos/>.
- [55] E. Raymundo, «Diseño de una planta de producción de cariviín y annato,» 2001. [En línea]. Disponible: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4222/3375>.
- [56] J. Singh's y L. Kaur's, «Starch: modified starches,» *Food science* , p. 7, 2016.
- [57] A. Roque y O. Delgado, «Influencia de la temperatura y cantidad de Na₂ CO₂ en la extracción de ácid cárnico a partir de *Dactylopius coccus* Costa "cochinilla",» 2018. [En línea]. Disponible: https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10525/DelgadoUlloa_O%20-%20RoqueCueva_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [58] J. Cannon, M. Cannon y G. Dalby, *Dye Plants and Dyeing*, Gardners Books, 2002.
- [59] S. Cook, *Woven Treasures from the Lauren Rogers Museum of Art*, Lauren Rogers Museum of Art, 2005.

- [60] J. Gillow y B. Sentance, *World Textiles: A Visual Guide to Traditional Techniques*, Thames & Hudson , 2004.
- [61] J. Goodwin, *A Dyer's Manual*, Pelham Books, 1982 .
- [62] H. Graaff y M. Bommel, «A Colourful Past: The Origins, Chemistry and Identification of Natural Dyestuffs.» 2007. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/270882066_A_Colourful_Past_The_Origins_Chemistry_and_Identification_of_Natural_Dyestuffs.
- [63] D. Jenkins, *The Cambridge History of Western Textiles*, Cambridge University Press, 2003.
- [64] E. Kerridge, *Textile Manufactures in Early Modern England*, Manchester University Press, 1985 .
- [65] IQR Ingenieria Qumica , «Balance de masa en ingeniería química,» 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/04/balance-de-masa-ingenieria-quimica.html>.
- [66] Y. E. M. Saldaña, «Predicción de propiedades termofísicas en alimentos,» *Predicción de propiedades termofísicas en alimentos* , 2011. [En línea]. Disponible: <https://es.slideshare.net/yuricomartinez/labo-1-propiedades-termofisicas-de-los-alimentos>.
- [67] «Tablas de propiedades (Unidades SI),» [En línea]. Disponible: http://www.dicis.ugto.mx/profesores/jriesco/documentos/IILI06083%20MF_11%200Ap%C3%83%C2%A9ndices%20B%20y%20C_Tablas.pdf.
- [68] National Library of Maedicine , «PubChem,» Carminic acid, [En línea]. Disponible: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Carminic-acid>.
- [69] MediaWiki, «Media wiki,» *Calor específico (Fis 152)*, 22 octubre 2014. [En línea]. Disponible:

- [http://srv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/Calor_Espec%C3%ADfico_de_un_Metal_\(Fis_152\)](http://srv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/Calor_Espec%C3%ADfico_de_un_Metal_(Fis_152)).
- [70] Atomistry, «Propiedades químicas,» Carbonato de sodio , [En línea]. Disponible: http://sodium.atomistry.com/sodium_carbonate.html.
- [71] Webbook, «NIST Libro del Web de Química,» Citrid acid , [En línea]. Disponible: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C77929&Mask=2>.
- [72] J. V. -. Sernaqué, «Evaluación de la diatomita de desierto de sechura para su uso en la fabricación de aislantes térmicos y refractorios aislantes,» 1987. [En línea]. Disponible: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2466/ING_134.pdf?sequence=1.
- [73] PubChem, «National Library of Medicine,» Beta-Carotene, [En línea]. Disponible: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Carotene>.
- [74] Visión Digital , «Análisis global sobre el mercado de colorantes textiles, tamaño, ventas y pronóstico para 2026: dice RRI,» 2019. [En línea]. Disponible: <http://vision-digital.com.mx/2019/01/21/analisis-global-sobre-el-mercado-de-colorantes-textiles-tamano-ventas-y-pronostico-para-2026-dice-rri/>.
- [75] Método de beneficio bruto, «Método de beneficio bruto,» 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.planillaexcel.com/metodo-de-beneficio-bruto-en-excel>.
- [76] Global Organic Textile Standard, «Global Organic Textile Standard. Ecología y responsabilidad social,» 2017. [En línea]. Disponible: https://global-standard.org/images/stories/GOTS_Flyer_ES_low.pdf.
- [77] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , «Resolución 631 de 2015,» 2015. [En línea]. Disponible: <http://www.emserchia.gov.co/PDF/Resolucion631.pdf>.

- [78] Fundación Universidad de America , «Universidad de America,» 05 febrero 2021. [En línea]. Disponible: https://drive.google.com/file/d/14IL2PiMsR9QU-PMI5tt_PMsBOPKtltYf/view?usp=drive_web.
- [79] M. V. Tupa Valencia, «Modificación organocatalítica de almidón para la obtención sostenible de derivados de alto valor agregado (Tesis Doctoral),» Buenos Aires , 2019.
- [80] A. E. Sulbaran Ruiz, «Acetilación del almidón de maíz y evaluación de su aplicación como posible auxiliar farmacéutico,» 2013.
- [81] C. A. Arenas Riaño y D. J. Pedraza Guarnizo , «Evaluación del proceso de modificación de almidón de papa mediante acetilación y oxidación, para su aplicación como excipiente en la industria farmacéutica a nivel laboratorio,» p. 35, 2017.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, «Desarrollo y producción de colorantes naturales en el marco del Protocolo de Nagoya,» 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/projects/desarrollo-y-produccion-de-colorantes-naturales-en-el-marco-del-.html>.

GLOSARIO

Colorante. Sustancia o mezcla de sustancias capaz de conferir o intensificar el color de los alimentos.

Colorante natural. Es la sustancia obtenida a partir de un vegetal o eventualmente de un animal, cuyo principio colorante ha sido aislado mediante proceso tecnológico adecuado.

Colorante orgánico idéntico al natural. Es la sustancia orgánica cuya estructura química es idéntica al principio activo aislado del colorante natural.

Colorante inorgánico. Es aquel obtenido a partir de sustancias minerales sometidas a proceso adecuado de elaboración y purificación.

Colorante artificial o sintético. Es la sustancia colorante no encontrada en productos naturales y obtenida por síntesis orgánica.

Colorantes caramelo: caramelo simple caramelo proceso amonio caramelo sulfito amonio caramelo proceso sulfito caustico mezcla de colorantes. Producto elaborado a base de dos o más colorantes de los permitidos en la presente resolución que contiene el 3% o más de colorantes, sea que se utilicen o no vehículos, soportes o solventes, los cuales también deben ser aprobados por el Ministerio de Salud.

Preparación de colorantes. Producto elaborado a base de uno o más colorantes de los permitidos en la presente resolución, que contiene menos del 3% de colorantes y con soportes, solventes o vehículos, aprobados por el Ministerio de Salud.

ANEXOS

ANEXO 1.

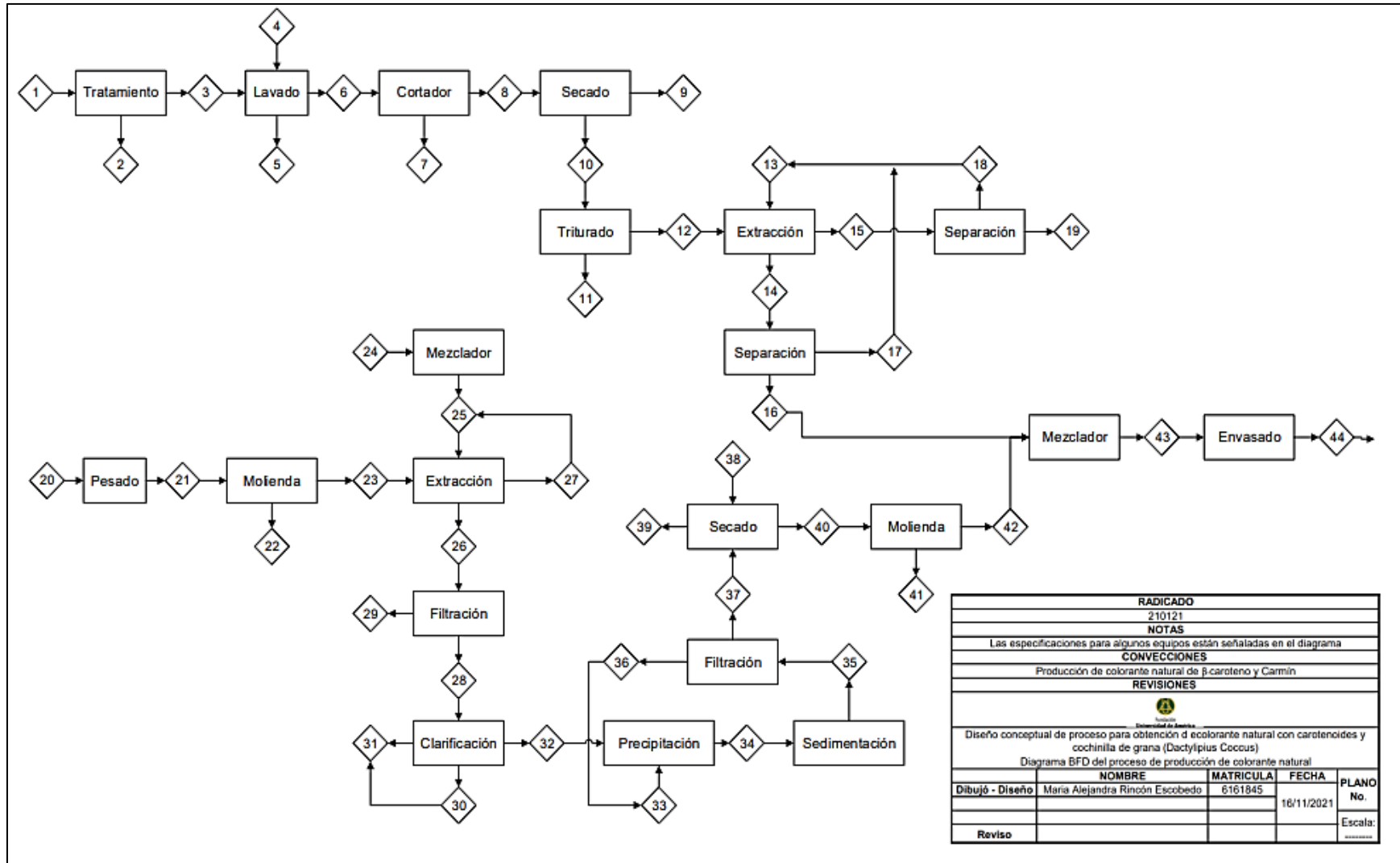
RECOMENDACIONES

No cabe duda que estas actividades sirven para reconocer la importancia de estos componentes en la dieta del ser humano, actividades cuya valía supera ampliamente a la función de proporcionar un color atractivo, adecuado, o reconocible como natural, a un alimento. Sin embargo, cada persona se deja llevar por las llamativas coloraciones y por supuesto toque de fantasía y variedad cromática. Y está bien que así sea, puesto que enmascarados por el color se ocultan muchos beneficios derivados no sólo ya de los carotenoides sino del conjunto de componentes de frutas y vegetales (fibra, vitaminas y otros ingredientes funcionales) para los que los carotenoides también sirven como reclamo. En definitiva, cada persona deja que la naturaleza lo atraiga con sus llamativos colores y se aprovecha de las recompensas que se esperan por haber sido persuadido

Se debe hacer más énfasis, estudios y experimentación con solventes orgánicos también conocidos como disolventes verdes, debido a que su uso contribuye al medio ambiente y a utilizar recursos desperdiciados en la actualidad.

Se debe tener en cuenta que los rendimientos se basan en la literatura, por lo cual en dado caso que la planta se implemente experimentalmente a futuro los análisis de extracción y mezcla se deben realizar muy minuciosamente para poder establecer porcentajes de calidad, extracción y cantidades recuperadas de solventes empleados como de agente masico.

ANEXO 2. DIAGRAMA BFD



ANEXO 4. BALANZA INDUSTRIAL

¡En oferta!



Barras Pesadoras XFI en acero pintado, con un diseño pensado para su transporte y montaje



★★★★★

Referencia 260741

455,00 €

550,55 € IVA incluido

Barras Pesadoras, la opción más económica. Con un diseño pensado para su transporte o almacenaje y montaje. Barras con **asas y ruedas** para su transporte.

Las **Barras Pesadoras** se suministran por parejas, ideales para el pesaje e instalación sobre suelo. Muy fáciles de transportar. Fabricadas en acero por la parte inferior completamente destapado. **Medidas:** 800x120mm y 1250x120mm.

Capacidad: 3000kg. **Fracción:** 1000g.

Incluyen **Indicador LCD** retroiluminado con batería interna recargable montado en un soporte situado con cable a distancia.



Productos

Certificados

Dimensiones: 800x120r ▾

Ninguno ▾



ANEXO 5. RANURADORA



Ranuradora CNC tipo pórtico Kcv-1250X5000 para metal, SS

[Obtenga el último precio >](#) [Chatear con el proveedor](#)

Compra Cant. / Precio FOB de Referencia	
1-2 piezas	26.000 dólares
3+ Piezas	US \$ 25.000

Puerto: Shanghai, China 

Capacidad de producción: 200 / sistemas / mes

Términos de pago: L / C, T / T, D / P, Western Union, Paypal, Pago de Pequeña Cantidad

Garantía: 2 años

Solicitud: Metal

Uso del proceso: Máquinas herramientas CNC para corte de metales


Método de movimiento: Control de contorno

Método de control: Control de circuito cerrado

Control numerico: CNC / MNC

[✉ Contacta ahora](#)

ANEXO 6. CALDERA



Precio de China Dzl Dzh Szl 1 a 40 toneladas Automático de carbón Biomasa Madera Pellet Chips Leña Cadena de leña Stoker Industria industrial Caldera de vapor para la venta

[Obtenga el último precio >](#)
[Chatear con el proveedor](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 pieza **Precio FOB de Referencia: US \$ 5,000-200,000 / Piece**

Puerto: Qingdao, China 📍

Capacidad de producción: 6000ton por año

Términos de pago: L / C, T / T, D / P, Pago de Pequeña Cantidad

Función: Calderas de vapor

Combustible: De carbón

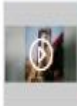





Instalación: Caldera empaquetada

Estructura: Tubo de agua-fuego

Medios de comunicación: Vapor

Circulación de agua: Circulación natural

<

>

✉ **Contacta ahora**

ANEXO 7. LAVADORA A VAPOR

Los proveedores chinos de acero inoxidable con verduras y frutas automáticas

Lavadora



Conseguir Precio Último > [Charlar](#)

Cantidad Mínima / Precio FOB de Referencia

1 Pieza : **US \$ 4.950,00-5.330,00 / Pieza**


Condiciones de Pago: LC, T/T, D/P, Western Union, PayPal, Pago de Pequeña Cantidad

Puerto: Qingdao, China


Capacidad de Producción: 5-10 Sets Per Month

[Contáctate Ahora](#)

ANEXO 8. REBANADORA DE VERDURAS



TENGSHENG MACHINERY




Procesador de alimentos Máquina cortadora de vegetales multifunción de doble extremo Maquinaria cortadora de frutas y verduras (TS-Q118A)

[Obtenga el último precio >](#) [Chatear con el proveedor](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 pieza	Precio FOB de Referencia: US \$ 5,000-5,500 / Piece
---------	--

Puerto: Guangzhou, China 

Capacidad de producción: Vegetales de hoja 800-1200kg / H, Vegetales de raíz 300-1000kg / H

Términos de pago: L / C, T / T, Western Union

Servicio postventa: Soporte en línea

Garantía: Garantía de un año


Escribe: Cortador

Voltaje: 220V / 380V

Poder: 2.25kw


Personalizado: Personalizado

[Contacta ahora](#)



ANEXO 9.

SECADORA INDUSTRIAL DE VEGETALES



Secadora industrial de alimentos vegetales de pimienta / máquina secadora deshidratadora de vegetales

[Obtenga el último precio >](#) [Chatear con el proveedor](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 juego	Precio FOB de Referencia: US \$ 5,000-15,000 / Set
---------	---

Puerto: Qingdao, China 📍

Capacidad de producción: 30 sistemas / mes

Términos de pago: L / C, T / T

Escribe: Secadora




Voltaje: 380V

Poder: 45kw






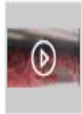
Personalizado: Personalizado

Automático: Totalmente automático

Material: Acero inoxidable 304



Multi-Layer Belt Structure Connect Conveyor



[📧 Contacta ahora](#)

ANEXO 10.

TRITURADORA INDUSTRIAL DE VERDURAS



View larger image

Añadir para co... [Compartir](#)

 Doble eje vegetal de la fruta de la trituradora Industrial de alimentos trituradora

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

1 - 9 Sets	>=10 Sets
3.830,00 US\$	3.780,00 US\$

Muestras: 3.860,00 US\$/Set | 1 Set (Pedido mínimo) | [Comprar muestras](#)

Lead Time[?]:

Cantidad(Sets)	1 - 10	>10
Hora del Est.(días)	15	Se negociará

Personalizacion: [Logotipo personalizado](#)(Min. Order: 1 Sets)
[Embalaje personalizado](#)(Min. Order: 1 Sets)
[More](#) v

Shipping: [Support Transporte marítimo](#)


Ayuda: [1 año en garantía de maquinarias](#) | [1 año for Core Components](#) [?]

[Alibaba.com Freight](#) | [Compare Rates](#) | [Learn more](#)

Protección: [Garantía comercial](#) protege tu pedido de Alibaba.com
[Política de reembolso](#)

ANEXO 11.

MEZCLADOR DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTE INDUSTRIAL



Mezclador mezclador de extracción por solvente industrial

Precio de referencia FOB : [Obtenga el último precio](#)

\$ 8,000.00 - \$ 9,000.00 / pieza | 1 pieza / piezas (pedido mínimo)

\$ 100.00 DE DESCUENTO Ordene más de \$ 5,000.00 | [Obtener cupón](#) ▾

Número de mod... ACE-TQG-F99

Muestras : \$ 9,000.00 / Pieza | 1 pieza (pedido mínimo) [Comprar muestras](#)


Tiempo de esp...

Cantidad (piezas)	1 - 1	2 - 1000	> 1000
Est. Tiempo (días)	15	30	Ser negociado

Personalización: Logotipo personalizado (Pedido mínimo: 1 piezas)
Embalaje personalizado (Pedido mínimo: 1 pieza)
Más ▾

Apoyo : [✓ 1 año](#) de garantía de maquinaria | [2 años](#) para los componentes principales ⓘ

[Ver imagen más grande](#)



Añadir a comp... [↑Cuota](#)

ANEXO 12.

SEPARADOR CENTRÍFUGO DE LÍQUIDO A LÍQUIDO



Separador centrífugo líquido de disco de aceite de cuenco sólido autolimpiante a la venta

> = 1 piezas
\$ 20,000.00

Número de mod... Serie DH

Tiempo de esp...

Cantidad (piezas)	1 - 1	> 1
Est. Tiempo (días)	30	Ser negociado

Personalización: Logotipo personalizado (Pedido mínimo: 1 piezas)
Embalaje personalizado (Pedido mínimo: 1 pieza)
Más ▾

Apoyo : **1 año** de garantía de maquinaria | **1 año** para componentes básicos ⓘ

[Carga de Alibaba.com](#) | [Comparar tarifas](#) | [Aprende más](#)

Proteccion: **Protección de garantía comercial** su pedido de alibaba.com
Política de reembolso

[Ver imagen más grande](#)

[Añadir a comp...](#) [Cuota](#)

ANEXO 13. SEPARADOR SÓLIDO - LÍQUIDO



0.25m³ / H, 0.5m³ / H, 1m³ / H, 2m³ / H Imo-Mepc107
(49) Aprobado Serie Cysc107 Filtración de sentina marina
de 15 ppm / Dispositivo de tratamiento de agua aceitosa /
Separador de sólidos y líquidos

[Obtenga el último precio >](#)

[Deja un mensaje](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 pieza **US \$ 2,400-8,800 / Pieza**

Puerto: Shanghai, China

Capacidad de producción: Conjunto 100

Términos de pago: L / C, T / T, D / P

Servicio postventa: Servicio en línea

Garantía: 1 año

Escribe: Servicio en línea

Método: Tratamiento físico

Uso: Industrial

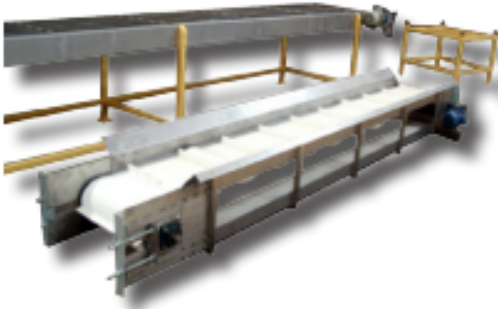
Paquete de transporte: Caja de madera



[Contacta ahora](#)

ANEXO 14.

MINUTA DE TRASPORTE DE FAJAS.

I. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		IV. RECOMENDACIONES	
<p>Transporte de cochinilla hacia zonas de otros procesos. Material de rodillos en acero inoxidable calidad 304 que permite el desplazamiento de la faja. Tolda de alimentación de paso de producto de forma continua. Desplazamiento sobre ruedas. Altura de trabajo con relación al piso de 0.90m. Templadores laterales de faja. Acabado sanitario.</p>		<p>Regulaciones Velocidad de avance de la faja Cantidad de producto transportado en la faja</p> <p>Mantenimiento Verificar estado de los rodillos Revisión de tensión de fajas Verificar nivelación lateral y longitudinal</p>	
II. DATOS TÉCNICOS		V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
Marca	VYMSA	Empresa que comercializa	VYMSA INGENIEROS SA
Modelo	TRANSPORTADOR DE FAJAS	Costo aproximado de la máquina	S/. 93,810.00 (Incluye IGV)
Potencia	Motor eléctrico de 8.0 KW (10.72 HP)	Garantía	1 año
Productividad (TM/Hr)	32.0	Dirección tienda	Calle 22 Mz C Lote 11-A Urb. Campoy 3 etapa SJL, Lima
Voltaje (voltios)	220 – 380 – 440	Teléfonos	(1)3860933
Suministro	Trifásico	Dirección electrónica	ventas@vymsa.com
Vida útil (horas)	10,000		
Peso (Kg)	2,800		
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios		
III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO			
Costo de electricidad S./ hora	0.25 kW* h/TM de cochinilla transportada tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)		
Repuestos que utiliza la máquina	Faja, rodillos, etc.		
Insumos para la máquina	¼ de litro de grasa		
Mano de obra necesaria	No requiere personal constante para ser operada		

ANEXO 15.

MOLIENDA POR MARTILLOS

I. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		V. DONDE SE PUEDE COMPRAR	
<p>Equipo para moler cochinilla. Debe de estar deshidratada previamente. Cámara superior con rompedores para mejor impacto. Tamices desde 9.5mm. Martillos de 4 vidas de 6mm x 72 unid. Construida en acero inoxidable AISI 304 (material en contacto con el producto).</p>		<p>Empresa que comercializa</p>	<p>VULCANO TECNOLOGIA APLICADA EIRL</p>
		<p>Costo aproximado</p>	
		<p>15 Kw</p>	<p>S/. 22,400.00 (Incluye IGV)</p>
		<p>37 Kw</p>	<p>S/. 24,500.00 (Incluye IGV)</p>
		<p>Garantía</p>	<p>1 año</p>
		<p>Dirección tienda</p>	<p>Av. Brígida Silva de Ochoa 384 San Miguel Lima</p>
		<p>Teléfonos</p>	<p>(1)5661001</p>
		<p>Dirección electrónica</p>	<p>infor@vulcanotec.com</p>
II. DATOS TÉCNICOS			
<p>Marca</p>	<p>VULCANO</p>		
<p>Modelo</p>	<p>MPV 60 – 60</p>		
<p>Potencia</p>	<p>15 Kw (20Hp) 37Kw (50Hp)</p>		
<p>Productividad (TM/ Hr)</p>	<p>0.12</p>	<p>0.10</p>	
<p>Voltaje (voltaje)</p>	<p>220 – 380 – 440</p>		
<p>Suministro</p>	<p>Trifásico</p>		
<p>Vida útil (horas)</p>	<p>5,000</p>		
<p>Peso (Kg.)</p>	<p>350</p>		
<p>Para su instalación requiere</p>	<p>Interruptor Termo magnético de 30 amperios</p>		
III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO			
<p>Costo de electricidad S/. / hora</p>	<p>125.0 y 370.0 kW* h/TM cochinilla molida tarifa BT5B (0.40kwh</p>		
<p>Repuestos que utiliza la máquina</p>	<p>Zaranda, martillo, fajas, etc.</p>		
<p>Insumos para la máquina</p>	<p>1.5 litros grasa</p>		
<p>Mano de obra necesaria</p>	<p>Requiere de una persona para ser operado</p>		
IV. RECOMENDACIONES			
<p>Regulaciones Finura de molienda, cambiando zaranda</p>			
<p>Mantenimiento: Revisión de estado de los martillos Revisión de tensión de fajas de transmisión Verificar estanqueidad de uniones</p>			



ANEXO 16.

EXTRACTO MEZCLADOR DE COCHINILLA

I. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Extractora de carmín, construida en acero inoxidable. Con control de temperatura. Cubierta superior removible para la adición de reactivos.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	HIDROMECC
Modelo	EXTRACTOR DE CARMIN
Potencia	Motor eléctrico de 1.5 KW (2.0 HP)
Productividad (TM/ Hr)	0.31
Voltaje (voltios)	220 – 380 – 440
Suministro	Monofásico o trifásico
Vida útil (horas)	5,000
Peso (Kg.)	480
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S/. / hora	15.0 kW* h/TM de cochinilla procesada tarifa BT5B (S/.0.45/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Cámara, circuito de control, etc.
Mano de obra necesaria	Requiere de una persona para ser operado

IV. RECOMENDACIONES

Regulaciones

Temperatura interna de la cámara

Humedad interna de la cámara

Mantenimiento:

Verificación de circuito de control

Verificación de hermeticidad en el cierre

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	HIDROMECC SAC
Costo aproximado de la máquina	S/. 15,000.00 (Incluye IGV)
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. Parra 408 Arequipa
Teléfonos	(054)2226981 998157896
Dirección electrónica	hidromec@sac@yahoo.com



ANEXO 17.


PRESA DE FILTRO DE PLACA



Prensa de filtro de placa

Precio FOB	\$ 9,100.00 - \$ 120,000.00 / conjunto
Estructura	Tipo de viga en voladizo
Escribe	Prensa de filtro de placa y marco
Material del filtro	FRPP
Grado de automatización	Semiautomático
Área de filtro	250m ² -450m ²
Peso	21T-29T
Volumen de filtro	4375L-7875L

ANEXO 18. TANQUE PRECIPITADOR




Precio de fábrica de Leno 50L a 30000L Cuba sanitaria
Recipiente de almacenamiento de líquidos de grado
alimenticio Calidad personalizada Tambor revestido
Tanque de almacenamiento de acero inoxidable aislado

[Obtenga el último precio >](#) [Deja un mensaje](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 juego	Precio FOB de Referencia: US \$ 500-2,000 / Set
---------	--

Puerto: Ningbo, China 

Capacidad de producción: 100 sistemas / mes

Términos de pago: L / C, T / T, Western Union, Paypal

Condición: Nuevo

Personalizado: Personalizado



Certificación: ISO9001, UL

Tanque Material: Tanque de metal

Escribe: Equipos de almacenamiento y transporte de presión media

Objetos de almacenamiento: Líquido

[Contacta ahora](#)

 Favoritos  Cuota     

ANEXO 19. TANQUE DE SEDIMENTACIÓN



decantador de laminillas clarificador de agua industrial tratamiento de aguas residuales

> = 1 juegos
\$ 6,500.00

Beneficios  Cupones de US \$ 3,000 [Aplicar ahora>](#)

Número de mod...

Tiempo de esp...

Cantidad (juegos)	1 - 3	> 3
Est. Tiempo (días)	20	Ser negociado

Personalización: Logotipo personalizado (pedido mínimo: 1 juego)
Embalaje personalizado (pedido mínimo: 1 juego)
Más 

 **1 año** de garantía de maquinaria

 [Carga de Alibaba.com](#) | [Comparar tarifas](#) | [Aprende más](#)

[Ver imagen más grande](#)



ANEXO 20.

EQUIPO DE SECADO

I. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Equipo para secado. Compuerta superior de alimentación con rejilla de seguridad y visor de proceso de mezclado. Cámara de secado de trabajo horizontal. Eje central suspendido en rodamientos. Compuerta inferior de descarga con fijación de abertura. Estructura rígida fabricado con ángulos en acero comercial. Motor reductor de velocidad a engranajes del tipo coaxial, con acople a eje central a través de piñones y con seguro de cadena. Transmisión de movimiento por medio de cadena, piñón, polea y fajas en V. Protector lateral de seguridad de poleas y fajas. Porta motor incorporado. Acabado sanitario. Acero inoxidable calidad AISI 304. No incluye quemador.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	NEVAGIM
Modelo	DHNP – 120 IX
Potencia	Motor eléctrico de 2.0 KW (2.68 HP)
Productividad (TM/ Hr)	0.10
Voltaje (voltios)	220 – 380 – 440
Suministro	Trifásico
Vida útil (horas)	20,000
Peso (Kg.)	500
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios

III COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S/. / hora	S/. 7.5 /Hr tarifa BT58 (0.40kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Soplador, quemador, ventiladores, etc.
Mano de obra necesaria	Requiere de una persona para ser operado

IV. RECOMENDACIONES

Regulaciones

- Temperatura interna
- Caudal de aire circulando
- Cantidad de producto alimentado a la cámara de secado

Mantenimiento

- Verificar estado del soplador / quemador
- Verificar presión de los ventiladores
- Verificar estanqueidad de la cámara

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	NEVAGIM DEL PERU EIRL
Costo aproximado de la máquina	S/. 26,580.00 (Incluye IGV)
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. Principal Mz A Lte 5 Campoy SJL Lima
Teléfonos	(1)3861355
Dirección electrónica	998000970 9 416*1629 informes@nevagimdelperu.com ventas@nevagimdelperu.com



ANEXO 21.

MEZCLADOR SÓLIDO - LÍQUIDO



Sistema de mezcla sólido-líquido por lotes Para Industrial, Capacidad: 1000-10000L

\$ 3.96 Lakh [Obtenga el último precio](#)


 [Video del producto](#)

Capacidad	1000-10000L
Material	Acero inoxidable
Uso / Aplicación	Industrial
Grado de automatización	Automático
Nombre / número del modelo	ME-LSMS
País de origen	Hecho en India

[Ver detalles completos](#)

ANEXO 22.

EMBOTELLADORA DE COLORANTE



**Botella llave en mano Agua Soda Jugo Bebida carbonatada
Bebida energética Llenado de aceite Máquina de envasado
Llenado de líquidos de jugo Máquina embotelladora
automática Precio**

[Obtenga el último precio >](#) [Chatear con el proveedor](#)

Min. Pedido / Referencia Precio FOB

1 pieza	US \$ 50.000 / Pieza
---------	-----------------------------

Puerto: Shanghai, China

Capacidad de producción: 100 unidades / año

Términos de pago: L / C, T / T, D / P, Western Union, Paypal, Pago de Pequeña Cantidad

Servicio postventa: Ingenieros disponibles para dar servicio a maquinaria en el extranjero


Garantía: 12 meses

Escribe: Máquina de llenado volumétrica

Grado automático: Automático


Tipo de material: Líquido

Cabezal de válvula de llenado: Multi-cabezal



ANEXO 23.




FICHA MSDS HEXANO

	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD	Edición N°1 Revisión: 08/2017 1 de 7
HEXANO 99% MSDS CAS: 000110-54-3		00164

Sección 1: Identificación del producto químico y la empresa


Identificación del producto químico	: HEXANO 99%
Usos recomendados	: Industrial.
Restricciones de uso	: Industrial, Reservado para uso profesional.
Nombre del proveedor	: SOVIQUIM LTDA.
Dirección del proveedor	: Miguel de Atero N° 2546, Quinta Normal - Santiago
Número de teléfono del proveedor	: 2-2773-8684
Número de teléfono de emergencia en Chile	: 2- 2247-3600 (CITUC)
Información del fabricante	: LOBA CHEMIE PVT LTD. 107 Wode House Road, Jehangir Villa, Colaba 400005 Mumbai INDIA Contacto: +91 22 6663 6663 info@lobachemie.com
Dirección electrónica del proveedor	: www.soviquim.cl

Sección 2: Información de los peligros

Clasificación según NCh 382	: LIQUIDO INFLAMABLE
Distintivo según NCh 2190	: 
Clasificación según SGA	: LIQUIDO Y VAPORES MUY INFLAMABLES
Etiqueta SGA	: 
Señal de seguridad según NCh1411/4	: 
Clasificación específica	: LIQUIDO INFLAMABLE
Descripción de peligros	: LIQUIDO Y VAPORES MUY INFLAMABLES
Descripción de peligros específicos	: Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración a las vías respiratorias. Se sospecha que perjudica la fertilidad. Provoca irritación cutánea. Puede provocar somnolencia y vértigo. Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

ANEXO 23.

CONTINUACIÓN

	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD	Edición N°1 Revisión: 08/2017 3 de 7
HEXANO 99% MSDS CAS: 000110-54-3		00164

Síntomas /efectos más importantes Protección de quienes brindan los primeros auxilios Notas especiales para un médico	Puede provocar somnolencia o vértigo. : Provoca daños en los organos : Mascarilla, lentes de protección y guantes. : No hay información disponible
---	---

Sección 5: Medidas para lucha contra incendios


Agentes de extinción Agentes de extinción inapropiados Productos que se forman en la combustión y degradación térmica Peligros específicos asociados Métodos específicos de extinción Precauciones para el personal de emergencia y/o los bomberos	: Espuma. Polvo seco. Dióxido de carbono. Agua nebulizada. Arena. : No utilizar chorro directo de agua. : En caso de incendio, pueden producirse humos perjudiciales para la salud : Pueden producirse humos perjudiciales para la salud. : Procedimiento estándar para fuegos químicos. Evite que el agua (sobrante) de extinción del fuego afecte el entorno. : No entrar a la zona del incendio sin el equipo protector adecuado. Incluyendo protección respiratoria
---	--

Sección 6 – Medidas que se deben tomar en caso de derrame accidental

Precauciones personales Equipo de protección Procedimientos de emergencia Precauciones medioambientales Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento Métodos y materiales de	: Equipe al personal de limpieza con los medios de protección adecuados. Ventilar la zona. : Máscara de doble vía con filtros para vapores orgánicos. : Tome precauciones especiales para evitar las cargas de electricidad estática. Eliminar posibles fuentes de ignición. No exponer a llama desnuda. No fumar. : Evite que penetre en el alcantarillado y las conducciones de agua. Si el producto alcanza los desagües o las conducciones públicas de agua, notifíquelo a las autoridades. Impida que se libere al medio ambiente. : Cubra el derrame con material inerte (p. ej. arena o tierra seca) y recolecte para su disposición apropiada. : Absorba los vertidos con sólidos inertes, tales como arcilla o tierra de
--	--

ANEXO 23.

CONTINUACIÓN

	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD	Edición N°1 Revisión: 08/2017 5 de 7
HEXANO 99% MSDS CAS: 000110-54-3		00164

Estado físico	: Líquido
Forma en que se presenta	: Líquido
Color	: Claro
Olor	: Gasolina
pH	: No existen datos disponibles
Punto de fusión/punto congelamiento	: -95°C
Punto de ebullición	: 68 – 70°C
Punto de inflamación	: -23°C
Presión de vapor	: N/A
Densidad relativa de vapor (aire=1)	: 2.97
Densidad	: 0.678
Solubilidad	: N/A
Coeficiente de partición	: No hay información disponible
Temperatura de auto ignición	: No hay información disponible
Temperatura de descomposición	: No hay información disponible
Umbral de olor	No hay información disponible
Tasa de evaporación	N/A
Viscosidad, dinámica:	No hay información disponible
Viscosidad	0.31 mPas 20 deg C.
Propiedades explosivas	N/A
Límites de explosión – superior%	7.50%
Límites de explosión-inferior%	1.10%
Sección 10: Estabilidad y reactividad	
Estabilidad química	: Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas
Reacciones peligrosas	: No se ha establecido.
Condiciones que se deben evitar	: Luz directa del sol. Temperaturas extremadamente altas o extremadamente bajas, Fuego no controlado.
Materiales incompatibles	: Acidos fuertes. Bases fuertes
Productos de descomposición peligrosos	: Humos. Monóxido de carbono. Dióxido de carbono. Puede desprender gases inflamables.
Sección 11: Información toxicológica	
Toxicidad aguda (LD50 y LCS0)	: Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias
Irritación/corrosión cutánea	: Provoca irritación cutánea. Puede irritar las vías respiratorias.
Lesiones oculares graves	: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación
Sensibilización respiratoria o cutánea	: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de

ANEXO 24.

FICHA MSDS DE TIERRA DE DIATOMEAS




Hoja de Seguridad Tierra de Diatomeas,

Corretajes Uribe Ltda

<p>1.- Identificación del producto Nombre comercial: Uso previsto: Suministrador: Distribuidor:</p> <p>Información para emergencias:</p>	<p>Tierra de Diatomeas. Biopesticida y biofertilizante Corretajes Uribe Ltda</p> <p>Teléfono : 56 9 94407312 E-mail: corretajesuribe@gmail.com contacto@guanorojouribe.cl Web ; www.guanorojouribe.cl</p>
<p>2.- Información sobre los componentes Componentes peligrosos: Características:</p>	<p>No contiene sustancias peligrosas. Arcilla de diatomea.</p>
<p>3.- Posibles peligros Indicaciones especiales de peligro para el hombre y el medio ambiente:</p>	<p>No se conocen peligros para el hombre o para el Medio Ambiente.</p>
<p>4.- Medidas de primeros auxilios Indicaciones generales Después de Inhalación: Después de Ingestión: Después del contacto con la piel: Después del contacto con los ojos: Quemaduras: Información complementaria:</p>	<p>No es un producto peligroso. No procede. Beber agua. En caso de ingestión de grandes cantidades provocar el vómito. Lavar la piel con agua y jabón. Lavar con agua. - Si ocurre un accidente con Tierra de Diatomeas, seguir las indicaciones que se recomiendan para la manipulación del líquido absorbido</p>
<p>5.- Medidas contra incendios Agentes extintores: Riesgos: Dispositivos de protección: Información complementaria:</p>	<p>No es combustible. Ninguno. - Si ocurre un accidente con Tierra de Diatomeas saturado, seguir las indicaciones que se recomiendan para la manipulación del líquido absorbido.</p>
<p>6.- Medidas caso de liberación involuntaria Medidas de precaución para las personas: Medidas de protección medioambiental: Limpieza:</p>	<p>Se recomienda mascarilla por razones de higiene. No procede. Ver Sección 13</p>
<p>7.- Manipulación y almacenamiento En lugares de trabajo: Almacenamiento: Embalaje:</p>	<p>No son necesarias precauciones especiales. Almacenar en lugar seco. Se entrega en bolsas o cubos de plástico</p>


ANEXO 25.

FICHA MSDS CARBONATO DE SODIO

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	
Fecha de preparación 15-oct-2009	Fecha de revisión 01-ene-2021	Número de Revisión 11
SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA		
1.1 Identificador del producto		
Nombre del producto	Sodio Carbonato anhidro	
Cat No. :	S/2920/53, S/2920/65, S/2920/60, S/2920/62	
Nº. CAS	497-19-8	
Nº. CE.	207-838-8	
Fórmula molecular	C Na2 O3	
Número de registro REACH	-	
1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados		
Uso recomendado	Productos químicos de laboratorio.	
Sector de uso	SU3 - Usos industriales: Usos de sustancias como tales o en preparados en emplazamientos industriales	
Categoría del producto	PC21 - Productos químicos de laboratorio	
Categorías de procesos	PROC 15 - Uso como reactivo de laboratorio	
Categoría de emisión al medio ambiente	ERC6a: Uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de sustancias intermedias)	
Usos desaconsejados	No hay información disponible	
1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad		
Empresa	Entidad de la UE / nombre de la empresa Acros Organics BVBA Janssen Pharmaceuticaaan 3a 2440 Geel, Belgium	
	Nombre de la entidad / negocio del Reino Unido Fisher Scientific UK Bishop Meadow Road, Loughborough, Leicestershire LE11 5RG, United Kingdom	
Dirección de correo electrónico	begel.sdsdesk@thermofisher.com	
1.4. Teléfono de emergencia		
	Tel: +44 (0)1509 231166 Chemtec US: (800) 424-9300 Chemtec EU: 001 (202) 483-7616	
SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS		
2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla		
CLP clasificación - Reglamento (CE) n° 1272/2008		
FSUS2920		
		Página 1 / 11

ANEXO 26.

FICHA MSDS ÁCIDO CÍTRICO

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	ACIDO CITRICO	<i>Ver. : 2</i> <i>Agosto 20 de 2009</i> <i>Página 1 de 5</i>



Pictograma NFPA

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL Y DE LA COMPAÑIA

Nombre Químico:	Acido Cítrico CitruX
Sinónimos:	Acido 2- hidroxil-1, 2, 3-propanotricarboxílico; 1, 2, 3 Acido propanetricarboxílico; Acido beta hidroxitricarboxílico; Acido beta-hidroxitricarboxílico; Hidrocerol.
Formula:	H3C6H5O7
Familia Química:	Ácidos Orgánicos
Registro CAS:	77-92-9
Numero UN:	N.R
Información de la Compañía:	Nombre: Fujian Shan S.A. Dirección: Carretera central de Occidente Km 1.5 Vía Funza, Parque Industrial San Carlos, Etapa I Local 4
Teléfono de Emergencia:	5467000 – Funza

2.COMPOSICION E INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES	
Ingrediente	Acido Cítrico
CAS	77-92-9
Por Ciento	99.0 - 100%
ppm	10 mg/m3
TLV-TWA	No establecido.

3.IDENTIFICACION DE PELIGROS

Inhalación:	Causa irritación del tracto respiratorio con síntomas como tos, falta respiración.
Ingestión:	Causa irritación del tracto gastrointestinal. Los síntomas pueden ser náuseas, vómitos y diarrea. Dosis orales extremadamente altas puede producir malestar gastrointestinal. En casos de ingestión severa se puede producir deficiencia de calcio en la sangre
Contacto con la Piel:	Causa irritación de la piel. Los síntomas incluyen enrojecimiento, prur