



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Trabajo de Suficiencia Profesional

Optimización del proceso de secado de pasta de carmín
laca obtenido de la cochinilla en la empresa Imbarex S.A.

Para optar el título profesional de
Ingeniero de Industrias Alimentarias

Autor

Bach. Gerardo Nikol Gonzáles Pérez

Asesor

Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz
Código ORCID: 0000-0002-8013-8178

Lambayeque – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Trabajo de Suficiencia Profesional

Optimización del proceso de secado de pasta de carmín laca obtenido
de la cochinilla en la empresa Imbarex S.A.

Para optar el título profesional de
Ingeniero de Industrias Alimentarias

Autor

Bach. Gerardo Nikol Gonzáles Pérez

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO

Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar
Presidente

Dr. Cesar Alberto García Espinoza
Secretario

Dr. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno
Vocal

Dr. Abraham Ygnacio Santa Cruz
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por haberme acompañado en cada etapa de mi vida, permitiéndome alcanzar este punto a pesar de las dificultades encontradas en el camino y por fortalecer siempre mi fe.

A mis padres, Gerardo y Graciela, por siempre creer en mí y apoyarme en cada paso que di, su aliento y su amor sin fronteras.

A mi esposa Jenifer, por todo su apoyo incondicional, consejos y amor, me han sostenido para afrontar los retos de la vida y ahora alcanzando un objetivo más.

A mis amigos y compañeros quienes de alguna manera u otra han sumado para conseguir esta meta, aportando con sus consejos y conocimientos, permitiéndome seguir con mi desarrollo profesional.

Gerardo

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a Dios por su guía constante, por otorgarme salud y bienestar, y por mantenerme en el buen camino hasta esta etapa de mi vida, con la esperanza de que así continúe siempre.

A la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, mi alma mater, por brindarme un espacio donde, con el apoyo de los docentes que compartieron sus conocimientos, he podido desarrollarme como profesional.

A la empresa Imbarex S.A., por haberme recibido y brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente día a día, y a mis compañeros de trabajo y jefes inmediatos, cuyo apoyo y conocimientos me permiten continuar desarrollándome y avanzando en mi carrera.

A mi asesor, Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz, por su valioso apoyo y conocimiento en la realización de este trabajo, así como por su dedicación, interés y esfuerzo para alcanzar este objetivo.

Gerardo

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	x
ABSTRAC.....	xi
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I.....	15
ASPECTOS GENERALES DEL TEMA ELEGIDO	15
1.1. Descripción general de experiencia.....	16
1.1.1. Datos de la empresa	16
1.1.2. Historia.....	16
1.1.3. Ubicación geográfica	17
1.1.4. Misión	18
1.1.5. Visión.....	18
1.1.6. Organigrama de la empresa.....	18
1.1.7. Actividad profesional dentro de la empresa.....	18
1.1.7.1. Cargo profesional	18
1.1.7.2. Funciones específicas	19
1.2. Definición de términos	20
1.2.1. Colorantes	20
1.2.1.1. Colorantes naturales.....	20
1.2.1.2. Colorantes sintéticos	20
1.2.2. Cochinilla	21

1.2.3.	Carmín laca	22
1.2.4.	Ácido carmínico	23
1.2.5.	Análisis espectrofotométrico.....	23
1.2.6.	Secado.....	23
1.2.6.1.	Secado por convección	24
1.2.6.2.	Secado por atomización	24
1.2.6.3.	Secado por radiación.....	24
1.2.6.4.	Secado por sublimación	24
1.2.6.5.	Secado por vacío.....	24
CAPÍTULO II.....		26
FUNDAMENTACIÓN SOBRE EL TEMA ELEGIDO		26
2.1.	Proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional.....	27
2.1.1.	Proceso de carmín laca.....	27
2.1.2.	Descripción del proceso	28
2.1.2.1.	Extracción	28
2.1.2.2.	Tamizado.....	28
2.1.2.3.	Clarificación.....	28
2.1.2.4.	Precipitación 1	28
2.1.2.5.	Enfriamiento.....	28
2.1.2.6.	Precipitación 2.....	28
2.1.2.7.	Filtración	29
2.1.2.8.	Tratamiento térmico.....	29

2.1.2.9. Secado	29
2.1.2.10. Molienda y tamizado.....	29
2.1.2.11. Envasado	29
2.2. Teoría y la práctica en el desempeño profesional	29
Capítulo III	32
APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS.....	32
3.1. Problemas detectados durante el proceso	33
3.1.1. Recopilación de datos y monitoreo de parámetros críticos.....	33
3.1.2. Frecuencia de medición	34
3.1.3. Análisis de la evolución de la humedad.....	35
3.1.4. Análisis del contenido de ácido carmínico	35
3.1.5. Relación humedad-ácido carmínico	36
3.1.6. Evaluación de peso y eficiencia de secado	37
3.2. Propuesta para la optimización del proceso.....	38
3.3. Resultados obtenidos de la propuesta.....	39
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de Imbarex S.A.	17
Figura 2. Organigrama de imbarex S.A.	18
Figura 3. Cochinilla	21
Figura 4. Carmín laca en polvo	22
Figura 5. Diagrama de bloques de carmín laca	27
Figura 6. Muestras de carmín laca en secador.....	33
Figura 7. Muestras de carmín laca	33
Figura 8. Gráfico de líneas: % de humedad vs. Horas transcurridas	36
Figura 9. Gráfico de líneas: % de ácido carmínico (acar) vs. Horas transcurridas	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de análisis de humedad y ácido carmínico	34
Tabla 2. Rendimientos de producción del proceso de secado de carmín laca	37
Tabla 3. Eficiencia del proceso de secado de carmín laca.....	38
Tabla 4. Resultados de análisis de ácido carmínico y humedad después de aplicar la mejora.....	39
Tabla 5. Rendimientos de producción del proceso de secado de carmín laca después de la mejora.....	40
Tabla 6. Eficiencia del proceso de secado de carmín laca después de la mejora.....	40

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Formato de secado	46
ANEXO B. Horno de secado por convección	47
ANEXO C. Bandejas para secado	48
ANEXO D. Balanza de humedad	48
ANEXO E. Espectrofotómetro	49
ANEXO F. Pesaje de muestras de carmín laca	49
ANEXO G. Soluciones de carmín laca	50
ANEXO H. Lectura de muestras de carmín en espectrofotómetro	50
ANEXO I. Supervisión de planta	51

RESUMEN

En Imbarex S.A. ha identificado una deficiencia crítica en el proceso de secado de la pasta de carmín laca, obtenido de la cochinilla, manifestada en la falta de control riguroso sobre parámetros fundamentales como la temperatura, la humedad y el tiempo de secado. Esta variabilidad en las condiciones del proceso ha generado fluctuaciones significativas en la calidad y el rendimiento del carmín laca, afectando la estabilidad del ácido carmínico, un componente esencial que determina la intensidad del color del producto final. Dada la importancia de este pigmento natural en diversas industrias, tales como la alimentaria, cosmética y farmacéutica, se vuelve imperativo abordar estos desafíos para mantener la competitividad en el mercado y satisfacer las demandas de productos naturales y sostenibles. El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la optimización del proceso de secado de la pasta de carmín laca en Imbarex S.A., con el fin de mejorar el control de los parámetros clave mencionados. El enfoque principal radicó en establecer condiciones de temperatura, humedad y tiempo de secado más precisas, que permitieron minimizar la variabilidad en la calidad del producto y maximizar el rendimiento operativo, reduciendo en 10 horas el proceso y manteniendo el porcentaje de ácido carmínico entre 60-65%. A través de la adopción de mejores prácticas en el proceso, se esperó no solo elevar la eficiencia de la producción, sino también mantener la estabilidad del ácido carmínico, garantizando un carmín laca de mayor pureza y uniformidad en sus características.

Palabras clave: optimización, carmín laca, secado, ácido carmínico.

ABSTRACT

At Imbarex S.A. has identified a critical deficiency in the drying process of shellac carmine paste, obtained from cochineal, manifested in the lack of rigorous control over fundamental parameters such as temperature, humidity and drying time. This variability in process conditions has generated significant fluctuations in the quality and yield of carmine shellac, affecting the stability of carminic acid, an essential component that determines the color intensity of the final product. Given the importance of this natural pigment in various industries, such as food, cosmetics and pharmaceuticals, it becomes imperative to address these challenges to maintain competitiveness in the market and meet the demands for natural and sustainable products. The objective of this research project was to optimize the drying process of carmine lake paste at Imbarex S.A., in order to improve the control of the key parameters mentioned above. The main focus was on establishing more precise conditions of temperature, humidity and drying time, which allowed minimizing variability in product quality and maximizing operational performance, reducing the process by 10 hours and maintaining the percentage of carminic acid between 60-65%. Through the adoption of best practices in the process, it was expected not only to increase production efficiency, but also to maintain the stability of carminic acid, guaranteeing a carmine lake of greater purity and uniformity in its characteristics.

Keywords: optimization, carmine lacquer, drying, carminic acid.

INTRODUCCIÓN

El uso de colorantes naturales en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, impulsado por la preferencia de los consumidores hacia productos más sostenibles y saludables. Uno de los pigmentos más valorados es el carmín laca, derivado del ácido carmínico extraído de la cochinilla. Este colorante, reconocido por su vibrante color rojo, es un ingrediente clave en una amplia gama de productos, desde alimentos y bebidas hasta cosméticos y medicamentos. Su estabilidad, seguridad y origen natural lo convierten en una alternativa preferida frente a los colorantes sintéticos, cuya demanda ha disminuido por sus posibles efectos adversos (Yang et al., 2021).

En este contexto, la producción de carmín laca enfrenta desafíos importantes, principalmente relacionados con la eficiencia de los procesos industriales implicados. Uno de los procesos más críticos en la producción del carmín laca es el secado de la pasta de carmín, una etapa en la que se debe eliminar la humedad del pigmento para garantizar su estabilidad, calidad y facilidad de almacenamiento. Sin un control adecuado de parámetros como la temperatura, la humedad y el tiempo de secado, es común que se presenten fluctuaciones en la calidad del producto final, afectando su valor comercial (Roque-Rodríguez, 2022).

En Imbarex S.A., una empresa peruana líder en la producción de colorantes naturales, se ha identificado una deficiencia crítica en el proceso de secado de la pasta de carmín laca. La falta de control riguroso sobre las variables del proceso ha derivado en una variabilidad en la calidad del producto, especialmente en la estabilidad del ácido carmínico, que es el componente responsable de la intensidad del color. Esta variabilidad no solo compromete la uniformidad del producto, sino que también afecta la eficiencia operativa de la empresa,

aumentando los tiempos de producción y reduciendo el rendimiento (Martínez et al., 2020).

El presente proyecto de investigación busca optimizar el proceso de secado de la pasta de carmín laca en Imbarex S.A., con el objetivo de mejorar tanto la calidad del producto como el rendimiento operativo. Para lograrlo, se propone un ajuste preciso de los parámetros clave del proceso, como la temperatura, la humedad y el tiempo de secado. La optimización de estos factores permitirá garantizar la estabilidad del ácido carmínico, reducir las fluctuaciones en la calidad y mejorar la eficiencia del proceso, lo que resultará en un producto de mayor valor comercial y una operación más rentable.

Además del impacto técnico y económico, este proyecto tiene un componente social significativo. La cochinilla, de la cual se obtiene el carmín laca, es cultivada principalmente en Perú, específicamente en las regiones de Arequipa, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica (Bustios, 2019). La mejora en el proceso de producción contribuirá a incrementar la demanda de este insecto, generando empleo y brindando estabilidad laboral a los productores de cochinilla. De este modo, el proyecto no solo busca aumentar la competitividad de Imbarex S.A. en el mercado global, sino también fomentar un desarrollo económico sostenible en las zonas productoras.

En un entorno global donde la sostenibilidad y la responsabilidad social son cada vez más importantes, este trabajo de suficiencia profesional representa una oportunidad para que Imbarex S.A. se consolide como un referente en la producción de colorantes naturales. La integración de nuevas tecnologías y prácticas de control en tiempo real también permitirá que la empresa responda de manera más eficiente a las fluctuaciones en la demanda, manteniendo altos estándares de calidad y minimizando el impacto ambiental de sus operaciones.

La formulación del problema del trabajo de suficiencia profesional fue: ¿Se pudo optimizar el proceso de secado de pasta de carmín laca obtenido de cochinilla en Imbarex S.A., ajustando los parámetros de temperatura, tiempo y humedad final del producto?

Teniendo como objetivo principal "Optimizar el proceso de secado de pasta de carmín laca obtenido de la cochinilla en la empresa Imbarex S.A." y los objetivos específicos fueron los siguientes: analizar el porcentaje de ácido carmínico de la pasta de carmín laca en todo el proceso de secado, analizar el contenido de humedad de la pasta de carmín laca al inicio, durante y al final del proceso de secado, establecer la relación óptima entre el porcentaje de ácido carmínico, la humedad y los pesos de producción, evaluar el impacto de la variación de la temperatura de secado en la calidad del carmín laca y el tiempo del proceso y por último, determinar técnicas de control en tiempo real para ajustar los parámetros del secado y asegurar una calidad uniforme del producto.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL

TEMA ELEGIDO

1.1. Descripción general de experiencia

1.1.1. Datos de la empresa

Imbarex S.A. es una empresa peruana especializada en la producción de colorantes y aditivos para la industria alimentaria. Se ha destacado por ofrecer soluciones innovadoras y de alta calidad, enfocándose en satisfacer las necesidades de sus clientes en sectores como alimentos, bebidas, cosméticos y farmacéuticos.

RUC: 20459949535

Razón Social: Imbarex S.A.

Página Web: <http://www.imbarex.com>

Tipo Empresa: Sociedad Anónima

Condición: Activo

Fecha Inicio Actividades: 07 de enero del 2000

Actividades Comerciales: Fabricación de sustancias químicas básicas.

CIIU: 24116

1.1.2. Historia

Desde su fundación en el año 2000, la empresa se ha dedicado a ofrecer colorantes que mejoran la calidad y seguridad de los productos, al mismo tiempo que promueven la salud y el bienestar de las personas y del medio ambiente.

Lo impresionante es su compromiso con aprovechar los recursos naturales abundantes de Perú para agregar valor en el mercado global. Cuenta con cultivos propios, lo que permite asegurar el abastecimiento a los clientes y cumplir con los más altos y rigurosos estándares de calidad exigidos a nivel internacional y están en constante búsqueda de

innovación y mejora. Actualmente, exportan orgullosamente sus excepcionales productos a más de 60 países. Su gama incluye colorantes reconocidos como el carmín, el achiote y la curcumina, utilizados en diversas industrias, desde alimentos y bebidas hasta productos farmacéuticos y panadería.

Lo que realmente distingue a Imbarex es su dedicación a la tecnología y la calidad. Sus procesos de fabricación están a la vanguardia, garantizando que cada lote tenga los más altos niveles de pureza y estabilidad.

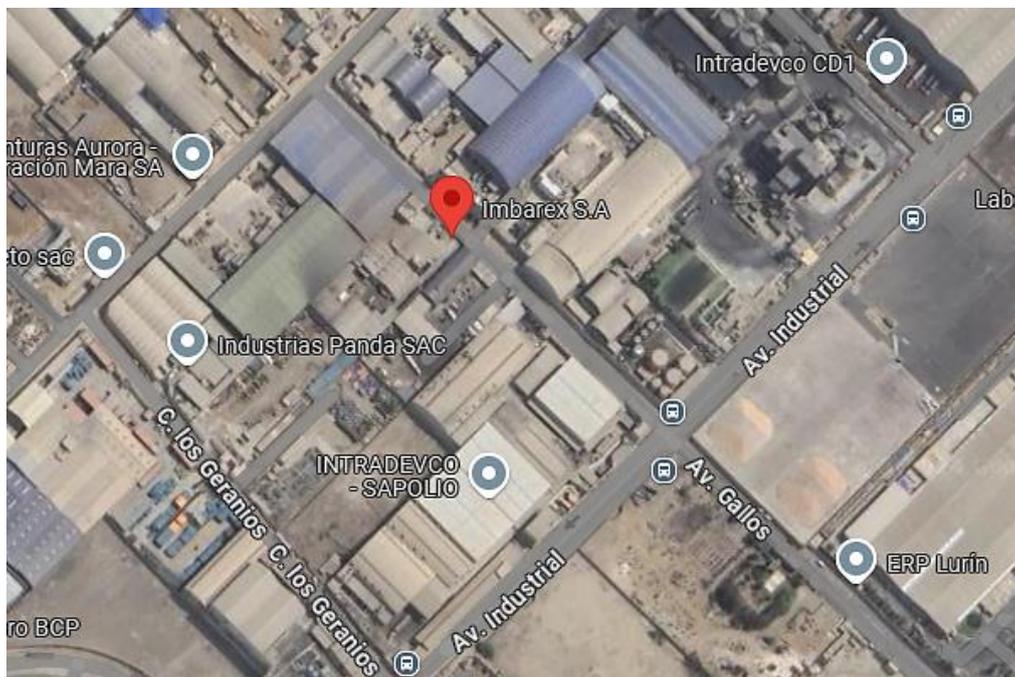
Además, ha establecido sucursales en Perú, EE. UU., México y España, lo que les permite ofrecer un servicio rápido y eficiente a sus clientes en todo el mundo.

1.1.3. Ubicación geográfica

La empresa está ubicada en calle 06 Gallos Mz. E lote 12, Lurín, Lima, Perú.

Figura 1

Ubicación geográfica de Imbarex S.A.



Nota: Obtenido de Googlemaps (2024)

1.1.4. Misión

Diseñar, producir y comercializar ingredientes naturales de la más alta calidad de acuerdo a los estándares internacionales, para brindar soluciones acordes con las necesidades específicas de cada uno de nuestros clientes.

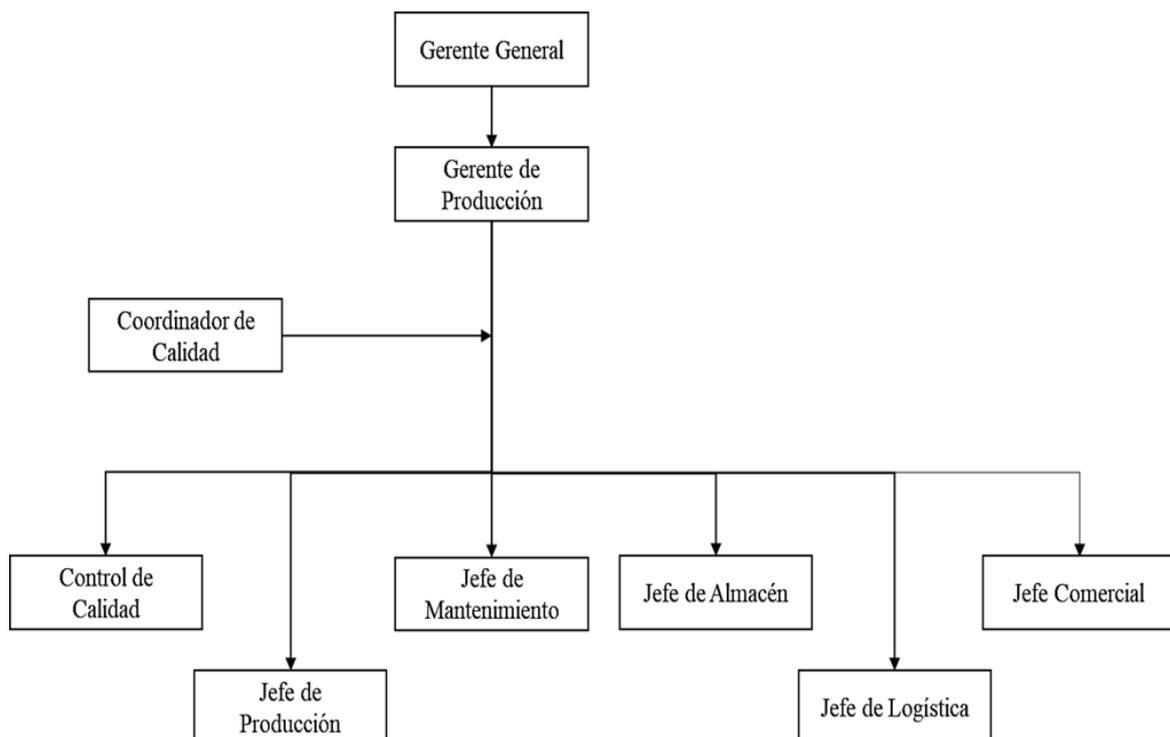
1.1.5. Visión

Lograr la integración de nuestra cadena productiva, siembra, producción y comercialización, para brindar seguridad de calidad y abastecimiento.

1.1.6. Organigrama de la empresa

Figura 2

Organigrama de Imbarex S.A.



Nota: Obtenido de Imbarex S.A. (2020)

1.1.7. Actividad profesional dentro de la empresa

1.1.7.1. Cargo profesional

Supervisor de producción de Imbarex S.A.

1.1.7.2. Funciones específicas

Como supervisor de producción en Imbarex S.A., mis funciones son diversas y esenciales para el buen funcionamiento de la operación. Generalmente se producen dos tipos de colorantes: el carmín y el achiote. En primer lugar, gestionar el proceso de producción, coordinando cada etapa para asegurar que se sigan los procedimientos establecidos y que los plazos se cumplan.

El control de calidad es una de las prioridades. Implementar y monitorear los estándares en cada fase, realizando pruebas y análisis, ya sea de ácido carmínico (carmín) o de bixina (achiote) que son compuestos fundamentales de los colorantes, y así asegurar que nuestros productos cumplan con las especificaciones requeridas. Además, tengo la responsabilidad de manejar al personal. Dirigir y motivar a mi equipo, asignando tareas y asegurar de que reciban la capacitación necesaria para mantener un alto nivel de desempeño.

Coordinación del mantenimiento de los equipos, asegurar que estén en óptimas condiciones, así mismo, programar el mantenimiento preventivo y correctivo para evitar interrupciones en la producción.

Es fundamental para mí garantizar que todas nuestras operaciones cumplan con las normativas de seguridad, salud y medio ambiente, así como con los estándares de la industria. Gestionar el inventario de materias primas y productos terminados, asegurar un flujo adecuado y evitar desperdicios. Elaborar informes de producción y mantengo registros precisos de nuestras actividades, resultados de calidad y cualquier incidencia que pueda surgir.

Pertenezco a área de investigación y desarrollo, donde busco constantemente oportunidades para optimizar los procesos, identificando áreas de mejora que nos

permitan aumentar la eficiencia y reducir costos. Colaboro con otras áreas como aseguramiento de la calidad, logística y ventas, para asegurar que nuestros productos satisfagan las expectativas del mercado. Y, por supuesto, estoy siempre listo para atender cualquier incidencia operativa que se presente, tomando decisiones rápidas y efectivas para minimizar el impacto en la producción.

1.2. Definición de términos

1.2.1. Colorantes

Los colorantes, ya sean naturales o sintéticos, son compuestos orgánicos que aportan color a los productos. Se obtienen de fuentes vegetales, animales o minerales, mientras que los sintéticos se producen mediante procesos químicos y suelen ser compuestos orgánicos con capacidad colorante. Se utilizan con varios fines, como mejorar el aspecto visual de alimentos, corregir variaciones naturales en el color, restaurar el color perdido durante el procesamiento o contrarrestar la decoloración causada por la exposición al aire, la humedad y la luz durante el almacenamiento (Pilco et al., 2023).

1.2.1.1. Colorantes naturales

Pueden derivarse de fuentes animales, como el carmín extraído de la cochinilla o de fuentes vegetales como la safranina, la orceína o la hematoxilina. Este último ha sido el más utilizado, incluso superando a la mayoría de los colorantes sintéticos. La hematoxilina es especialmente relevante para teñir núcleos celulares, así como diversas estructuras celulares, parásitos, iones metálicos y tejidos vegetales, permitiendo resaltar prácticamente cualquier estructura en muestras biológicas.

1.2.1.2. Colorantes sintéticos

Proviene de fuentes minerales y están basados en compuestos orgánicos, como las anilinas y las cianinas. Este grupo incluye una extensa variedad de colores que cubren

todo el espectro visible, lo que los hace aptos para una amplia gama de aplicaciones (Sánchez, 2013).

1.2.2. Cochinilla

La cochinilla, en particular *Dactylopius coccus* Costa, es un insecto hemíptero que se reproduce como parásito en las hojas de la tuna y que se cultiva principalmente por su capacidad para generar ácido carmínico, el pigmento responsable del característico color rojo conocido como carmín. La producción de cochinilla se ha llevado a cabo tradicionalmente en zonas áridas de América Latina, donde las cochinillas se crían sobre cactus del género *Opuntia*. Recientemente, se han introducido métodos innovadores para la cría controlada de cochinillas en entornos de laboratorio, lo que ha permitido mejorar la producción en ambientes regulados y disminuir la dependencia de las condiciones naturales. Estos avances han sido clave para satisfacer la creciente demanda global de carmín en diversas industrias (Roque-Rodríguez, 2022).

Figura 3

Cochinilla



Nota: Obtenido de INAGRI (2022)

1.2.3. Carmín laca

El carmín laca (E120) es un pigmento rojo natural obtenido a partir de aluminio lacado y ácido carmínico obtenida de la cochinilla, parte de la extracción acuosa del color de la cochinilla, seguido de un proceso de secado y finalmente molienda. Este pigmento o colorante natural, es muy apreciado por su estabilidad y seguridad, siendo utilizado en una amplia gama de productos, que incluyen alimentos, bebidas, cosméticos y medicamentos. La producción de carmín laca requiere la extracción del ácido carmínico, seguida de un procesamiento para transformarlo en un pigmento estable con aplicaciones comerciales. Recientemente, se han explorado técnicas de producción de carmín laca mediante métodos de biosíntesis utilizando bacterias genéticamente modificadas, lo que podría ofrecer una alternativa más sostenible y eficiente en comparación con los métodos tradicionales (Yang et al., 2021).

Figura 4

Carmín laca en polvo



Nota: Obtenido de Imbarex S.A. (2021)

1.2.4. Ácido carmínico

El ácido carmínico es un pigmento orgánico natural que se obtiene principalmente de los insectos cochinilla (*Dactylopius coccus*). Este ácido se utiliza en la producción de colorantes naturales para alimentos, cosméticos y textiles debido a su intenso color rojo. Es conocido por su capacidad para producir un color rojo brillante y duradero, y su uso es preferido en productos que buscan una alternativa a los colorantes sintéticos (Yang et al., 2021).

El ácido carmínico actúa como el principal componente del colorante carmín, que es un colorante rojo obtenido al procesar la cochinilla. Este pigmento se destaca por su alta estabilidad y solubilidad en agua ácida.

1.2.5. Análisis espectrofotométrico

La espectrofotometría abarca un conjunto de métodos que utilizan luz visible para medir concentraciones químicas. Según la Ley de Beer-Lambert, la absorbancia juega un papel fundamental, ya que está directamente relacionada con la concentración de la sustancia que absorbe la luz en la muestra. Las sustancias que absorben luz visible son percibidas como coloreadas, ya que reflejan o transmiten luz. Estas sustancias absorben determinadas longitudes de onda de la luz blanca, y nuestros ojos captan las longitudes de onda que no son absorbidas. El color que observamos corresponde al color complementario de las longitudes de onda absorbidas (Pérez Navarro et al., 2014). En el caso del ácido carmínico el color observado es el rojo por lo cual se colocará una muestra patrón en el espectrofotómetro a 494 nm.

1.2.6. Secado

Proceso que elimina la humedad o el contenido de agua de un material, generalmente mediante la aplicación de calor, aire o una combinación de ambos. Puede realizarse de diversas maneras, siendo el método principal la evaporación del líquido hacia un gas

inerte mediante la aplicación de calor. Alternativamente, también se puede llevar a cabo de manera mecánica, utilizando procesos como la expresión o la centrifugación.

Existen varios tipos de secado industrial que se utilizan en diversos rubros, a continuación, se presentan algunos de los más usados:

1.2.6.1. Secado por convección

Utiliza aire caliente o gas para secar el material a través de la transferencia de calor por convección. Es uno de los métodos más comunes y eficientes, especialmente en la industria de alimentos y materiales sólidos. Se ha demostrado que técnicas como el secado por convección en lechos fluidizados son altamente efectiva (Abbott et al., 2011).

1.2.6.2. Secado por atomización

Consiste en atomizar un líquido en gotas pequeñas dentro de una corriente de aire caliente. Se usa principalmente para secar líquidos o suspensiones, transformándolos en polvos, como en la producción de leche en polvo (Santos et al., 2017).

1.2.6.3. Secado por radiación

Utiliza radiación electromagnética, como infrarrojos o microondas, para calentar el material. Es ideal para secar productos delicados o cuando se requiere una velocidad alta de secado (Moses et al., 2014).

1.2.6.4. Secado por sublimación

Llamado también liofilización, en este método el agua se elimina por sublimación, pasando de estado sólido (hielo) a vapor sin pasar por el líquido (Prachayawarakorn, 2018).

1.2.6.5. Secado por vacío

Este tipo de secado se realiza bajo presión reducida, lo que permite que el agua se evapore a temperaturas más bajas, evitando el daño térmico. Es usado en productos que pueden degradarse a altas temperaturas (Zhao et al., 2015).

El secado es un proceso crucial en la producción de carmín laca, ya que implica la eliminación de la humedad del pigmento para asegurar su estabilidad y facilitar su almacenamiento. Además, dado que se trata de una transformación física, no se produce una pérdida de ácido carmínico, sino un aumento en su concentración. Un secado adecuado es esencial para mantener las propiedades colorantes y la pureza del carmín (Martínez et al., 2020).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN SOBRE EL

TEMA ELEGIDO

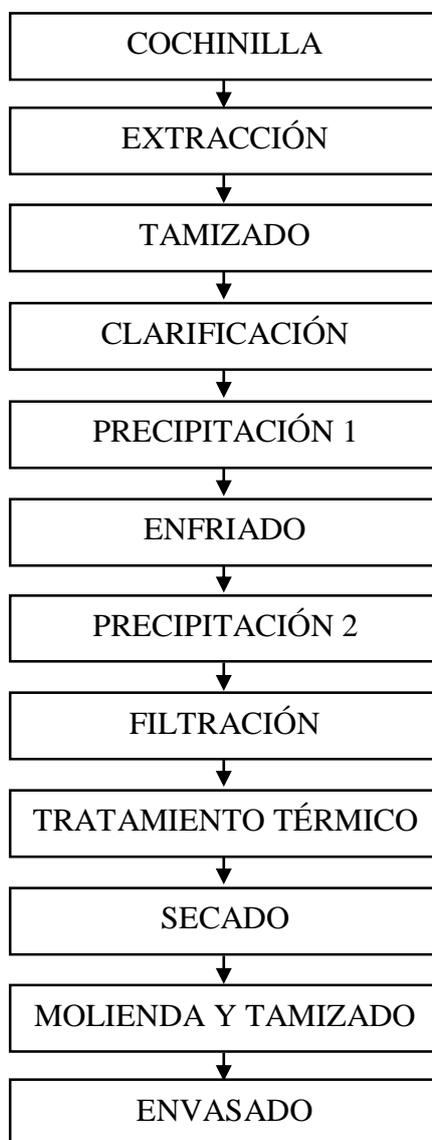
2.1. Proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional tuvo como objeto optimizar uno de los procesos clave de producción en Imbarex S.A.: el secado de la pasta de carmín laca. Este proceso es crucial para garantizar la calidad del colorante natural, que es ampliamente solicitado en industrias como la alimentaria, cosmética y farmacéutica.

2.1.1. Proceso de carmín laca

Figura 5

Diagrama de bloques de carmín laca



Nota: Obtenido de Imbarex S.A. (2017)

2.1.2. Descripción del proceso

2.1.2.1. Extracción

La cochinilla seca (7% a 9% de humedad y de 18% a 20% de ácido carmínico), se mezcla con una solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3) en un tanque de extracción. El pH alcalino proporcionado por el carbonato de sodio favorece la disolución del ácido carmínico en el medio acuoso.

2.1.2.2. Tamizado

Posteriormente a la extracción, el líquido pasa por unas mallas de diferentes tamaños con la finalidad de retener y eliminar partículas más grandes, como exoesqueletos u otras impurezas.

2.1.2.3. Clarificación

El líquido de carmín, aún contiene impurezas que deben eliminarse. Se bombea a un filtro prensa, donde las partículas sólidas quedan atrapadas en una tela filtrante entre placas y marcos. El líquido clarificado, se recolecta en otro tanque.

2.1.2.4. Precipitación 1

Se añaden sales de metales, como calcio o aluminio, al líquido, lo que provoca una reacción con el ácido carmínico a 70-80°C. Esta reacción forma un complejo insoluble llamado carmín laca, resultando en la precipitación del colorante en forma de un sólido.

2.1.2.5. Enfriamiento

Se deja enfriar el líquido a temperatura ambiente, acondicionando el carmín laca para una próxima precipitación y filtración.

2.1.2.6. Precipitación 2

El carmín laca, una vez formado, se separa del líquido mediante sedimentación. En esta etapa, se busca que el pigmento se aglutine y forme un precipitado estable.

2.1.2.7. Filtración

El precipitado de carmín laca se filtra para eliminar el exceso de líquido y obtener el colorante en su forma de pasta. Este paso asegura la separación eficiente del pigmento laqueado del medio líquido.

2.1.2.8. Tratamiento térmico

La pasta se introduce en el autoclave, donde se cierra herméticamente. Se ajustan las condiciones de temperatura (120-130°C) durante 30 minutos. Finalmente, el autoclave se enfría gradualmente antes de abrirlo.

2.1.2.9. Secado

Tras el tratamiento térmico, la pasta se extiende en bandeja. Los hornos (secador por convección) se configuran a una temperatura controlada de 70-95°C. La pasta se seca durante un tiempo variable, dependiendo del grosor de la capa y la humedad inicial.

2.1.2.10. Molienda y tamizado

El colorante después del secado se introduce en el molino, donde es triturado mecánicamente. Este proceso reduce el tamaño de las partículas y produce un polvo fino. Seguido a eso, el polvo fino se tamiza para evitar materia extraña.

2.1.2.11. Envasado

Se envasa en doble bolsa de polietileno de alta densidad (HDPE), cada empaque contiene 25kg. de carmín, dentro de bidón de polietileno.

2.2. Teoría y la práctica en el desempeño profesional

Basando mi desempeño profesional en los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias, apliqué principios de asignaturas clave como balance de materia y energía, química general, aditivos en alimentos, envases y embalajes para la industria alimentaria, y toxicología de los alimentos. Estas herramientas me permitieron optimizar y supervisar procesos productivos en diversas industrias. Además,

complementé mi formación con cursos en lean manufacturing, gestión de procesos y buenas prácticas de manufactura, lo que reforzó mi enfoque en la eficiencia y el control de calidad.

Como supervisor en Imbarex S.A., una de mis responsabilidades es garantizar que el proceso de secado de la pasta de carmín, se realice de manera eficiente y cumpla con los más altos estándares de calidad. Para ello, aplico mis conocimientos en la regulación de variables críticas como la humedad y la temperatura, asegurando que el producto final cumpla con los requisitos del mercado internacional.

Mi experiencia previa como analista y supervisor de secado en una empresa arrocera fue fundamental para mi desarrollo profesional. En esa posición, adquirí una comprensión profunda sobre la importancia del control de la humedad y el tiempo de secado para asegurar la calidad del producto final. Asimismo, la gestión de grandes volúmenes de producción y el cumplimiento de estándares de calidad estrictos me permitió desarrollar un enfoque detallado para el monitoreo de procesos. Esa experiencia en el secado industrial de arroz fue clave para enfrentar desafíos similares en Imbarex, aplicando un enfoque más especializado en el manejo de un producto tan delicado como el carmín.

El balance de materia y energía sigue siendo una herramienta crucial en mi trabajo diario, facilitando la gestión eficiente de los insumos en el proceso productivo, maximizando el rendimiento de los recursos y minimizando las pérdidas. Además, los conocimientos adquiridos en química general y aditivos en alimentos aseguran que el carmín laca producido mantenga su estabilidad y calidad, cumpliendo con las normativas sanitarias.

La adecuada selección de envases para la exportación de la pasta de carmín es otro aspecto crítico, y mi formación en envases y embalajes ha sido clave para asegurar que el producto llegue en condiciones óptimas a nuestros clientes internacionales. Asimismo, mis estudios en Toxicología de los Alimentos me permiten gestionar y mitigar los riesgos asociados al

manejo de productos dirigidos a industrias con altos estándares, como la alimentaria y cosmética.

En resumen, la combinación de mi experiencia práctica en el sector y mi formación académica ha sido determinante para mi desempeño actual en Imbarex. Este equilibrio entre teoría y práctica me ha permitido implementar mejoras continuas que no solo garantizan la calidad del producto, sino también la eficiencia operativa del proceso.

Capítulo III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1. Problemas detectados durante el proceso

3.1.1. Recopilación de datos y monitoreo de parámetros críticos

Se seleccionaron tres lotes de pasta de carmín (L1, L2 y L3) procesados durante dos periodos de secado. Se tomaron muestras a intervalos regulares y de diferentes puntos del secador y se midieron dos parámetros principales: humedad y ácido carmínico.

Figura 6

Muestras de carmín laca en secador



Figura 7

Muestras de carmín laca



3.1.2. Frecuencia de medición

Las mediciones se realizaron cada 6 horas de proceso, abarcando un ciclo completo de secado de aproximadamente 34,5 horas con una temperatura de secado de 75°C.

Tabla 1

Resultados de análisis de humedad y ácido carmínico

Muestra	Fecha	Hora	Horas de proceso	Temperatura de secado (°C)	Humedad (%)	Ácido carmínico (%)
L1	28-Jun	14:00:00			73,40	18,25
L2	28-Jun	14:00:00	00	75	74,00	19,52
L3	28-Jun	14:00:00			74,22	18,81
L1	28-Jun	20:00:00			65,47	21,53
L2	28-Jun	20:00:00	06	75	66,96	21,18
L3	28-Jun	20:00:00			63,89	22,35
L1	29-Jun	02:00:00			29,33	49,19
L2	29-Jun	02:00:00	12	75	33,92	41,16
L3	29-Jun	02:00:00			37,60	35,45
L1	29-Jun	08:00:00	18		14,57	61,58
L2	29-Jun	08:00:00		75	20,66	56,46
L3	29-Jun	08:00:00			24,12	55,39
L1	29-Jun	14:00:00			9,71	63,32
L2	29-Jun	14:00:00	24	75	11,49	62,04
L3	29-Jun	14:00:00			13,68	61,71
L1	29-Jun	20:00:00			5,06	64,19
L2	29-Jun	20:00:00		75	7,32	64,10
L3	29-Jun	20:00:00	30		7,42	64,37
L1	30-Jun	00:30:00			4,34	63,20
L2	30-Jun	00:30:00	34,5	75	4,02	63,22
L3	30-Jun	00:30:00			5,41	63,35

3.1.3. Análisis de la evolución de la humedad

Para determinar el porcentaje de humedad se pesó 1g de muestra y se utilizó una balanza analítica de humedad, teniendo la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

%H : porcentaje de humedad

Pi : peso inicial de la muestra

Pf : peso final de la muestra

En la tabla 1, se observa un valor promedio de 73,90% de humedad al inicio del proceso. Disminuye rápidamente durante las primeras 10 horas de proceso. Después de 10 horas, la tasa de disminución se ralentiza, y continúa disminuyendo de manera más gradual hasta alcanzar el 4,59% (promedio de las tres muestras) al final del proceso.

3.1.4. Análisis del contenido de ácido carmínico

El principio para el análisis, es la extracción del ácido carmínico de una muestra de 0,1g en solución de HCl 2N y midiendo la densidad óptica de la solución en espectrofotómetro a 494nm.

$$\% Ac = \frac{Abs_{494nm}}{0.139 \times w}$$

Donde:

%Ac : porcentaje de ácido carmínico

Abs494nm : Absorbancia a 494nm

W : peso de la muestra g

En la tabla 1, se puede observar en el tiempo de 0 horas de proceso el valor de ácido carmínico promedio fue de 18,25%, aumenta rápidamente durante las primeras 10 horas.

Después de 10 horas, la tasa de aumento se ralentiza y se mantiene alrededor del 61- 64% desde la hora 24,00 hasta la hora 34,50.

3.1.5. Relación humedad-ácido carmínico

Se verificó que la humedad y el ácido carmínico tienen una relación inversamente proporcional, eso quiero decir que mientras disminuye la humedad, el ácido carmínico aumenta hasta un punto específico que es el 6% de humedad, por debajo de este valor el ácido carmínico se degrada.

Figura 8

Gráfico de líneas: % de humedad vs. horas transcurridas

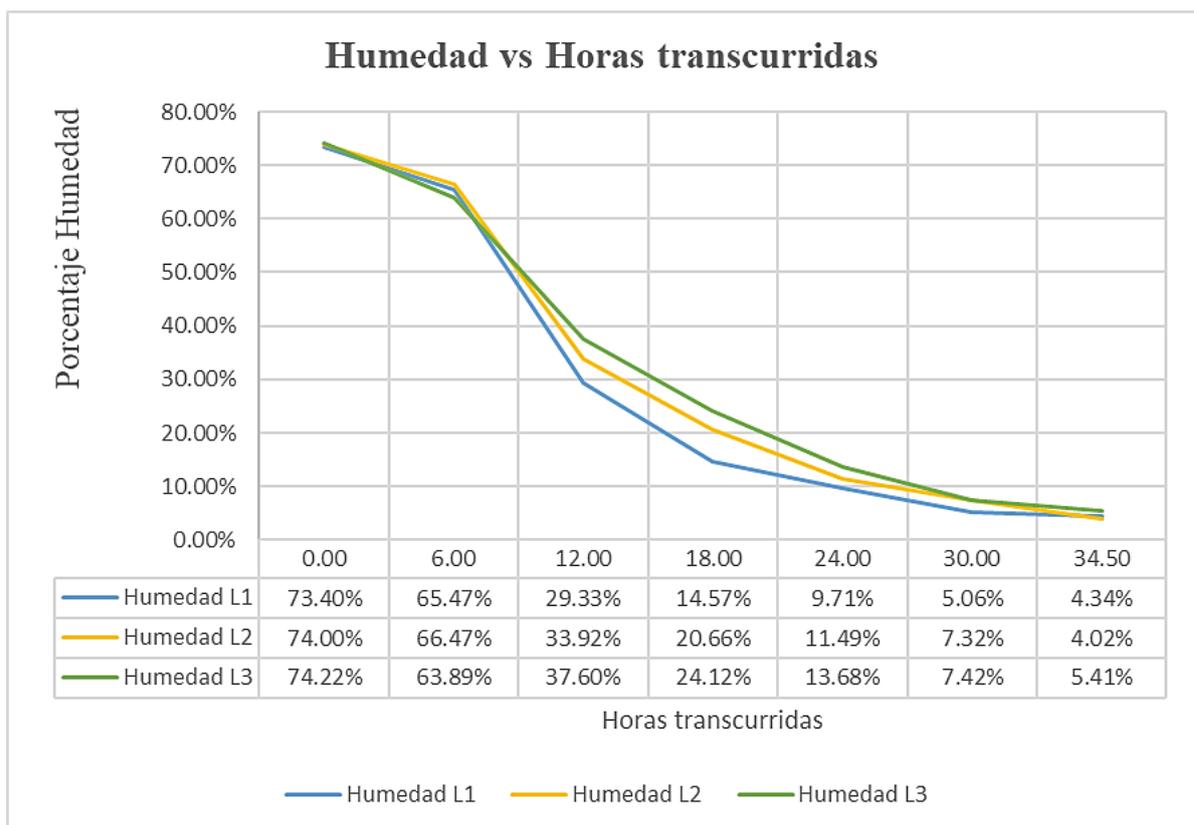
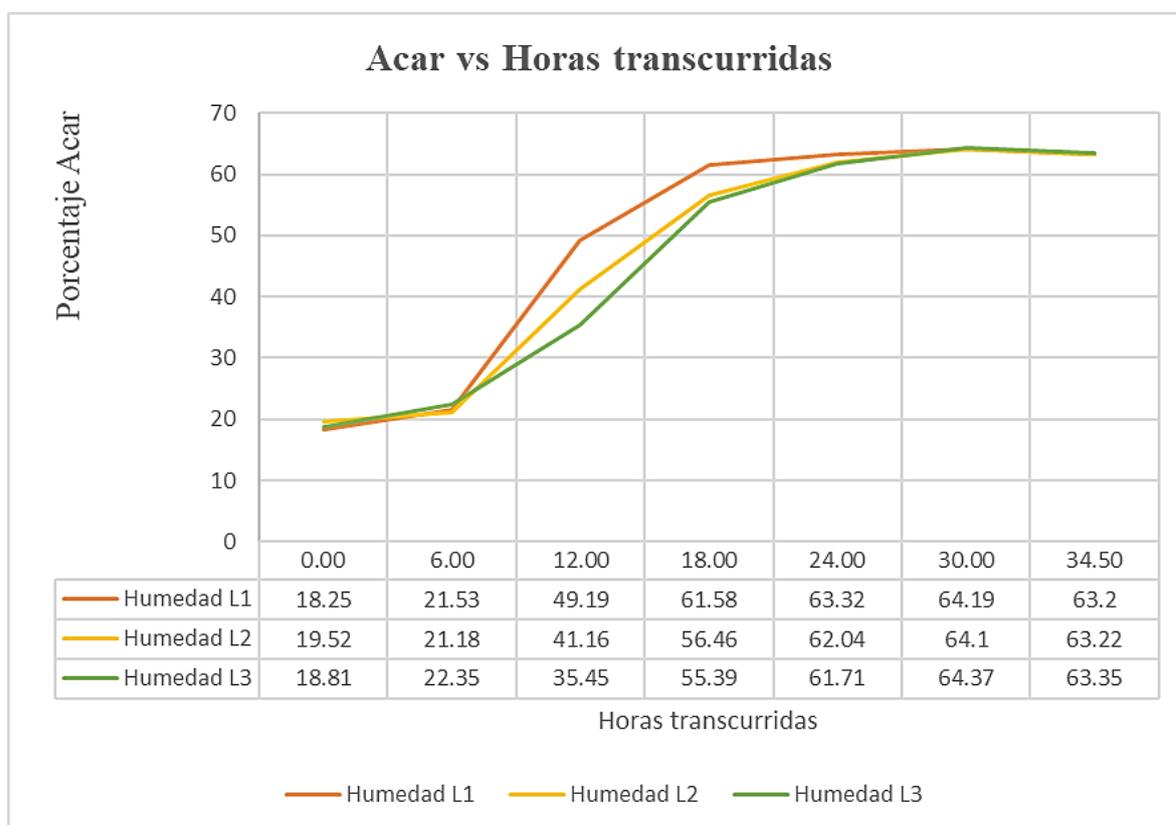


Figura 9

Gráfico de líneas: % de ácido carmínico (acar) vs. horas transcurridas



3.1.6. Evaluación de peso y eficiencia de secado

Se determinó el rendimiento de proceso de secado teniendo en cuenta el porcentaje de ácido carmínico y los pesos de producción de cada lote muestreado.

Tabla 2

Rendimientos de producción del proceso de secado de carmín laca

Batch	kg. MP	%Acar	Total Acar kg.	%Acar Pasta	Kg. Pasta	Kg. Acar Pasta	%Rend. Pasta	%Acar laca seca	Kg. Laca seca	kg. Acar laca	%Rend. Laca
L1	200	19,53	39,06	18,25	188	34,31	87,84	63,20	49,9	31,54	80,74
L2	200	19,53	39,06	19,52	179	34,94	89,45	63,22	46,1	29,14	74,61
L3	200	19,53	39,06	18,81	183	34,42	88,13	63,35	47,3	29,96	76,71

Tabla 3*Eficiencia del proceso de secado de carmín laca*

Muestra	Peso húmedo (kg)	Humedad inicial	Humedad final	Peso seco teórico (kg)	Peso seco real (kg)	Diferencia de pesos (kg)	Eficiencia de secado (%)
L1	188	73,40	4,34	52,28	49,9	2,38	95,45
L2	179	74,00	5,02	49,00	46,1	2,90	94,08
L3	183	74,22	5,41	49,88	47,3	2,58	94,84

Se determinaron los rendimientos de producción tomando en cuenta el porcentaje de ácido carmínico del producto, como se muestra en la tabla 2, el promedio de rendimiento de las 3 muestras fue de 77,36%, que es un porcentaje bajo para el nivel de producción de la empresa.

Así mismo se analizó la eficiencia del proceso de secado, tomando en cuenta los pesos de producción y la humedad del producto, donde se obtuvo que el promedio de eficiencia del proceso fue de 94,79%.

3.2. Propuesta para la optimización del proceso

Se propuso dividir el proceso de secado en 2 fases diferenciadas. La primera fase, de secado rápido aumentando de 75°C a 90°C las 8 primeras horas de proceso, reduciendo rápidamente la humedad sin hacer un daño al producto, mientras que la segunda fase, más lenta, mantener la temperatura en 75°C. Se planteó que el porcentaje de humedad final del producto a 8% buscando que no se degrade el ácido carmínico y evitando pérdidas de peso, que afectan a la calidad y al rendimiento del proceso.

3.3. Resultados obtenidos de la propuesta

Tabla 4

Resultados de análisis de ácido carmínico y humedad después de aplicar la mejora

Muestra	Fecha	Hora	Horas de proceso	Temperatura de secado (°C)	Humedad (%)	Ácido carmínico (%)
L4	10-Jul	12:00:00			74,12	18,74
L5	10-Jul	12:00:00	00	90	73,50	19,27
L6	10-Jul	12:00:00			74,49	18,93
L4	10-Jul	20:00:00			30,34	46,28
L5	10-Jul	20:00:00	08	75	31,46	42,93
L6	10-Jul	20:00:00			30,04	44,66
L4	11-Jul	02:00:00			16,38	55,07
L5	11-Jul	02:00:00	14	75	19,76	53,34
L6	11-Jul	02:00:00			20,87	53,81
L4	11-Jul	08:00:00			9,41	62,61
L5	11-Jul	08:00:00	20	75	10,38	61,74
L6	11-Jul	08:00:00			11,51	61,28
L4	11-Jul	13:00:00			7,56	64,46
L5	11-Jul	13:00:00	25	75	8,24	63,89
L6	11-Jul	13:00:00			8,12	64,03

En la tabla 4, se observa que modificando el parámetro de temperatura las 8 primeras horas de proceso, se redujo el tiempo de 34,5 horas a 25 horas. Además, con el producto terminado con 8% de humedad, se mantiene el porcentaje de ácido carmínico en un promedio de 64,12%, manteniendo la calidad del carmín laca.

Tabla 5*Rendimientos de producción del proceso de secado de carmín laca después de la mejora*

Tabla 6*Eficiencia del proceso de secado de carmín laca después de la mejora*

Muestra	Peso húmedo (kg)	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Peso seco teórico (kg)	Peso seco real (kg)	Diferencia de pesos (kg)	Eficiencia de secado (%)
L4	188	73,12	7,56	52,34	51,2	1,14	97,82
L5	179	72,71	8,24	52,94	52,4	0,54	98,98
L6	183	73,58	8,12	53,48	52,7	0,78	98,53

Poniendo en marcha la propuesta de optimización de proceso de secado, se observó (Tabla 5) que el rendimiento de proceso promedio está en 85,53%, un 8,17% más que los primeros análisis. Mientras la eficiencia de secado subió a un promedio de 98,45%, es decir, se logró mejorar el rendimiento del proceso de secado de carmín laca, además de mantener estable y con un valor alto el porcentaje de ácido carmínico, sin perder la calidad producto, ni la eficiencia del proceso.

CONCLUSIONES

- Se analizó el porcentaje de ácido carmínico de la pasta de carmín laca en el proceso de secado y se observó un aumento en el porcentaje de ácido carmínico conforme disminuía la humedad del producto. Los ajustes realizados en el proceso permitieron mantener el porcentaje de ácido carmínico entre 62% y 64%, asegurando un carmín laca de alta calidad.
- Se analizó el contenido de humedad de la pasta de carmín laca al inicio, durante y al final del proceso de secado, el monitoreo continuo permitió identificar una disminución rápida en las primeras horas del proceso, seguida por una reducción más lenta en la fase final y al mantener una humedad final en 8% fue fundamental para evitar la degradación del ácido carmínico, garantizando la calidad del producto.
- Se estableció que la reducción de humedad está directamente relacionada con el aumento del porcentaje de ácido carmínico y se confirmó que al alcanzar una humedad óptima del 8%, se obtiene el mejor balance entre el rendimiento del producto y la calidad del carmín laca, sin comprometer su estabilidad.
- Se evaluó que incrementar la temperatura a 90°C en las primeras 8 horas del proceso aceleró el secado sin afectar la calidad del ácido carmínico, este ajuste permitió reducir el tiempo total del proceso de secado de 34,5 horas a 25 horas, mejorando la eficiencia sin comprometer la pureza del producto.
- Se identificó la necesidad de implementar sensores de monitoreo en tiempo real para controlar la humedad y el porcentaje de ácido carmínico durante el secado; la precisión de este control garantizó una calidad uniforme del carmín laca, minimizando las fluctuaciones en el proceso y mejorando la consistencia del producto final.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda automatizar el proceso de secado mediante la instalación de sensores que permitan ajustar automáticamente la temperatura y la humedad en función de los valores críticos de ácido carmínico y contenido de humedad.
- Se sugiere continuar con la fase inicial de secado rápido a 90°C durante las primeras 8 horas, y luego mantener la temperatura en 75°C. Esto mantendrá un equilibrio entre eficiencia y calidad, evitando daños al producto.
- Capacitar al personal en el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real, así como en el análisis de la relación entre ácido carmínico, humedad y tiempo de secado, permitirá mejorar la toma de decisiones en tiempo real y garantizar un mejor control de la calidad.
- Realizar revisiones periódicas de los parámetros de secado establecidos, adaptándolos según las necesidades del mercado y las características del lote, para asegurar que se mantenga el equilibrio óptimo entre la eficiencia del proceso y la calidad del producto final.

REFERENCIAS

- Abbott, S., Kapur, N., Sleight, P., Thompson, H., & Summers, J. (2011). Industrial Film Drying. *Converttech e Print, 1*, 106-110. <https://consensus.app/papers/industrial-film-drying-abbott/8ad666e0a0ce52158c1f1265a1c4a389/>
- Bustios Condori, M. del C. (2019). Producción de la cochinilla peruana y su exportación durante el periodo 2014 – 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50661>
- Juan, R. S. (2013). *LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS*.
- Martínez, J. R., Velázquez-Pérez, S. E., Serrano, G. G., Espericueta, D. L., Ortega-Zarzosa, G., Herrera-González, A. M., Barrientos-Hernández, F. R., & Lobo-Guerrero, A. (2020). Thermostructural behavior of red cochineal dye stabilized with sucrose and embedded in a silica xerogel matrix. *Physica B: Condensed Matter, 598*, 412438. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2020.412438>
- Moses, J. A., Norton, T., Alagusundaram, K., & Tiwari, B. (2014). Novel Drying Techniques for the Food Industry. *Food Engineering Reviews, 6*, 43-55. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9078-7>
- Pérez Navarro, M., Rodríguez Hernández, Y., & Suárez Pérez, Y. (2014). Validación del método por espectrofotometría ultravioleta para control de calidad de clorhidrato de ciprofloxacina en tabletas Ciprecu. *Revista Cubana de Farmacia, 48(2)*, 199-212. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75152014000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pilco, C. R. J., Chico, K. B. A., Sinchipa, S. A. A., Chela, C. R. C., & Silva, V. D. M. (2023). Biotecnología para la extracción de pigmentos vegetales, para uso industrial: Biotechnology for the extraction of plant pigments, for industrial use.

- LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.353>
- Prachayawarakorn, S. (2018). Drying technologies for foods: Fundamentals and applications. *Drying Technology*, 37, 801-801. <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1460533>
- Roque-Rodríguez, F. J. (2022). Controlled Mass Rearing of Cochineal Insect (Hemiptera: Dactylopiidae) Using Two Laboratory-Scale Production Systems in Peru. *Journal of Insect Science*, 22(1), 1. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab098>
- Santos, D., Maurício, A., Sencadas, V., Santos, J., Fernandes, M., & Gomes, P. (2017). *Spray Drying: An Overview*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.72247>
- Yang, D., Jang, W. D., & Lee, S. Y. (2021). Production of Carminic Acid by Metabolically Engineered *Escherichia coli*. *Journal of the American Chemical Society*, 143(14), 5364-5377. <https://doi.org/10.1021/jacs.0c12406>
- Zhao, Q., Dong, B., Chen, J.-J., Zhao, B., Wang, X., Wang, L., Zha, S., Wang, Y., Zhang, J., & Wang, Y. (2015). Effect of drying methods on physicochemical properties and antioxidant activities of wolfberry (*Lycium barbarum*) polysaccharide. *Carbohydrate polymers*, 127, 176-181. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.03.041>

ANEXOS

Anexo A

Formato de secado



HOJA DE SECADO

Código: IBX-PRA-FR04
Edición: Setiembre 2023
Revisión 07
Página 1 de 1

<input type="checkbox"/> CARMIN <input type="checkbox"/> Laca STD, CLT: 75 - 90 °C <input type="checkbox"/> HA200/250: 50°C <input type="checkbox"/> Laca Especial: 65 - 75 °C <input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> ACHIOTE <input type="checkbox"/> Bixina Pre seca: 75 - 80°C <input type="checkbox"/> Bixina en polvo: 75 - 80°C <input type="checkbox"/> NorBixina Sin Lavar: 70 - 75°C <input type="checkbox"/> NorBixina Lavada: 70 - 75°C	<input type="checkbox"/> HARINAS <input type="checkbox"/> Nopal: 75 - 85°C <input type="checkbox"/> Lúcumá: 60 - 70°C <input type="checkbox"/> Otro:
---	---	--

INICIO	N° SECADOR	RESPONSABLE DE LA CARGA	PESO INICIAL (KG)	PRODUCTO	LOTE	NÚMERO DE BANDEJAS	TEMPERATURA DE TRABAJO	FIN	PESO FINAL (KG)	RESPONSABLE DE LA DESCARGA
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		
Fecha:								Fecha:		
Hora:								Hora:		

Observaciones y/o medidas correctivas: _____ _____ _____	V°B° Responsable de Producción FECHA REVISIÓN:	V°B° Control de Calidad FECHA REVISIÓN:	
---	---	--	--

Elaborado por: Comité de Inocuidad

Revisado por: Coordinador del Comité

Aprobado por: Gerente General

Anexo B*Horno de secado por convección*

Anexo C*Bandejas para secado***Anexo D***Balanza de humedad*

Anexo E*Espectrofotómetro***Anexo F***Pesaje de muestras de carmín laca*

Anexo G*Soluciones de carmín laca***Anexo H***Lectura de muestras de carmín en espectrofotómetro*

Anexo I*Supervisión de planta*

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Yo, ABRAHAM GUILLERMO YGNACIO SANTA CRUZ, Docente Asesor del trabajo de Suficiencia Profesional, del Bachiller:

Gerardo Nikol Gonzáles Pérez

Titulada:

**Optimización del proceso de secado de pasta de carmín laca
obtenido de la cochinilla en la empresa Imbarex S.A.**

Luego de una revisión exhaustiva del documento, constato que la misma tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de similitud del programa TURNITIN.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el informe cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 05 de noviembre del 2024


.....
Dr. ABRAHAM GUILLERMO YGNACIO SANTA CRUZ
DNI 32908942
ASESOR

Optimización del proceso de secado de pasta de carmín laca obtenido de la cochinilla en la empresa Imbarex S.A.

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	2 %	3 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	www.imbarex.com Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	< 1 %
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	< 1 %
6	listas.20minutos.es Fuente de Internet	< 1 %
7	creativecommons.org Fuente de Internet	< 1 %
8	www.ingredion.pe Fuente de Internet	< 1 %


 Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz
 ASESOR
 DNI: 32908942

9	dokumen.pub Fuente de Internet	55	< 1 %
10	newsletter.adimra.org.ar Fuente de Internet		< 1 %
11	www.coursehero.com Fuente de Internet		< 1 %
12	Ramón Tejada Oliveros. "Optimización de las propiedades de tenacidad e impacto de formulaciones de ácido poliláctico (PLA), mediante mezclas con polímeros flexibles y optimización de los sistemas de compatibilización", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación		< 1 %
13	repositorio.upct.es Fuente de Internet		< 1 %
14	www.researchgate.net Fuente de Internet		< 1 %
15	1library.co Fuente de Internet		< 1 %
16	www.tss.trelleborg.com Fuente de Internet		< 1 %


Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz
ASESOR
DNI: 32908942

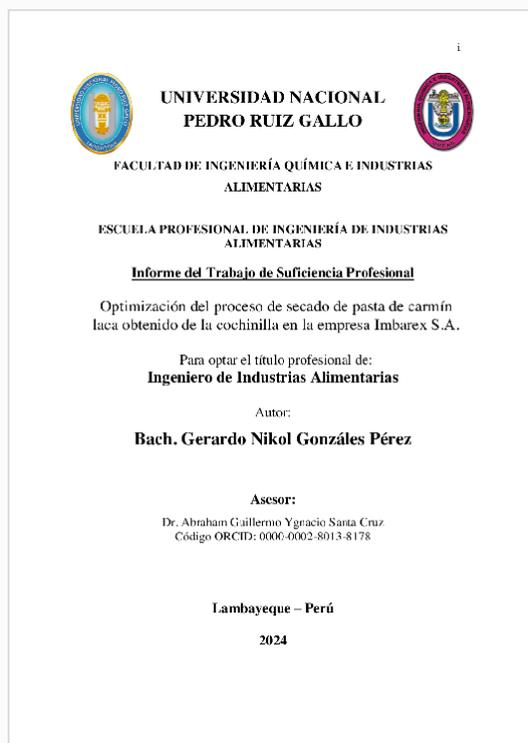


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Gerardo Nikol Gonzáles Pérez
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Optimización del proceso de secado de pasta de carmín lac...
Nombre del archivo: FINAL_-_GERARDO_GONZALES-INFORME_TSP.docx
Tamaño del archivo: 8.46M
Total páginas: 51
Total de palabras: 7,030
Total de caracteres: 38,512
Fecha de entrega: 06-oct.-2024 10:27a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2476535023




Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz
ASESOR
DNI: 32908942