

638.3
S 678
1994, c.2.
~~84h.~~
84h.

BIBLIOTECA CORFO

PROYECTO : "EXPLORACION DE LA COCHINILLA PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS COLORANTES NATURALES"

EMPRESA : "SOCIEDAD AGRICOLA LOS TUNANTES LTDA."

UNIDAD EJECUTORA :
- SOCIEDAD AGRICOLA LOS TUNANTES LTDA.
- DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

638.3
S 678
1994 c.2.

Abril, 1994

1. RESUMEN EJECUTIVO

La "Sociedad Agrícola Los Tunantes Limitada" inició sus actividades comerciales el 22 de Agosto de 1989, con la compra de un predio agrícola en la localidad de Las Rojas, a unos 22 kilómetros de la ciudad de La Serena por el camino hacia el interior del Valle del Elquí. Junto con la adquisición del predio, se inició la plantación de tunas y luego la infestación controlada de las paletas de tunas con el insecto conocido con el nombre de "cochinilla".

El insecto indicado fue en su oportunidad ingresado al país por la empresa Comercial Agrícola Paicaví, previo estudio y autorización del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Actualmente es la única familia del insecto autorizada para que se reproduzca en el país. Tunantes adquirió los derechos de uso de la familia del insecto.

Actualmente la Sociedad tiene 800.000 plantas de tunas, en su mayoría en pleno ciclo de producción. El proceso de producción de cochinilla consiste en la infestación controlada a las paletas de tunas que disponen de una masa foliar adecuada, la que luego de aproximadamente cuatro meses está a la forma de una colonia de insectos adultos que comienzan a reproducirse. En este momento se recogen (cosechan) manualmente las hembras, las que son secadas y embaladas para su comercialización. Los insectos recién nacidos son igualmente recolectados y se utilizan para nuevas infestaciones.

Desde hace tres años, la empresa ha iniciado sus exportaciones al mercado europeo.

En el año 1993 la producción de cochinilla seca exportada fue de 6.221 kilos.

Por tratarse de un rubro de negocio no conocido en Chile, de poca difusión en la literatura internacional, en el comienzo de las actividades de la empresa, se detectó la urgente necesidad de desarrollar tecnología chilena en diversos

aspectos que conforman el negocio de la cochinilla. Se vió que era importante establecer parámetros óptimos tanto en el manejo de la planta como del insecto, que mejoraran la productividad de la cochinilla, que constituye el producto primario del sistema. Igualmente, se vió la necesidad de mejorar la calidad de la cochinilla seca producida, es decir, aumentar la cantidad del contenido en ácido carmínico presente. Finalmente, se vió la necesidad de efectuar pruebas a nivel de laboratorio que permitieran encontrar un proceso que obtuviera a partir de la cochinilla un producto carmínico de mayor valor comercial.

Estas necesidades de desarrollo de nuevas tecnologías fueron presentadas en un proyecto al Fondo De Desarrollo Tecnológico de CORFO (FONTEC), organismo que luego de analizar la conveniencia del proyecto lo aprobó con fecha 9 de Septiembre de 1992, con un aporte equivalente a UF 2.239,39 de un proyecto total estimado en UF 3.732,31.

A la fecha, el proyecto se encuentra totalmente terminado y los resultados indican que los objetivos propuestos se han cumplido cabalmente:

- Se dispone de nuevos conocimientos en el manejo de la planta y de los insectos que aumentarán en un 40% la productividad actual de cochinilla.
- Se dispone de nuevos conocimientos que permiten producir una cochinilla seca de 23% de ácido carmínico.
- Se ha diseñado un proceso tecnológico, a escala laboratorio, que permitirá producir "carmín", que es un compuesto alumínico cálcico del ácido carmínico, que tiene un precio del orden de los US\$ 160 el kilo, con 50% de ácido carmínico. Cabe señalar que el precio actual de la cochinilla que se exporta es de 15 US\$/kilo, con 23% de ácido carmínico.

Los resultados obtenidos permiten presumir que la empresa podrá cumplir los objetivos estratégicos planteados en el corto y mediano plazo que consisten básicamente en lograr tener una participación del 20% del mercado mundial de la cochinilla que actualmente se mantiene alrededor de las 200 toneladas anuales, lograr afianzar económicamente la empresa con el inicio de producción de "carmín" que forma parte de otro mercado de mayor rentabilidad.

2. EXPOSICION DEL PROBLEMA

A continuación se entregarán los antecedentes que dieron origen a la proposición del presente proyecto de innovación tecnológica.

2.1. Antecedentes Generales

En una primera etapa la empresa estuvo orientada a la producción de "cochinilla seca", utilizada en Europa como colorante rojo natural por su alto contenido de ácido carmínico (cerca al 20% al estado seco). Esta cochinilla es la materia prima para la producción de Acido Carmínico de diferentes grados de pureza y del Carmín, nombre con el que se denomina a la sal alumínica-cálcica del ácido carmínico. La principal característica comercial que tiene en estos momentos la cochinilla y sus derivados, es que se trata de un colorante rojo natural, aceptado para ser utilizado en productos de ingestión humana (comidas y bebidas), en cosmetología y farmacia, en importantes mercados externos (Europa, EE.UU., Canadá y Japón). En estos mercados ha sido recientemente prohibido el uso, con estos propósitos, del colorante rojo sintético (Eritrosina), por considerársele tóxico y cancerígeno. De esta manera, los mercados de los colorantes para comidas, bebidas y drogas, están orientándose hacia antiguos colorantes naturales y en el caso del color rojo y tonalidades asociadas, a la cochinilla. Actualmente el único competidor en este aspecto es el Betacaroteno, cuya "naturalidad" también ha estado siendo cuestionada. Es decir, desde el punto de vista de una estimación proyectada de la demanda de este producto, ésta debería aumentar en los próximos años.

En los primeros años de manejo de la empresa, en que en lo fundamental se hicieron las primeras plantaciones de tunas y posteriormente se iniciaron las primeras infestaciones, todas las actividades se fundamentaron en antecedentes aportados por técnicos peruanos que tenían una reconocida trayectoria en el Perú. Sin embargo, luego de terminados los tres primeros años, se estableció la urgente necesidad de establecer nuevas condiciones de manejo de la planta, incluyendo hasta los sistemas de plantación de las paletas,

como asimismo establecer nuevas metodologías de infestación, de manejo de los insectos, de cosecha y de secado de la cochinilla.

2.2. Los Problemas

Específicamente se pudo constatar que las "recetas" entregadas por los técnicos peruanos no eran aplicables en Chile. Los primeros resultados fueron desesperanzadores: el crecimiento de las plantas de tunas no era bueno, los insectos luego de colocados en las paletas de tunas tendían a hacer muchas colonias que luego de un ciclo de reproducción dañaban en forma irreparable la planta y era necesario hacer "replantes" con la pérdida económica que esto significaba. La densidad de plantación indicada por los asesores peruanos apareció como poco adecuada para el sistema de "cosecha" manual utilizado. Asimismo se vió que variables tales como la orientación de cada una de las paletas con respecto a los vientos predominantes y la exposición solar, eran muy importantes para el crecimiento de la colonia de insectos. En muchos casos se constató que los ciclos teóricos no coincidían con los reales que presentaban las "colonias" en el campo. El control de la maleza produjo problemas no esperados ya que los herbicidas comerciales eliminaban en igual forma a los insectos. En lo que respecta al sistema de secado solar recomendado, éste tampoco funcionó con la efectividad esperada ya que la radiación y humedad no correspondían a los lugares de las plantaciones peruanas. En general, se concluyó que las recomendaciones de los asesores peruanos no podían aplicarse al caso de las plantaciones de la empresa y que era necesario desarrollar urgentemente tecnología chilena que fuera específica para el caso de las plantaciones de la empresa en el Valle del Elqui. El porcentaje de ácido carmínico presente en la cochinilla también se estableció que era posible mejorarlo.

Finalmente, otro problema que se evidenció en los primeros intentos de comercialización de "cochinilla seca" era la diferencia apreciable que había entre el precio que se pagaba por la "cochinilla" y el precio que las empresas que compraban esta materia prima en Europa, cobraban por los productos carmínicos derivados de la cochinilla. Sobre este particular se

constató que no existía ninguna literatura técnica sobre posibles procesos industriales aplicables a la cochinilla. En los contactos iniciales con los compradores extranjeros se estableció que estos conocimientos constituían un "secreto industrial" de muy difícil acceso.

Para hacer frente a todos estos problemas, la empresa preparó un proyecto de innovación tecnológica tendiente a solucionarlos, llamado "Explotación de la Cochinilla para la Obtención de Productos Colorantes Naturales".

2.3. Objetivos Técnicos del Proyecto

El proyecto se planteó los siguientes grandes objetivos:

- Aumentar en un 33% el rendimiento de producción de cochinilla. Este objetivo involucraba todos los aspectos indicados como problemas de campo en la producción, calidad y secado de la cochinilla.
- Identificar las sustancias extraídas de la cochinilla.
- Establecer un proceso de producción de carmín o de otros derivados del ácido carmínico presente en la cochinilla.
- Recopilar antecedentes de mercado de los colorantes carmínicos, en especial la oferta del mercado peruano que controla el 90% del mercado mundial de estos productos.

3. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

Para el cumplimiento de los objetivos generales planteados, la investigación tecnológica se llevó a cabo de la siguiente manera.

- Todos los trabajos de "campo" relacionados con aumentar los rendimientos y calidad de la cochinilla, como asimismo al resto del manejo de los insectos hasta tenerlos listos para la exportación, fueron desarrollados directamente por la empresa. Igualmente, la recopilación de los antecedentes de mercado y antecedentes técnicos necesarios para la orientación de los trabajos de laboratorio fueron de responsabilidad de la empresa.
- Todos los trabajos experimentales de laboratorio tendientes a establecer el proceso y la identificación de las sustancias extraíbles de la cochinilla, fueron encargados al Departamento de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile.

El plan de trabajo ejecutado se representa en la carta Gantt adjunta. A continuación se describe cada una de las actividades generales más relevantes, indicando según corresponda los métodos involucrados, el diseño experimental, modalidad de análisis de los resultados obtenidos y las fuentes de información consultadas. Los detalles de la metodología empleados y los resultados obtenidos se indican en los Anexos Trabajos de Campo, Experiencias de Laboratorio, Antecedentes de Mercado y Perfil Técnico-Económico de una Planta de Carmín.

3.1. Trabajos de Campo

Los principales aspectos de esta parte del trabajo fueron los siguientes:

En un principio se destinó una hectárea para los trabajos de campo y obtención de materia prima para las experiencias.

En general, puede decirse que los métodos utilizados para obtener los óptimos en cada una de las variables estudiadas fue en primer lugar hacer un análisis de la bibliografía y de las recomendaciones dadas por los expertos peruanos, luego con los conocimientos agronómicos que se disponen en Chile, tratar de encontrar la explicación del porqué las respuestas de la planta y del insecto no eran similares en Perú y en Chile. Finalmente, deducir cuáles podrían ser las mejores respuestas para el caso chileno y experimentar directamente en el campo. En algunos casos y para algunas variables se pudo tener apreciaciones cualitativas de las respuestas y en otros se efectuaron experiencias en las cuales se midieron y cuantificaron los resultados, los que en los casos de encontrar mejoras sustanciales se expandieron a áreas de plantación más extensas a objeto de validar las observaciones. De esta manera, se destinaron lotes de experimentación de campo de hasta 5 y 10 hectáreas cada uno.

3.2. Recopilación de Antecedentes Técnicos y Bibliográficos

La recopilación de antecedentes técnicos y material bibliográfico inicial la efectuó directamente la empresa. Lo primero fue efectuado directamente de fuentes primarias y lo segundo de una serie de visitas a las principales bibliotecas del país. Todo este material fue entregado a los expertos de la Universidad de Chile y en base a ellos se diseñaron los caminos a explorar en escala laboratorio.

Por su parte la Universidad aportó una segunda etapa de recopilación bibliográfica, ampliada a otras bibliotecas nacionales.

La siguiente lista corresponde a las fuentes de información utilizadas de los diversos Centros de Investigación, Universidades e Instituciones que fueron consultadas respecto a aquellas materias relacionadas con cochinilla, ácido carmínico, carmín, coccus cactis, Dactylopius cactis.

Fuentes de Información:

- Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.
- Universidad de Santiago
- INTA
- CONICYT
- Fundación Chile
- Bases de datos Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile, conexión a Chemical Abstract.
- Instituto Nacional de Normalización
- Corporación de Fomento de la Producción
- Universidad Católica de Chile.

De la revisión efectuada se encontraron referencias de orden general, por ejemplo con orientación hacia la investigación del uso de carmín en cosmética, alimentos y bebidas. También existen numerosas citas que corresponden a patentes y/o revistas de difícil acceso, ya sea por idioma (ruso, japonés) o no disponibles en bibliotecas importantes.

La información bibliográfica se clasificó en dos grupos para facilitar su acceso. El primer grupo comprende aquellas con disponibilidad total (fotocopias) de los artículos o monografías. El segundo grupo contiene información más específica, pero sólo disponibilidad de citas bibliográficas, con algunos resúmenes o abstract. Entre las referencias de orden general que son de interés, cabe destacar ref. 1-6, que cubre aspectos generales de la cochinitilla, materia colorante, aplicaciones, etc. Las referencias 7-8, se refieren a aspectos específicos de obtención de carmín mediante diferentes métodos y su comparación.

Bibliografía 1

1. Ulaus Hordh. "Las materias colorantes en los productos alimenticios". Editorial El Ateneo. P274-78. Buenos Aires (1941).

2. Lujon Piña Ignacio. "La Grana o Cochinilla del Noral". Publicación de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Monografías Lanfi. P2-49, México, Noviembre (1977).
3. Anand, N. Tropical development and research Institute. "The market for amatto and other natural colouring materials with special reference to the United Kingdom". Tari Section 3-P20-21 - Nov. (1983).
4. Merk Index 11th. (año 1991)
5. Ralph Gharry. "Cosmetic Materials" Vol.2, P:114-115 (1963)
6. Fester G.A., Lexow S. "Colorantes de insectos" - Anales Soc.Científica Argentina, P: 7-9; 92-96; 100-103. Argentina (1943).
7. Gibaja-Oviedo-Segundo. Aldana-Gibaja-Lourdes-D. "Preparation of carmine. I. Evaluation of four processes for preparing". Bol.Soc.Quim. Perú, 43, P-133-8. 1977.
8. Fiecchi A., Anastasia M., Galli G., Gariboldi P. "J.Org.Chem. (1981),46, 1511.
9. Chemical Abstract - "Red Cochineal Dye (Carmine Acid): Its role in nature" Vol: 208, 30 May (1980)

Bibliografía 2

(sólo citas bibliográficas, fotocopias no disponibles)

10. Baranyovits-F-L-C. "Cochineal carmine: an ancient dye with a modern role. Endeavour. 2. P85-92, (1978).
11. Roush W., Myers A. "J.Org.Chem. (1981), 46, 1511.

12. Schweppe Helmuth. Roosen -Runge-Heinz. "Carmine, cochineal carmine and kermes karmine (pigments) -Artist Pigm. 1,p255-83. England (1986).
13. Ney, M. "Determination of the value of various types of commercial carmine". Ann. Fals. Expert. Chim. 62. 0187-90. Francia (1969).
14. Shiaki, Yudo "Water soluble carmine red pigment for foods (Pat.). Ikeda, Toya Kogyo. Ltda. Japan (1971).
15. Fridman, Sh. A.Kenin, S.L. Antonova, E.G. Bolunina, L.P. "Removal of impurities from the synthetics dye Indigo Carmine". Leningrad Inter-Departmental Scientific Research Instituto of the food industry. USSR (1970).
16. Nishihara, Takamichi (Kagome Co.Ltd.) Japan 71 11, 115
Ref.: "Extraction of carminic acid from cochineal" CA 75:P 50419n.

Extn. with H₂O at > 130°C under pressure is carried out in the presence of 1-5% chelating agent and protective colloid. Thus 10 Kg powdered cochineal was extd. at 150°C for 10 min. with 100 l deionized water containing 20g phytic acid and 20g gelatin. The ext. contg 2% carminic acid has lower viscosity than alk.ext. and was readily clarified and evapt to 15% conc.

3.3. Experiencia de Laboratorio

Luego de analizados los antecedentes recopilados por la empresa y por los investigadores de la Universidad de Chile, se planificaron las experiencias a realizar para la investigación que en lo fundamental fueron las siguientes: análisis bromatológicos y bacteriológicos de la cochinilla, estudio de separación de la materia grasa de la cochinilla, diseño de un proceso químico de precipitación de carmín, estudio de parámetros experimentales asociados al proceso, estudio de la separación de impurezas del solvente, estudio de optimización de variables en la preparación del carmín, análisis bromatológico y de cristalización del carmín y pruebas de esterilización y de secado.

Todos estos trabajos se encuentran debidamente descritos en el Anexo Trabajos de Laboratorio.

En general, puede decirse que las metodologías utilizadas corresponden a las corrientemente utilizadas en todos los laboratorios de investigación de procesos químicos. Los resultados fueron debidamente graficados y en función de los resultados parciales se fueron orientando las siguientes experiencias. En lo particular, las experiencias estuvieron focalizadas a resolver los siguientes problemas:

3.3.1. Tipo de Materia Prima

En la precipitación del carmín puede utilizarse cochinilla al estado "fresco" o "seco". Desde un punto de vista económico aparece como aconsejable utilizar cochinilla fresca, ya que se evita el gasto de lo que significa el secado.

3.3.2. Influencia de la Materia Grasa

La cochinilla contiene un tipo de grasa que apareció normalmente interfiriendo los procesos de "solubilización" del ácido carmínico y el posterior proceso de filtración de la solución. De esta manera, se estimó necesario analizar esta influencia en los rendimientos del proceso.

3.3.3. Influencia de la Temperatura

La temperatura óptima del proceso de digestión de la cochinilla (solubilización del ácido carmínico) es una variable muy importante de determinar y con este objeto se hicieron variadas experiencias, tanto en cochinilla seca como cochinilla fresca.

3.3.4. Influencia del Tiempo de Digestión

Esta variable, al igual que en el caso anterior, es muy importante de determinar.

3.3.5. Influencia del pH en la Digestión

Las experiencias demostraron la necesidad de efectuar las precipitaciones del carmín en condiciones de pH muy particulares.

3.3.6. Rendimientos Máximos Esperables

En consideración a la cantidad de variables que influyen en la precipitación del carmín, se hicieron experiencias tendientes a determinar cuáles serían los rendimientos máximos esperables en este proceso.

3.3.7. Morfología Comparativa

Luego de obtenidas las primeras muestras de carmín con la cochinilla de Tunantes, se procedió a hacer un estudio comparativo entre los carmines

fabricados en Europa y en Perú. Esta comparación se consideró importante ya que los clientes de este tipo de productos podrían hacer algún tipo de objeciones sobre este particular.

3.3.8. Influencia del Tamaño de la Partícula de Carbonato

Se vió la necesidad de observar el comportamiento del proceso frente a diferentes tamaños de carbonatos de sodio utilizados.

3.3.9. Relación Solvente/Cochinilla

Esta variable se determinó a objeto de disponer de la cantidad mínima de solvente necesario por unidad de cochinilla tratada.

3.3.10. Medio Filtrante

Se analizaron a nivel de laboratorio el mejor medio filtrante

3.3.11. Calidad del Carmín obtenido

Se vió si la calidad correspondía a las internacionales sobre este particular.

3.4. Antecedentes del Mercado

Con el objeto de disponer de antecedentes del mercado internacional de la cochinilla y de productos derivados, se hizo una recopilación de información en fuentes primarias y secundarias. De esta manera se conversó con empresarios productores de cochinilla en Perú y con importadores de este producto, como asimismo con productores de carmín en Europa.

En atención a que el mercado mundial de estos productos es mayoritariamente controlado por productores peruanos, se hizo una especial recopilación de antecedentes aduaneros que permitieran tener una visión completa y al día del mercado.

3.5. Perfil Técnico-económico de una Planta de Carmín

Los antecedentes obtenidos en laboratorio se escalaron a nivel industrial y en base a estas estimaciones se procedió a efectuar cálculos de lo que sería una planta de carmín.

Las características principales de la planta son que su inversión en activo fijo sea del orden de los US\$ 300.000 y que produzca unas 7 toneladas/año, lo que corresponde de acuerdo a las cifras de mercado, a un 7% del mercado mundial de carmín.

4. RESULTADOS

Los resultados y conclusiones obtenidas de la investigación, apoyadas por tablas y gráficos explicativos para cada uno de los temas que abarcó, se detallan en los Anexos 1, 2, 3 y 4 ya indicados.

5. IMPACTOS DEL PROYECTO

Los principales impactos del proyecto en la empresa pueden diferenciarse en dos ámbitos.

5.1. Ambito Económico

La empresa, en la práctica, ha aumentado su productividad un poco más allá del 33% propuesto inicialmente, lo que se verá reflejado en las cosechas venideras ya que se dispone de nuevos conocimientos tanto desde el punto de vista agrícola como biológico que permiten un buen manejo conjunto y equilibrado de la planta y del insecto.

5.2. Ambito Estratégico

La empresa está produciendo una cochinilla de 23% de ácido carmínico y de una excelente presentación lo que la coloca en una situación ventajosa con respecto a la competencia peruana que tiene una calidad del orden del 19% de ácido carmínico.

El disponer de los antecedentes de laboratorio para un proceso de producción de carmín, coloca a la empresa en una mejor posición en el mercado externo y le permite preparar un proyecto de producción en escala piloto o semi-industrial con bases serias y confiables para incursionar de esta manera en un negocio derivado de la cochinilla pero de mejor rentabilidad.

La implementación de los resultados de mayor productividad están siendo incorporados desde ya por la empresa, en especial en aquellos lotes plantados durante y después de los resultados de la investigación.

La implementación de los resultados de la investigación del proceso industrial para producción de carmín se continuarán a la brevedad posible. dependiendo de las fuentes de financiamiento que se puedan acceder.

El conocimiento del mercado al cual le están vendiendo los productores peruanos en Europa y el resto del mundo, ha permitido a la empresa iniciar una profundización de estos antecedentes a objeto de afianzar las labores de marketing del producto que actualmente se exporta.

ANEXO N° 1
TRABAJOS DE CAMPO

TRABAJOS DE CAMPO

El objetivo de estas experiencias agronómicas, era determinar el impacto en el rendimiento de la producción de cochinilla y en el contenido de ácido carmínico contenido por unidad de cochinilla producida, del uso de fertilizantes orgánicos, inorgánicos y de una mezcla de ambos.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se procedió a plantar y/o a segregar para efectos de las mediciones, tres lotes de plantas que fueron sometidos en su preparación a similares procedimientos en lo relativo a: preparación del suelo (rotura, despedrado, micronivelación, trazado de melgas, surcos de fertilización, hoyadura, plantación, trazado surcos de riego, riegos post-plantación, cuidados generales.

Lote N° 1 Lote con una población de 5.000 plantas que fueron plantadas para dichos fines el 15.01.93.

Lote N° 2 Lote con una población de 5.000 plantas de 8 meses de edad, sometido a un plan de fertilización y riegos según programa. Este lote fue infestado la última semana del mes de Febrero de 1993 y registra a la fecha 3 cosechas ya realizadas, encontrándose en evolución la cuarta cosecha.

Lote N° 3 Lote con igual número de plantas a los anteriores, que a la fecha de inicio del ensayo tenía 16 meses de edad, por lo que se procedió a su infestación inmediata. Tal como se proyectara, se lograron 4 cosechas en el período, encuentrándose en su quinto ciclo de reproducción.

Características de los Lotes de Ensayo

Nombre	N° de Plantas	Dosis
Gallina 1	298	650 gr/planta
Repetición G-1	306	650 gr/planta
Gallina 2	282	1.000 gr/planta
Repetición G-2	294	1.000 gr/planta
Cabra 1	299	650 gr/planta
Repetición C-1	248	650 gr/planta
Cabra 2	276	1.000 gr/planta
Repetición C-2	286	1.000 gr/planta
Mezcla (50%) 1	276	650 gr/planta
Repetición M-1	278	650 gr/planta
Mezcla (50%) 2	280	1.000 gr/planta
Repetición M-2	275	1.000 gr/planta
Urea 1	270	5 gr/planta
Repetición U-1	274	5 gr/planta
Urea 2	276	10 gr/planta
Repetición U-2	280	10 gr/planta
Urea 3	275	15 gr/planta
Repetición U-3	279	15 gr/planta

Las experiencias se desarrollaron durante todo el período, manteniendo constantes los siguientes parámetros:

- Niveles de infestación inicial: (dos infestadores por planta y quince individuos por infestador).
- Similar sistema de conducción de la planta mediante la poda.
- Sistema de riego gravitacional con una frecuencia de 8 días en el período primavera-verano y de 20 días en el período otoño-invierno.

- Protección del viento mediante la implementación de cortinas.
- Control de malezas mediante limpiado mecánico y uso de herbicidas.

Resultados

Considerando la relevancia que han tenido para el manejo de la totalidad de las plantaciones de la empresa los resultados obtenidos de los ensayos, se ordenan éstos en términos cualitativos y cuantitativos.

Resultados Cualitativos

Tratamiento	Desarrollo de Raíces	Inicio de Brotación	Vigor Planta	Turgencia Paletas
Gallina 1 y 2	10	10	10	10
Cabra 1 y 2	5,5	5,5	5,5	5,5
Mezcla 1 y 2	7	7	7	7
Urea 1	6	7	6	6
Urea 2	7	7	6,5	6
Urea 3	8	7,5	7,5	6

Para los efectos de calificar la percepción que en forma visual se tenía de los diferentes tratamientos, se usó la escala de 1 a 10, siendo el 10 la máxima calificación.

Del cuadro anterior, resalta el impacto que la utilización del guano de gallina tuvo en el desarrollo de las plantas de tuna, que se demostró durante el período de observación del ensayo en una mayor rapidez de las paletas para la emisión de brotes, una vez plantada la paleta, y posteriormente en un desarrollo más rápido de los mismos comparativamente con los otros tratamientos.

El tratamiento que le sigue en términos de brotación y desarrollo posterior, es el de fertilización con urea del tratamiento 3, en el que comparativamente con el tratamiento de guano de gallina, existió una más lenta emisión de brotes, pero posteriormente éstos mostraron un buen desarrollo y turgencia.

Como un elemento adicional, en los lotes que fueran fertilizados con guano de gallina (de jaula), se notó una menor población de malezas que en los tratamientos con guano de cabra y similar al de los tratamientos con urea, lo que se puede explicar por los hábitos de alimentación de las cabras y su aparato digestivo que no alcanza a digerir las semillas de malezas y finalmente se convierte en un muy buen diseminador de éstas.

El guano de gallina, por ser proveniente de jaulas, estaba absolutamente libre de este problema y en el caso de los lotes fertilizados con urea, las malezas que emergieron provenían de infestaciones anteriores y que se encontraban latentes en el suelo, o que eventualmente han sido transportadas por el agua. Los lotes fertilizados con guano de cabra mostraron especies que no se encontraron en los otros tratamientos y cuya única explicación sería su traslado mediante el guano. Lo anterior fue validado en conversación con otros agricultores del valle, en cultivos como papas o pimientos.

Del análisis de los resultados que se fueron obteniendo, es claro que el guano de gallina acelera la emisión de brotes, al aumentar en su proceso de descomposición en el suelo, la temperatura de éste, y por otro lado de alguna manera aumenta la retención de humedad, lo que es coherente con el aumento de materia orgánica.

Resulta clarísimo, al tener como referente el resto de las plantaciones que estaban sometidas a un régimen de riego sujeto a las disponibilidades de agua del predio, en el momento en que fue imposible regar el resto de las plantaciones, durante el mes de Febrero, por reparaciones en el canal matriz y que para mantener la continuidad en los ensayos, se utilizó para su riego, el agua acumulada en el tranque, que el agua de riego en la frecuencia determinada para estos efectos,

juega un rol determinante, por cuanto de ello dependerá si la planta finalmente se desarrolla en sentido vertical, o asume una estructura achaparrada, con las limitaciones de orden práctico que ello trae consigo y que se analizarán más adelante.

Lo anterior se evidenció en el grado de stress que fue posible observar en las plantaciones, que al igual que los lotes experimentales se encontraban ya infestadas con cochinilla y que no recibieron agua por 26 días. El stress se hizo especialmente notorio por el color ceniciento que tomaron los brotes y porque muchos de ellos se doblaron, especialmente los de mayor tamaño y luego al recobrar el régimen de riego se mantuvieron en su posición curva, que determinó en algunos casos eliminar parte importante de estos brotes para mantener erguida la planta.

La observación anterior adquiere especial relevancia si se considera que la tuna, que es una especie que por sus características fisiológicas está especialmente preparada para soportar restricciones severas de agua, al encontrarse infestada con la cochinilla, en poblaciones medias a altas, ante una restricción hídrica relativamente prolongada, (28-30 días), pierde el crecimiento vertical produciéndose un achaparramiento de la planta, que dificulta su cosecha, baja los rendimientos y obliga a reiniciar su formación como planta, mediante una poda drástica.

Como contrapunto, una vez recuperada la frecuencia de riego y producida la poda, la planta retoma su crecimiento con iguales bríos, lo que la hace muy especial, ya que soporta condiciones que ninguna otra especie cultivada aceptaría y puede ser recuperada. En este caso afecta muy fuertemente los rendimientos de la producción en curso al momento de la sequía y la cosecha siguiente al disminuir el área foliar susceptible de colonizar por el insecto.

Es importante señalar que todas las observaciones cualitativas que se resumen en el cuadro N° 2, son válidas en la medida que el régimen de riego a que las plantas están sometidas sea el descrito.

En la práctica, de estas observaciones se derivó en un cambio sustantivo en los sistemas de riego del resto del fondo, cuidando que en aquellos lotes cuyas pendientes son superiores a un 2 por mil, se haya implementado un sistema de vertederos de madera que hacen que el agua se retaque, logrando con ello una mayor penetración hacia los lados. Esto es muy importante si se considera que la planta de tuna tiene la mayor parte de sus raíces concentradas en los primeros 30 cm de suelo.

Influencia del Riego en el Desarrollo Vertical de la Planta y sus Implicancias de Orden Práctico

Uno de los desafíos que se enfrentaron como empresa al iniciar los ensayos, además de alcanzar mayores rendimientos por hectárea y aumentar la concentración del ácido carmínico por unidad cosechada, era el de desarrollar sistemas de cosecha que permitieran aumentar los rindes unitarios por trabajador, considerando la alta incidencia que tiene esta etapa en el costo final del producto.

En razón de lo anterior, se ensayaron una serie de métodos, de tipos de cuchara, de bandejas de cosecha, etc., pero los rendimientos no pasaban de 4 kilos de cochinilla fresca por trabajador, en las 8 horas de trabajo. Ello era en principio coincidente con la información que se había podido recopilar.

Curiosamente, el mejoramiento de los promedios diarios de cosecha empezaron a aumentar al llegar a algunos lotes que se habían plantado ensayando un diferente sistema de plantación a la que tradicionalmente se había usado, en la perspectiva de mejorar el manejo del agua de riego y de controlar más fácilmente las malezas. En la búsqueda de lo anterior, se plantaron algunos lotes en camellones, sistema que hoy se ha institucionalizado. Tradicionalmente el sistema de plantación más comúnmente usado en este tipo de explotación de alta densidad, básicamente consistía en trazar un surco por el cual escurría el agua de riego, plantando en sus márgenes las paletas de tunas. Este sistema es similar al que usan los agricultores que plantan cebollas.

De la observación de los lotes que acusaban un aumento de los rendimientos diarios de cosecha, que empezaron a ser consistentemente de 5 a 7 Kg. por día de cochinilla fresca, nos percatamos que estructuralmente las plantas eran más erigidas que el resto de los lotes, siguiendo un eje vertical más estable, que curiosamente estaba asociado a que por ser un lote que recibía derrames de agua, tenía una frecuencia de riego mayor que el resto. Derivado de esta observación se optó por proceder a cambiar la frecuencia de riego de otros lotes, dentro de las posibilidades que se tenían, y los resultados se empezaron a perfilar dentro de los cuatro meses siguientes.

Lo anterior fue acompañado de una poda que privilegió el despeje de las bases de las plantas y la eliminación de las paletas que por carencia de humedad suficiente en algún momento, habían perdido el crecimiento vertical.

Lo sustantivo de todas estas experiencias es que en el convencimiento de que se estaba en el camino correcto y ante la urgente necesidad de lograr cambios estables en la producción y plantaciones, se implementó en todas las terrazas con plantaciones nuevas, un regimen de aumento de las frecuencias de riego, fijando las entre 8 y 10 días, con riegos más cortos. Paralelamente se implementó un plan de fertilización con urea, usando 10 gramos por planta con una frecuencia de aplicación mensual, manteniendo las podas como una constante, para eliminar las paletas que alteraban el crecimiento vertical.

Los cambios estructurales de las plantas fueron tan significativos que no sólo impactaron en los niveles diarios de cosecha por trabajador, cuya media al día de hoy es de 10,2 kilos de cochinilla fresca/por trabajador/por jornada de 8 horas. Vale decir, el incremento de rendimiento por solamente este concepto, alcanza un 155%, sino que además el rendimiento por planta de cochinilla fresca se ha incrementado de los 150 gramos por planta/año al inicio del proyecto, a 223 granos por planta/año, que es el promedio hoy día.

Consecuentemente con lo ya señalado, se inició un trabajo de readecuación de los lotes plantados con el sistema tradicional, procediendo a:

- a) Eliminar el surco central de riego.
- b) Proceder a echar guano de ave o vacuno al fondo del surco previo a su eliminación.
- c) Abrir surcos laterales a cada lado de las hileras de plantas y proceder a aporcar.
- d) Retaquear los surcos de riego en la medida de las posibilidades.
- e) Cambiar la frecuencia de riego a 8-10 días y riegos más cortos.
- f) Proceder a eliminar las paletas que tiendan a quebrar el eje vertical.

Para los efectos prácticos, los tratamientos que se hicieron y la extrapolación de esos resultados hacia el resto de las plantaciones, han determinado que las plantaciones nuevas se rijan bajo la siguiente máxima:

1. Elegir para plantar exclusivamente aquellas paletas provenientes de plantas que fenotípicamente corresponden a la variedad.
2. Preparar el suelo exhaustivamente, el lo posible subsolando.
3. Despedrar al máximo los camellones.
4. Micronivelar en el sentido de la pendiente.
5. Trazar las melgas.
6. Abrir los surcos de fertilización orgánica y tapar.
7. Proceder a hoyar y plantar.
8. Estabilizar los surcos de riego.

9. Controlar las malezas desde sus inicios.
 10. No infestar hasta tener tres pisos formados.

Resultados Cuantitativos

Nombre	N° de Plantas	Dosis Grs/Planta	Grs/Planta Año Cochinila *	% Acido Carmínico **
Gallina 1	298	650	208	22.6
Repetición G-1	306	650	214	22.7
Gallina 2	282	1.000	232	23.6
Repetición G-2	294	1.000	225	23.3
Cabra 1	299	650	154	20.9
Repetición C-1	248	650	149	21.2
Cabra 2	276	1.000	156	21.4
Repetición C-2	286	1.000	162	21.6
Mezcla (50%) 1	276	650	176	22.2
Repetición M-1	278	650	181	22.0
Mezcla (50%) 2	280	1.000	195	22.4
Repetición M-2	275	1.000	202	22.6
Urea 1	270	5	142	21.8
Repetición U-1	274	5	136	21.4
Urea 2	276	10	154	22.1
Repetición U-2	280	10	167	22.3
Urea 3	275	15	179	22.8
Repetición U-3	279	15	186	22.7

(*) Valores equivalentes a 3 cosechas

(**) Valores promedio de cochinilla seca con 10% humedad.

BIBLIOTECA CORFO

Del análisis de los resultados obtenidos, es claro que se manifiestan ciertas tendencias, tanto en gramos de cochinilla por planta año, como en el contenido de ácido carmínico, que guardan relación con la percepción cualitativa que se tuvo de los mismos ensayos. Por cierto estos resultados deberán ser validados en mediciones posteriores que continuarán haciéndose para aquellos tratamientos que marcan una diferencia significativa en cuanto al resto, como son guano de gallina en sus dos dosis y urea en dosis máxima (15 gramos).

Es evidente que el uso de guano de gallina en las dos dosis utilizadas, lo muestran como el de mayor impacto en las condiciones en que se realizan las experiencias. Lo anterior se ha visto de alguna manera validado por la importante recuperación que mostraron las plantas que fueron sometidas al tratamiento de aporca y fertilización con guano de gallina en los lotes antiguos, tanto en el desarrollo mismo de las plantas, como en la cantidad de gramos por planta cosechados y en el contenido de ácido carmínico.

Estos lotes, al igual que los que se plantaron en el sector industrial -no ensayo- con guano de gallina, han sido posteriormente sometidos en el período primavera-verano, a un régimen de fertilización con urea, a razón de 15 gramos por planta y se observa en ellos un desarrollo sostenido, con resultados de cosecha similares y en algunos casos mayores que al tratamiento de guano de gallina, lo que se puede explicar por la madurez que van alcanzando las plantas, un mayor desarrollo radicular y el aumento en su área foliar. Estas plantas tienen en su mayor parte un año y medio más de edad y su desarrollo más relevante se obtuvo en la última primavera, luego de la aporca.

Como se observa en el cuadro de resultados, el uso de guano de cabra muestra un comportamiento más pobre, además que tiene en términos operativos, la desventaja de la aparición de malezas, cuyo impacto hay que seguir evaluando, por cuanto el guano de cabra es un producto abundante en la zona en comparación al guano de gallina que ha debido ser trasladado desde Antofagasta.

La alternativa al guano de gallina, de acuerdo a lo que muestra la bibliografía para explotaciones destinadas a la producción de fruta, es el guano de cerdos, que en la zona tiene muchas dificultades para su obtención en volúmenes importantes, además de su manejo. En un segundo nivel se mostraría el guano de vacuno que se está evaluando en este momento ya que se usó en la plantación de algunos lotes comerciales al no obtenerse guano de gallina.

Los primeros indicadores hacen pensar que su impacto es mayor al guano de cabra y menor que el guano de gallina, en lo que respecta a inicio de brotación y desarrollo posterior de los brotes. No existe percepción del comportamiento de las plantas ya infestadas con cochinilla.

Los resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos en el ensayo, sumados a las experiencias prácticas obtenidas en el manejo del resto de los lotes en producción hoy día, permiten concluir, que en orden de prelación, el uso de guano para la producción de cochinilla del carmín con las consideraciones ya efectuadas, debiera ser:

- 1°. Guano de gallina
- 2°. Mezcla de guano de gallina y de cabra
- 3°. Urea en dosis de 15 grs/planta
- 4°. Guano de cabra

Este orden debiera variar al incorporar el guano de vacuno, que inicialmente no fuera considerado, pero que a la luz de los antecedentes preliminares, podría situarse en términos de comportamiento entre el guano de gallina y el de cabra.

Un factor que no debe ser dejado de lado en los análisis efectuados, es el régimen de riego a que se encuentran sometidas las plantas, que como se ha señalado es de 8-10 días en primavera-verano, que es el período de mayor demanda coincidente con el período de máxima brotación y desarrollo vegetativo de la planta de tunas en sí, como por el acortamiento de los ciclos reproductivos de la cochinilla, con el aumento de su capacidad de colonizar.

Los resultados obtenidos dejan en claro que es necesario seguir evaluando en el tiempo, el comportamiento de los diferentes fertilizantes, orgánicos e inorgánicos y las correspondientes mezclas de ellos, no sólo en su impacto en la parte vegetativa, sino en lo que dice relación con el contenido de ácido carmínico obtenido, por cuanto ello hoy marca una diferencia fundamental con la cochinilla que se encuentra hoy en el mercado (peruana) que no sólo hay que mantener sino tratar de incrementar.

De la misma manera, es un desafío importante buscar un uso alternativo a las paletas de tunas, ya que este excedente por el manejo de la plantación, alcanza niveles superiores a los esperados, lo que determina con cierta urgencia tener usos alternativos, ya sea por la vía de transformarlas en carne al utilizarlas en la alimentación animal (cabras y vacunos), o buscar un uso industrial que permita potenciar características que son propias de la planta de tuna.

ANEXO N° 2

EXPERIENCIAS DE LABORATORIO

EXPERIENCIAS DE LABORATORIO PARA EXTRACCION DE CARMIN DE COCHINILLA

1. INTRODUCCION

Este informe cubre todos los aspectos de la investigación de obtención de carmín a partir de extracto de cochinilla, realizados en el período de un año de trabajo, de acuerdo a los términos de referencia entregados a la firma del contrato entre las partes.

Se realizó en primer lugar una revisión exhaustiva de la bibliografía existente en las distintas bibliotecas del país y además, una revisión en línea del Chemical Abstract del año 1967 a la fecha.

Se obtuvo el resultado de los análisis microbiológico y bromatológico de la cochinilla fresca y se evaluaron las etapas preliminares de separación de materiales grasos e hidrosolubles.

El estudio de los diferentes parámetros experimentales que inciden en la extracción de carmín de cochinilla se efectuaron tanto en cochinilla fresca como en seca. Se realizó un estudio de las condiciones de temperatura, solvente, tiempo, concentración de solvente, relación solvente:cochinilla, medios filtrantes, agentes de precipitación. Esta etapa comprende el máximo de dedicación al estudio de las variables descritas, pues de aquí se definieron los parámetros óptimos para la etapa siguiente. También se determinó en esta fase el contenido de ácido carmínico en carmín obtenido tanto de cochinilla fresca como seca. Esta determinación fue posible gracias a una curva de calibración realizada en Laboratorio, usando ácido carmínico comercial (Merck Ltda.).

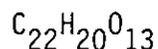
En la última parte de la investigación, se efectuó un análisis de las condiciones experimentales anteriormente estudiadas y se aplicó al proceso de digestión y separación de carmín. Aquí se concentró el estudio a la optimización del rendimiento de carmín en base a la cochinilla originalmente tratada. Se realizaron pruebas de segunda extracción de los residuos de la primera extracción del material original (cochinilla fresca y seca). También se reportan los resultados de análisis bromatológico y bacteriológico del producto final. Se suministra el resultado de microscopía electrónica del carmín obtenido en laboratorio y su comparación con carmín comercial. Se entregan además, los análisis químicos analíticos del carmín para establecer el cumplimiento de la norma del FDA, según publicación obtenida en el Code of Federal Regulations (Food and Drugs) 21, part 70 to 73 (April 1992). Finalmente se entrega un análisis de los resultados con recomendaciones finales.

2. ASPECTOS GENERALES

Se entrega a continuación información general sobre ácido carmínico, carmín y cochinilla recopilada de diversas fuentes bibliográficas. Se aportan además algunas características físicas y químicas de los productos, como también constantes físicas de interés.

2.1. Acido Carmínico

(7-glucoopyranosyl-3,5,6,8-tetrahydroxy-1-methylanthrachinon-2-carboxylic acid) Merck Index 11th. (1991).



Material glucósido del insecto *Coccus cactis*, Homoptera (cochinilla); constituyente esencial del carmín.

Recristalizado de metanol/agua (prismas rojos)

Activ. óptica específica = + 51,6 (agua) (15°C)

oscurece a 129°C; descompone a 130°C (136)

Peso molecular: 492.38

Tiene profundo color rojo en agua y es amarillo en soluciones ácidas.

Soluciones de ácido carmínico a pH = 4,8 amarilla

Soluciones de ácido carmínico a pH = 6,2 violeta

Absorciones UV

UV máx. (H ₂ O)	= 500 mm. (e = 6800)
UV máx. (0.02N HCl)	= 450-500 mm. (e=5800)
UV máx. (NH ₃ o NaOH)	= 571, 528, (495)

Solubilidad

Agua	0,13 g/100 ml
Piridina	3,34 g/100 ml

Soluble en glicol y álcalis, ácido sulfúrico concentrado, poco soluble en etanol, éter. Insoluble en benceno, éter de petróleo y cloroformo.

El colorante se encuentra como sal de potasio y en las partes grasas y ovarios de la cochinilla.

Aplicaciones

Como colorante de bacterias y núcleos celulares, colorante en fotografía, también en cosmética y alimentos. Aprobado por la FDA.

Reactivo complejante para cationes (aluminio, plomo, boro, escandio, estaño, molibdeno, tungsteno y zirconio). Raras veces usado como indicador en oxidimetría o complexometría.

2.2. Carmín

Material colorante de la cochinilla (*Coccus cacti*, Homoptera)

1 Kg. de cochinilla produce 50 g. de carmín.

Insoluble en agua fría y ácidos diluïdos, parcialmente soluble en agua caliente, soluble en soluciones alcalinas. La parte de la solución es ácido carmínico libre y el color rojo brillante corresponde a la laca obtenida con aluminio y calcio.

Colorante E 120 (Norma europea)

2.3. Cochinilla

Contenido:	10% ácido carmínico
	2% coccerina (cera)
	10% grasa

Agente colorante es el carminato alcalino, contenido sólo en las partes grasas del insecto y en las yemas de los huevos en un rango de 10-14%.

Descripción del producto cochinilla

La grana o cochinilla es un producto formado por los cuerpos secos de las hembras adultas de un insecto cuyo nombre técnico es *Dactylopius coccus*. Su aspecto es granular, cada partícula se asemeja a una semilla de cebolla, por ser de forma más o menos oval, arrugada, convexa y con algunas estrías. El color varía entre el gris y el negro cuando se ha eliminado la capa de cera blanca que los cubre.

Grana blanca o plateada: son los cuerpos de los insectos adultos sin haber llegado a ovipositar, de los cuales aproximadamente 80.000 pesan un kilo.

Constituyentes químicos esenciales: la grana contiene aproximadamente (según literatura recopilada):

- 10% de ácido carmínico
- 40% de materia proteica
- 10% de grasa (triglicéridos)
- 2% de ceras
- 2% de cenizas

Comercialmente existen varias presentaciones:

- a) Los productores de grana generalmente venden el insecto como tal, seco, casi sin cera y limpio.
- b) Como "Extracto de cochinilla", que es una solución concentrada que se obtiene después de eliminar el alcohol de un extracto acuoso-alcohólico de cochinilla. Según la FDA (Food and Drugs Administration) debe cumplir con las siguientes especificaciones:
 - Contenido del ácido carmínico no menos de 1.8%
 - Sólidos totales no menos de 5.7 y no más de 6.3%
 - Proteína no más de un 2.2%

- Metanol no más de 150 ppm.
- Plomo no más de 10 ppm.
- Arsénico no más de 1 ppm.

- c) El "Carmín" que es la laca de aluminio o calcio-aluminio en un sustrato de hidróxido de aluminio del ácido carmínico obtenido por extracción acuosa de cochinilla. El nombre comercial de este producto es "Carmín 40" y según FDA deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- Contenido de ácido carmínico no menos de un 50%
 - Materia volátil (a 135°C durante 3 hrs.) no más de un 20%
 - Cenizas no más de un 12%
 - Plomo no más de 10 ppm.
 - Arsénico no más de 1 ppm.

Aspecto Biológico (Cochinilla)

Clase : Insecta
 Orden : Homóptera
 Sub-Orden : Sternorrhyncha
 Super Familia : Coccoidea
 Familia : Dactylopiidae
 Género : Dactilopius
 Especie : coccus

Plagas y enfermedades:

Como todos los cultivos, el de la grana está expuesto a diferentes plagas y enfermedades. Entre las primeras destacan los siguientes insectos:

Orden : Lepidóptera
 Familia : Phictidae
 Laelia coccidivora
 Salambona analamprella
 Nombre común en Oaxaca (Méjico): "gusano telero"

Orden : Coleoptera
Familia : Coccinellidae
Hyperapis trifulcata, H. fimbriolata
Cybocephalus nigritulus
Scymnus intrusus, S. hornii
Nombre común : "gusano gordo"

Orden : Díptera
Familia : Syrphidae
Baccha sp.

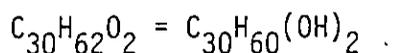
Familia : Agromyzidae
Leucopis bellula
Nombre común : "Aguja"

Orden : Neuroptera
Familia : Hemerobidae
Sympherobius amicus

Por otra parte, numerosas aves, roedores y reptiles, devoran grandes cantidades de grana.

Las enfermedades más frecuentes son: el llamado "chamusco" que mata al insecto dejándolo ennegrecido y el "chorreo" que es una diarrea que reduce al insecto a una cascarilla vacía.

2.4. Cocceryl Alcohol (Beilstein)



Se encuentra en el ácido coccerínico, ligado a la cera de la cochinilla plateada, en forma de láminas plateadas. Se hierve la cochinilla dos veces con benceno, al enfriar cristaliza el ácido coccerínico-éster coccerílico.

Se recristaliza en benceno o ácido acético glacial. Lo anterior se hierve con solución alcohólica concentrada de KOH, durante 6-7 horas, la solución se diluye con agua y se evapora el alcohol. El residuo se trata con HCl, se disuelve el precipitado con alcohol hirviendo y se precipita con cloruro de calcio. Se filtra y se hierve el precipitado con alcohol, en el cual sólo el alcohol cocceryl es soluble. Polvo cristalico Pto.f.:101-104°C. Por oxidación con CrO₃ en ácido acético glacial, produce un ácido que funde a 59-60°C C₁₅H₃₀O₂

3. ANALISIS BROMATOLOGICO, BACTERIOLOGICO Y DE CENIZAS

Se entregan los resultados de análisis bromatológico y bacteriológico de cochinilla fresca, encargados ambos al Instituto de Investigación y Ensayos Farmacológicos (IDIEF) de la Universidad de Chile. Estos resultados corresponden a la primera partida de cochinilla recibida en enero de 1993 y al carmín final obtenido en enero de 1994.

Análisis Cochinilla

Resultados de análisis bromatológico de cochinilla fresca.

Humedad	65,8%
Extracto etéreo	1,5%
Fibra	1,1%
Proteínas	15,1%
Cenizas	1,0%
Extracto no nitrogenado	15,1%

Resultados de análisis microbiológico de cochinilla fresca

Recuento de bacterias aerobias:

mesofilas viables	$9,8 \times 10^4$ u.f.c./g.
recuento de hongos	$8,5 \times 10^4$ u.f.c./g.

Investigación de:

Staphylococcus aureus	positivo
Salmonella	negativo
Escherichia coli	negativo
Pseudomonas aeruginosa	negativo

Resultado de análisis de cenizas de carmín (cochinilla fresca)

Cenizas	7,7%
---------	------

Resultado de análisis de cenizas de carmín (cochinilla seca, temperatura de digestión 25°C).

Cenizas 9,1%

Resultado de análisis microbiológico de carmín (cochinilla fresca, temperatura de digestión 25°C)

Investigación de Salmonella negativo

Investigación de Staphylococcus aureus negativo

Resultado de análisis bacteriológico de carmín (cochinilla seca, temperatura de digestión 25°C)

Investigación de Salmonella negativo

Investigación de Staphylococcus aureus negativo

4. EXTRACCION DE MATERIA GRASA

4.1. Extracción de Materia Grasa en Cochinilla Fresca

a) Con éter de petróleo

Se tomaron 30.05 g de cochinilla fresca, se lavaron con éter de petróleo en frío (2 lavados con 50 ml). Se procedió a cuantificar la materia grasa extraída, a partir del peso del residuo de la solución evaporada en rotovapor.

Peso balón:	117.49 g.
Peso balón + residuo (producto de la evaporación):	117.75 g
Peso residuo:	0,26 g

Porcentaje de materia grasa:	0.86%
------------------------------	-------

4.2. Extracción de Materia Grasa en Cochinilla Seca

a) Con éter de petróleo

Una cantidad de cochinilla (75.49 g) fue triturada obteniendo una masa compacta la que fue secada durante 8 hrs. (hasta peso constante). Luego se procedió a extracción en continuo con éter de petróleo durante 6 hrs. (utilizando equipo Soxhlet).

Peso muestra (luego secado)	25,8 g.
Peso muestra (luego de extracción y secado)	23,45

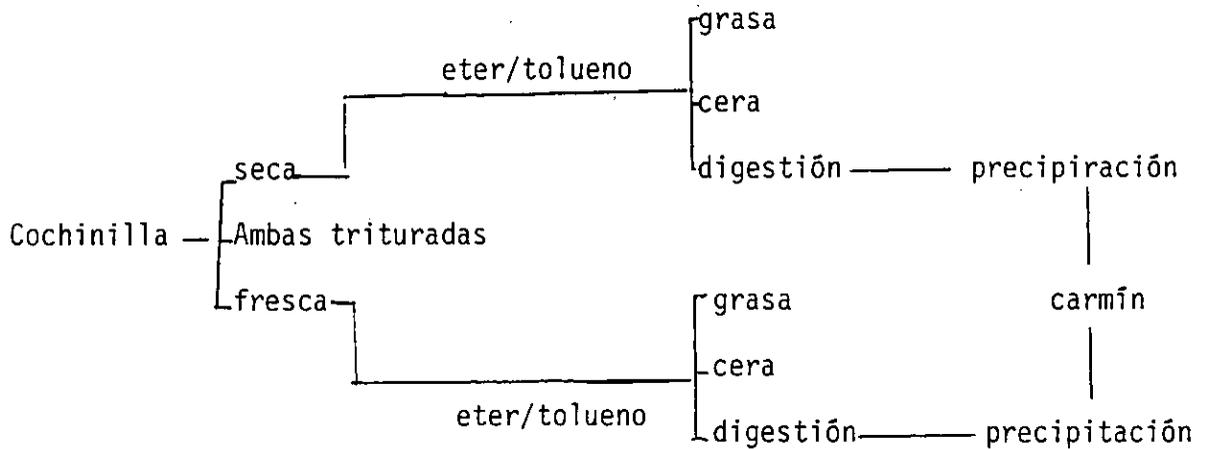
Peso balón:	153.95 g
Peso balón + residuo:	156.08 g
Peso residuo :	2.13 g

Porcentaje de materia grasa (base seca)	9.1%
Porcentaje de materia grasa (base húmeda)	3.11%

b) Con éter etílico

Peso de cochinilla seca	10,01 g
Peso balón	68,55 g
Peso balón + residuo	69,43 g
Peso residuo (materia grasa extraída)	0,88 g
Porcentaje de materia grasa (base seca)	8,8%

Esquema Extracción de Materia Grasa



Resultados de Extracción de Materia Grasa de Cochinilla Fresca y Seca

La tabla siguiente corresponde al estudio de extracción de materia grasa con éter de petróleo y tolueno en cochinilla fresca y seca, según el esquema anteriormente descrito.

Cochinilla Fresca

C.fresca (g)	Solvente (ml)	Tiempo (min)	Residuo evap. (g)	% M.G. (g)	Carmin
10.01	E.petróleo	1	0.08	0.80	0.088
10.36	Tolueno	1	0.08	0.77	0.095
10.04	E.petróleo	2	0.08	0.80	0.090
10.00	Tolueno	2	0.07	0.70	0.085
10.00	E.petróleo	5	0.18	1.80	0.053
10.09	Tolueno	5	0.49	0.49	0.024
10.03	E.petróleo	10	1.09	1.09	0.093
10.01	Tolueno	10	0.60	0.60	0.010

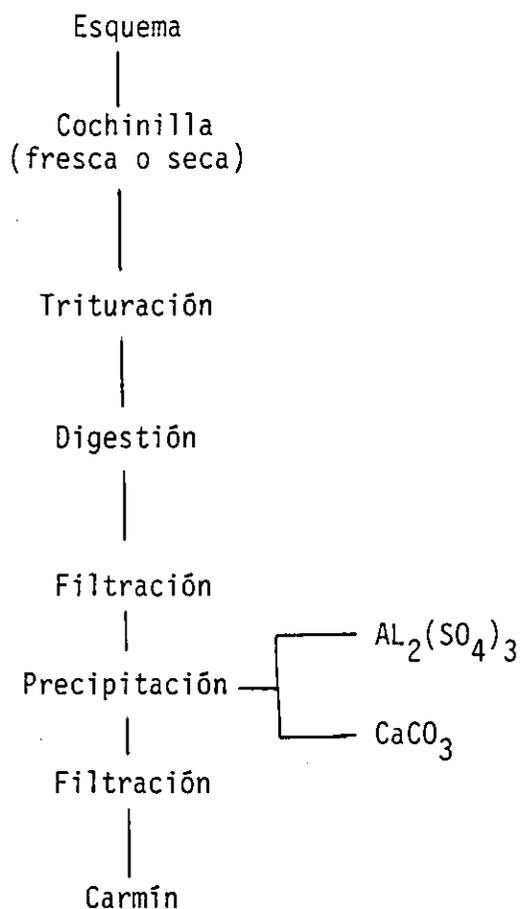
Cochinilla Seca

C.seca (g)	Solvente (ml)	Tiempo (min)	Residuo evap. (g)	% M.G. (g)	Carmin
10.01	E.petróleo	1	1.14	11.38	0.44
10.33	Tolueno	1	1.15	11.13	0.36
10.40	E.petróleo	2	1.13	10.86	0.58
10.03	Tolueno	2	1.19	11.86	0.93
10.08	E.petróleo	5	1.92	11.11	0.14
10.08	Tolueno	5	1.25	12.40	0.34
10.02	E.petróleo	10	0.98	9.78	0.14
10.02	Tolueno	10	1.30	12.90	0.22

% M.G. : porcentaje de materia grasa

5. OBTENCION DE CARMIN

El procedimiento que a continuación se describe corresponde al diseñado en el laboratorio de Síntesis y Polímeros con la información entregada por "Los Tunantes".



5.1. Procedimiento General de Obtención de Carmín de Cochinilla Seca

Se procedió a secar 100.43 g de cochinilla fresca durante 11 hrs. a una temperatura de 60° C. Una vez seca se efectúa la digestión

En las primeras experiencias se adoptaron las siguientes condiciones experimentales:

La solución es filtrada (2 veces), utilizando para ello papel filtro y lienzo lechero. Luego se realiza la precipitación de Carmín con $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ y CaCO_3 . Se realizan pruebas de precipitación agregándole a una porción de la solución primero el $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ y luego CaCO_3 y posteriormente a otra porción de la solución una mezcla de éstos. Se observa que al agregar la mezcla de éstos ocurre un mayor desprendimiento de CO_2 y mayor rapidez de precipitación. La precipitación se efectuó con agitación constante.

Las precipitaciones fueron realizadas en frío o en caliente tomando una misma cantidad de solución utilizada en las experiencias anteriores.

Carmín obtenido de la precipitación en frío de la mezcla de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y CaCO_3 : 0.2936 g

Carmín obtenido de la precipitación en caliente de la mezcla de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y CaCO_3 : 0.53584 g.

El Carmín obtenido es secado en estufa al vacío durante 3 hrs. a 60°C.

De ambos productos obtenidos se determinó espectro infrarrojo (IR). Se tomó además IR de Carmín comercial.

Como la filtración a través de papel filtro, frita o filtro lechero resultó difícil, se probó además como procedimiento alternativo la centrifugación, resultando relativamente más fácil conseguir una buena separación con este método.

De hecho de esta manera se encontró una separación relativamente más fácil. Existen métodos alternativos de filtración mediante cartuchos o membranas filtrantes en base a celulosa, pero éstos son aplicables a escalas mayores que la de laboratorio.

Equipo de centrifugación empleado:

Centrífuga marca Chriss

Revoluciones: 3000 - 12000 rpm

Tiempo: 5-20 min.

Se observa que a 4000 rpm durante 15 min. existe una mayor decantación del producto.

El procedimiento anterior se optimizó modificando las siguientes variables:

- Temperatura de digestión : 100°C
- Tiempo de digestión : 6 min.
- Temperatura de precipitación : 100°C

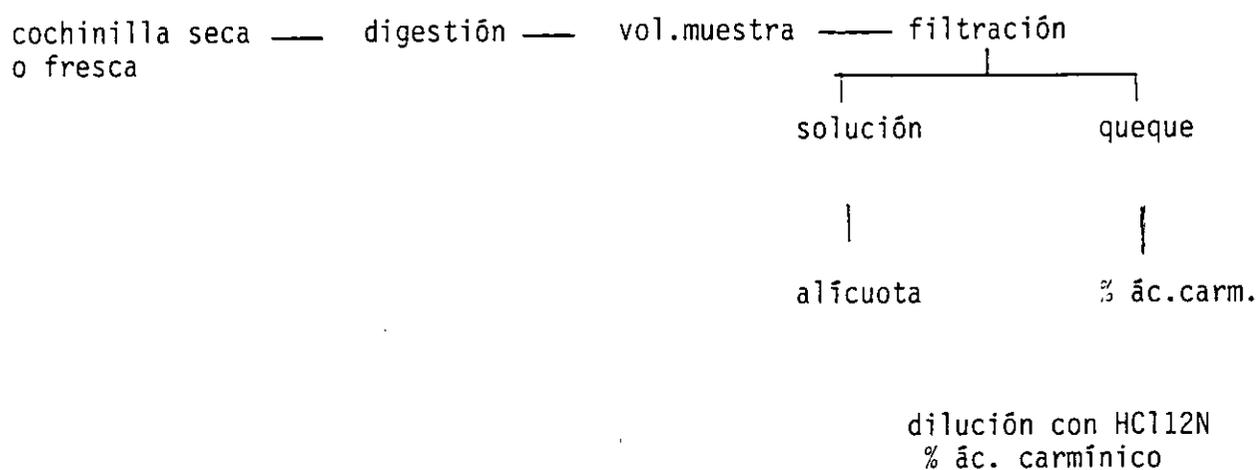
6. ESTUDIO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE DIGESTION

Se toman aproximadamente 10 gr.42 gr. de cochinilla seca, se pulveriza o tritura y se efectúa la digestión con solución buffer (agitación constante). Durante este período se mantiene constante la temperatura, variando el tiempo de digestión. Luego se procede a filtrar en papel filtro fino cada porción de la solución. Luego cada porción o muestra es utilizada para conocer el contenido de ácido carmínico a través de un análisis espectrofotométrico. Finalmente se realiza la precipitación de carmín con la solución completa (se juntan todas las muestras o porciones), con agitación constante y dejando de cantar durante 45-60 min.

Estudio de la Influencia del Tiempo y Temperatura de Digestión en el Contenido de Acido Carmínico en el Remanente (Queque)

Se efectúa el procedimiento utilizando cochinilla fresca y seca las cuales son trituradas y tratadas por separado. La digestión se lleva a cabo a través de una temperatura constante, variando el tiempo y en agitación permanente. En el tiempo indicado se toma una cierta cantidad de solución y se filtra, midiendo el volumen resultante de la filtración. El queque es secado y pesado calculándole a éste el porcentaje de ácido carmínico a través del método peruano para determinar porcentaje ác. carmínico en cochinilla. La solución es tratada con ácido clorhídrico 2N (según método peruano), obteniendo el contenido de ácido carmínico. Finalmente se juntan todas las muestras (volumen extraído para cada determinación de ác. carmínico) y se precipita obteniendo carmín.

Esquema



cochinilla seca: 10.07 gr.

Temperatura (°C)	Tiempo (Min)	% ác.carmínico solución	Rendimiento remanente	% ác.carmínico (queque)	Rendimiento
25	6	9.1	45.45	9.04	45
	45	10.01	50.07	12.73	63
	90	10.63	53.15	10.80	53.0

7. ESTUDIO DE LA GRANULOMETRIA O DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS DE CARBONATO DE CALCIO

Se trabaja con cochinilla seca, para lo cual se tomaron 4 gr los que son triturados y llevados a digestión con ebullición durante 6 min. aproximadamente; se deja decantar 45-60 min. Se filtra, dividiendo la solución filtrada en porciones iguales y se precipita (llevando a ebullición por 6 min.) utilizando para ello Sulfato de Aluminio y Caliza de diferente ma llaje.

Nº de malla	Carmín obtenido (g)	% ác.carmínico
# 48/65	0.05326	37.65
# 65/100	0.03556	-
# 100/150	0.02143	-
# 150/200	0.02245	35.03
# 200	0.05632	49.50

No se observa cambio en la filtración del producto, pero si en el tamaño de las partículas de éste y en el color, siendo más fino y más intenso al utilizar caliza de mayor mallaje.

8. RELACION SOLVENTE - COCHINILLA

Se realiza la digestión de cochinilla fresca y seca con diferentes cantidades de solvente (agua) a ebullición, con agitación constante durante 6 minutos. Se toman 5 g. de cochinilla seca y el equivalente en cochinilla fresca, se lleva a digestión con 275 ml de agua. Se deja decantar aproximadamente 45-60 minutos y luego se filtra. Se procede a la precipitación mediante el agregado de sulfato de aluminio y carbonato de calcio dejando a ebullición por algunos minutos.

Cochinilla seca % ác.carmínico (gr)	Volumen solvente (ml)	(gr)	Carmín (%)	Rendimiento
5.04	68.75	0.17933	3.558	37.6
5.07	137.5	0.18269	3.603	60.63
5.02	265.0	0.26095	5.19	64.93

Cochinilla fresca ác.carmínico (gr)	Volumen solvente (ml)	(gr)	Carmín (%)	Rendimiento
5.02	68.75	0.12258	2.44	47.11
5.01	137.5	0.1692	3.37	51.53
5.00	275.0	0.54396	10.87	54.37

9. MORFOLOGIA DE COCHINILLA COMERCIAL Y DE LABORATORIO

Para efectos de comparación de las morfologías de los distintos tipos de carmín, se sometieron a microscopía electrónica diferentes muestras de carmín comercial y carmín obtenido en nuestro Laboratorio. Las fotografías que se muestran en anexo corresponden al carmín comercial proporcionado por "Los Tunantes" y el obtenido en el Laboratorio. Las fotografías con aumentos idénticos de 1200 para todas las muestras no presentan diferencias notables en cuanto a su morfología. La forma y tamaño de las partículas son similares en todos los casos. En experiencias realizadas en el Laboratorio con diferentes agentes de floculación, se observó una leve diferencia en la granulometría de las partículas, sin embargo el cambio es muy pequeño para señalar una influencia importante en el tamaño o forma del carmín debido al agente de floculación

10. ANALISIS QUIMICO

Resultados de análisis de Espectrofotometría de Absorción Atómica (equipo Perkin Elmer 3100)

	Calcio ppm	Plomo ppm	Aluminio ppm	Arsénico* ppm
Carmín 1	0,5	0,0	1,32	0,0
Carmín 2	0,6	0,0	1,76	0,0

Carmín 1: extraído de cochinilla seca

Carmín 2: extraído de cochinilla fresca

(*) Determinado por fluorescencia de rayos X (Comisión Chilena de Energía Nuclear), límite de detección, 6ppm

7. Ingresos

	<u>Precio Unitario de Venta US\$/Kg.</u>	<u>Producción Mensual US\$/Kg.</u>	<u>Venta Mensual US\$</u>
Ventas	140	600	84.000

8. Utilidad

	<u>Mensual US\$</u>	<u>Anual US\$</u>
Ingresos	84.000	1.008.000
Costo total de Prod.	<u>63.660</u>	<u>763.920</u>
Utilidad US\$ *	20.340	244.080

(*) Utilidad antes de impuesto

9. Cálculo del Punto de Equilibrio

Costo variable unitario (por Kg.)	US\$	75.25
Costo fijo mensual *	US\$	18.510.00
Precio de venta por Kg.	US\$	140.00

(*) Incluye gastos de administración y financieras

$$P.E. = X$$

$$140X = C.F. + 75,25 X$$

$$X = \frac{C.F.}{140 - 75,25}$$

$$X = \frac{18.510}{64.75}$$

$$X = 285,9 \text{ Kg. (es decir aproximadamente el 48\% de la capacidad instalada).}$$

Determinación de Materia Volátil

Se determina la cantidad de materia volátil en muestras de carmín de cochinilla seca y fresca obtenidas a una temperatura de digestión de 25°C durante 6 minutos. Las muestras de carmín son pesadas y llevadas a una temperatura de 135°C por 3 hrs.; cumplido el tiempo son introducidas en desecadora y luego pesadas.

Carmín de cochinilla seca (2 muestras)

- 1.1. carmín antes de T° : 135.65 mg
carmín después de T° : 125.09 mg
porcentaje de materia volátil: 7.78%
- 1.2. carmín antes de T° : 102.8 mg
carmín después de T° : 95.43 mg
porcentaje de materia volátil: 7.17%

Carmín de cochinilla fresca (2 muestras)

- 1.1. carmín antes de T° : 110.13 mg
carmín después de T° : 105.56 mg
porcentaje de materia volátil: 4.15%
- 1.2. carmín antes de T° : 100.1 mg
carmín después de T° : 95.7 mg
porcentaje de materia volátil: 4.4%

Se recuerda que según la norma FDA, el valor aceptado de materia volátil no debería sobrepasar el 20%, por lo tanto los porcentajes obtenidos están bajo la norma.

11. MICROSCOPIA ELECTRONICA DE MUESTRAS DE CARMIN

Las muestras de carmín analizadas son:

- Carmín de cochinilla seca, 76,4% ác.carmínico, obtenido en Laboratorio de Síntesis y Polímeros, utilizando las condiciones óptimas de operación (muestra N° 1).
- Carmín de cochinilla seca obtenido en laboratorio utilizando las condiciones óptimas encontradas (muestra N° 1)
- Carmín europeo type STD 65% ác.carmínico (proporcionado por "Los Tunantes") (muestra N° 2).
- Carmín peruano Colca APX 60% ác.carmínico, proporcionado por "Los Tunantes" (muestra N° 3)
- Carmín de cochinilla seca precipitado con Alginato de sodio como agente floculante (obtenido en Laboratorio de Síntesis y Polímeros) (muestra N° 4).

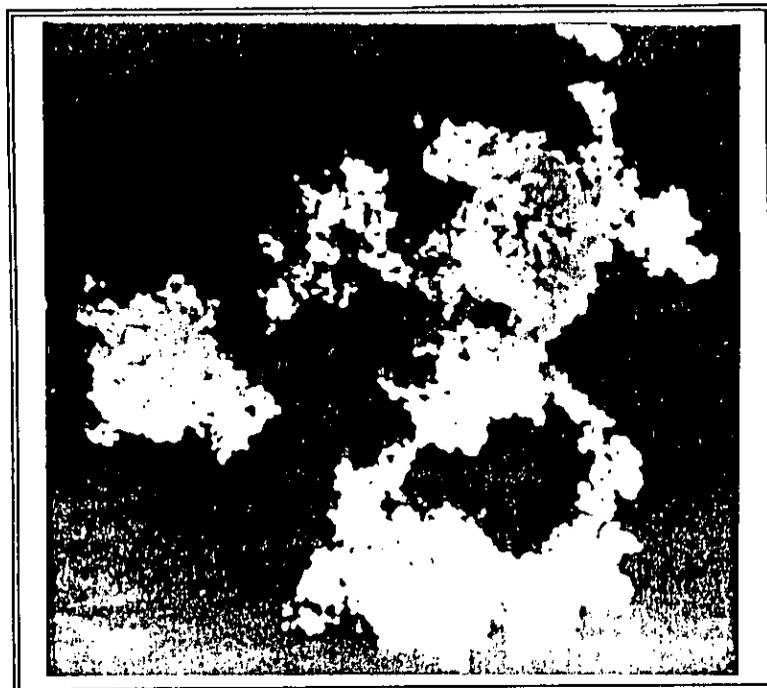
Se entrega en anexo microfotografías del microscopio electrónico de barrido.

MORFOLOGIA DE CARMIN DE COCHINILLA

MUESTRA N°1
MICROFOTOGRAFIA DE CARMIN DE LAB.
Aumento: 1200x

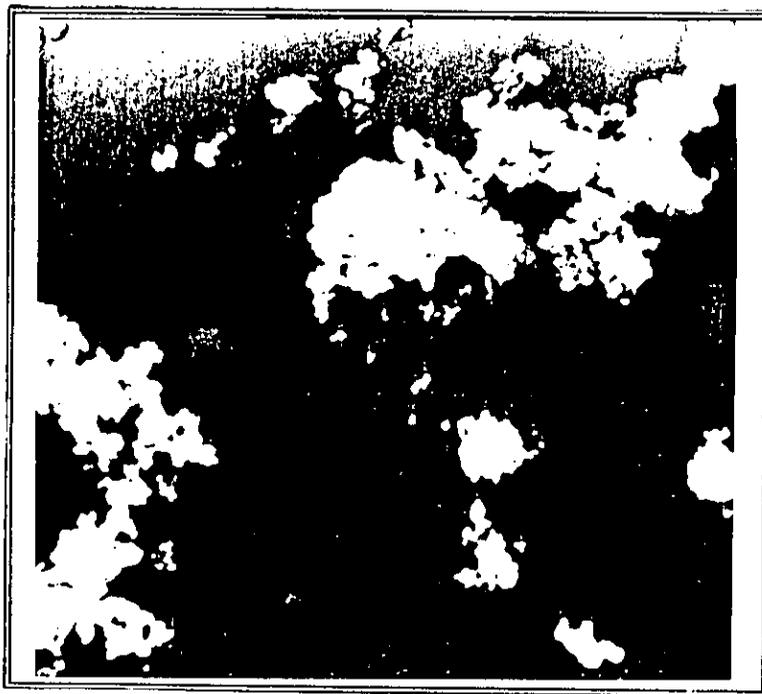


MUESTRA N°2
MICROFOTOGRAFIA DE CARMIN EUROPEO
Aumento: 1200x

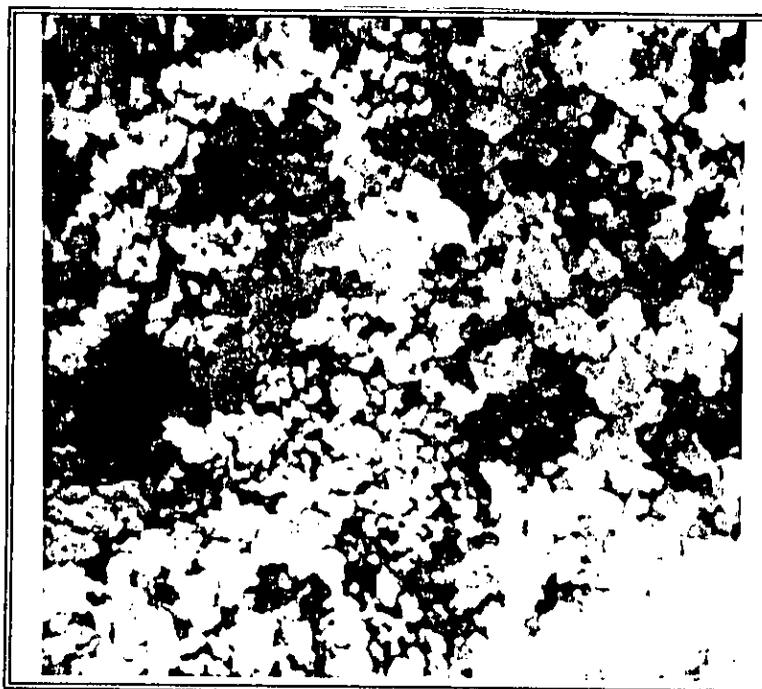


MORFOLOGIA DE CARMIN DE COCHINILLA

MUESTRA N°3
MICROFOTOGRAFIA DE CARMIN PERUANO
Aumento: 1200x



MUESTRA N°4
MICROFOTOGRAFIA DE CARMIN CON AGENTE FLOCULANTE
Aumento: 1200x



12. DISCUSION Y RESULTADOS

12.1. Diseño de un Método para la Obtención de Carmín

El presente estudio se inició con la búsqueda de métodos experimentales apropiados para la obtención de carmín dado que la literatura sólo entrega datos generales sobre potenciales procesos, sin detallar condiciones específicas de operación. La información entregada por Los Tunantes condujo a las pruebas preliminares cuyos resultados fueron entregados en los informes de avance 1 y 2. En base a esos ensayos se definió un marco de trabajo centrado en un procedimiento que se encontró adecuado y que fue diseñado en nuestro laboratorio.

12.2. Estudio del Efecto de las Variables de Reacción

Para implementar el procedimiento se inició un estudio sistemático sobre el efecto de las principales variables experimentales para optimizar el proceso de extracción de cochinilla. En primer lugar se consideraron como parámetros experimentales el tiempo y temperatura de reacción, así como el pH y la relación solvente-cochinilla.

En todo caso como se ha hecho notar anteriormente, el estudio de estas variables experimentales se ha hecho a escala de laboratorio y sus resultados deben considerarse como referencia solamente para procesos a mayor escala.

12.3. Resultados del Estudio Experimental

Los rendimientos máximos en ácido carmínico son a 60°C para cochinilla fresca y 100°C para cochinilla seca. Se encontró que con buena agitación la extracción de ácido carmínico es un proceso rápido, alcanzándose el máximo al cabo de 10 minutos aprox. para cualquier temperatura de digestión.

El pH óptimo es 3.5 tanto para cochinilla seca como fresca.

La extracción de la materia grasa, tanto de cochinilla fresca o seca facilita bastante el proceso de digestión y filtración posterior, además de verse aumentados los rendimientos en carmín y contenido de ácido carmínico por sobre la cochinilla no tratada. Debe considerarse, sin embargo, que el uso de extractantes de materia grasa utilizados son altamente inflamables, lo que sería un riesgo en el proceso, sumado además al costo de disolvente, su recuperación y el proceso mismo de extracción.

La etapa de filtración, con los medios filtrantes utilizados en el laboratorio es un proceso lento. Se usaron filtros de tela, papel y frita de vidrio. Sin embargo, existen en el comercio unos filtros de polipropileno de tamaño de poro variable de 0,2 micrones como mínimo que pueden ser utilizados en flujo continuo. Existen en distintos tamaños y pueden filtrarse soluciones con flujo de hasta 200 lts/hr. (con pequeña bomba). El proceso mismo de filtración se favorece además si existe un período de decantación previo.

El análisis microbiológico del carmín obtenido en el laboratorio entregó resultados negativos de Salmonella y Staphylococcus aureus por lo cual no se consideró justificable un proceso de esterilización. Sin embargo, creemos que si la legislación vigente lo requiere, una alternativa eficiente de esterilización sería la aplicación de radiación gamma (fuente de Cobalto 60, existente en la Comisión Chilena de Energía Nuclear, La Reina) que ha sido aplicada a tubérculos y algún tipo de frutas como frutillas. Los resultados de los análisis químicos, cenizas y materia volátil están dentro de los límites de lo exigido por la FDA, por lo tanto el procedimiento de laboratorio si es perfectamente escalable a planta piloto, el carmín obtenido está dentro de los requerimientos internacionales y podría ser perfectamente un producto exportable.

13. CONCLUSIONES

1. La extracción de carmín de cochinilla fresca tiene ventajas por sobre la de cochinilla seca ya que puede utilizar un proceso a menores temperaturas.
2. Se obtienen mejores rendimientos de carmín si a la cochinilla se le extrae previamente la materia grasa.
3. La temperatura óptima de digestión es de 60°C para cochinilla fresca y de 100°C para cochinilla seca.
4. El tiempo de digestión después de 10 minutos, para cualquier temperatura no influye en forma importante en el rendimiento de extracción del ácido carmínico tanto de cochinilla fresca como seca.
5. El pH óptimo de trabajo es 3.5
6. Los rendimientos de carmín en base a cochinilla superan el 60-70%, de acuerdo a la metodología utilizada en el laboratorio.
7. Las muestras de carmín comercial entregado por "Los Tunantes" y el obtenido en el Laboratorio de Síntesis y Polímeros presentan color, tamaño y morfología similar, de acuerdo a las microfotografías del microscopio electrónico de barrido.
8. La granulometría del carbonato de sodio no influye en forma relevante en el contenido de ácido carmínico en el carmín. Un mallaje mayor en todo caso favorece el proceso de precipitación.
9. La mejor relación de solvente-cochinilla corresponde a la utilizada normalmente en todas las experiencias (220 lts.agua/1 Kg.cochinilla seca). Una disminución de la cantidad de agua en esta relación entregó una menor cantidad de ácido carmínico.

10. De acuerdo a los medios filtrantes utilizados en la etapa final de filtración del carmín, se presenta el vidrio poroso (frita) como la vía más rápida y eficiente de separación del sólido a escala de laboratorio.

11. De acuerdo al resultado de los análisis efectuados para el carmín obtenido en el laboratorio, éste se encontraría dentro de los límites de la norma del FDA.

14. BIBLIOGRAFIA

1. Ulaus Hordlh. "Las materias colorantes en los productos alimenticios". Editorial El Ateneo. P274-78. Buenos Aires (1941)
2. Lujon Piña Ignacio. "La Grana o Cochinilla del Noral". Publicación de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Monografías Lanfi. P2-49. México, Noviembre (1977).
3. Anand, N. Tropical development and research Institute. "The market for amatto and other natural coulouring materials with special referencia to the United Kingdom". Tari Section 3-P20-21 Nov.(1983)
4. Merk Index 11th. (año 1991)
5. Ralph Gharry "Cosmetic Materials". Vol.2, P:114-114 (1963)
6. Fester G.A., Lexow S. "Colorantes de insectos". Anales Soc.Científica Argentina. P7-9; 92-96; 100-103. Argentina (1943).
7. Gibaja Oviedo Segundo. Alfana Gibaja Lourdes D. "Preparation of carmine I. Evaluation of four processes for preparing". Bol.Soc.Quim. Perú. 43, P133-8. 1977.
8. Fiecchi A., Anastasia M., Galli G., Gariboldi P. "J.Org.Chem (1981), 46 1511.
9. Chemical Abstract "Red Cochineal Dye (Carmine Acid): Its role in nature". Vol. 208, 30 May. (1980).
10. Baranyovits F.L.C. "Cochineal carmine: an ancient dye with a modern role Endeavour. 2. P85-92, (1978).

BIBLIOTECA CORFO

11. Roush W., Myers A. "J.Org.Chem (1981) 46, 1511
12. Schweppe Helmut. Roosen Runge Heinz. "Carmines, cochineal carmine and kermes karmine (pigments) Artist Pigm. 1, p225-83. England (1986).
13. Ney, M. "Determination of the value of various types of commercial carmine". Ann. Fals. Expert. Chim. 62 p187-90. Francia (1969).
14. Shiaki Yudo "Water soluble carmine red pigment for foods (Pat.) Ikeda, Toya Kogyo Ltd. Japan (1971)
15. Fridman, SH A.Kenin, S.L Antonova, E.G.Bolunina L.P. "Removal of impurities from the synthetics dye Indigo Carmine". Leningrad Inter-Departmental Scientific Research Institute of the Food Industry. USSR (1970)
16. Nishihara, Takamichi (Kagome Co.Ltd.) Japan 71 11,115
Ref.: "Extraction of carminic acid from cochineal" CA 75:P50419n.
Extn.with H₂O at >130°C under pressure is carried out in the presence of 1-5% chelating agent and protective colloid. Thus 10 Kg powdered cochineal was extd. at 150°C for 10 min. with 100 l deionized water containing 20 g phytic acid and 20 g gelatin. The ext. contg 2% carminic acid had lower viscosity than an alk.ext. and was readily clarified and wvapt to 15% conc.
17. Code of Federal Regulations (Food and Drugs) 21, part 70 to 73 (april 1992) (Normas del FDA para el uso de carmín en cosmética, alimentos y bebidas).

ANEXO N° 3

ANTECEDENTES DE MERCADO PARA COCHINILLA Y CARMIN

ANTECEDENTES DE MERCADO PARA COCHINILLA Y CARMÍN

1. Descripción y Definición de los Productos

Se define como "cochinilla" a la hembra del insecto "Dactylopius Coccus" o "Coccus cacti" que contiene importantes cantidades de ácido carmínico, colorante rojo natural. Este insecto se comercializa al estado seco y libre de impurezas. Contiene al estado seco y dependiendo de la familia de insecto, entre 7% a 23% de ácido carmínico y un 10% de humedad residual.

Se define como carmín a un sub-producto de la cochinilla. Se trata de un compuesto alumínico-cálcico del ácido carmínico que se comercializa a la forma de polvo muy fino de color rojo intenso y que contiene 52% de ácido carmínico equivalente.

2. Producción Mundial de Cochinilla

La producción mundial de cochinilla se estima en unas 250 toneladas por año. El 90% de la producción es de Perú, país que recolecta el insecto a través de varias empresas compradoras y exportadoras. El resto actualmente es producido por Islas Canarias y Chile, país este último que se está recién incorporando al mercado.

3. Producción Mundial de Carmín

La producción a nivel mundial de carmín, puede estimarse en unas 110 toneladas por año. Perú exporta a la forma de carmín del orden de 50 toneladas/año. El resto es producido por alrededor de 20 empresas, siendo las principales 4 ubicadas en Francia, 3 en España y 3 en Japón. Estas fábricas utilizan la cochinilla procedente de Perú y Chile. En el caso de España el abastecimiento proviene principalmente desde Islas Canarias.

4. Aspectos del Mercado del Perú

Dada la importancia de Perú en este mercado a nivel mundial, se estimó conveniente profundizar el conocimiento sobre esta materia. De esta manera, a continuación se entrega la información recopilada.

4.1. Volúmenes y precios históricos

La siguiente es la realidad de volúmenes y precios de la cochinilla y del carmín exportados por Perú entre los años 1986 y 1990.

Cochinilla

<u>Año</u>	<u>Toneladas</u>	<u>US\$/ton FOB</u>
1986	131	36.86
1987	110	40.30
1988	141	40.87
1989	177	29.75
1990	199	29.90

Carmín

El carmín exportado desde Perú en 1989 y 1990, ha sido de 47.797 Kg. y 48.018 Kg. respectivamente, lo que representaba en valores equivalentes de cochinilla 157 toneladas y 158,5 toneladas respectivamente.

A continuación se entregan los valores exportados por cada empresa peruana exportadora para los últimos años indicados.

CUADRO N° 1
EXPORTACION DE PRODUCTOS CARMINEOS DESDE PERU
AÑO 1989

Empresa	Rubro	Ventas Kg.Cochi nilla	% del Mercado	\$ equiv. aproximados
Química Universal	car	44.213,80	13.31	1.326.414
Biocon	car	42.029,69	12.65	1.260.891
Agroindustrias del Colca	coch	38.700,00	11.65	1.161.000
Sabores Globe	car	32.585,39	9.81	977.562
Exp.Condor SRL	coch	27.600,00	8.31	828.000
Mundial S.A.	car	26.918,10	8.10	807.543
El Sol	car+coch	12.804,00	3.86	384.120
Consortio Exp.	coch+car	12.400,00	3.73	372.000
Exp.Mundial S.A.	coch	11.800,00	3.55	354.000
Pexport	coch	11.750,00	3.54	352.500
Inti Expimport	coch	11.500,00	3.46	345.000
Hugo Zapata Longa EIRL	coch	11.000,00	3.31	330.000
Eximgran	coch	8.500,00	2.56	255.000
Jomer Alarcón	coch	8.000,00	2.41	240.000
Exp.de la Selva	coch	5.800,00	1.75	174.000
Uniagro S.A.	coch	5.620,00	1.69	168.600
Comercial Perú	coch	3.440,00	1.04	103.200
Naturalia América	car	2.805,00	0.84	84.150
Apolo Eximport	coch+car	2.692,50	0.81	80.775
Agrofarma	coch	2.600,00	0.78	78.000
Chaska export	coch	1.990,00	0.60	59.700
Zijals	coch+car	1.860,00	0.56	55.800
Expedi	coch	1.800,00	0.54	54.000
Halpa Manta	coch	1.700,00	0.51	51.000
Promex	coch	1.500,00	0.45	45.000
Agroplata	coch	225,00	0.07	6.750
Exportaciones ABC	coch	200,00	0.06	6.000
Centro Promoc.Trueque	coch	100,00	0.03	3.000
TOTAL		332.133,48	100,00	9.964.004

CUADRO N° 2
EXPORTACION DE PRODUCTOS CARMINEOS DESDE PERU
AÑO 1990

Empresa	Rubro	Ventas Kg.Cochi nilla	% del Mercado	S equiv. aproximados
Biocon	car	55.618,76	15.19	1.668.563
Agroindustrias del Colca	coch	48.500,00	13.25	1.455.000
Química Universal	car	46.877,92	12.80	1.406.338
Sabores Globe	car	30.846,45	8.42	925.394
Exp.Condor SRL	coch	25.500,00	6.96	765.000
Inti Eximport	coch	23.000,00	6.28	690.000
El Sol	car+coch	21.935,50	5.99	658.065
Hugo Zapata Longa EIRL	coch	18.500,00	5.05	555.000
Mundial S.A.	car	15.624,51	4.27	468.735
Pexport	coch	14.050,00	3.84	421.500
Exp.Mundial S.A.	coch	10.000,00	2.73	300.000
Consorcio Exp.	coch+car	9.145,00	2.50	274.350
Uniagro S.A.	coch	7.800,00	2.13	234.000
Apolo Eximport	coch+car	6.180,00	1.69	185.400
Naturalia América	car	4.973,10	1.36	149.193
Comercial Perú	coch	3.780,00	1.03	113.400
Zijals	coch+car	3.553,00	0.97	106.590
Agroindustrial SRL	car	3.545,19	0.97	106.356
Latinoamericana de Inv.	coch	2.560,00	0.70	76.800
Exp.de la Selva	coch	2.100,00	0.57	63.000
Halpa Manta	coch	1.600,00	0.44	48.000
Eximgran	coch	1.500,00	0.41	45.000
Jomer Alarcón	coch	1.500,00	0.41	45.000
Agrofarma	coch	1.480,00	0.40	44.400
Expedi	coch	1.324,00	0.36	39.720
Appis Industrial	car	1.320,00	0.36	39.600
Promex	coch	1.000,00	0.27	30.000
Exportaciones ABC	coch	1.000,00	0.27	30.000
Agroplata	coch	650,00	0.18	19.500
Intertrading Co.	coch	300,00	0.08	9.000
Interamérica de Com.	coch	200,00	0.05	6.000
Centro Promoc.Trueque	coch	100,00	0.03	3.000
Hayauchi Kanatex	coch	100,00	0.03	3.000
Total		366.163,43	100.00	10.984.903

4.2. Volúmenes y Precios Ultimos Años

La situación de exportación de cochinilla desde Perú en los últimos años ha sufrido una notable baja en los precios FOB que ha estado pagando el mercado y eso se ve claramente en los siguientes cuadros.

CUADRO N° 3

1. Cochinilla de primera calidad

Empresa Peruana	1 9 9 2		1 9 9 3	
	Kg.	P.U.	Kg.	P.U.
		US\$ FOB		US\$ FOB
1. Agroindustrias del Colca S.A.	40.500.00	17.84	36.400.00	17.83
2. Exportaciones Condor SRL	13.500.00	18.73	18.200.00	13.86
3. MBM EIR Ltda.	3.000.00	19.50	16.000.00	14.73
4. Agrofarma SRL Ltda.	8.500.00	12.30	7.000.00	15.46
5. Hugo Zapata Longa EIRL	5.000.00	14.14	5.300.00	12.44
6. Exportadora Mundial S.A.	13.000.00	15.81	5.000.00	13.37
7. Consorcio Exportador S.A.	10.150.00	11.06	3.300.00	14.34
8. Inka Investment SRL	0.00	0.00	3.170.00	12.47
9. Exportadora El Sol S.A.	8.000.00	12.50	3.000.00	12.80
10. Pronex S.A.	5.000.00	13.90	3.000.00	11.40
11. Pexport S.A.	3.500.00	13.79	3.000.00	12.00
12. Inti Eximport SRL	3.000.00	14.77	3.000.00	15.33
13. Mitsui del Perú S.A.	4.000.00	14.00	2.000.00	14.00
14. ACR EIRL Ltda.	0.00	0.00	2.000.00	13.90
15. Claro SCRL	3.000.00	18.00	1.100.00	12.59
16. Exportac. de la Selva S.A.	3.550.00	11.54	1.000.00	15.12
17. Jomer Alarcón Arce SCRL	2.450.00	11.45	1.000.00	12.50
18. Deshidratados S.A.	0.00	0.00	500.00	16.00
19. Globe del Perú S.A.	50.00	35.00	391.23	20.29
20. Expedi S.A.	12.200.00	15.87	100.00	12.70
21. La Baratura S.A.	0.00	0.00	100.00	23.50
22. A&D Export e Import Cuzco	0.00	0.00	80.00	21.44
23. Ind.Co. Holguin e Hijos S.A.	0.00	0.00	50.00	15.00
24. Uniagro S.A.	8.000.00	15.59	0.00	0.00
25. Zuals Ind. Químicas S.A.	5.000.00	21.76	0.00	0.00
26. Luis Valenzuela Murillo	500.00	8.00	0.00	0.00
27. Apolo Eximport S.A.	100.00	23.55	0.00	0.00
Total	150.000.00	15.86	114.891.23	15.16
		2.379.888.44		1.738.717.83

CUADRO N° 4
PAISES DE DESTINO

1. Cochinilla de primera calidad

País Importador	1 9 9 2		1 9 9 3	
	Kg.	P.U.	Kg.	P.U.
	US\$ FOB		US\$ FOB	
1. España	25.500.00	18.92	20.800.00	20.86
2. Alemania	27.500.00	15.36	19.525.00	13.79
3. Francia	16.450.00	12.74	16.600.00	14.15
4. Japón	27.300.00	14.85	14.500.00	14.23
5. Suiza	5.200.00	20.85	14.500.00	13.87
6. Corea	9.000.00	22.09	8.050.00	14.08
7. Argentina	11.000.00	15.71	7.850.00	13.84
8. Italia	16.750.00	11.45	7.300.00	13.52
9. Bélgica	10.000.00	16.72	4.200.00	13.21
10. EE.UU.	0.00	0.00	1.491.23	14.54
11. Iglaterra	250.00	14.72	155.00	14.58
12. Brasil	50.00	35.00	120.00	34.33
13. Irlanda	1.000.00	16.80	0.00	0.00
Total	150.000.00	15.86	114.891.23	15.16
				1.738.717.83

2. Cochinilla de segunda

1. Argentina	8.500.00	4.49	5.750.00	3.81	21.910.00
2. México	0.00	0.00	100.00	5.00	500.00
3. Brasil	0.00	0.00	20.00	4.00	80.00
4. España	400.00	8.41	0.00	0.00	0.00
Total	6.900.00	4.72	5.870.00	3.83	22.490.00

CUADRO N° 5

IMPORTADORES DE COCHINILLA

1. Cochinilla de primera calidad

Importador	País	1 9 9 2		1 9 9 3		
		Kg.	P.U.	Kg.	P.U.	
			US\$ FOB		US\$ FOB	
1. Xanitor S.A.	España	25.500.00	19.92	482.361.30	20.86	426.842.20
2. C E Roeper GmbH	Alemania	26.650.00	15.25	406.379.44	14.03	245.548.61
3. Sofral S.A.	Francia	9.000.00	13.46	121.100.00	14.15	233.500.36
4. Cisco Finanz & Handel AG	Suiza	5.000.00	21.03	106.166.60	13.80	193.186.00
5. Myeong Shin Chemic. Ind. Co.	Corea	9.000.00	22.09	198.800.00	14.08	112.500.00
6. Davide Campari Milano SpA	Italia	16.500.00	11.42	188.382.33	13.34	93.391.30
7. G Shimizu & Co. Ltd.	Japón	7.000.00	11.57	123.000.00	14.00	84.000.00
8. Universal Flavors (Belgium)	Bélgica	10.000.00	16.72	167.158.70	13.22	62.872.50
9. Saporith Hnos. SACIF	Argentina	3.500.00	12.09	42.325.00	13.26	63.000.00
10. Foreign Domestic Chem. Co.	Japón	6.000.00	12.50	75.000.00	12.80	38.400.00
11. Sumitomo Corp.	Japón	3.000.00	14.77	44.300.00	15.33	46.000.00
12. Mitsui & Co. Ltd.	Japón	9.000.00	13.94	125.500.00	14.00	28.000.00
13. Carl Gueldeberg	Alemania	0.00	0.00	0.00	11.50	23.000.00
14. Laboratorios CHR Hansen	Argentina	6.000.00	19.13	114.750.00	15.50	23.260.00
15. Warner Jenkinson	EE.UU.	0.00	0.00	0.00	13.99	13.990.80
16. Bolhalder Basilea Switz.	Suiza	0.00	0.00	0.00	16.00	8.000.00
17. D. Co. Ulrich SpA	Italia	150.00	13.66	2.049.66	17.82	6.296.56
18. Toyota Tsusho Kaisha Ltd.	Japón	0.00	0.00	0.00	14.25	4.275.00
19. Midland Services Ltd.	EE.UU.	0.00	0.00	0.00	13.87	4.037.93
20. Allegro Natural Dyes	EE.UU.	0.00	0.00	0.00	18.25	3.650.00
21. Larway Ltd.	Bélgica	0.00	0.00	0.00	13.00	2.600.00
22. Adicol	Argentina	0.00	0.00	0.00	12.00	1.800.00
23. William Ramson & Son	Inglaterra	200.00	14.55	2.910.00	12.70	1.270.00
24. Leaf Inc./Mr. Juko M	Japón	200.00	31.36	6.271.64	33.32	3.332.38
25. Bebidas Astecas	Brasil	50.00	25.00	1.750.00	39.00	3.900.00
26. Nakai Co. Ltd.	Japón	0.00	0.00	0.00	23.50	2.350.00
27. Seredis	Francia	0.00	0.00	0.00	13.50	1.012.50
28. Fuerts Day Lawson Verney	Inglaterra	0.00	0.00	0.00	18.00	990.00
29. Rhenus Arktiengesellschaft	Alemania	25.00	29.16	729.00	29.00	725.00
30. Aromes de Bretagne	Francia	0.00	0.00	0.00	13.60	337.50

continúa ...

Importador	País	1 9 9 2		1 9 9 3			
		Kg.	P.U.	US\$ FOB	Kg.	P.U.	US\$ FOB
31. Sanrisil SA	Brasil	0.00	0.00	0.00	20.00	11.00	220.00
32. Alchim Aromatiques SA	Francia	4.950.00	11.91	59.964.00	0.00	0.00	0.00
33. Progiven	Francia	2.000.00	12.72	26.436.00	0.00	0.00	0.00
34. Alps Pharmaceutical	Japón	2.000.00	14.36	28.719.20	0.00	0.00	0.00
35. Cisco Finanz & Handel	Irlanda	1.000.00	16.80	16.797.00	0.00	0.00	0.00
36. Laqui SA	Argentina	1.000.00	11.25	11.250.00	0.00	0.00	0.00
37. Camex	Alemania	500.00	22.32	11.160.00	0.00	0.00	0.00
38. Epecuen SACIF	Argentina	500.00	9.00	4.500.00	0.00	0.00	0.00
39. Quiñones & ASS	Francia	500.00	8.00	4.000.00	0.00	0.00	0.00
40. Gerhard Eggebrecht	Alemania	300.00	10.97	3.001.45	0.00	0.00	0.00
41. Dixia Ltd.	Suiza	200.00	10.95	2.190.54	0.00	0.00	0.00
42. K. Kobayashi & Co.	Japón	100.00	25.00	2.500.00	0.00	0.00	0.00
43. Cisco/Pier Giuseppe A	Italia	100.00	13.00	1.300.00	0.00	0.00	0.00
44. Fuerts Schneider Chem.	Inglaterra	50.00	15.40	770.00	0.00	0.00	0.00
45. Thyssen Hanile	Alemania	25.00	34.24	856.00	0.00	0.00	0.00
46. Z Varios	Varios	0.00	0.00	0.00	2.050.00	13.93	28.550.00
Total		160.000.00	16.86	2.379.666.44	114.691.23	15.16	1.738.717.83

2. Cochinilla de descarte (segunda)

1. Laqui S.A.	Argentina	5.500.00	4.00	22.000.00	3.250.00	3.36	10.910.00
2. Adicol	Argentina	1.000.00	7.20	7.200.00	2.500.00	4.40	11.000.00
3. Socorro del Río Ang.	México	0.00	0.00	0.00	100.00	5.00	500.00
4. Sanrisil	Brasil	0.00	0.00	0.00	20.00	4.00	80.00
5. Xantoflor S.A.	España	400.00	8.41	3.384.56	0.00	0.00	0.00
Total		6.900.00	4.72	32.564.56	5.870.00	3.83	22.490.00

5. Comentarios de los Antecedentes Recopilados

Los antecedentes recopilados permiten los siguientes comentarios:

- Perú controla el 90% del mercado mundial de la cochinilla y casi el 50% del mercado del carmín. Si Chile quiere llegar a este mercado debe competir en precios y calidad con los productores peruanos, tanto de cochinilla como de carmín.
- Es indudable que la empresa (Tunantes), debe tratar de producir carmín en base a los resultados de laboratorio de la investigación, ya que el carmín presenta precios más adecuados y se puede presumir un mejor margen de comercialización. Además, debe considerarse que los precios de la cochinilla han bajado en los últimos años a más de la mitad (de 40 dólares en 1988 a 15 dólares en 1993 por cada tonelada).
- La recopilación de estos antecedentes entrega importante información sobre los compradores de estos productos. Esto debe permitir a la empresa iniciar un marketing de su producto tendiente a diferenciar la calidad del producto que es capaz de producir y de esta manera lograr un mejor precio.

ANEXO N° 4
PERFIL TECNICO-ECONOMICO DE UNA
PLANTA DE CARMIN

PERFIL TECNICO-ECONOMICO DE UNA PLANTA DE CARMIN

1. Bases de Cálculo

Capacidad de producción	:	600 Kg.de carmín mensuales
Calidad del producto	:	55% de ácido carmínico
Sistema	:	Batch
Capacidad batch	:	6 Kg.de carmín
Consumo de cochinilla seca 23% A.C.	:	4 Kg/Kg de carmín
Rendimiento	:	60%
Consumo de sulfato de aluminio	:	0,29 Kg./Kg.de carmín
Consumo de carbonato de calcio	:	0,22 Kg./Kg.de carmín
Consumo de agua deionizada	:	220 lt./Kg.de carmín
Otros reactivos	:	estándares estimados globales
Precio de cochinilla	:	15 US\$/Kg.
Precio de venta de carmín	:	140 US\$/Kg.

2. Proceso de Fabricación y Equipos

Las operaciones unitarias principales a considerar en este cálculo son las siguientes: digestión de la cochinilla en un reactor, filtración, precipitación del carmín, filtración de carmín, secado y esterilización. Una estimación de los equipos y accesorios principales que se utilizarían, con una estimación de sus costos, se muestra en el Cuadro N° 1 a continuación. El diagrama del proceso se indica en esquema que se adjunta.

CUADRO N° 1
 MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION DE CARMIN DE COCHINILLA

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo US\$</u>
1	Reactor para extracción de colorante de 1,5 m ³ de capacidad en acero inoxidable, enchaquetado, con agitador y motoreductor de 3 HP y más o menos 100 rpm	10.000
1	Reactor para precipitación de 1,5 m ³ de capacidad, en acero inoxidable enchaquetado con agitador y motoreductor de 3 HP y más o menos 100 rpm	10.000
4	Tanques de almacenamiento y decantación en acero inoxidable de 3 m ³ cada uno	30.000
2	Tanques de almacenamiento en acero inoxidable de 1,5 m ³	8.000
1	Filtro tipo canasta para filtración de cochinita agotada	3.500
2	Filtro prensa de acero inoxidable con bomba	30.000
4	Bomba de transvase en acero inoxidable	8.000
1	Esterilizador de 1 m ³ (autoclave)	22.000
1	Deionizador de agua	15.000
1	Caldera con ablandador de agua y accesorios	30.000
1	Secador de bandejas de carmín	10.000
1	Tanque de almacenamiento de agua deionizada	3.000
-	Tuberías y accesorios eléctricos	6.500

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Costo US\$</u>
-	Tuberías y accesorios de acero inoxidable	5.000
-	Tuberías y accesorios de acero galvanizado	600
-	Tuberías y accesorios de PVC	400
-	Cables y accesorios eléctricos	4.000
-	Instrumentación	6.500
-	Estructura y montaje	25.000
-	Otros (balanza, mezcladora, molino, etc.)	<u>3.000</u>
		222.000
	Imprevistos	<u>12.000</u>
		244.000

3. Inversiones y Requerimientos de Capital

El capital en activo fijo debería considerar lo siguiente:

-	1 galpón	US\$ 75.000
-	Equipos y accesorios	<u>244.000</u>
		US\$ 319.000

Además se debe considerar un capital de trabajo para 30 días de trabajo.

-	Materia prima e insumos	US\$ 45.150
-	Mano de obra	4.700
-	Gastos generales	9.100
-	Gastos de administración y ventas	<u>3.000</u>
		US\$ 61.950
	Requerimiento total de capital:	US\$ 380.950

4. Cálculo para las Materias Primas e Insumos

	<u>Costo Kg.de Carmín US\$</u>	<u>US\$ Costo Men- sual total</u>
Cochinilla seca	60.00	36.000
Sulfato de aluminio	0.23	138
Otros reactivos	0.99	594
Agua deionizada	0.88	528
Combustible	5.50	3.300
Electricidad	0.27	162
Agua	0.16	96
Otros materiales (ayuda filtrantes, etc.)	<u>7.00</u>	<u>4.200</u>
	75.25	45.150

5. Recursos Humanos

a) Mano de obra directa

	<u>Cantidad</u>	<u>Costo Unitario mensual</u>	<u>Costo Mensual total</u>
Calificada	1	400	400
Semi-calificada	2	300	600
No calificada	3	200	<u>600</u>
			1.600

b) Mano de obra indirecta

Jefe de Planta	1	1.700	1.700
Supervisores	1	500	500
Administración y oficina	2	450	<u>900</u>
			3.100

Total 4.700

6. Costo Mensual Total de Producción (Capacidad 600 Kg/mensuales) US\$

<u>Materia prima e insumos</u>	<u>Costo mensual</u>	<u>Costo por Kg. Carmin</u>
Cochinilla seca	36.000	60.00
Sulfato de aluminio	138	0.23
Carbonato de calcio	132	0.22
Otros reactivos	594	0.99
Agua deionizada	528	0.88
Combustible	3.300	5.50
Electricidad	162	0.27
Agua	96	0.16
Otros materiales	<u>4.200</u>	<u>7.00</u>
COSTO VARIABLE	45.150	75.25
Mano de obra directa	1.600	2.67
Mano de obra indirecta	3.100	5.17
Mantenimiento	2.300	3.83
Depreciación	4.629	7.72
Otros (empaquete, limpieza, etc.)	<u>1.500</u>	<u>2.50</u>
COSTO FIJO	13.129	21.89
COSTO DE VENTAS TOTAL	58.279	97,14
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	3.000	5.00
GASTOS FINANCIEROS *	<u>2.381</u>	<u>3.97</u>
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	63.660	106.11

(*) Préstamo del 50% de la necesidad de capital
 (= US\$ 380 950:2) al 15% anual.

