



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO,
MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus
aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN
SABORIZANTE ALIMENTICIO**

Cesia Martha María de León Arredondo

Asesorado por la Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO,
MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus
aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN
SABORIZANTE ALIMENTICIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CESIA MARTHA MARÍA DE LEÓN ARREDONDO
ASESORADO POR EL INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez |
| VOCAL V | Br. Carlos Enrique Gómez Donis |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco. |
| EXAMINADOR | Ing. Otto Raúl de León de Paz |
| EXAMINADOR | Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía |
| EXAMINADOR | Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO, MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN SABORIZANTE ALIMENTICIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 11 de mayo de 2016.

Cesia Martha María de León Arredondo

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, 31 de octubre de 2017

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
Director de Escuela de Ingeniería Química

Estimado Ing. Carlos Salvador Wong Davi

Le deseo muchos éxitos en sus actividades diarias y en cada uno de los aspectos laborales en los cuales desempeña.

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el diseño de investigación de Trabajo de Graduación titulado: *"Evaluación de las propiedades organolépticas del endocarpo, mesocarpo y epicarpo deshidratado y molido, de limón criollo (Citrus aurantifolia) y limón persa (Citrus latifolia), para la elaboración de un saborizante alimenticio"*, de la estudiante de la escuela de Ingeniería Química **Cesia Martha María de León Arredondo** identificado con el número de carné **201114013** y número de CUI **2111511650101**, ha sido revisado y aprobado por mi persona bajo los criterios considero adeptos para un trabajo de investigación.

Atentamente



Inga. ~~Hilda~~ Piedad Palma de Martini
Catedrática de la Escuela de Ingeniería Química
Asesora

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453



Guatemala, 02 de noviembre de 2016.
Ref. EI.Q.TG-DI.066.2016.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el Registro de Evaluación del diseño de investigación **EIQ-REG-TG-002**, correlativo **029-2016**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Seminario de Investigación-

Solicitado por la estudiante universitaria: **Cesia Martha María De León Arredondo**.
Identificada con número de carné: **2011-14013**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO, MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO, DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN SABORIZANTE ALIMENTICIO

El Trabajo de Graduación es asesorado por la Ingeniera Química: **Hilda Piedad Palma Ramos de Martini**.

Se autoriza al estudiante, proceder con la fase de ejecución del proyecto de investigación, del trabajo de graduación de acuerdo al cronograma aprobado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Licda. Ingrid Lorena Benítez Pacheco
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.013.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **CESIA MARTHA MARÍA DE LEÓN ARREDONDO** titulado: **"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO, MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN SABORIZANTE ALIMENTICIO"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, julio de 2018

FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA,
DIRECTOR

Cc: Archivo
CSWD/ale

Universidad de San Carlos
De Guatemala

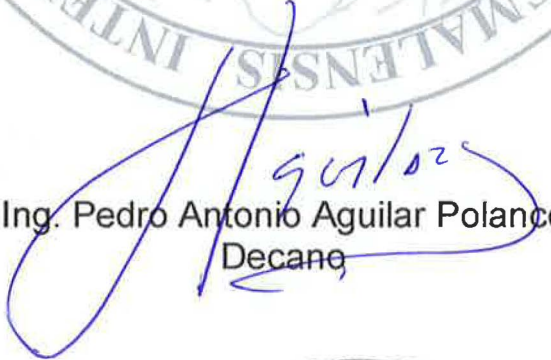


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.243.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL ENDOCARPO, MESOCARPO Y EPICARPO DESHIDRATADO Y MOLIDO DE LIMÓN CRIOLLO (*Citrus aurantifolia*) Y LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia*), PARA LA ELABORACIÓN DE UN SABORIZANTE ALIMENTICIO**, presentado por la estudiante universitaria: **Cesia Martha María de León Arredondo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, julio de 2018



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser la luz que ilumina cada uno de mis días, quien me motiva a siempre dar lo mejor, a creer en mí, y quien me colma de todo lo que realmente necesito.

Mi madre

Por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y siempre apoyarme en cada una de mis metas y sueños y desear siempre lo mejor para mí. Gracias por cada esfuerzo y sacrificio.

Mi hermano

Por ser mi motor y mi alero, por quien quiero ser mejor para siempre seguir siendo, juntos, el mejor equipo.

Mi familia

A mis tías Carmen y Violeta Arredondo, mi prima Gabriela Arévalo y mi abuela Lala. Por ser una importante influencia en mi carrera y demostrarme su apoyo y preocupación siempre.

Gabriela Escribá

La mejor de las amigas; mi hermana, por creer en mí desde que éramos niñas y seguirlo haciendo.

Mis amigos

A mis amigos de colegio, carrera y trabajo que compartieron conmigo buenos y malos momentos y que me brindaron su apoyo de forma incondicional.

Angel Ayala

Por siempre demostrarme su apoyo y amor. Por creer en mis metas y sueños y querer compartirlos conmigo. Por hacerme reír y darme ánimos cuando más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser la institución que me brindó los estudios, experiencias inolvidables y conocimientos, para formarme como una profesional que puede contribuir con el desarrollo de mi país. |
| Facultad de Ingeniería | Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí mejores valores y por ser mi segundo hogar |
| Mi asesora Inga. Hilda Palma | Por el tiempo dedicado, sus consejos, ideas y ánimos para culminar mi formación profesional. |
| Empresa de fertilizantes | Por brindarme sus instalaciones y el equipo necesario para realizar gran parte de mi trabajo de investigación. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XV |
| OBJETIVOS..... | XVII |
| HIPÓTESIS..... | XVIII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| | |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1. El limón, historia y propiedades..... | 7 |
| 2.1.1. Propiedades del limón | 7 |
| 2.2. Partes del fruto de limón..... | 8 |
| 2.2.1. Composición del epicarpo | 9 |
| 2.2.2. Composición del mesocarpo..... | 10 |
| 2.2.3. Composición del endocarpo | 10 |
| 2.3. Producción del limón en Guatemala..... | 11 |
| 2.4. Aspectos económicos del limón en Guatemala | 11 |
| 2.5. Aspectos productivos del limón | 13 |
| 2.6. Diferencias entre el limón criollo y limón persa..... | 14 |
| 2.7. Deshidratación o secado | 15 |
| 2.7.1. Equipos para realizar el proceso de secado..... | 17 |
| 2.7.2. Ventajas de usar deshidratadores o secadores..... | 17 |
| 2.7.3. Curvas de secado..... | 19 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.7.4. | Diferencias entre la deshidratación y otros tipos de conservación | 20 |
| 2.8. | Deshidratado de frutas | 21 |
| 2.8.1. | Temperatura adecuada en el deshidratado de frutas y verduras..... | 21 |
| 2.8.2. | Tiempo de deshidratado de frutas y vegetales..... | 22 |
| 2.8.3. | Cómo evaluar el final del deshidratado de frutas y verduras..... | 23 |
| 2.9. | Proceso de deshidratación del limón en Guatemala | 25 |
| 2.9.1. | Deshidratado para la exportación..... | 26 |
| 2.9.1.1. | Deshidratado al sol..... | 26 |
| 2.9.1.2. | Deshidratado en horno | 27 |
| 2.9.1.3. | Productos más comunes creados a partir de deshidratación de limón | 29 |
| 2.9.2. | Ventajas del limón deshidratado | 30 |
| 2.9.3. | Problemas que soluciona el limón deshidratado | 31 |
| 2.9.3.1. | Aspectos positivos específicos..... | 32 |
| 2.10. | Usos de limón deshidratado | 34 |
| 2.11. | Demanda internacional del limón deshidratado | 34 |
| 2.12. | Información del mercado | 35 |
| 2.13. | Análisis microbiológico | 35 |
| 2.13.1. | Recuento aeróbico total (RAT) | 36 |
| 2.13.2. | Lactobacilos | 36 |
| 2.13.3. | Mohos y levaduras | 37 |
| 2.14. | Conservación del producto..... | 37 |
| 2.15. | Vida útil del producto..... | 37 |
| 2.16. | Actividad del agua (aw) | 38 |
| 2.16.1. | Control de la actividad de agua | 41 |
| 2.17. | Análisis sensorial en alimentos | 42 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.17.1. | Objetivos y finalidad de la evaluación sensorial..... | 43 |
| 2.17.2. | Tipos de pruebas sensoriales | 44 |
| 2.17.3. | Condiciones de las pruebas..... | 45 |
| 2.17.4. | Materiales para servir las muestras | 46 |
| 2.17.5. | Tipos de jueces..... | 47 |
| 2.17.5.1. | Juez experto | 47 |
| 2.17.5.2. | Juez entrenado | 47 |
| 2.17.5.3. | Juez semientrenado | 47 |
| 2.17.5.4. | Juez consumidor..... | 48 |
| 2.17.6. | Selección de panelistas | 48 |
| 2.17.7. | Métodos estadísticos empleados en la evaluación sensorial de alimentos | 49 |
| 3. | DISEÑO METODOLÓGICO | 51 |
| 3.1. | Variables del método..... | 51 |
| 3.2. | Delimitación del campo de estudio | 51 |
| 3.2.1. | Campo de estudio..... | 51 |
| 3.2.2. | Etapas de la investigación | 52 |
| 3.2.3. | Ubicación del desarrollo de la investigación | 52 |
| 3.3. | Recursos humanos disponibles..... | 53 |
| 3.4. | Recursos materiales disponibles | 53 |
| 3.4.1. | Materias primas | 53 |
| 3.4.2. | Equipos y utensilios | 54 |
| 3.4.3. | Instrumentos de medición..... | 54 |
| 3.5. | Técnica cualitativa | 54 |
| 3.6. | Recolección y ordenamiento de la información | 55 |
| 3.6.1. | Procedimiento metodológico experimental | 55 |
| 3.6.2. | Descripción de las pruebas de degustación | 56 |
| 3.7. | Metodología estadística..... | 57 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.7.1. | Descripción del proceso de digitación | 57 |
| 3.7.2. | Análisis de datos | 57 |
| 3.7.3. | Elementos básicos del experimento | 58 |
| 3.7.3.1. | Descripción de los tratamientos | 59 |
| 3.7.4. | Metodología experimental | 59 |
| 4. | RESULTADOS..... | 63 |
| 5. | INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 81 |
| | CONCLUSIONES..... | 85 |
| | RECOMENDACIONES | 87 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 89 |
| | APÉNDICES..... | 91 |
| | ANEXOS..... | 101 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Partes del fruto de limón | 9 |
| 2. | Promedio 2008-2012 de las importaciones | 12 |
| 3. | Promedio 2008-2012 de las exportaciones | 12 |
| 4. | Curva de secado | 20 |
| 5. | Diagrama de proceso de deshidratación de limón | 52 |
| 6. | Tratamiento de evaluación durante el proceso de deshidratación | 59 |
| 7. | Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo | 63 |
| 8. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo | 64 |
| 9. | Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo | 65 |
| 10. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo | 65 |
| 11. | Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo | 66 |
| 12. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo | 67 |
| 13. | Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa..... | 68 |
| 14. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa..... | 68 |

| | | |
|-----|--|----|
| 15. | Efecto del tiempo de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa | 69 |
| 16. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa | 70 |
| 17. | Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa | 71 |
| 18. | Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa | 71 |
| 19. | Nivel de satisfacción por el color de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)..... | 73 |
| 20. | Nivel de satisfacción por el olor de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)..... | 74 |
| 21. | Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)..... | 74 |
| 22. | Nivel de satisfacción por la textura de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)..... | 75 |
| 23. | Nivel de satisfacción por el color de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P) | 76 |
| 24. | Nivel de satisfacción por el olor de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P) | 76 |
| 25. | Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P) | 77 |
| 26. | Nivel de satisfacción por la textura de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P) | 77 |
| 27. | Nivel de satisfacción en evaluación del color del alimento para las variedades de limón..... | 78 |
| 28. | Nivel de satisfacción en evaluación del olor del alimento para las dos variedades de limón | 78 |

| | | |
|-----|--|----|
| 29. | Nivel de satisfacción en evaluación del sabor del alimento para las dos variedades de limón | 79 |
| 30. | Nivel de satisfacción en evaluación de la textura del alimento para las dos variedades de limón..... | 79 |

TABLAS

| | | |
|-------|---|----|
| I. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo..... | 63 |
| II. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo..... | 64 |
| III. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo..... | 66 |
| IV. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa | 67 |
| V. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa | 69 |
| VI. | Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa | 70 |
| VII. | Promedio de resultados de análisis microbiológico del producto deshidratado y molido de limón, para cada tratamiento de la muestra obtenida | 72 |
| VIII. | Formulaciones realizadas para pruebas de análisis sensorial | 72 |
| IX. | Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra, tratamiento 1 de limón criollo (T1C) | 73 |
| X. | Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra, tratamiento 1 de limón persa (T1P)..... | 75 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|------------------------------|
| h | Tiempo en horas |
| T | Temperatura |
| °C | Grados Celsius |
| T1C | Tratamiento 1, limón criollo |
| T2C | Tratamiento 2, limón criollo |
| T3C | Tratamiento 3, limón criollo |
| T1P | Tratamiento 1, limón persa |
| T2P | Tratamiento 2, limón persa |
| T3P | Tratamiento 3, limón persa |

GLOSARIO

| | |
|----------------------|---|
| Ácido cítrico | Ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de frutas, sobre todo en los cítricos como el limón y la naranja. |
| COELMON | Cooperativa Integral de Producción El Limón R. Es socio de entidades nacionales como la Federación Nacional de Productores de Frutas y la Asociación Gremial de Empresariado Rural. |
| Endocarpo | Capa interna de las tres que forman el hueso o pericarpo de un fruto. Algunas veces es membranosa y otras veces se endurece o lignifica. En el limón es un gajo jugoso que contiene las pepitas y es la única parte consumida. Tiene la función de proteger a la semilla. |
| Epicarpo | También llamado exocarpo. Es la capa externa que rodea al fruto, correspondiente a la cáscara. Puede ser liso, piloso, granuloso o ceroso. |
| Mesocarpo | Es la parte comestible del fruto, es la capa intermedia. En algunos frutos es delgado y en algunos granuloso o carnoso. |

Pectina

Son un tipo de heteropolisacáridos, una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados, compuestos de una cadena lineal de moléculas de ácido D-galacturónico, parcialmente, esterificado con grupos metilo. Son el principal componente de la lámina media de la pared celular y constituyen el 30 % del peso seco de la pared celular primaria de las células de vegetales y frutos. Determinan la porosidad de la pared, y por tanto, el grado de disponibilidad de los sustratos de las enzimas implicadas en las modificaciones de la misma.

Propiedades organolépticas

Son todas aquellas descripciones de las propiedades físicas que tiene la materia en general, según puedan ser percibidas por los sentidos; por ejemplo: sabor, textura, olor y color.

Pruebas de preferencia

Se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Establecen si el consumidor reconoce diferencias en el producto y si estas mejoran el grado de satisfacción o aceptación del mismo. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados.

| | |
|---------------------------------------|--|
| Pruebas de preferencia pareada | En estas, se le presentan al panelista dos muestras codificadas; se le pide cuál de las dos muestras prefiere; para que sea más representativa, se le pide que exponga sus razones sobre la decisión tomada. |
| Secado | Método de conservación de alimentos que consiste en extraerles agua, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. |
| Vida de anaquel | Es el período entre la manufactura y el consumo de un producto alimenticio durante el cual el producto tiene una calidad satisfactoria. |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como fundamento establecer y proponer la evaluación de las propiedades organolépticas del endocarpo, mesocarpo y epicarpo deshidratado y molido, de limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*), para la elaboración de un saborizante alimenticio evaluado por un panel sensorial.

El proceso de deshidratación se realizó para tres tratamientos distintos, con cuatro repeticiones para cada uno, utilizando las partes del limón: endocarpo, mesocarpo y epicarpo, en un horno de convección forzada a una temperatura constante de 65 °C. Para el primer tratamiento se utilizaron rodajas de limón, constituidas por el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto; para el segundo tratamiento, trozos del epicarpo del fruto (cáscara); y para el tercer tratamiento, el endocarpo del limón cortado en trozos.

Además, se realizó un proceso de molienda con cada una de las muestras de limón deshidratado con el fin de obtener un producto en polvo. Seguidamente, se midió su porcentaje de humedad y se realizó un análisis microbiológico por medio de un recuento aeróbico total (RAT) para determinar la existencia de mohos o levaduras en las muestras.

Posteriormente, se realizaron pruebas sensoriales personales para la selección del tratamiento con mejores condiciones. El primer tratamiento fue el elegido.

Al haberse escogido el tratamiento, se procedió a realizar un proceso de selección por medio de una prueba afectiva; se utilizó una escala de cinco puntos con la colaboración de un panel sensorial conformado por jueces aleatorios consumidores que se encargaron de determinar qué producto molido de los dos distintos tipos de limón conservó la mayor cantidad de propiedades organolépticas; para determinar el más adecuado para ser utilizado como un saborizante alimenticio. Dicha muestra fue presentada como saborizante para un dip de boquitas combinado con queso crema. El preferido por los panelistas, fue el limón persa.

OBJETIVOS

General

Realizar una evaluación de las propiedades organolépticas del endocarpo, mesocarpo y epicarpo deshidratado y molido, de limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*), para la elaboración de un saborizante alimenticio, evaluado por un panel sensorial.

Específicos

1. Evaluar el efecto del tiempo de secado, en los distintos tratamientos del limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*).
2. Realizar el análisis microbiológico del producto deshidratado y molido de limón para cada muestra obtenida.
3. Seleccionar el tratamiento más adecuado de cada variedad de limón por medio de pruebas de selección personal a partir del producto deshidratado y molido.
4. Determinar el grado de aceptabilidad del olor, color, sabor y textura de las dos variedades de limón deshidratadas y molidas, utilizadas como saborizante alimenticio por medio de un panel sensorial conformado por jueces aleatorios consumidores.

Hipótesis

Hipótesis nula:

No existen diferencias significativas en las propiedades organolépticas (color, olor, sabor y textura) del saborizante alimenticio debido al tipo de deshidratación seleccionado y la variedad de limón utilizado.

Hipótesis alternativa:

Existen diferencias significativas en las propiedades organolépticas (color, olor, sabor y textura) del saborizante alimenticio debido al tipo de deshidratación seleccionado y la variedad de limón utilizado.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de limón en Guatemala ha tenido un considerable crecimiento en áreas cultivadas. Se registró para el limón persa (*Citrus latifolia*), en el año 2007, un total de 8 975 hectáreas, de las cuales se obtuvo una producción aproximada de 107 000 toneladas métricas de fruta fresca. Para el año 2007 se exportaron 3 041 071 toneladas métricas, con valor de US\$ 4 975 721 en divisas para el país.

El mercado más atractivo es Estados Unidos, pues es menos exigente en cuanto a calidad que los mercados europeo y asiático; además, su cercanía permite envíos rápidos (2 a 4 días), según el puerto al que se envíe el producto. El mayor productor mundial de limón persa es México, que abastece el 98,6 % de la fruta que demanda el mercado de los Estados Unidos.

Guatemala, debido a sus condiciones climáticas y de altura en las zonas productoras de limón, registra tener los mayores rendimientos mundiales de limón persa por hectárea (20 a 30 toneladas por hectárea). Guatemala cuenta con áreas sembradas de limón en los departamentos de Escuintla, Alta Verapaz, Santa Rosa, Sacatepéquez, Chimaltenango, Jutiapa, El Progreso, Retalhuleu, Petén y Zacapa, lo que demuestra la adaptabilidad del cultivo a los micro climas con que cuenta el país.

Guatemala, cuenta con distintas plantas exportadoras de limón en fresco cuyo mercado principal es Estados Unidos ubicadas estratégicamente en las zonas productoras del país conformadas por los departamentos de Escuintla

con un 40 % del total del área cultivada, Alta Verapaz con 25 % y el 35 % restantes corresponden a nuevas plantaciones ubicadas en los departamentos de Santa Rosa, Sacatepéquez, Chimaltenango, Jutiapa, El Progreso, Retalhuleu y Zacapa; hace un total de más de 8 000 has, por lo cual logran el acopio casi total de la producción nacional. La cadena productiva del limón persa constituye una de las actividades generadoras de mayor cantidad de empleos para la población guatemalteca, en la cual se registran datos que demuestran que una hectárea de limón cultivado de cuatro años de edad en adelante genera empleos directos e indirectos para 20 personas durante todo el año.

Pese a que Guatemala tiene los más altos rendimientos mundiales por unidad de área, es necesaria la implementación de nueva e innovadora tecnología para la producción; con el propósito de garantizar la sostenibilidad del cultivo, para que cada día aumenten las áreas cultivadas con limón persa y el país pueda ofrecer mayores volúmenes de producción a otros mercados del mundo y aportar con ello mejores condiciones de vida a la población guatemalteca que depende del cultivo, directa o indirectamente. La producción posee posibilidades de comercialización: el producto en fresco destinado al mercado interno o hacia el mercado externo ya deshidratado o molido.

La demanda de limón criollo (*Citrus aurantifolia*) se realiza bajo dos presentaciones: una como limón en fresco para su consumo inmediato y la otra como limón deshidratado, para la exportación. El mercado nacional cuenta con dos centros de distribución a mayoristas: el CENMA (Central de Mayoreo) en el sur de la ciudad y el mercado de La Terminal en la zona 4 de la ciudad capital; también, mercados cantonales y departamentales para luego ser distribuidos a su consumidor final a mercados salvadoreños y empresas deshidratadoras.

Su consumo en fresco se da en aquellos países o regiones que tienen la posibilidad de producir y la disponibilidad a través del tiempo: Estados Unidos, México, Centroamérica, Sudamérica, Grecia, Israel, España, Egipto, Turquía, Irán, India e Italia.

Pero su consumo en forma deshidratada lo hacen aquellos que no tienen las cantidades o condiciones para producirlo: Arabia Saudita, Omán, Yemen, Kuwait, Bahrein, Qatar, Emiratos Árabes Unidos y el Líbano. El principio básico detrás de la idea de deshidratar frutas es remover un 80 % o 90 % del agua del producto.

La estacionalidad de la producción está en función de las épocas de cosecha, marcándose fundamentalmente dos: la cosecha donde el volumen de producción se incrementa, la que corresponde a los meses de mayo a noviembre, es decir, en los meses de invierno; y la cosecha donde baja la producción, de diciembre a abril, en verano. La época determina la orientación comercial, en función de la oferta y la demanda. Es decir, a menor oferta los precios se incrementan; mientras que cuando el volumen de producción se incrementa, los precios son bajos. La primera tiene una orientación al mercado interno nacional y la segunda a un mercado para el deshidratado del limón criollo.

Como bien se mencionaba, una de las formas de aumentar la demanda del limón en el país, es mediante la exportación; ya sea de forma deshidratada o molida. Para que sea utilizado como saborizante en distintos alimentos.

Para llevar a cabo la realización del saborizante, es necesaria una valoración sensorial la cual se define como un conjunto de técnicas de medidas

y y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

Es una función que la persona realiza que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observar o ingerirlo. La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una forma u otra, se intente conocer cuál será el juicio del consumidor en la valoración sensorial que realizará del producto alimentario.

La selección de los alimentos se basa en la calidad del producto que es un concepto muy complejo en el que intervienen distintos aspectos como la aceptación de los consumidores y la opinión de los expertos, en las que influye mucho las características organolépticas del preparado alimenticio (evaluación de color, olor, textura y sabor).

El análisis sensorial debe incidir: sobre las materias primas que entrarán en el proceso en el proceso de fabricación, en la posible substitución de uno o varios ingredientes de la fórmula sobre las características del producto final y en la variación que estos cambios provocan en la aceptación del producto o en la detección de su presencia.

1. ANTECEDENTES

Actualmente, la deshidratación es una alternativa muy útil para que el hombre pueda aprovechar de una mejor manera, los alimentos en la época de cosecha.

La investigación tecnológica busca aplicar la deshidratación bajo condiciones controladas que permitan obtener productos de un alto valor nutricional con características similares en color, olor, sabor y textura a los alimentos frescos, con los cuales se busca crear alimentos instantáneos y/o saborizantes alimenticios.

En primer lugar, en febrero de 2005 fue presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala el trabajo de graduación *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización del limón, en el municipio de El Júcaro, departamento de El Progreso* por Marvin Estuardo Castillo Arroyo, a conferírsele el título de ingeniero industrial que expone la idea de crear un proyecto económico de producción y comercialización del limón criollo para generar utilidades. Se realiza un estudio de mercado, técnico y financiero que sería útil para analizar la rentabilidad del producto. Lo que permitió concluir que se necesita una tecnología de punta de riego presurizado, la cual incrementaría la producción, y se tendría la posibilidad de optimizar los recursos para el proceso de producción del limón criollo.

En noviembre de 2005 fue presentado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el trabajo de graduación *Sistematización de las experiencias sobre el proceso de deshidratación de*

limón criollo para exportación por Jose Hermógenes González Zúñiga a conferírsele el título de ingeniero agrónomo en sistemas de producción agrícola; que expone el alcance económico que pueden obtener los pequeños, medianos y grandes productores del limón de la zona oriental, destinando su producción a los procesos agroindustriales para su posterior comercialización hacia los países exportadores. Se realiza un estudio de mercado para analizar la rentabilidad del producto. Lo que permitió concluir que se necesita del equipo adecuado para optimizar los tiempos de deshidratación de limón criollo para exportar en mayor cantidad el producto.

En noviembre de 2007, fue presentado el Programa de Apoyo a los Agronegocios del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, *Citrus latifolia*, *Citrus aurantifolia* y *Citrus limon*. Que exponen datos estadísticos sobre la producción nacional del limón, su distribución nacional y departamental; datos relevantes del comercio exterior y el comportamiento histórico de las importaciones y exportaciones; también, se describe gráficamente el comportamiento de los precios del limón criollo y limón persa, pagados a distintos mayoristas en el país, así como la relación que existe con el mercado norteamericano, centroamericano y con el Medio Oriente.

Lo que permitió concluir que para plantear ideas y crear nuevos productos a partir del limón, es necesario realizar un estudio y análisis económico-financiero a través de la historia y en distintas regiones del país, para conocer qué país sería la mejor opción para negociar.

De igual manera, en noviembre de 2007 fue presentado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el trabajo de graduación *Estudio de pre factibilidad para la implementación de una planta deshidratadora de limón criollo (Citrus aurantifolia) para exportación* por Marlon

Geovani Ramos Pirir a conferírsele el título de ingeniero industrial. que expone la idea de implementar una planta deshidratadora de limón criollo para exportación, con la finalidad de proporcionar medios alternativos en donde se optimicen todos los recursos e insumos para la comercialización del fruto, en este caso, té por infusión. Se realiza un estudio de mercado para identificar las fuentes de competencia; evaluación económica para determinar los beneficios netos, la tasa interna de retorno, la relación beneficio costo y la pre factibilidad. Lo cual dio a conocer, según la curva de vida del producto, que este es relativamente nuevo.

Además, mediante un estudio de los hábitos de consumo del segmento geográfico seleccionado, se demostró que los habitantes de la región son compradores potenciales y, por ende, son adecuados para la penetración e introducción del producto, aunque esta sería costosa y lenta hasta llegar a un crecimiento sustancial de la demanda. También, se demostró por medio de los resultados del estudio financiero y económico que la opción de deshidratación por el método de túnel viento forzado es relativamente alta, pero genera un precio competitivo en el mercado, por lo que obtendría una ganancia sustancial lo que hace factible la implementación del proyecto.

En febrero de 2011 fue presentado en la Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la tesis de grado *Estudio comparativo del potencial nutritivo del limón persa (Citrus latifolia), deshidratado en secado de bandejas y en microondas* por Mayra Daniela Badillo Perero como requisito para optar al título de bioquímico farmacéutico.

Este trabajo tiene como objetivo realizar el control de calidad del limón (*Citrus latifolia*) deshidratado por método de microondas a tres potencias, por secador en bandejas a tres temperaturas. Para ello, se caracterizó físico,

química y microbiológicamente el limón en fresco; se deshidrató el limón fresco a tres potencias y a tres temperaturas; se evaluó nutricionalmente el limón utilizando indicadores de eficiencia luego de determinarse el tiempo y temperatura adecuados para el deshidratado; finalmente, se compararon los resultados obtenidos en relación a la fruta fresca y deshidratada.

Lo que permitió comprobar que, a mayor potencia y temperatura, hay un menor tiempo de secado o deshidratado, pero las pérdidas de vitamina C son mayores por los efectos de calor.

En el mismo año, 2011, fue presentado en la Revista Iberoamericana de Tecnología Pos cosecha el artículo *Diseño de un proceso de secado para el aprovechamiento del limón persa de tercera calidad proveniente del municipio Cuitláhuac, Veracruz. México* por Martínez Díaz que presenta como objetivo el desarrollo de un proceso convectivo con aire caliente que incluye los tratamientos con bisulfito de sodio y el control de las variables de secado para estimar el efecto sobre la humedad y el color final de la rodaja de lima persa deshidratada a fin de utilizarla en la elaboración de té y confites.

Con la información obtenida, se realizó una vinculación con el sistema producto de lima persa a nivel nacional para que a través de esta se otorgue la atención a la problemática de los productores y se concluyan las alternativas de industrialización.

Además, en octubre de 2014 fue expuesto en el periódico *Prensa Libre*, el artículo *Limón seco tiene demanda* por Héctor Contreras, que expone la importancia del secado artesanal del limón en el departamento de El Progreso, Guatemala; para exportarlo principalmente a Irak, Catar, Kuwait e Israel, donde el limón deshidratado se utiliza para la preparación de medicamentos y

elaboración de bebidas e infusiones del mismo. Añadiendo que el secado y clasificación del limón se puede hacer con equipo industrial, pero solo una empresa del lugar cuenta con este tipo de maquinaria, por lo que el resto recurre al sistema artesanal.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El limón, historia y propiedades

El limón es un fruto originario del sudeste de Asia. En el siglo III, las invasiones bárbaras destruyeron todas las plantaciones de limones haciéndolo desaparecer de Europa. Recién diez siglos después reaparecen con los árabes quienes lo volvieron a plantar en España.

El limón, así como muchos otros alimentos, llegaron a América por los mismos conquistadores. Estos no realizaban ninguna de sus travesías sin tenerlo entre sus provisiones pues, ya eran conocidas sus propiedades para prevenir y combatir el escorbuto, que se produce por carencia casi total de vitamina C.

2.1.1. Propiedades del limón

El limón ocupa el primer lugar entre los frutos curativos, preventivos y de aporte vitamínico, transformándolo en un gran eliminador de toxinas y un poderoso bactericida.

Posee vitamina C en abundancia que refuerza las defensas del organismo para evitar enfermedades, sobre todo de las vías respiratorias que van desde un simple catarro, ronquera, amigdalitis, hasta pulmonías, bronquitis, congestiones, gripe, pleuresías, asma, etc.

La vitamina o ácido ascórbico posee gran poder desinfectante y tiene además una acción antitóxica frente a los venenos microbianos y medicamentosos. Junto a la vitamina C se encuentra la vitamina P que ayuda a tonificar los capilares y vasos sanguíneos.

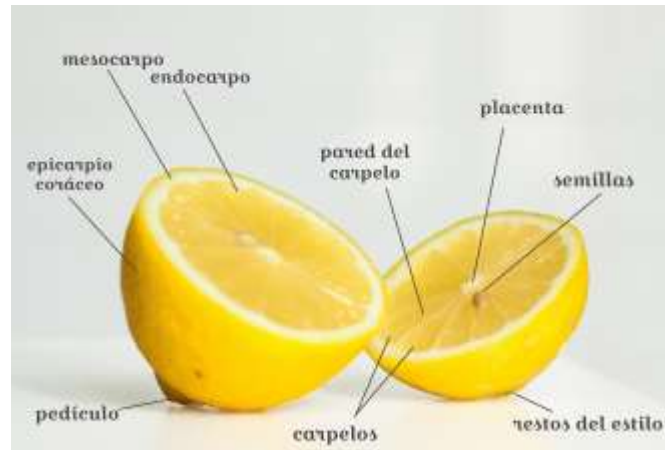
El limón es un fruto medicinal, es curativo para más de 150 enfermedades. Ayuda a cicatrizar heridas de todo tipo, aplicándolo interior y exteriormente. El limón es muy rico en minerales entre los que se destacan potasio, magnesio, calcio y fósforo (contiene también sodio, hierro y flúor). Es además un gran inhibidor para el desarrollo de microorganismos y el mejor protector contra las enfermedades infecciosas. Cuenta con algunas vitaminas del complejo B (B1, B2, B3, B5, B6, PP).

El limón es bueno en casos de hipertensión, arteriosclerosis y enfermedades cardiovasculares (activando la circulación de la sangre), en casos de diabetes colabora en evitar complicaciones relacionadas con las arterias. Previene la formación de cálculos renales y puede llegar a disolverlos lentamente.

2.2. Partes del fruto de limón

Es su composición química lo que convierte al limón en un fruto tan apreciado.

Figura 1. Partes del fruto de limón



Fuente: Citrus & Life. *Las partes de los frutos cítricos*.p.1.

2.2.1. Composición del epicarpo

El epicarpo es la cáscara externa del limón, cerosa, de color amarillo intenso cuando está maduro y que contiene:

- Clorofila: es un pigmento de color verde que está presente en los frutos no maduros y que permite realizar la fotosíntesis. A medida que el fruto madura hay una enzima (proteína) llamada clorofilasa que transforma la clorofila en azúcares de alto contenido energético y poco a poco va apareciendo el color amarillo del fruto.
- Caroteno: es un pigmento que aparece a medida que va degradándose la clorofila y es el responsable de la aparición del color amarillo en los frutos maduros. Al ingerirse el cuerpo humano es capaz de transformarlo en vitamina A.

- Xantofila: es otro pigmento muy parecido al caroteno en cuanto a composición química.
- Aceite esencial de limón: es el producto más utilizado de la cáscara y está compuesto por esteroaterpenos (citopteno, alcanfor, etc.), sesquiterpenos, alcoholes y cetonas que son las responsables del aroma y las propiedades terapéuticas del limón.

2.2.2. Composición del mesocarpo

El mesocarpo es la capa esponjosa de color blanco que rodea a los gajos de zumo y que aparece después de la cáscara. Está compuesta por:

- Agua: es el componente mayoritario cuando el limón está fresco.
- Azúcares, celulosa y materias pécticas cuando el limón está seco.

2.2.3. Composición del endocarpo

El endocarpo es la parte central del fruto que contiene las vesículas repletas de zumo:

- Principios activos: agua, proteínas, grasas, hidratos de carbono, cenizas, calorías, grasas, ácido cítrico, ácido málico, sacarosa, citrato cálcico y la vitamina C que es el componente fundamental ocupando un 60 %.
- Sales minerales: potasio, sodio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, azufre, cloro, cobre, zinc, yodo y manganeso.

- Vitaminas: A, B1, B2, B6, C, P (citrina) y nicotinamida.

2.3. Producción del limón en Guatemala

El limón es un fruto de alta demanda en los mercados perecederos, tanto a nivel de mercados locales como internacionales. Es el más difundido por su tamaño y su característica de no poseer semillas.

El limón es muy sensible en cuanto a temperaturas frías, lo cual limita su distribución a las áreas cálidas. En todos los casos, los árboles deben sembrarse en sitios protegidos de los vientos fríos que provienen del norte en el invierno.

En Guatemala, los precios varían de acuerdo a los meses de mayor o menor producción.

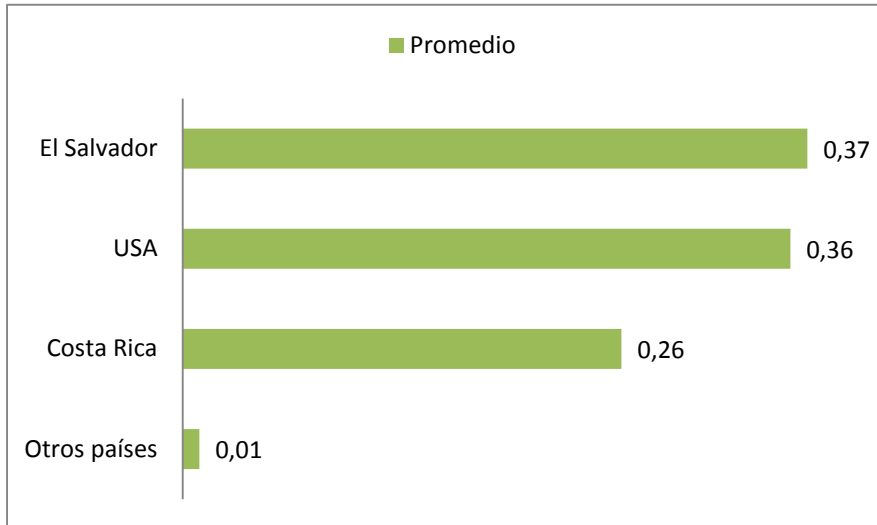
La importancia del limón radica en su valor nutritivo, medicinal y en la cantidad de valiosos productos y subproductos que se obtienen en el proceso de industrialización. Se producen generalmente en regiones tropicales. Tiene una forma ovalada o elíptica según la variedad.

2.4. Aspectos económicos del limón en Guatemala

- Procedencia y destino del comercio de limón

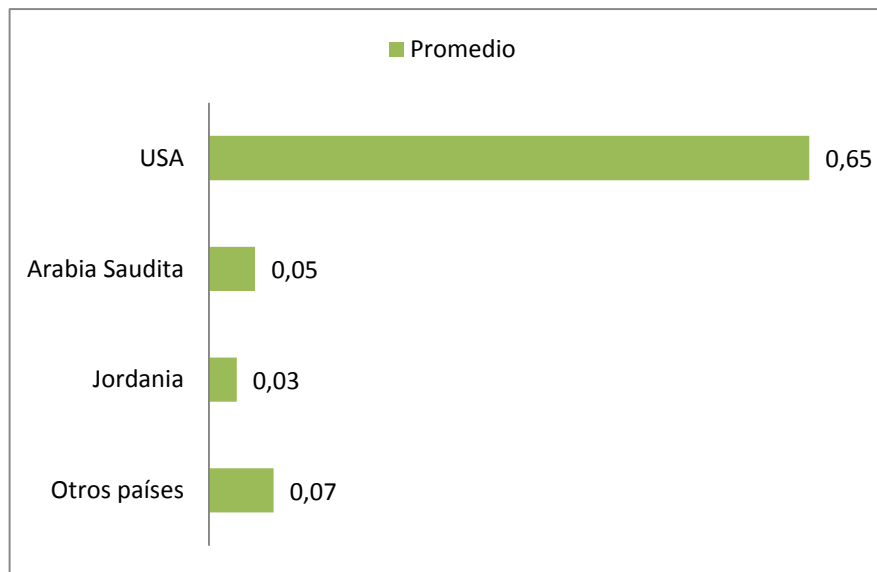
La principal procedencia y destino del comercio exterior del limón (por volumen) se aprecia en las siguientes gráficas:

Figura 2. **Promedio 2008-2012 de las importaciones**



Fuente: DIPLAN-MAGA. *Aspectos productivos del limón*. p.1.

Figura 3. **Promedio 2008-2012 de las exportaciones**



Fuente: DIPLAN-MAGA. *Aspectos productivos del limón*. p.1.

2.5. Aspectos productivos del limón

- Épocas de siembra

El limón, como todo producto, tiene temporadas en las cuales se da la siembra; en la temporada de invierno tiene mayor importancia en el altiplano occidental; el limón de suelo es recomendable sembrarlo a partir del 1 de mayo al 30 de junio ya que si las siembras se realizan a una fecha muy temprana pueden sufrir las lluvias de invierno; de igual manera, si estas siembras se llegaran a tardar pueden estar expuestas a temperaturas muy altas o bajas durante la segunda quincena de noviembre provocando fallos en la siembra.

- Principales departamentos productores de limón en Guatemala

La producción nacional de limón se encuentra distribuida de la siguiente forma: Escuintla (17 %), Santa Rosa (16 %), Sacatepéquez (11 %), Retalhuleu (11 %), El Progreso (7 %), San Marcos (7 %), Alta Verapaz (6 %) y los demás departamentos de la república, suman el (25 %) restante.

- Área cosechada

El 55,8 % de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 5 departamentos: Escuintla (16,9 %), Suchitepéquez (12,5 %), Santa Rosa (9,6 %), San Marcos (8,6 %) y El Progreso (8,2 %).

- Situación actual del cultivo de limón

Según Profuta del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en nuestro país se dedican al cultivo de limón de dos variedades: limón

persa, un 85 % y limón criollo, un 15 % del total nacional (2 801 000 quintales a 1 999). Las cuales están bien diferenciadas por zonas productoras, tipos de tierras (riego o temporal), esquemas de comercialización, etc.

Sin embargo, pese a esta diferenciación, ambas variables se complementan de manera natural para satisfacer las demandas del mercado (tanto nacional como internacional).

El limón persa (*Citrus latifolia*) se dedica a su consumo en fresco y a la exportación (cantidades mayoritarias), mientras que el limón criollo (*Citrus aurantifolia*), por su parte, está destinado al abastecimiento del mercado nacional (en fresco), debido a su mayor preferencia de parte de los consumidores (25 %) y para el mercado árabe, como limón criollo deshidratado (75 %).

2.6. Diferencias entre el limón criollo y limón persa

El limón criollo (*Citrus aurantifolia*) en fresco, es un fruto pequeño (de aproximadamente 8,5 cm de diámetro, como máximo), globosos o elípticos, cáscara delgada, lisa, fuertemente adherida al endocarpio, de color verde amarillento. La pulpa es tierna, jugosa y muy ácida; con un aroma muy característico. Posee gran cantidad de aceites esenciales.

Es utilizado comúnmente para cocinar, mientras que el limón persa es usado para decorar y para hacer jugo. Este limón es menos popular que el limón persa, limitándose en los Estados Unidos de Norteamérica al mercado hispanoamericano.

Una de las principales diferencias entre el limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y el limón persa (*Citrus latifolia*) consiste en que el criollo es más ácido.

El limón criollo (*Citrus aurantifolia*) es recomendado para ser procesado, se utiliza para elaborar aceites esenciales y para extraer pectina de la cáscara, la cual es utilizada por la industria alimenticia, principalmente, en la elaboración de refrescos de cola.

El precio del limón criollo se mantiene estable la mayor parte del año; el precio del limón persa varía mucho durante el año, principalmente, en el mercado norteamericano.

Entre los principales productos procesados de limón se encuentra el limón deshidratado, con una fuerte demanda en los mercados de los países árabes y Medio Oriente y para la elaboración de aceite esencial y de pectina.

2.7. Deshidratación o secado

En general, la deshidratación o secado se refiere a la eliminación de la cantidad de agua relativa del material en proceso. El agua casi siempre es eliminada en forma de vapor con aire bajo condiciones de temperatura controladas.

El secado de materiales biológicos (alimentos) se usa también como técnica de preservación. Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua. Además, muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros materiales biológicos no pueden funcionar sin agua. Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce

por debajo del 10 % en peso. Los alimentos deshidratados pueden almacenarse durante períodos largos.

Los métodos y procesos de secado pueden clasificarse de distintas maneras:

- Por lotes: cuando el material se introduce en el equipo de secado y el proceso se verifica por un período de tiempo.
- Continuos: donde el material se añade sin interrupción al equipo de secado y se obtiene el material seco con régimen continuo.

También, se pueden clasificar según las condiciones físicas usadas para aplicar calor y extraer el vapor de agua:

- Adición de calor por contacto directo: con aire caliente a presión atmosférica y el vapor de agua formado se elimina por medio del mismo aire.
- Secado al vacío: la evaporación de agua se verifica con más rapidez a presiones bajas y el calor se añade indirectamente por contacto por una pared metálica o por radiación. Se obtienen excelentes resultados, pero a un costo muy alto.
- Secado por congelación (lío-filización): es un proceso en el cual el agua en estado sólido (congelada), se sublima en una cámara cerrada que permite mantener el alimento a presiones bajas, de manera que no ocurre la transferencia de líquido a través del producto.

2.7.1. Equipos para realizar el proceso de secado

- Secadores indirectos de vacío: estos secadores se usan para secar materiales costosos o sensibles a la temperatura o bien que se oxidan fácilmente.
- Hornos de secado universal para laboratorio de convección forzada: garantizan una excelente uniformidad de la temperatura, ya que utilizan un ventilador centrífugo para forzar el paso del aire en dirección horizontal a través de los elementos de calefactores y la chaqueta de aire que componen la cámara interna. El ventilador permite una distribución más constante del aire y su diseño permite conseguir una buena uniformidad de la temperatura. Son utilizados para trabajar a un rango máximo de 220 °C en procesos como secado.
- Secador de bandejas: o secador de anaqueles, de gabinete o compartimiento, el material que puede ser un sólido en forma de pasta o terrones, el cual se distribuye uniformemente sobre la bandeja metálica. Las bandejas son expuestas al aire calentando con vapor por medio de un ventilador que lo recircula sobre la superficie de las bandejas.
- Secador rotativo: es un cilindro hueco que gira sobre su eje, con una inclinación hacia la salida. El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes con flujo a contracorriente.

2.7.2. Ventajas de usar deshidratadores o secadores

- Estabilidad de las condiciones: se puede elegir tiempo de deshidratado y temperatura, que se mantiene estable.

- Se eligen temperaturas alrededor de 40 °C, todas las enzimas y las vitaminas termolábiles de los alimentos se mantienen intactas. Y por supuesto, ningún otro nutriente sufre alteración: proteínas, hidratos de carbono, grasos, minerales, oligoelementos y vitaminas se mantienen igual. Solo se pierde el agua.
- Se pueden elegir diferentes grados de texturas: desde láminas crujientes, chips y crackers hasta texturas blandas. Programamos el deshidratador para que se detenga en el momento deseado.
- Bajo consumo eléctrico, puesto que se usan potencias muy bajas.
- Ahorro: se pueden conservar excedentes de las cosechas, frutas y verduras cuando es su tiempo o alimentos que se pueden deteriorar porque no da tiempo a consumirlos.
- Se pueden elaborar muchas de las creaciones de la dieta cruda (pasteles, pizzas, crackers, creps, galletas, etc.).
- Pulverizando alimentos deshidratados se pueden hacer sales de hierbas, aliños, saborizantes para pasteles y dulces, setas molidas para salsas.
- Se puede estar seguros de que las frutas deshidratadas son saludables: no contienen sulfitos (las frutas secas comerciales contienen sulfitos para tener colores vivos) ni harinas ni conservantes de ningún tipo.

2.7.3. Curvas de secado

Las curvas de secado se obtienen a partir de un experimento en el cual se van tomando muestras de partículas periódicamente del lecho para determinar su contenido de humedad X , donde:

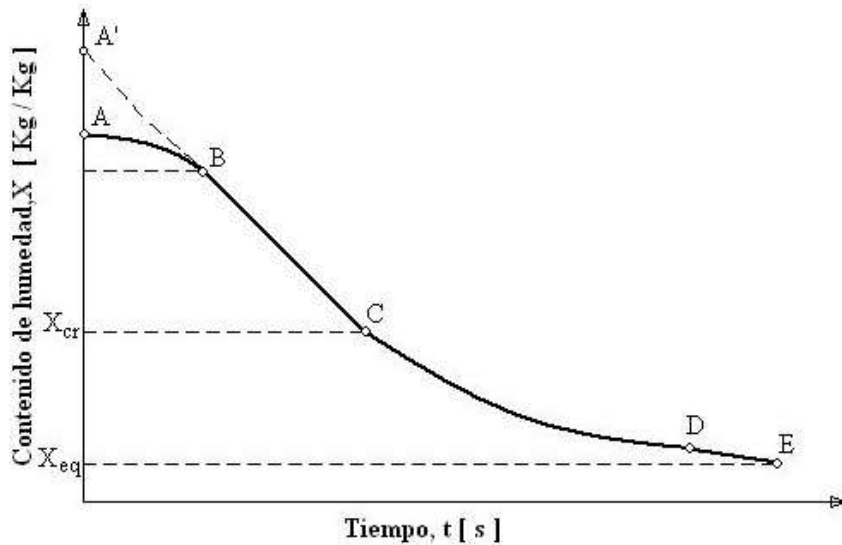
$$X = \frac{\text{peso } H_2O}{\text{peso del sólido seco}}$$

[Ecuación 1]

Este tipo de curvas muestra el contenido de humedad a través del tiempo en el proceso de secado. En el período inicial de secado, el cambio de humedad en el material está ilustrado en la curva A-B. Al terminar este primer período, el secado toma una forma lineal; en este período la velocidad de secado es constante (recta B-C).

El secado se mantiene igual por un período de tiempo hasta que llega a un punto crítico (punto C) donde la línea recta tiende a curvarse y a formar una asíntota con el contenido de humedad donde es el valor mínimo de humedad en el proceso de secado; esto quiere decir que el punto E jamás es tocado.

Figura 4. Curva de secado



Fuente: TREYBAL, Robert. *Operaciones de Transferencia de Masa*. p.55.

2.7.4. Diferencias entre la deshidratación y otros tipos de conservación

- Congelación: los alimentos se someten a cambios de temperaturas bruscos y extremos que desvirtúan la calidad de los nutrientes. El agua se convierte en cristales de hielo, alterando la estructura molecular del alimento, motivo por el que una vez descongelados los productos pueden tener un sabor y consistencia distinta al del producto original. No se recomienda consumir alimentos que hayan estado congelados durante más de 6 meses.
- Enlatado: hay que someter los alimentos a temperaturas muy altas para asegurarse de la no proliferación de bacterias ni esporas, con lo que hay cambios moleculares en todos los nutrientes. Los alimentos pueden

mantenerse años en latas de aluminio con plastificantes en su interior, con la toxicidad que esto supone.

- Salmuera y salazones: acidifican los alimentos.
- Radiación: consiste en exponer los alimentos a rayos gamma o rayos X para destruir microorganismos, retrasar la germinación y la maduración. Falta información acerca de esta forma de conservar alimentos, que no goza de total aceptación.

2.8. Deshidratado de frutas

La deshidratación, es una de las formas más antiguas de procesar y conservar frutas. Ya que consiste en eliminar una buena parte de la humedad que contienen para que no se arruinen.

2.8.1. Temperatura adecuada en el deshidratado de frutas y verduras

Cada alimento tiene que secarse por debajo de una temperatura máxima, aplicar una temperatura mayor cocina el alimento; incluso si esta es muy superior al valor recomendado, el exterior del producto se endurece formando una costra que impide que la humedad interna escape.

La temperatura habitual para deshidratar alimentos oscila entre 50 °C a 60 °C. No obstante, lo anterior, no es una regla general; hay que tener en cuenta siempre la máxima temperatura tolerable de cada alimento; en ocasiones hay productos que se deberán trabajar con temperaturas fuera de ese intervalo.

En la fase inicial del deshidratado de frutas y verduras es conveniente utilizar temperaturas cercanas a los valores máximos tolerables, así se evita el desarrollo de microorganismos y se elimina humedad rápidamente. A medida que avanza el proceso de secado y la pérdida de humedad se hace evidente, es recomendable bajar la temperatura unos 10 °C y trabajar con ese valor hasta el final para asegurar la calidad del producto terminado.

2.8.2. Tiempo de deshidratado de frutas y vegetales

El tiempo de deshidratado de frutas y verduras es muy variable, depende del tipo de alimento, el tamaño de los trozos o piezas que se estén deshidratando, la temperatura en el deshidratador y el nivel de humedad del aire.

En condiciones favorables, la mayoría de verduras y hortalizas se deshidratan en 12 a 18 horas (1 a 3 días si se hace en deshidratador solar). El deshidratado de frutas, debido a su mayor contenido de agua, toma algo más de tiempo, hasta 36 horas en algunos casos (2 a 5 días en deshidratador solar). En el tiempo total de secado se pueden distinguir tres etapas diferentes:

- La etapa inicial de secado del producto, en la cual la velocidad con la cual se elimina humedad en función del tiempo aumenta.
- Un período de tiempo en donde la velocidad de secado permanece constante.
- Una vez que la humedad superficial ha sido eliminada, la humedad interna comienza a ser eliminada y la velocidad del secado disminuye.

Entre más breve sea el tiempo de secado mejor es la calidad del producto; sin embargo, más importante que deshidratar rápidamente, es que los alimentos estén adecuadamente secos antes de almacenarse.

2.8.3. Cómo evaluar el final del deshidratado de frutas y verduras

Es muy importante tener un método confiable para determinar el momento exacto en el cual finaliza el proceso de secado y retirar los alimentos del deshidratador. Si el deshidratado es insuficiente, los productos se deteriorarán al poco tiempo de almacenamiento con la consecuente pérdida de esfuerzo, tiempo y dinero. Si, por el contrario, un alimento se deshidrata excesivamente, el producto resultante suele adquirir textura y/o color poco aceptable y en general presentará una baja calidad.

A nivel casero o artesanal y en ausencia de instrumentos adecuados, es difícil determinar con certeza cuándo terminar el proceso de deshidratado de frutas y verduras, más aún si se cuenta con poca o ninguna experiencia. La simple evaluación del aspecto o textura del producto final no es un método recomendable y solo debe emplearse en el caso del secado de hierbas aromáticas o medicinales, en las cuales el fin del deshidratado se determina cuando las hojas se separan fácilmente del tallo y se tornan quebradizas.

La forma adecuada para determinar el final del deshidratado de frutas y hortalizas es controlando la pérdida de peso del producto que se está deshidratando, de aquí la importancia de tener registrado el peso inicial neto de los alimentos a deshidratar (P_i).

Para llevar a la práctica lo anterior es necesario hacer unos sencillos cálculos y conocer los siguientes conceptos:

- Contenido residual de humedad (H_s): es el porcentaje de humedad recomendable que debe tener el producto seco para garantizar una óptima calidad y condiciones de conservación. El H_s varía en función del tipo de alimento y sus valores pueden encontrarse en tablas de tecnología de alimentos o en el Codex Alimentarius.
- Humedad del producto fresco (H_f): es el porcentaje de agua que contiene el alimento antes de ser sometido al proceso de secado, su valor puede encontrarse de forma similar al H_s .
- Rendimiento teórico (R): es un valor constante para cada tipo de alimento y se calcula mediante la siguiente fórmula: $R = (100 \% - H_f) / (100 \% - H_s)$.

El valor del rendimiento teórico (R) permite conocer el peso final del producto seco (P_s) con el contenido de humedad recomendable H_s haciendo un sencillo cálculo: $P_s = R \times P_f$

El punto más importante para definir el final del deshidratado de frutas y verduras es el contenido residual de humedad (H_s), el cual no debe superar los valores recomendados.

De acuerdo a lo anterior, un determinado producto se deshidratará hasta el momento en que su peso corresponda al P_s anteriormente calculado.

Como comprobación adicional se puede realizar la siguiente prueba, poner una muestra fría del producto seco en un envase de cristal herméticamente cerrado y dejar reposar en una zona oscura. Después de un día, revisar si hay condensación o signos de humedad en el interior del envase, en caso afirmativo los alimentos deberán colocarse nuevamente en el deshidratador para un secado adicional.

2.9. Proceso de deshidratación del limón en Guatemala

El proceso de deshidratación del limón utilizado en Guatemala consiste en secarlo de forma directa y completamente al sol, sin el uso de ningún tipo de elemento artificial ni agregados químicos, pero cumpliendo las más estrictas normas de calidad: buenas prácticas agrícolas, adecuado manejo de producto en campo, higiénicos sistemas de preparación y envasado. Lo que permite contar con productos de alta calidad, puros y aptos para el consumo humano en sopas, carnes, ensaladas, caldos, té por infusión y té frío. Asimismo, el limón es un alimento de alto contenido nutricional rico en pectina y ácido cítrico.

La deshidratación natural o secado al sol se realiza aprovechando los elementos y condiciones climáticas tales como luz solar, calor natural y baja humedad relativa. El cultivo, producción, deshidratación, procesamiento y comercialización del limón constituye una alternativa productiva sostenible en zonas áridas, incidiendo positivamente en la ampliación de opciones de ingreso para la población rural y en la disminución de la pobreza.

En la región oriente de Guatemala, desde hace varias décadas se realizaba deshidratado de limón criollo (*Citrus aurantifolia*). Pero fue la Cooperativa Integral de Producción El Limón R.L. (COELMON) que, a partir de

1993, ha logrado desarrollar y perfeccionar el proceso mediante la introducción de innovaciones técnicas y ampliación de la cadena productiva del limón criollo.

El limón deshidratado guatemalteco, por su alta calidad, es requerido desde lugares como Arabia Saudita, Kuwait, Omán, Yemen, Qatar, Emiratos Árabes, El Líbano y Estados Unidos, para uso familiar directo y en la industria alimenticia.

El proceso de deshidratación en sí es muy sencillo, pero requiere de control y supervisión permanente.

2.9.1. Deshidratado para la exportación

La posibilidad de exportar frutas deshidratadas sienta las bases para la cadena de valor de snacks saludables alrededor del mundo.

2.9.1.1. Deshidratado al sol

- Se inicia con el corte del fruto maduro.
- Compra del producto a socios y no socios.
- Traslado a centros de acopio por los propios productores.
- Recepción, inspección y pesado en campos de secado.
- Colocación y distribución uniforme del producto en mesas hechas con tierra, cubiertas con plástico negro, sostenido en los lados por piedras u otro material pesado.

- Secado al sol sobre un plástico negro durante 3-4 meses hasta que pierde entre el 80 %-90 % de agua.
- Movilización permanente del producto para un secado homogéneo; todos los días en la tarde-noche se cubre con el plástico negro y por las mañanas se destapa para exponerlo en forma directa al sol.
- Inspección permanente para verificar el grado de deshidratación y rechazo del producto defectuoso o en mal estado.
- Cuando el limón alcanza una apariencia marrón o negro y está quebradizo, ha alcanzado las condiciones para ser levantado de los campos.
- El producto es envasado en sacos de polipropileno y trasladado a bodegas. La relación de fresco a deshidratado es de 10 a 1.
- En la bodega se almacena y se inicia la clasificación por tamaño y apariencia. Para la clasificación por tamaño se utilizan zarandas con agujeros.
- Una vez clasificado se pesa y envasa en los sacos para la exportación. Luego se carga en contenedores y se traslada al puerto de embarque.

2.9.1.2. Deshidratado en horno

- El limón se recibe y eliminan los frutos con daño físico, microbiológico o con alguna enfermedad.

- Se pesa la fruta recibida.
- Se lava la fruta clasificada, con abundante agua con cloro durante 5 minutos. Clorar el agua agregando 4 gotas de lejía por cada litro de agua a utilizar para el lavado de los limones.
- Partir en rodajas el limón, aproximadamente de 3-4 mm de grosor y exprimirlos manualmente con las yemas de los dedos eliminando el jugo.
- Pesar las rodajas a deshidratar y distribuir las en las bandejas del deshidratador u horno.
- Deshidratar de 10-12 horas a 65 °C en el secador u horno.
- Moler el limón deshidratado utilizando un molino. En esta etapa puede calibrarse el tamaño de molido, variando de polvo a granitos, dependiendo del uso a dársele al producto.
- Pesar el producto molido obtenido y envasar en bolsas de papel celofán transparentes, sellarlas utilizando una selladora de resistencia.
- Almacenar en un lugar seco y fresco, la vida útil puede ser de hasta un año.

2.9.1.3. Productos más comunes creados a partir de deshidratación de limón

- Té frío de limón
 - El producto que no califica por tamaño y redondez, se destina en parte a la extracción de zumo para té frío.
 - Se muele hasta alcanzar un tamaño de grano menor a un milímetro.
 - El producto que no califica por tamaño y redondez, se destina en parte a la extracción de zumo para té frío.
 - Se envasa en bolsas plásticas transparentes de un peso aproximado de 25 libras y se embodega.
 - Luego es sometido a un proceso de extracción y pasteurización de la esencia de limón en una pequeña planta.
 - La esencia se mezcla con agua pura y azúcar para obtener el té frío de limón.
 - Se procede a envasar al vacío en botellas plásticas etiquetadas (presentaciones de 250 mililitros, 500 mililitros, un litro, 1/2 galón y 1 galón).
 - La distribución a supermercados se realiza a través de una empresa especializada.

- Té de limón
 - El té de limón se elabora a partir del limón molido.
 - COELMON ha establecido alianza estratégica con una empresa especializada en la producción y comercialización del té.
 - El procesamiento y envasado en bolsas de dos gramos, así como el empacado en cajas de 25 sobres o bolsitas de té, es realizado por una empresa que cuenta también con capacidad de distribución.
 - El producto es vendido bajo la marca registrada COELMON, propiedad de la cooperativa.

2.9.2. Ventajas del limón deshidratado

- Más económico
- Fácil manejo y almacenamiento
- Menos mermas
- No necesita refrigeración
- Sabor consistente
- Fácil de manejar, almacenar y desechar

- Reducción de residuos.

2.9.3. Problemas que soluciona el limón deshidratado

El deshidratado natural de limón es una respuesta ambientalmente sostenible a la problemática de generación de ingresos y empleos en zonas semiáridas y marginales donde se dificulta la generación de otras opciones agrícolas de carácter productivo.

La historia del éxito de la Cooperativa COELMON surgió al inicio de los años 90, cuando la comunidad de Marajuma, en el municipio de Morazán (El Progreso) atravesó por una crisis económica sin precedentes.

La pobreza extrema, la desnutrición, la falta de recursos y el desempleo afectaron duramente a los pobladores y se decidió buscar alternativas de desarrollo económico. La sugerencia fue aprovechar el potencial de producción de limón y hacer frente a la crisis de los precios, iniciando formas de procesamiento y comercialización.

Es por ello, que con una escasa inversión inicial se pueden atender problemas como:

- Altos niveles de pobreza
- Escasas oportunidades de empleo en el área rural
- Bajos niveles de ingresos en las zonas semiáridas
- Deterioro del medio ambiente

- Pérdida de producto en fresco en épocas de saturación de mercados
- Débil organización comunitaria
- Cadenas productivas agrícolas poco desarrolladas
- Limitaciones para el acceso al mercado.

2.9.3.1. Aspectos positivos específicos

- Dimensión ambiental
 - Reforestación mediante incremento en la siembra de árboles
 - Establecimiento de viveros frutales
 - Secado no contaminante
- Dimensión económica y social
 - Generación de empleo que no requiere alto nivel de especialización
 - Fortalecimiento de organización comunitaria en una dimensión productiva
 - Generación de empleo permanente y temporal para productores, recolectores, transportistas, etc.
- Dimensión de desarrollo local
 - Aprovechamiento de recursos locales
 - Capacitación para mano de obra local

- Ampliación de cadenas productivas desde el nivel local
- Incremento de la productividad en etapas sucesivas
- Innovación tecnológica
- Mejora gradual de la materia prima
- Estandarización de la oferta y mejor capacidad de negociación por los propios productores.
- Asistencia técnica de bajo costo y fácil de encontrar localmente.

La experiencia guatemalteca en materia de deshidratado del limón demuestra que, a pesar de condiciones naturales adversas, deficiencia en servicios y altos niveles de pobreza, se pueden generar procesos productivos de calidad que pueden ser colocados en el mercado internacional.

El proceso de deshidratación no tiene efectos ambientales negativos, debido a que las técnicas utilizadas no son contaminantes y se basan en experiencias desarrolladas localmente.

El proceso de producción, deshidratado y exportación del limón constituye una experiencia innovadora dado que ha permitido introducción de tecnologías apropiadas, ampliación de cadenas productivas, promoción de exportaciones, aplicación de procesos ecológicamente sostenibles y aprovechamiento de recursos locales.

La experiencia guatemalteca demuestra que el proceso de deshidratación puede ser desarrollado por organizaciones de productores localizados en zonas rurales marginales, con condiciones tan simples como luz solar abundante y baja humedad relativa. Es ideal para temperaturas en rangos que van de 28 a 40 °C ya que acelera el proceso de secado y evita daños por humedad: es idóneo que la precipitación no supere los 500 milímetros al año.

El deshidratado tampoco requiere de grandes inversiones en infraestructura y equipo, por lo que fácilmente puede ser replicado en regiones del mundo con limitaciones económicas.

2.10. Usos de limón deshidratado

Un kilogramo de limón deshidratado equivale a 10 kilogramos de limón fresco. Elaborado sin conservantes ni colorantes, 100% natural sin azúcares añadidos. El limón deshidratado se puede consumir directamente, en preparación de:

- Mariscos
- Mayonesa
- Guacamole
- Aderezos para ensaladas
- Pastelería
- Postres
- Helados y sorbetes
- Snacks
- Como ingrediente natural en suplementos alimenticios
- Salsas y guarniciones
- Condimento en asados y preparados
- Pastas
- Sopas

2.11. Demanda internacional del limón deshidratado

Se ha logrado un efecto positivo al asegurar el mercado local y estabilidad de los precios del limón fresco. La participación en las ferias internacionales de Colonia, París y Chicago ha servido para contactar nuevos clientes, lo que

también ha mejorado los precios del limón exportado, pasando de 50 a 95 US\$ por quintal.

El limón seco tiene gran demanda en particular en países del Medio Oriente como Arabia Saudita, Yemen, Emiratos Árabes y Líbano. La inversión inicial se estima en US\$ 15 mil (1992), mientras que el valor promedio de las exportaciones de los últimos 4 años, se sitúa en US\$ 306 mil anuales. El limón deshidratado de color negro intenso se destina a los países árabes y Europa, en tanto que el de color naranja marrón se exporta a Estados Unidos. Un aspecto importante de desatacar es que las inversiones fijas y los fondos de operación han sido realizados por la cooperativa a través de fondos de crédito, utilidades y una mínima parte con donaciones.

2.12. Información del mercado

La demanda internacional no posee estacionalidad sino que está en dependencia a la disponibilidad que los países oferentes tengan. Como es de suponer, la demanda de limón deshidratado que realiza Guatemala, está en dependencia directa al período en el cual se realice el proceso de deshidratado de las producciones.

2.13. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se basan en el cultivo y recuento de los microorganismos, por medio de medios de cultivo. Cada medio de cultivo posee sus características específicas para permitir el crecimiento de ciertos microorganismos e inhibir el resto. Para ello es necesario preparar y conservar adecuadamente los medios de cultivo, realizar una siembra y observar los resultados; una técnica habitual en microbiología es la tinción.

2.13.1. Recuento aeróbico total (RAT)

El recuento aeróbico mesófilo se analiza en placa. Es el método utilizado para determinar el número de unidades formadoras de colonias (ufc) en un alimento. Se basa en el número de colonias que se desarrollan en placas previamente inoculadas con una cantidad conocida de alimento e incubadas a condiciones ambientales determinadas.

En este recuento se estima el crecimiento total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima.

2.13.2. Lactobacilos

Son bacterias que producen ácido láctico en su proceso metabólico, se clasifican en las bacterias Gram positivas anaerobios aerotolerantes, se denominan así debido a la en su gran mayoría convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico.

Normalmente y en moderadas cantidades son benignas e incluso son necesarias en nuestro organismo. Son utilizadas para tratar trastornos en el tracto intestinal además de encontrarse en diversas partes del cuerpo. Muchas especies son importantes en la descomposición de la materia vegetal.

El ambiente ácido que se forma por la producción del ácido láctico, inhibe el crecimiento de cualquier bacteria patógena. Algunos tipos de lactobacilos se utilizan en la industria para realizar procesos de fermentado.

2.13.3. Mohos y levaduras

Los mohos y levaduras crecen normalmente juntos, aunque las levaduras tienen un crecimiento más acelerado que los mohos. Los mohos son aerobios estrictos mientras que las levaduras pueden crecer en ausencia de oxígeno, aunque en presencia del oxígeno crecen mejor. El tener producto congelados o refrigerados inhibe el crecimiento de las esporas y no presentan ningún peligro. Es fácil encontrar mohos y levaduras en alimentos con pH mayores a 5 y con una actividad de agua a_w de 0,75, alto contenido de sal o azúcar.

2.14. Conservación del producto

Para conservar mejor este tipo de productos, lo correcto es colocarlos dentro de recipientes de vidrio opaco o cerámica, con tapa hermética y lo más pequeños posible para que se completen fácilmente y quede poco aire dentro. Por su poder de oxidación no debe almacenarse en recipientes metálicos. Igualmente se almacenará en lugar seco para evitar también la oxidación.

Nunca deben dejarse en un estante sobre el horno, sino en lugares frescos, secos y oscuros, lo que permitirá mantener su sabor por mucho más tiempo. Bajo estas condiciones puede conservarse por un largo tiempo.

2.15. Vida útil del producto

Un aspecto muy importante en cuanto a la calidad del producto alimenticio es su vida útil. La cual representa el período de tiempo para que el producto llegue a no ser aceptable desde los puntos de vista sensorial, nutritivo o de

seguridad. Es el periodo de tiempo durante el cual el producto mantiene una adecuada calidad microbiológica y sensorial a una temperatura de almacenamiento dada.

Entre los aspectos que influyen sobre la vida útil del producto alimenticio se encuentran: los tratamientos a los cuales ha sido sometido el alimento, el tipo de envase utilizado, la temperatura de almacenamiento, etc.

“El producto deshidratado de limón en polvo, conserva sus propiedades durante aproximadamente 24 meses en un ambiente fresco y seco con una temperatura menor a los 25 °C, sin cambios significativos ni exposición directa a una iluminación intensa”.

2.16. Actividad del agua (aw)

Es la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. Tiene un valor máximo de 1 y un valor mínimo de 0. Cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto.

La actividad de agua está relacionada con la textura de los alimentos: a una mayor actividad, la textura es mucho más jugosa y tierna; sin embargo, el producto se altera de forma más fácil y se debe tener más cuidado.

A medida que la actividad de agua disminuye, la textura se endurece y el producto se seca más rápido. Por el contrario, los alimentos cuya actividad de agua es baja por naturaleza son más crujientes y se rompen con facilidad. En este caso, si la actividad de agua aumenta, se reblandecen y dan lugar a productos poco atractivos. En ambos casos, el parámetro de la actividad de

agua del alimento es un factor determinante para la seguridad del mismo y permite determinar su capacidad de conservación junto con la capacidad de propagación de los microorganismos.

Cuanto menor es la actividad de agua de un alimento, mayor es su vida útil. Es importante diferenciar entre cantidad de agua y actividad de agua.

El primer término hace referencia a la cantidad total de agua presente en el alimento, aunque puede ser que no esté libre para interaccionar. La actividad de agua, en cambio, hace referencia solo a la cantidad de agua libre en el alimento y disponible para reaccionar, es decir, la que puede facilitar la contaminación del producto.

Los alimentos con baja a_w se conservan en óptimas condiciones durante períodos más largos de tiempo.

Por el contrario, aquellos cuya actividad de agua es elevada están sometidos a contaminación microbiológica y su conservación es mucho más delicada. Por esta razón, en alimentos más perecederos se utilizan técnicas de conservación como la evaporación, secado o liofilización para aumentar así su vida útil. La actividad de agua es un parámetro que establece el inicio o final del crecimiento de muchos microorganismos.

La mayoría de patógenos requieren una a_w por encima de 0,96 para poder multiplicarse. Sin embargo, otros pueden existir en valores inferiores. Algunos hongos son capaces de crecer en valores inferiores a 0,6.

- $a_w=0,98$: pueden crecer casi todos los microorganismos patógenos y dar lugar a alteraciones y toxiinfecciones alimentarias. Los alimentos más

susceptibles son la carne o pescado fresco y frutas o verduras frescas, entre otros.

- $a_w=0,93/0,98$: hay poca diferencia con el anterior. En alimentos con esta a_w pueden formarse un gran número de microorganismos patógenos. Los alimentos más susceptibles son los embutidos fermentados o cocidos, quesos de corta maduración, carnes curadas enlatadas, productos cárnicos o pescado ligeramente salados o el pan, entre otros.
- $a_w=0,85/0,93$: a medida que disminuye la a_w , también lo hace el número de patógenos que sobreviven.
- Sin embargo, los hongos aún pueden crecer. Como alimentos más destacados figuran los embutidos curados y madurados, el jamón serrano o la leche condensada.
- $a_w=0,60/0,85$: las bacterias ya no pueden crecer en este intervalo, si hay contaminación se debe a microorganismos muy resistentes a una baja actividad de agua, los denominados osmófilos o halófilos. Puede darse el caso en alimentos como los frutos secos, los cereales, mermeladas o quesos curados.
- $a_w < 0,60$: no hay crecimiento microbiano, pero sí puede haber microorganismos como residentes durante largos periodos de tiempo. Es el caso del chocolate, la miel, las galletas o los dulces.

2.16.1. Control de la actividad de agua

Controlar la actividad de agua en los alimentos es sinónimo de alargar su vida útil.

Al conseguir una disminución de la cantidad total de agua libre, se disminuyen notablemente las probabilidades de contaminación microbiana. No todos los alimentos requieren los mismos cuidados.

Las dos maneras más importantes de reducir la actividad de agua de los alimentos pasan por el secado y la incorporación de sal o azúcar para atrapar las moléculas de agua. El primer método es el más antiguo y, además de secar, también ayuda a formar aromas y sabores típicos en los alimentos procesados con este método. Según el tipo de alimentos, se utiliza uno u otro mecanismo de secado: para alimentos sólidos como vegetales, frutas o pescado, se utiliza el secado con aire caliente; para líquidos como la leche, el secado por aspersión; para mezclas pastosas líquidas, el secado al vacío; y para una amplia variedad de productos, el secado por congelación.

Otro método consiste en agregar sal o azúcar a los alimentos. Este no requiere máquinas especializadas, pero sí debe tenerse mucho cuidado durante su procedimiento. Se añade azúcar en las mermeladas o concentraciones de salmuera en las carnes para disminuir la actividad de agua.

2.17. Análisis sensorial en alimentos

El análisis sensorial es la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las propiedades de un producto que se perciben a través de los cinco sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído.

El análisis sensorial se utiliza para responder a preguntas acerca de la calidad de un producto relacionados con la discriminación, descripción o preferencia.

La discriminación es de especial importancia en el contexto del control de calidad de productos, en los estudios de vida útil y en la investigación de posibles contaminantes. Estas aplicaciones dependen de la capacidad del juez para detectar y reconocer diferencias.

El diseño o interpretación correcta de los resultados de la evaluación sensorial, requiere del conocimiento de los aspectos psicológicos y fisiológicos de los analizadores humanos, que se definen como un mecanismo nervioso complejo, que empieza en un aparato receptor externo y termina en la corteza cerebral.

Los analizadores reciben los estímulos del mundo exterior, los transmiten a través de un nervio conductor y lo transforman en sensaciones, las que se interpretan e integran con otras sensaciones y con la experiencia anterior conforman la percepción.

Las características organolépticas de los alimentos constituyen el conjunto de estímulos que interactúan con los receptores del analizador (órganos de los sentidos). El receptor transforma la energía que actúa sobre él, en un proceso nervioso que transmite a través de los nervios aferentes o centrípetos, hasta los

sectores corticales del cerebro, donde se producen las diferentes sensaciones: color, forma, tamaño, aroma, textura y sabor.

2.17.1. Objetivos y finalidad de la evaluación sensorial

La importancia de la evaluación en las industrias de alimentos radica principalmente en varios aspectos como:

- Control del proceso de elaboración: la evaluación sensorial es importante en la producción, ya sea debido al cambio de algún componente del alimento o por que se varié la formulación; a la modificación de alguna variable del proceso o tal vez por la utilización de una máquina nueva o moderna.
- Control durante la elaboración del producto alimenticio: el análisis sensorial se debe realizar a cada una de las materias primas que entran al proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado.
- Vigilancia del producto: este principio es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos cuando se realizan a distancias alejadas de la planta de procesamiento o cuando son exportados, ya que se deben mantener las características sensoriales de los productos durante todo el trayecto hasta cuando es preparado y consumido.
- Influencia del almacenamiento: es necesario mantener el producto que se encuentra en almacenamiento, bajo condiciones óptimas para que no se alteren las características sensoriales, para lograr este propósito es

necesario verificar las condiciones de temperatura, ventilación, tiempo de elaboración y almacenamiento, las condiciones de apilamiento y la rotación de los productos.

- Sensación experimentada por el consumidor: se basa en el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor, ya sea comparándolo con uno del mercado (competencia), con un producto nuevo con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo.
- Se debe tener claro el propósito y el aspecto o atributo que se va a medir.
- Además de medir la aceptación de un producto, la evaluación sensorial permite también medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio.

2.17.2. Tipos de pruebas sensoriales

Llevan a cabo varias pruebas según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen distintos tipos de pruebas: Las afectivas, las discriminativas y las descriptivas. El objetivo que se busca es conformar un panel de análisis sensorial.

- Pruebas afectivas: son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Por lo general, se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores. Entre las pruebas afectivas se encuentran las de preferencia, medición del grado de satisfacción y las de aceptación.

- Pruebas descriptivas: consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Es el más completo. Para la primera etapa se trata de ver qué recuerda y cómo se describe cada olor (por lo general se usan sustancias químicas). A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese olor e inmediatamente lo describe. El panel no es mayor de 10 personas, debido a la dificultad de entrenar a una mayor cantidad.
- Pruebas discriminativas: no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento, se busca establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, y en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Las pruebas discriminativas más usadas son las pruebas de comparación apareada simple, triangular, dúo-trío, comparaciones múltiples y de ordenamiento.

2.17.3. Condiciones de las pruebas

- Temperatura para servir las muestras: se debe emplear una temperatura a la que normalmente se consumen los alimentos, para garantizar resultados apropiados. Los alimentos calientes generalmente se sirven de 60 °C a 66 °C, las bebidas que suelen tomarse frías, se sirven de 4 °C a 10 °C; los helados a una temperatura de 1 °C a 2 °C y el resto de alimentos a temperatura ambiente, 16 °C.
- Utensilios: los utensilios en que se sirven las muestras no deben impartir sabor u olor al producto. Además, se deben utilizar recipientes idénticos para todas las muestras, se prefieren los transparentes o blancos para facilitar la evaluación del color.

- Cantidad de muestra: el comité de evaluación sensorial de la ASMT (1968) recomienda a cada panelista 16 ml de una muestra líquida y 29 g. para una muestra sólida. (L 2).
- Horario para las muestras: uno de los factores que más puede afectar los resultados de las pruebas de análisis es la hora en que se realizan las pruebas. No deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Ya que, si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos, entonces, podrá asignar calificaciones demasiado bajas, similarmente, si ya falta poco para la hora del almuerzo, el juez tendrá hambre y cualquier alimento que pruebe le agradará.
- Lavado bucal: se suministra al catador un vaso de agua para lavado bucal después de cada muestra. En el caso de alimentos grasos se utilizan galletes de soda para remover de la boca el sabor residual dejado por el alimento.

2.17.4. Materiales para servir las muestras

El tipo de material depende de la muestra y de las pruebas elegidas, ya que algunas requieren de elementos esenciales.

- Los recipientes que se utilizan en una misma sesión de catación deben ser iguales.
- Si se emplea cerámica o cristalería es necesario limpiar muy bien y con un papel absorbente (no se debe utilizar paños de tela, ya que transmiten olores a los recipientes), estos recipientes se deben emplear únicamente para realizar las pruebas.

- Los recipientes plásticos no deben reutilizarse y no deben emitir algún olor o sabor adicional a la muestra que la enmascare.
- Los esferos que se utilicen para marcar las muestras no deben desprender olores o se debe dejar en reposo, antes de dar la muestra al catador.

2.17.5. Tipos de jueces

Existen cuatro tipos de jueces: experto, entrenado, semi-entrenado y el juez consumidor.

2.17.5.1. Juez experto

Es una persona con gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento; posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento.

2.17.5.2. Juez entrenado

Es una persona con bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial, o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba.

2.17.5.3. Juez semientrenado

Personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente participan en pruebas

discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

2.17.5.4. Juez consumidor

Se trata de una persona ajena a las pruebas ni trabaja con alimentos como los investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas.

2.17.6. Selección de panelistas

Para la selección de los catadores, se tienen en cuenta algunas características fundamentales: la habilidad, la disponibilidad, el interés y el desempeño.

- Habilidad: esta cualidad en un panelista es importante para diferenciar y reconocer en una o varias muestras, intensidad de sabores, olores, texturas, entre otros.
- Disponibilidad: es necesario que las pruebas sean realizadas por todos los panelistas en el mismo momento y que le dediquen el tiempo necesario para cada prueba, que no tenga afanes por realizar otras actividades.
- Interés: es importante que cada panelista demuestre interés en las pruebas que realizan, con el fin de obtener resultados confiables, para esto es necesario que el líder del panel motive a los catadores para que ellos tengan un compromiso con la labor que están desarrollando.
- Desempeño: esta característica es de vital importancia, ya que si en los resultados de las pruebas se encuentra que alguno de los panelistas,

exagera al medir un atributo o por el contrario no lo detecta, es necesario sacarlo del grupo o para el último caso, para que vuelva a adquirir la capacidad que tenía, mediante la alternación de periodos de descanso y periodos de pruebas intensivas, presentándoles nuevas muestras que permitan medir el atributo en cuestión; si no se consigue el objetivo, se toma la decisión de dar de baja al panelista del grupo.

2.17.7. Métodos estadísticos empleados en la evaluación sensorial de alimentos

El análisis de los datos se puede realizar a través de diferentes métodos estadísticos; es necesario cuando se entrega un informe sobre los resultados obtenidos de la aplicación de un panel de evaluación sensorial, hacer referencia al método o métodos estadísticos utilizados; no necesariamente se deben mostrar las fórmulas con detalle, si lo requiere el informe o el interesado lo solicita, estas pueden ubicarse como anexo.

Los métodos estadísticos empleados para analizar los datos obtenidos son principalmente: métodos visuales: permiten analizar los datos sin necesidad de identificar las tendencias, facilitan el trabajo, resumen los datos y son sencillos de utilizar (histogramas y gráficas lineales entre otros); métodos univariantes: permiten analizar cada una de las variables de forma como si fueran independientes; métodos multivariantes: permiten analizar todos los atributos presentes, esto con el fin de saber cuál es la diferencia entre una muestra u otra; métodos paramétricos: proporcionan unos resultados precisos siempre y cuando se conserven los supuestos, y que se ajusten a la distribución normal de lo contrario los resultados no son tan seguros; métodos no paramétricos: son más sólidos que los paramétricos aunque los resultados son menos exactos.

Los análisis estadísticos que se aplican a cada uno de los métodos son entre otros:

- Representación gráfica
- Distribución binomial
- Análisis de varianza, ANOVA
- Análisis secuencial
- Análisis multivariado
- Análisis de ordenamiento por rangos
- Regresión
- Análisis de factor

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables del método

El problema se enfoca en el análisis de cuatro variables cualitativas principales:

- Sabor
- Olor
- Color
- Textura

Las cuáles fueron analizadas por medio de jueces consumidores que conformaron el panel sensorial.

3.2. Delimitación del campo de estudio

Se describe el campo, el área, las etapas y la ubicación de la investigación.

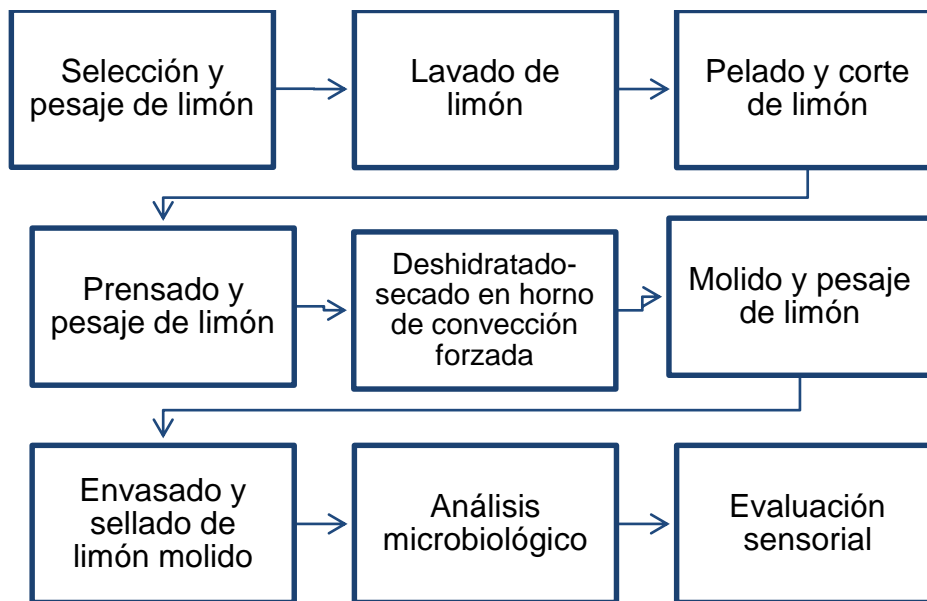
3.2.1. Campo de estudio

Esta investigación está delimitada al campo de operaciones unitarias y tecnología de los alimentos.

3.2.2. Etapas de la investigación

Evaluación de las propiedades organolépticas del endocarpo, mesocarpo y epicarpo deshidratado y molido, de limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*) para la elaboración de un saborizante alimenticio.

Figura 5. Diagrama de proceso de deshidratación de limón



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Ubicación del desarrollo de la investigación

- La selección del producto y su compra se realiza en el mercado San Martín de Porres zona 6 y a ingenieros agrónomos, productores de cosechas de limón criollo y persa en el interior del país.

- La deshidratación y molienda de las muestras de limón se realiza en las instalaciones de Centro Logístico, empresa de fertilizantes, Anillo Periférico, zona 11 de la ciudad de Guatemala.
- El análisis microbiológico se realiza por estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (USAC) ubicada en el Campus Central universitario en la zona 12 de la ciudad capital.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Persona que realiza el estudio: Cesia Martha María de León Arredondo.
- Asesora: Inga. Qca. Hilda Piedad Palma de Martini, colegiado: 453.
- La selección del limón con las mejores propiedades organolépticas, se realiza por un grupo de jueces aleatorios que conforman un panel sensorial.

3.4. Recursos materiales disponibles

Para el proyecto se contará con los siguientes recursos materiales:

3.4.1. Materias primas

- Limón criollo (*Citrus aurantifolia*)
- Limón persa (*Citrus latifolia*)

3.4.2. Equipos y utensilios

- Equipo auxiliar
 - Horno de convección forzada, marca BINDER
 - Molino para café, marca KitchenAid

- Utensilios
 - Cuchillo de acero inoxidable
 - Botes plásticos
 - Papel mantequilla
 - Pelador
 - Papel toalla
 - Papel manila
 - Colador

3.4.3. Instrumentos de medición

- Balanza analítica, marca Radwag, modelo WLC 2A/2

3.5. Técnica cualitativa

Observación de las características cualitativas del limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y el limón persa (*Citrus latifolia*).

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

A continuación, se presenta el procedimiento respectivo para la realización del experimento de deshidratación.

3.6.1. Procedimiento metodológico experimental

- Seleccionar el limón sano
- Lavar los limones con agua y gotas de cloro
- Para el tratamiento 1: rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto.
 - Cortar el limón en rodajas delgadas
 - Descartar las semillas
 - Exprimir jugo con los dedos
- Para el tratamiento 2: trozos del epicarpo del fruto (cáscara).
 - Pelar el limón con pelador o cuchillo, dejando solamente la cáscara
 - Cortar en trozos pequeños la cáscara
 - Conservar la parte interior del limón para utilizarla para el tratamiento 3
- Para el tratamiento 3: endocarpo de limón cortado en trozos.
 - Utilizar la parte del limón no utilizada en el tratamiento 2
 - Descartar las semillas
 - Cortar en trozos pequeños

- Colocar muestras sobre papel.
- Pesar las muestras de cada tratamiento.
- Secar muestras en horno de convección forzada a una temperatura de 65 °C durante mínimo 24 horas.
- Pesar muestras.
- Moler muestras de limón en un molino.
- Realizar pruebas de humedad.
- Envasar muestras en recipientes plásticos.
- Enviar muestras al laboratorio para la realización del análisis microbiológico.
- Seleccionar el tratamiento con mejores condiciones por medio de pruebas de degustación personal.
- Preparar muestras para evaluación sensorial.
- Presentar hojas de evaluación de 5 puntos.

3.6.2. Descripción de las pruebas de degustación

El método para la determinación del limón más adecuado será aplicar un test descriptivo, en el cual se valorarán las muestras de acuerdo a una escala de calidad que se presenta de 'excelente' a 'muy malo'. Cabe resaltar que, en este trabajo, las pruebas de degustación serán realizadas por un panel con jueces aleatorios.

Además, la harina de limón será expuesta en dos tipos de presentación para degustación personal: una con yogurt natural y otra como condimento de un dip con queso crema; de las cuales se seleccionará la de mejores características, para ser así presentada a los jueces.

La forma en que será expuesta la muestra será sobre papel servilleta blanco o recipientes transparentes para facilitar la evaluación de color.

Las muestras serán presentadas en un horario intermedio entre la hora del desayuno y la hora del almuerzo y dos horas después del almuerzo, para que el apetito de los jueces no sea un factor que interfiera en el momento de la evaluación. Después de consumir cada muestra, se le brindará a cada juez un vaso con agua para lavado bucal.

3.7. Metodología estadística

A continuación, se presentan experiencias sobre los procesos de aplicación en la estadística.

3.7.1. Descripción del proceso de digitación

Los datos recolectados por medio de la evaluación sensorial (prueba hedónica de cinco puntos) serán revisados, tabulados y analizados por medio de una hoja electrónica elaborada en el software Excel. En el cual se presentarán los resultados en gráficas de pie para cada propiedad organoléptica de las dos variedades de limón y gráficas de barras para poder observar la comparación entre cada variedad.

3.7.2. Análisis de datos

La información obtenida de la tabulación en la prueba de aceptabilidad se utilizará para determinar cuáles características cumplen las expectativas organolépticas y son aceptadas por los panelistas.

3.7.3. Elementos básicos del experimento

- Factores
 - Formas de deshidratación de limón
 - Variaciones de limón

- Niveles de los factores
 - 1 forma de deshidratación de limón: rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto.

 - 2 variaciones de limón:
 - limón criollo (*Citrus aurantifolia*)
 - limón persa (*Citrus latifolia*)

- Tratamientos: dos variaciones de limón y una forma de deshidratación.

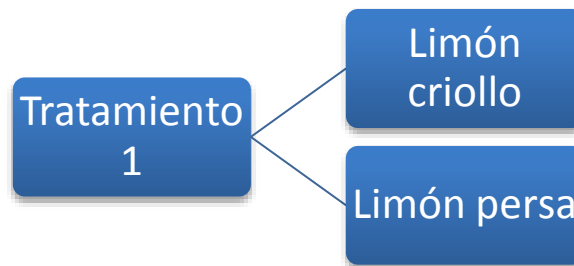
- Unidades experimentales: producto en polvo a partir de limón deshidratado. Tratamientos: dos variaciones de limón y una forma de deshidratación.

- Variables respuesta: propiedades organolépticas (color, olor, sabor y textura).

3.7.3.1. Descripción de los tratamientos

El siguiente diagrama, representada el tratamiento seleccionado para la experimentación final y su clasificación.

Figura 6. **Tratamiento de evaluación durante el proceso de deshidratación**



Fuente: elaboración propia.

- Tratamiento 1: rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto.

3.7.4. Metodología experimental

Para el análisis de los datos obtenidos a nivel laboratorio se utilizó la teoría de pequeñas muestras. Se seleccionó la t de Student para este propósito por su facilidad de aplicación, el tamaño de la muestra y que la varianza poblacional (δ) es desconocida.

Se tomó un nivel de confianza unilateral al 95 % en la evaluación sensorial, debido a la reducida cantidad de muestras. Si en el supuesto de que una hipótesis determinada es cierta, se encuentra que los resultados

observados en una muestra al azar difieren marcadamente de aquellos que cabía esperar con la hipótesis y con la variación propia del muestreo, se diría que las diferencias observadas son significativas y se estaría en condiciones de rechazar la hipótesis (o al menos no aceptarla de acuerdo con la evidencia obtenida).

Para ensayar las hipótesis H_0 de que una población normal tiene de media μ , se utilizar el estadístico t , a un $\alpha = 0,05$. Se tomará una probabilidad de éxito (p) del 50 % y una probabilidad de fracaso (q) del 50 %. Debido a que la población tendrá cierto comportamiento infinito se utilizará el valor de confianza Z .

$$t_{0.05,2} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

μ = es la media de una muestra de N

Utilizando el método del valor crítico muestral se tiene que:

$$t_{0.05,2} = \frac{c - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Si se $\bar{x} < C$, se rechaza H_0 .

- Modelo estadístico

El modelo para medir el efecto de las formas de deshidratación en las dos variaciones de limón, así como su posible interacción en las propiedades organolépticas de las harinas de limón deshidratado, es la siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = media general

τ_i = efecto del método de deshidratación

β_j = efecto de la variedad del limón

$\tau\beta_{ij}$ = efecto de la interacción entre la variedad del limón y la forma de deshidratación

ε_{ijk} = error experimental

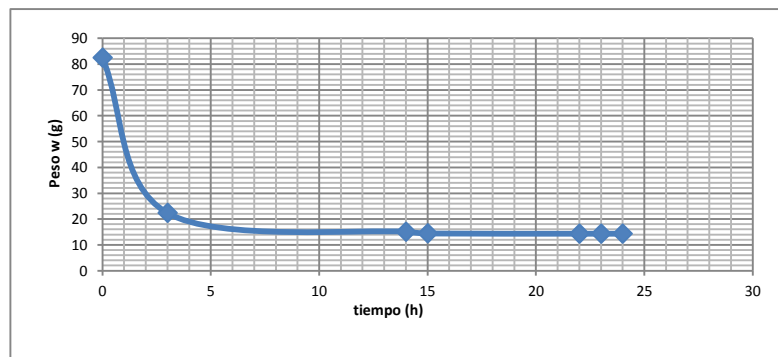
4. RESULTADOS

Tabla I. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 82,54 | 10,00 |
| 3,00 | 22,35 | 7,800 |
| 14,00 | 15,03 | 6,00 |
| 15,00 | 14,41 | 5,50 |
| 22,00 | 14,32 | 4,50 |
| 23,00 | 14,32 | 4,00 |
| 24,00 | 14,32 | 3,00 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

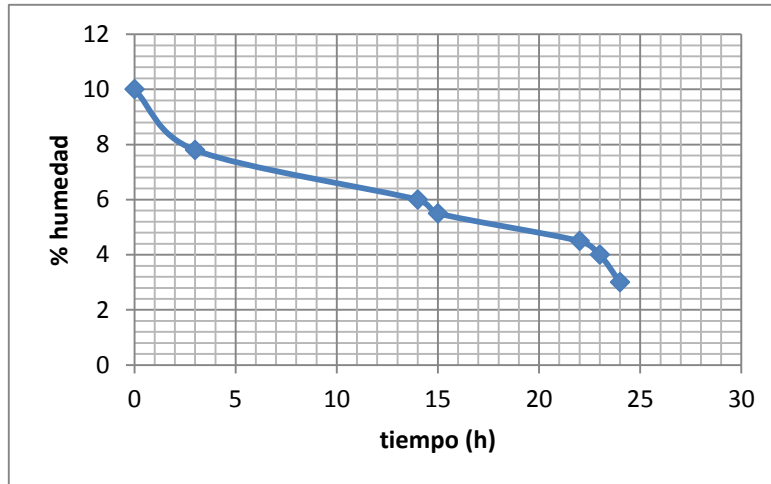
Fuente: elaboración propia

Figura 7. **Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo**



Fuente: elaboración propia

Figura 8. **Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón criollo**



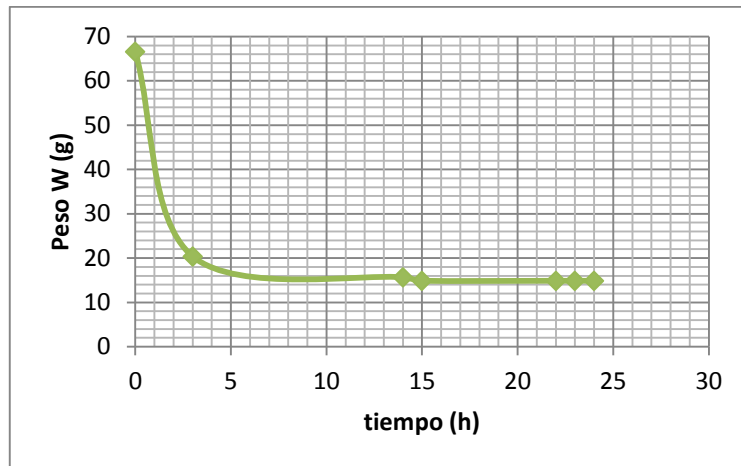
Fuente: elaboración propia

Tabla II. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 66,60 | 8,00 |
| 3,00 | 20,39 | 7,80 |
| 14,00 | 15,65 | 6,50 |
| 15,00 | 14,88 | 5,30 |
| 22,00 | 14,88 | 5,00 |
| 23,00 | 14,88 | 4,20 |
| 24,00 | 14,88 | 4,00 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

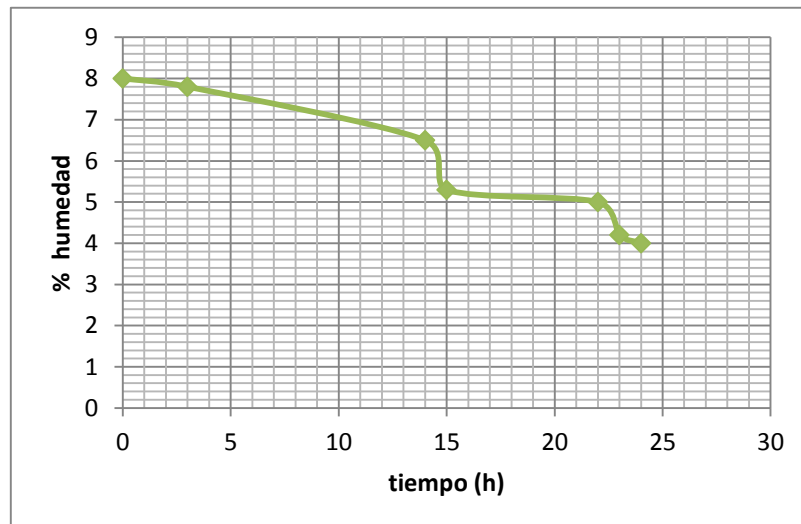
Fuente: elaboración propia

Figura 9. **Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón criollo**



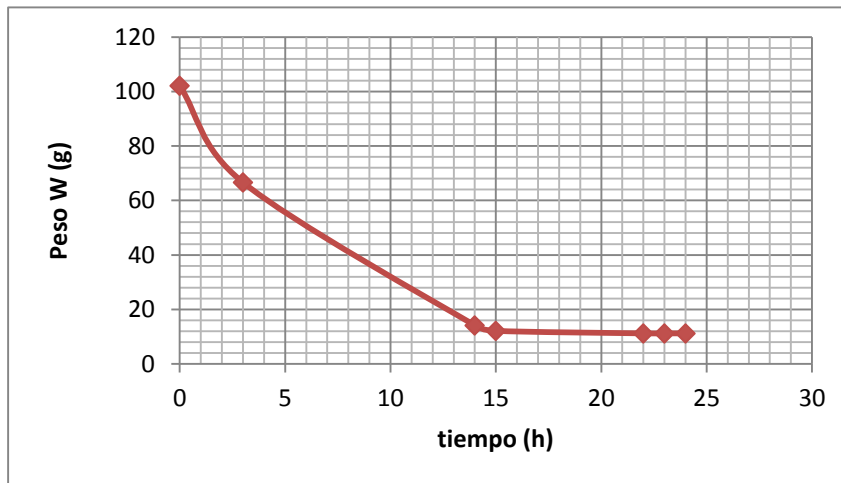
Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 102,09 | 10,00 |
| 3,00 | 66,62 | 7,00 |
| 14,00 | 14,16 | 6,00 |
| 15,00 | 12,14 | 5,80 |
| 22,00 | 11,21 | 5,00 |
| 23,00 | 11,21 | 4,80 |
| 24,00 | 11,21 | 4,50 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

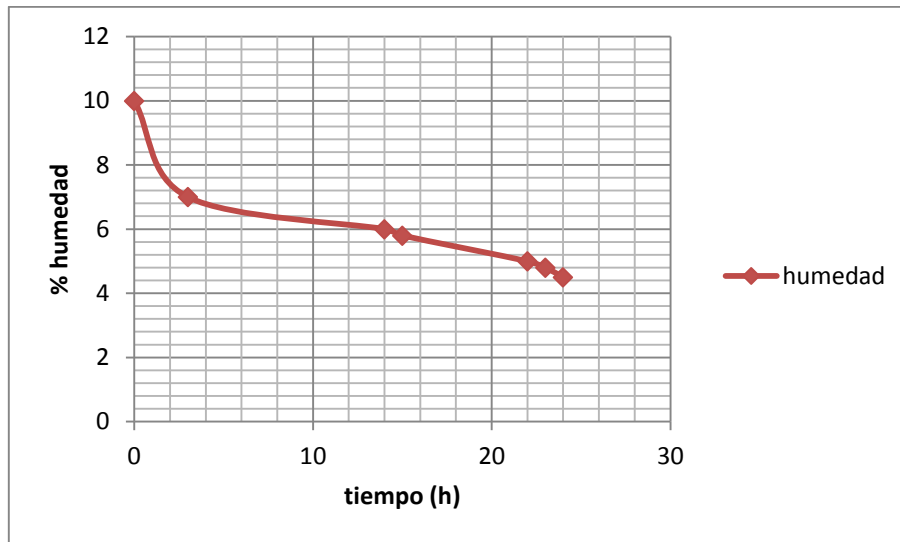
Fuente: elaboración propia

Figura 11. **Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón criollo**



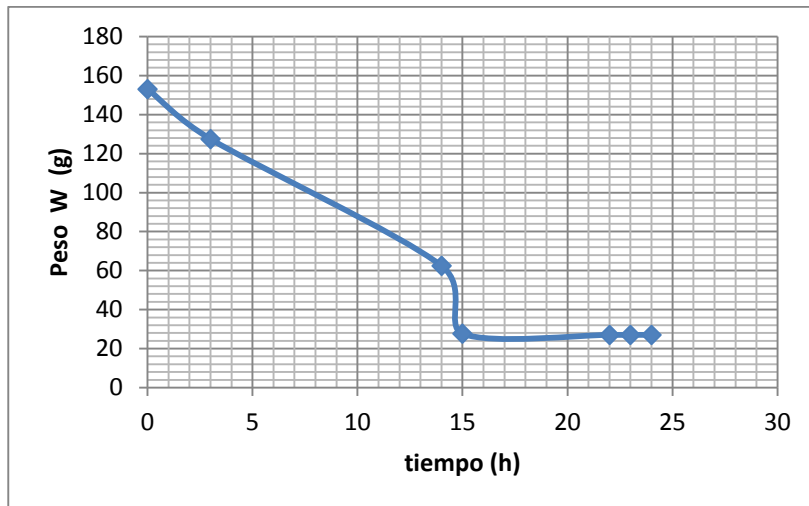
Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 153,15 | 9,00 |
| 3,00 | 127,49 | 8,00 |
| 14,00 | 62,49 | 6,00 |
| 15,00 | 27,70 | 5,30 |
| 22,00 | 27,04 | 4,80 |
| 23,00 | 27,04 | 4,20 |
| 24,00 | 27,04 | 3,50 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

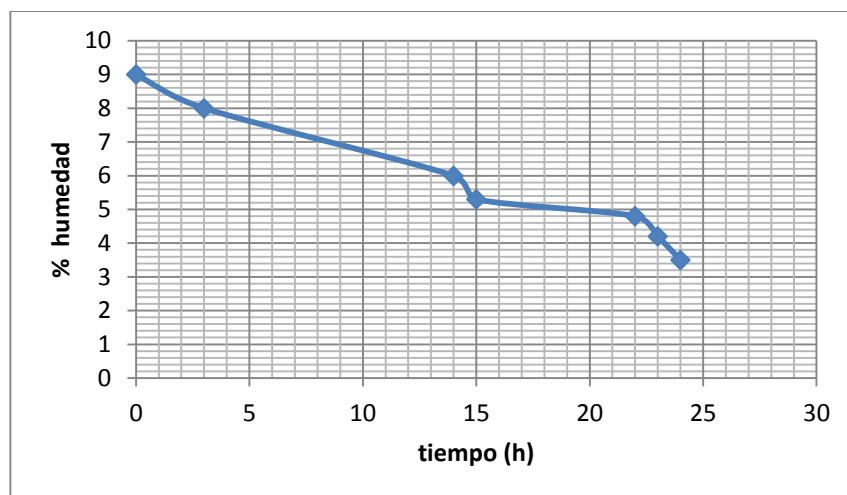
Fuente: elaboración propia

Figura 13. Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 1 en limón persa



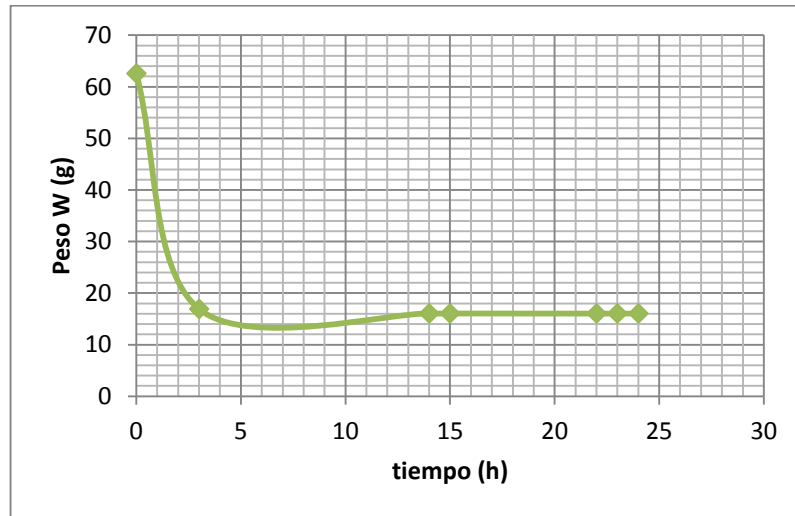
Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 62,61 | 8,00 |
| 3,00 | 16,92 | 7,80 |
| 14,00 | 16,05 | 6,50 |
| 15,00 | 16,05 | 5,20 |
| 22,00 | 16,03 | 4,60 |
| 23,00 | 16,03 | 3,80 |
| 24,00 | 16,03 | 3,00 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

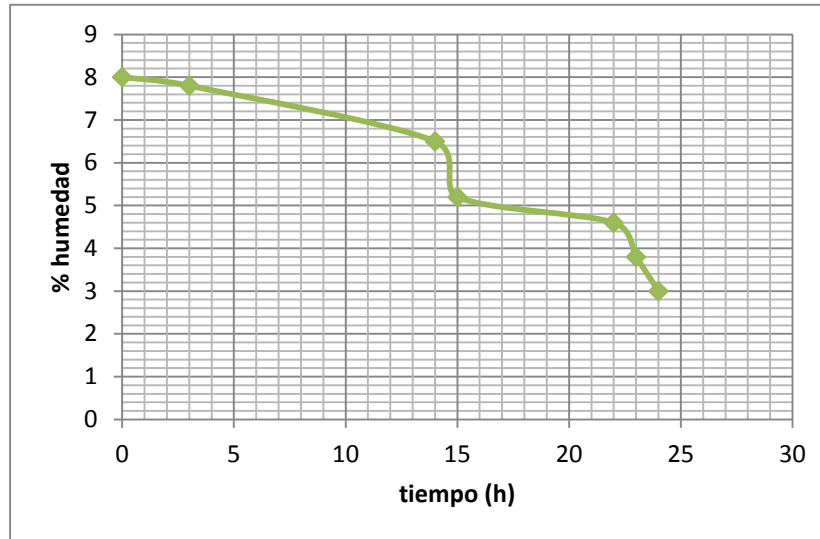
Fuente: elaboración propia

Figura 15. **Efecto del tiempo de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 2 en limón persa**



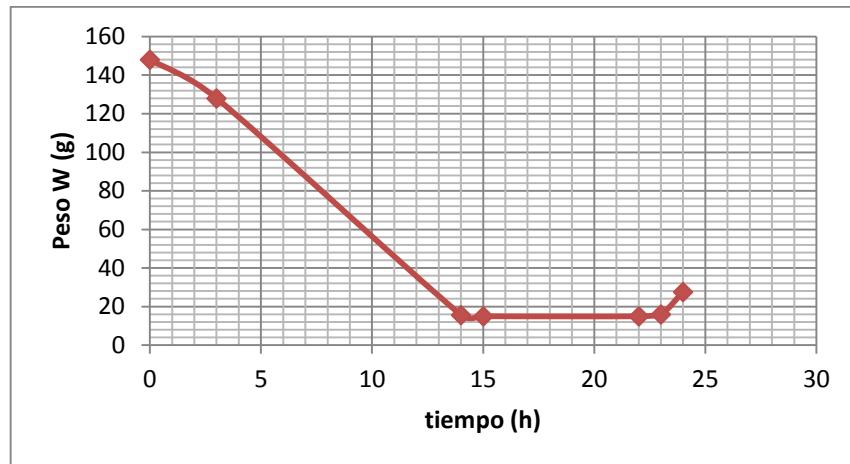
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Efecto del tiempo de secado en el peso y humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa**

| Tiempo (h) | Peso W (g) | % humedad |
|-------------------------------|------------|-----------|
| 0,00 | 147,99 | 10,80 |
| 3,00 | 128,04 | 7,30 |
| 14,00 | 15,68 | 6,00 |
| 15,00 | 14,98 | 5,00 |
| 22,00 | 14,95 | 8,00 |
| 23,00 | 16,00 | 5,00 |
| 24,00 | 27,59 | 6,00 |
| Tamaño de muestra: 15 limones | | |

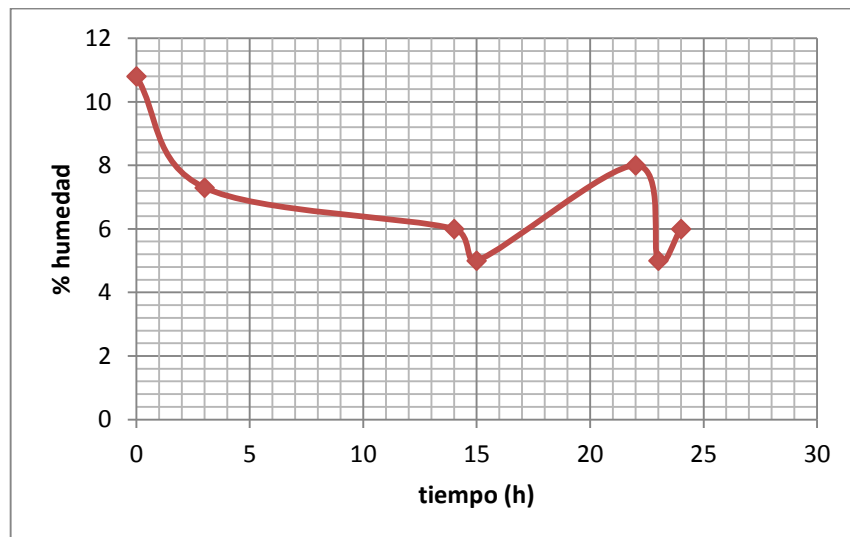
Fuente: elaboración propia

Figura 17. Efecto del tiempo en peso de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Efecto del tiempo en humedad de la muestra, para el tratamiento 3 en limón persa



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Promedio de resultados de análisis microbiológico del producto deshidratado y molido de limón, para cada tratamiento de la muestra obtenida**

| Variedad | Muestra | Promedio de Recuento estimado (UFC/g) |
|---------------|---|---------------------------------------|
| Limón criollo | Tratamiento 1 (rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto) | 13,75 |
| | Tratamiento 2 (trozos del epicarpo del fruto-cáscara) | 13,75 |
| | Tratamiento 3 (endocarpo de limón cortado en trozos) | 13,75 |
| Limón persa | Tratamiento 1 (rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto) | < 10,00 |
| | Tratamiento 2 (trozos del epicarpo del fruto-cáscara) | 21,25 |
| | Tratamiento 3 (endocarpo de limón cortado en trozos) | ----- |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Formulaciones realizadas para pruebas de análisis sensorial**

| Tipo de formulación | Presentación de formulación | Peso (g) equivalente a una porción | |
|---------------------|---|------------------------------------|---------------------|
| Postre | Yogurt natural + muestra deshidratada y molido de limón | Yogurt natural | 30 g (2 cucharadas) |
| | | Limón deshidratado y molido | 0,5 g |
| DIP | Queso crema + muestra deshidratada y molido de limón | Queso crema | 15 g (1 cucharada) |
| | | Limón deshidratado y molido | 0,5 g |

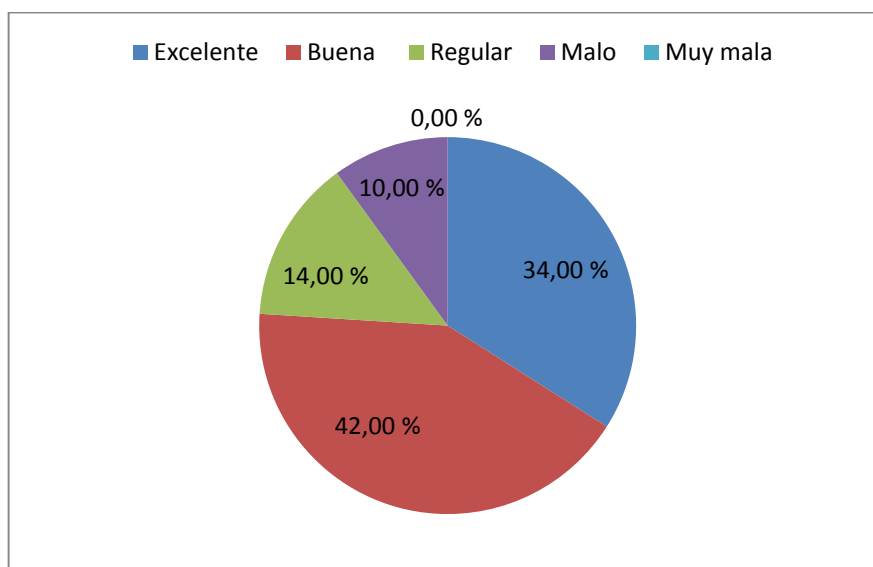
Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra, tratamiento 1 de limón criollo (T1C)**

| Grado de aceptabilidad | % Color | % Olor | % Sabor | % Textura |
|------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| Excelente | 34,00 | 20,00 | 20,00 | 28,00 |
| Buena | 42,00 | 46,00 | 42,00 | 42,00 |
| Regular | 14,00 | 18,00 | 16,00 | 18,00 |
| Malo | 10,00 | 16,00 | 16,00 | 12,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 |

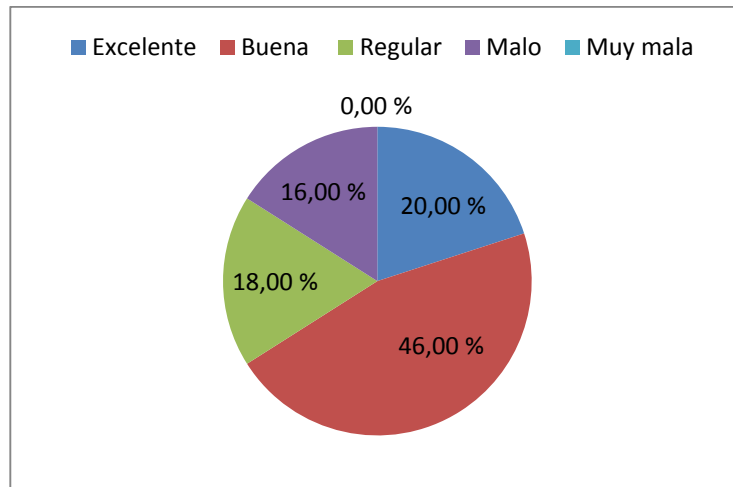
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Nivel de satisfacción por el color de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)**



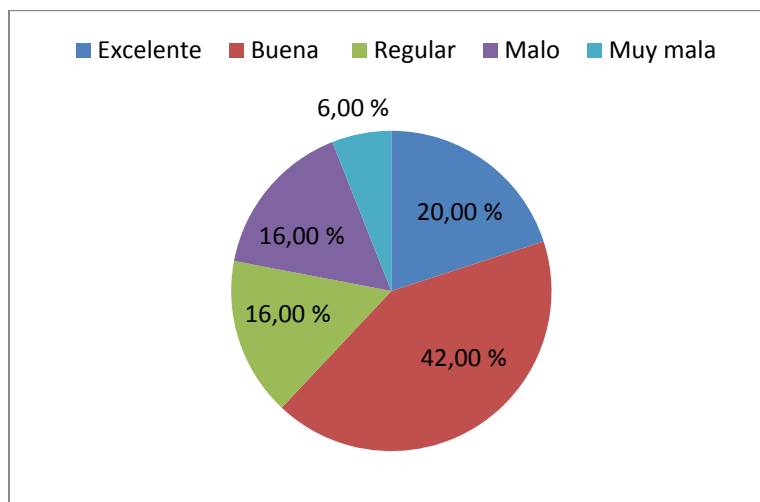
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Nivel de satisfacción por el olor de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)**



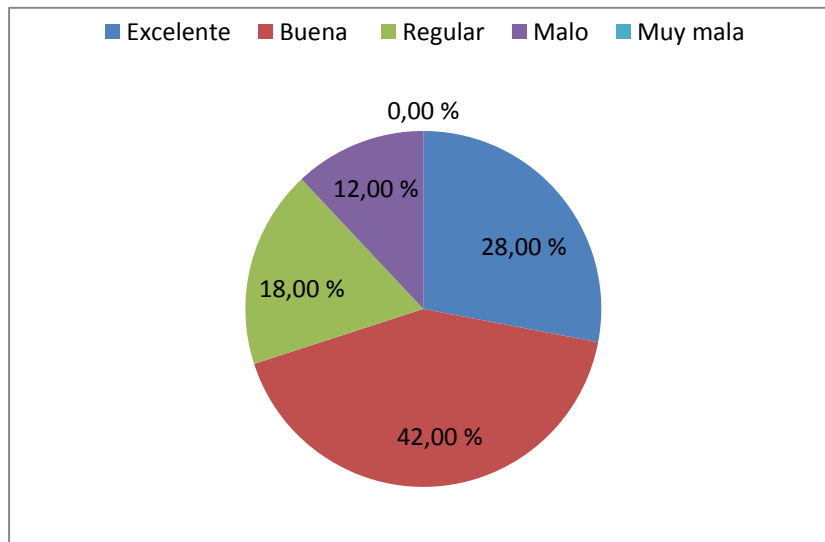
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Nivel de satisfacción por la textura de la muestra en tratamiento 1 de limón criollo (T1C)**



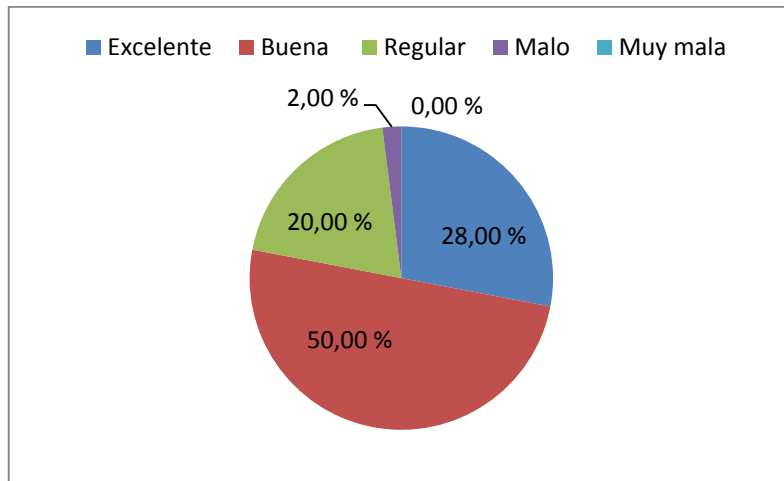
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Porcentajes obtenidos en la evaluación sensorial de la muestra, tratamiento 1 de limón persa (T1P)**

| Grado de aceptabilidad | % Color | % Olor | % Sabor | % Textura |
|------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| Excelente | 28,00 | 28,00 | 42,00 | 30,00 |
| Buena | 50,00 | 42,00 | 32,00 | 50,00 |
| Regular | 20,00 | 28,00 | 20,00 | 16,00 |
| Malo | 2,00 | 2,00 | 6,00 | 4,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

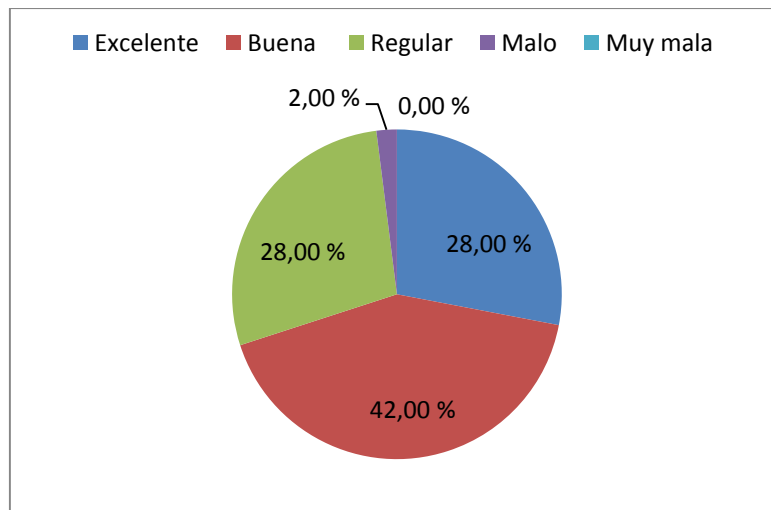
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Nivel de satisfacción por el color de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P)**



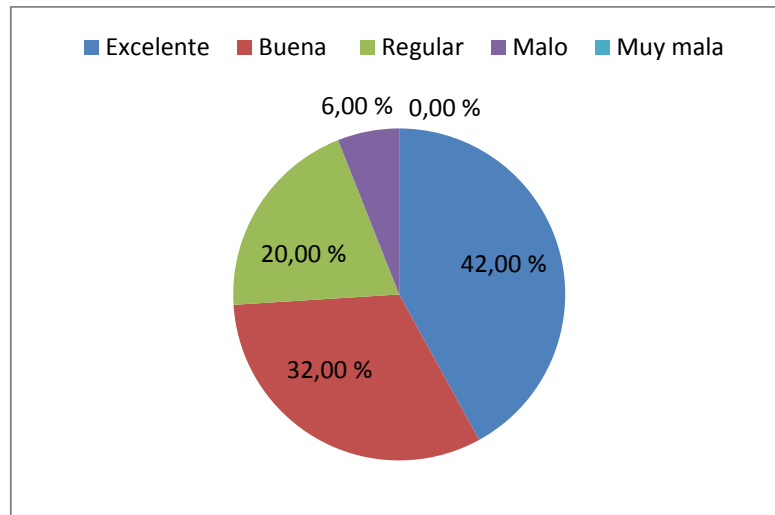
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Nivel de satisfacción por el olor de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P)**



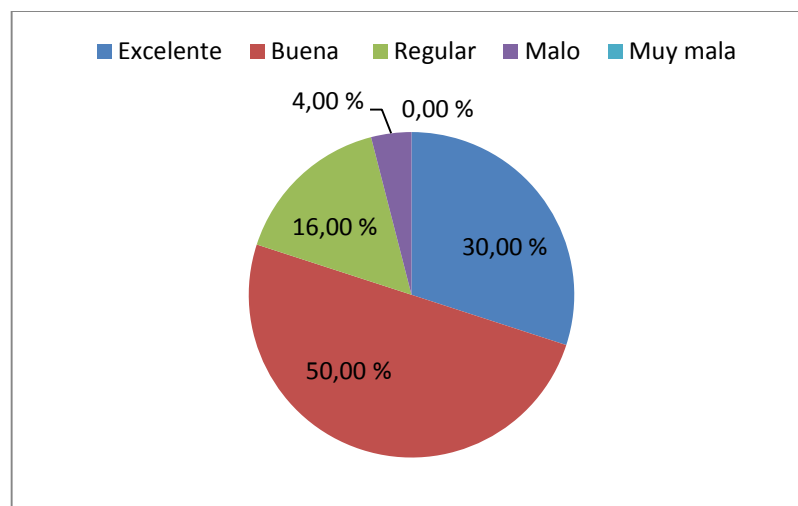
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Nivel de satisfacción por el sabor de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P)**



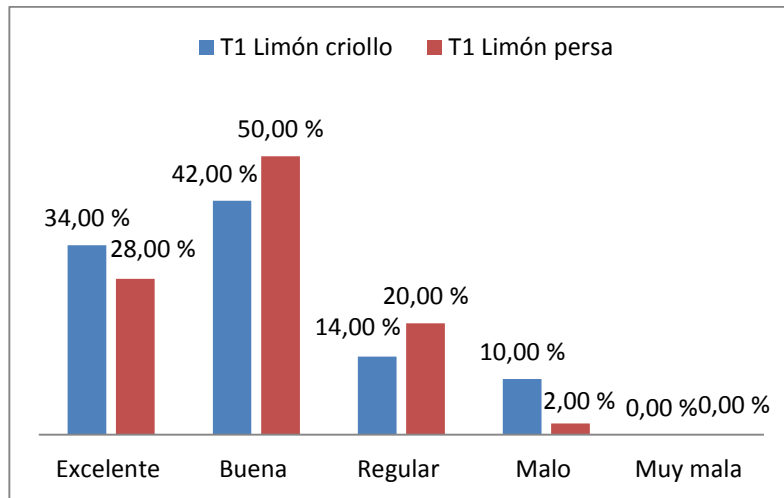
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Nivel de satisfacción por la textura de la muestra en tratamiento 1 de limón persa (T1P)**



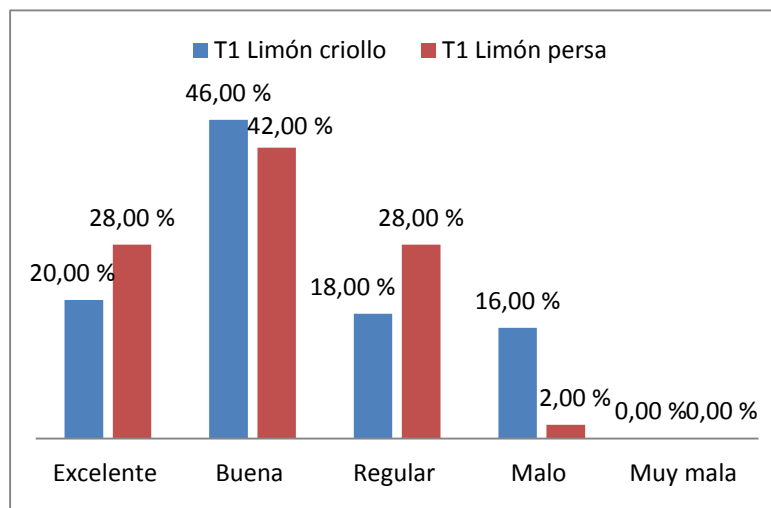
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Nivel de satisfacción en evaluación del color del alimento para las variedades de limón**



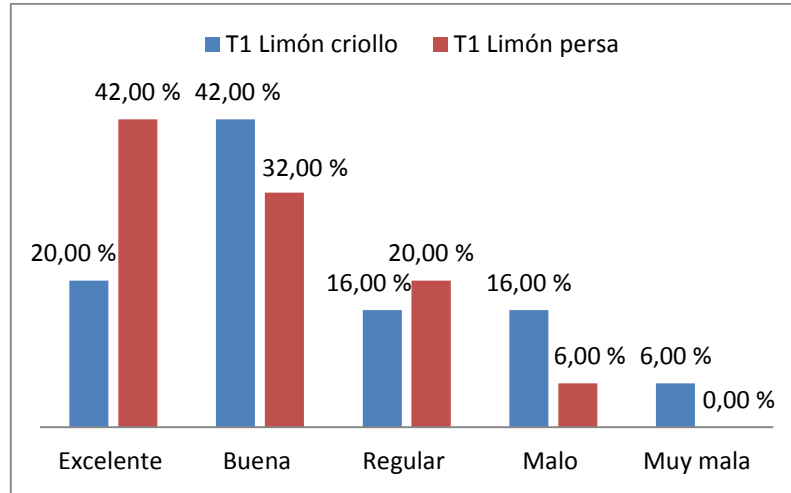
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Nivel de satisfacción en evaluación del olor del alimento para las dos variedades de limón**



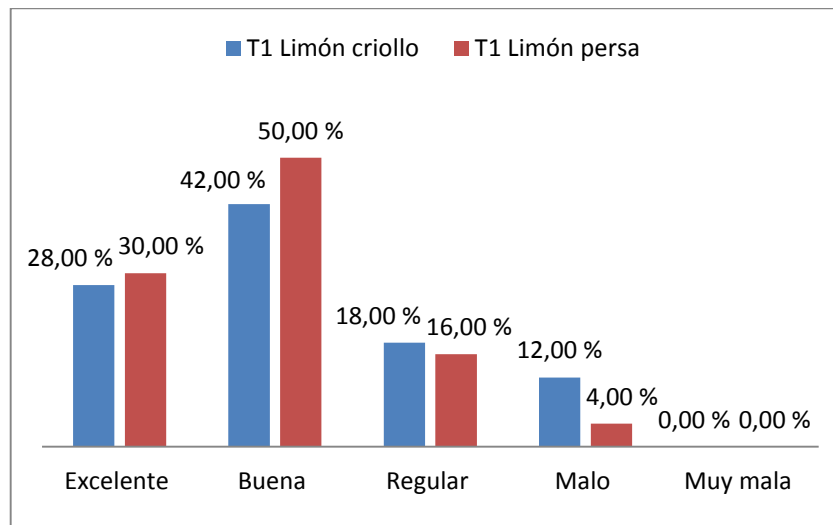
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Nivel de satisfacción en evaluación del sabor del alimento para las dos variedades de limón**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Nivel de satisfacción en evaluación de la textura del alimento para las dos variedades de limón**



Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para el presente trabajo de investigación, se realiza una evaluación de las propiedades organolépticas de dos variedades de limón, criollo y persa, respectivamente. Dicha evaluación se lleva a cabo realizando la adecuada selección de la materia prima para utilizar la muestra completa para su consumo, siendo las mismas, lavadas y desinfectadas.

Para cada una de las dos variedades de limón se seleccionan tres tratamientos distintos para ser motivo de comparación entre cada variedad. Las partes del limón utilizadas son: el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto en forma de rodaja (tratamiento 1); epicarpo del fruto o cáscara cortado en trozos (tratamiento 2) y endocarpo del fruto cortado en trozos (tratamiento 3). Para cada tratamiento se realizan cuatro repeticiones para obtener un resultado más representativo.

Se procede a preparar cada uno de los tratamientos, para seguidamente ser puestos a deshidratar en un horno de convección forzada a una temperatura constante de 65 °C por aproximadamente 24 horas. Cada una de las muestras preparadas es pesada y se le mide su porcentaje de humedad a las 0, 3, 14, 15, 22, 23 y 24 horas para determinar si la muestra está lo totalmente seca para proceder a la molienda.

En las tablas I, II y III y figuras de la 7 a la 12 se observa el efecto del tiempo de secado en el peso y humedad en las muestras de limón criollo (*Citrus aurantifolia*) para cada tratamiento. En donde se puede observar que al transcurso del tiempo la muestra va perdiendo suficiente humedad y que a partir

de las 15 horas el peso empezaba a ser constante. Lo que indica que ya está lo suficientemente seca para ser molida.

En las tablas IV, V y VI y figuras de la 13 a la 18 se observa el efecto del tiempo de secado en el peso y humedad en las muestras de limón persa (*Citrus latifolia*) para cada tratamiento. En estas, se denota que el primer y segundo tratamiento posee un descenso en el peso hasta llegar a ser constante a través del tiempo al igual que la humedad. El tratamiento que provoca inconvenientes es el tratamiento 3, debido a que el endocarpo es la parte del limón en donde se encuentra el jugo o zumo y es aproximadamente el 30 % o 40 % del peso del fruto, siendo así difícil de eliminar la humedad total del fruto.

Al estar secas las muestras, se realiza la molienda de cada una. Para obtener una textura fina, se tamiza cada una para eliminar los trozos de mayor tamaño. Al tener un tamiz fino, se envasan en recipientes de plástico y son enviadas a un laboratorio para ser determinado por medio de un análisis microbiológico el recuento de mohos y levaduras. Los resultados del recuento son insignificantes, lo cual los hacía aptos para el consumo (ver tabla VII).

Al tener los resultados de las muestras se procede a realizar la selección del tratamiento más adecuado para comparar entre cada variedad de limón. Lo cual se realiza descartando primero, el tercer tratamiento, debido a que, para el limón persa, este no fue obtenido ya que retuvo bastante humedad.

Para seleccionar un tratamiento a trabajar entre el primero y segundo, se realiza una prueba sensorial personal. En la cual se comparan las propiedades organolépticas de las muestras presentando dos tipos de formulaciones: la primera, yogurt natural saborizado con limón deshidratado y molido; la segunda, un DIP de queso crema saborizado con limón deshidratado y molido sobre un

pan tostado (ver tabla VIII). Al ser comparados, se selecciona el DIP y el primer tratamiento.

Al tener el tratamiento seleccionado, se presenta junto con encuestas a un panel sensorial aleatorio, el cual escoge la variedad de limón de su preferencia comparando entre ellas las propiedades organolépticas por medio de una prueba hedónica de cinco puntos. Al obtener el recuento de los resultados se determina que la variedad con mayor preferencia es el limón persa.

En la tabla IX y X, se presentan los porcentajes obtenidos para la evaluación sensorial, calificándose el grado de aceptabilidad para cada propiedad organoléptica para el limón criollo y persa respectivamente. Se observa en la figura 19 la propiedad organoléptica de color para el limón criollo, que tuvo un significativo porcentaje de aceptabilidad con calificación 'buena', del 42 %. En la figura 20 se evalúa la propiedad organoléptica de olor para el limón criollo, se presenta también un alto valor con calificación 'buena' del 46 %. En las figuras 21 y 22 se presentan los resultados de la propiedad organoléptica de sabor y textura para el limón criollo, indicándose una preferencia del 42 % para la clasificación 'buena' en cada una.

En la figura 23 se presentan los resultados de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de color para el limón persa; se presenta un valor del 50 % con calificación 'buena'. En la figura 24 se presentan los resultados de la propiedad organoléptica de olor para el limón criollo, con una preferencia del 42 % para la clasificación 'buena'. En la figura 25 se presenta una aceptabilidad del 42 % con calificación 'excelente', siendo el sabor la propiedad organoléptica preferida de esta variedad de limón y en la figura 26 se presenta un 42 % de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de textura con calificación 'buena'.

Al realizar la comparación entre las dos variedades de limón se puede observar de las figuras 27 a la 30 que para la propiedad organoléptica de color se denotan resultados similares para las dos variedades de limón, pero para la propiedad de olor y sabor se encontró mayor preferencia por el limón persa, teniendo los valores más altos con calificación 'excelente'. Además, se presentó el mayor puntaje, con calificación "buena" para el limón persa para la propiedad organoléptica de textura.

Al comparar los resultados de las propiedades organolépticas para cada variedad de limón por medio del análisis de varianza se comprueba la hipótesis alterna para la propiedad organoléptica de sabor que dice que existen diferencias significativas debido al tipo de deshidratación seleccionado y la variedad de limón utilizado.

Así mismo, se comprueba la hipótesis nula para las propiedades de color, olor y textura, que dice que no existen diferencias significativas debido al tipo de deshidratación seleccionado y la variedad de limón utilizado.

CONCLUSIONES

1. Se evaluaron las propiedades organolépticas del endocarpo, mesocarpo y epicarpo deshidratado y molido, de limón criollo (*Citrus Aurantifolia*) y limón persa (*Citrus Latifolia*) para la elaboración de un saborizante alimenticio.
2. El tiempo de deshidratación de las muestras de limón depende del contenido de agua y tamaño de cada fruto.
3. No se encontró contenido de mohos y levaduras en las muestras de limón deshidratado y molido al realizarse el análisis microbiológico.
4. Se seleccionó el primer tratamiento (rodajas de limón, utilizando el epicarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto) para proceder a la evaluación sensorial con panel aleatorio.
5. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de color, el panel sensorial dio resultados muy similares para cada variedad de limón.
6. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de olor, el panel sensorial seleccionó el limón persa (*Citrus Latifolia*), como su preferido.

7. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de sabor, el panel sensorial seleccionó el limón persa (*Citrus latifolia*) como predilecto.
8. Al comparar los resultados del grado de aceptabilidad para la propiedad organoléptica de textura, el panel sensorial seleccionó el limón persa (*Citrus latifolia*) como el mejor en la escala.
9. Se encuentra una diferencia significativa en la propiedad organoléptica de sabor para las dos variedades de limón. Limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*), respectivamente.
10. No se encuentran diferencias significativas en las propiedades organolépticas de color, olor y textura para las dos variedades de limón. Limón criollo (*Citrus aurantifolia*) y limón persa (*Citrus latifolia*) respectivamente

RECOMENDACIONES

1. Reducir el tamaño de las rodajas de limón a deshidratar para que el tiempo de secado sea menor.
2. Realizar pruebas de humedad después de moler las muestras de limón.
3. Utilizar otras variedades de limón para llevar a cabo una mejor comparación de las propiedades organolépticas por medio de una evaluación sensorial.
4. Desarrollar la evaluación sensorial por medio de un panel experto para tener resultados más efectivos para seleccionar la variedad de limón más adecuada.
5. Investigar qué tipo de hornos son más efectivos en su proceso de secado.
6. Efectuar el proceso de deshidratación y molienda con un equipo de tamaño industrial.
7. Elaborar las pruebas de degustación en otro tipo de presentación alimenticia para conocer el grado de aceptabilidad del panel sensorial para cada variedad de limón.

BIBLIOGRAFÍA

1. BADILLO PERERO, Mayra Daniela. *Estudio comparativo del potencial nutritivo del limón persa (Citrus latifolia tanaka) deshidratado en secador de bandejas y en microondas*. Trabajo de graduación de Bioquímica Farmacéutica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ecuador, 2011. 68 p.
2. CASTILLO PRADO, Lourdes María. *Elaboración de polvo de limón a partir de la deshidratación de la cáscara de desecho proveniente del proceso de elaboración de jugo de limón*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2009. 81p.
3. FAJARDO GALINDO, Carlos Guillermo. *Elaboración y caracterización de los parámetros, microbiológico, fisicoquímicos y organolépticos de un embutido cocido (salchicha) que contiene harina de amaranto*. Trabajo de graduación de Ing. Química Industrial. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2014. 80 p.
4. GONZÁLEZ DÍAZ, Edna Elizabeth. *Análisis comparativo de las propiedades organolépticas de zanahoria deshidratada con y sin pretratamiento osmótico*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 75p.

5. GONZÁLEZ ZÚÑIGA, José Hermógenes. *Sistematización de las experiencias sobre el proceso de deshidratación de limón criollo para la exportación*. Trabajo de graduación de Ing. Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2005. 110p.
6. GONZALO ARRIAZA, Nery. *La deshidratación natural del limón*. Guatemala: IDEASS. Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur, IDEASS. 12p.
7. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. *Programa de Apoyo a los Agronegocios. Citrus latifolia, Citrus aurantifolia y Citrus limón*. Guatemala, 2007. 30 p.
8. RAMOS PIRIR, Marlon Geovani. *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta deshidratadora de limón criollo (Citrus aurantifolia) para la exportación*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 84 p.
9. ROSALES DE LEÓN, Luis Gonzalo. *Extracción de las antocianinas de la col lombarda y su uso como colorante alimenticio*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2009. 87p.

APÉNDICES

Apéndice1. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en color para el tratamiento 1 del limón criollo**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 17,00 | 34,00 |
| Buena | 21,00 | 42,00 |
| Regular | 7,00 | 14,00 |
| Malo | 5,00 | 10,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en olor para el tratamiento 1 del limón criollo**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 10,00 | 20,00 |
| Buena | 23,00 | 46,00 |
| Regular | 9,00 | 18,00 |
| Malo | 8,00 | 16,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en sabor para el tratamiento 1 del limón criollo**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 10,00 | 20,00 |
| Buena | 21,00 | 42,00 |
| Regular | 8,00 | 16,00 |
| Malo | 8,00 | 16,00 |
| Muy mala | 3,00 | 6,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en textura para el tratamiento 1 del limón criollo**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 14,00 | 28,00 |
| Buena | 21,00 | 42,00 |
| Regular | 9,00 | 18,00 |
| Malo | 6,00 | 12,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en color para el tratamiento 1 del limón persa**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 14,00 | 28,00 |
| Buena | 25,00 | 50,00 |
| Regular | 10,00 | 20,00 |
| Malo | 1,00 | 2,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en olor para el tratamiento 1 del limón persa**

| | No. personas | Porcentaje |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Excelente | 14,00 | 28,00 |
| Buena | 21,00 | 42,00 |
| Regular | 14,00 | 28,00 |
| Malo | 1,00 | 2,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en sabor para el tratamiento 1 del limón persa**

| | No. personas | % |
|------------------|---------------------|----------|
| Excelente | 21,00 | 42,00 |
| Buena | 16,00 | 32,00 |
| Regular | 10,00 | 20,00 |
| Malo | 3,00 | 6,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Cantidad de personas y porcentaje de análisis sensorial en textura para el tratamiento 1 del limón persa**

| | No. personas | % |
|------------------|---------------------|----------|
| Excelente | 15,00 | 30,00 |
| Buena | 25,00 | 50,00 |
| Regular | 8,00 | 16,00 |
| Malo | 2,00 | 4,00 |
| Muy mala | 0,00 | 0,00 |
| | 50,00 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Resumen estadístico y análisis de varianza de escala hedónica para el atributo de color en limón criollo y limón persa**

| Resumen | | | | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| Limón Criollo | 50,00 | 200,00 | 4,00 | 0,90 |
| Limón Persa | 50,00 | 202,00 | 4,04 | 0,57 |

$F < \text{Valor crítico para } F = \text{se acepta } H_0$

| Análisis de varianza | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 0,04 | 1,00 | 0,04 | 0,05 | 0,82 | 3,94 |
| Dentro de los grupos | 71,92 | 98,00 | 0,73 | | | |
| Total | 71,96 | 99,00 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Resumen estadístico y análisis de varianza de escala hedónica para el atributo de olor en limón criollo y limón persa**

| Resumen | | | | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| Limón Criollo | 50,00 | 185,00 | 3,70 | 0,95 |
| Limón Persa | 50,00 | 198,00 | 3,96 | 0,65 |

$F < \text{Valor crítico para } F = \text{se acepta } H_0$

| Análisis de varianza | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 1,69 | 1,00 | 1,69 | 2,11 | 0,15 | 3,94 |
| Dentro de los grupos | 78,42 | 98,00 | 0,80 | | | |
| Total | 80,11 | 99,00 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Resumen estadístico y análisis de varianza de escala hedónica para el atributo de sabor en limón criollo y limón persa**

| Resumen | | | | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| Limón Criollo | 50,00 | 177,00 | 3.,40 | 1,36 |
| Limón Persa | 50,00 | 205,00 | 4,10 | 0,87 |

$F < \text{Valor crítico para } F = \text{se acepta } H_0$

| Análisis de varianza | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 7,84 | 1,00 | 7,84 | 7,05 | 0,01 | 3,94 |
| Dentro de los grupos | 108,92 | 98,00 | 1,11 | | | |
| Total | 116,76 | 99,00 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Resumen estadístico y análisis de varianza de escala hedónica para el atributo de textura en limón criollo y limón persa**

| Resumen | | | | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
| Limón Criollo | 50,00 | 193,00 | 3,86 | 0,94 |
| Limón Persa | 50,00 | 203,00 | 4,06 | 0,63 |

$F < \text{Valor crítico para } F = \text{se acepta } H_0$

| Análisis de varianza | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
| Entre grupos | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,28 | 0,27 | 3,94 |
| Dentro de los grupos | 76,84 | 98,00 | 0,78 | | | |
| Total | 77,84 | 99,00 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Requisitos académicos

| Carrera | Área | Curso | Tema |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ingeniería química | Área de operaciones unitarias | Transferencia de calor | Secado |
| | Área de especialización | Tecnología de los alimentos | Deshidratación de alimentos |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Hoja de evaluación

Hoja de evaluación

A continuación, se le proporcionarán dos muestras saborizadas con limón deshidratado en polvo. Sírvase calificar sus atributos de acuerdo a lo que considera se apega más a la realidad, marcando con una "x" la casilla correspondiente a los atributos de cada muestra.

| Muestra T1C | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------|-------------|----------|--------------|
| Característica o atributo | Excelente [5] | Buena [4] | Regular [3] | Mala [2] | Muy mala [1] |
| Color | | | | | |
| Olor | | | | | |
| Sabor | | | | | |
| Textura | | | | | |

| Muestra T1P | | | | | |
|---------------------------|---------------|-----------|-------------|----------|--------------|
| Característica o atributo | Excelente [5] | Buena [4] | Regular [3] | Mala [2] | Muy mala [1] |
| Color | | | | | |
| Olor | | | | | |
| Sabor | | | | | |
| Textura | | | | | |

Observaciones generales: _____

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Selección de limones en buen estado



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 2. Lavado de muestras seleccionadas



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 3. **Pelado y corte de muestras para cada tratamiento**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 4. **Ordenamiento de muestras a secar sobre papel**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 5. **Pesaje de muestras previas a proceso de secado**



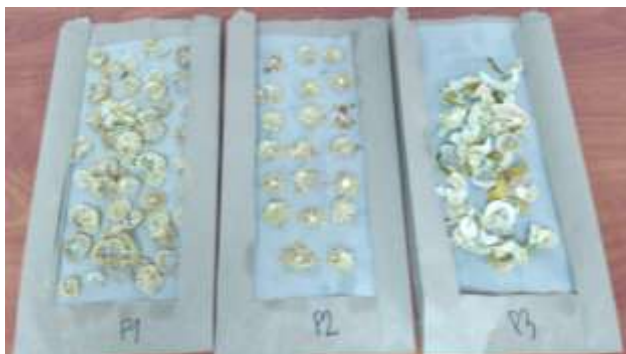
Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 6. **Deshidratación de muestras en horno de convección forzada**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 7. **Características de muestras secas para cada tratamiento**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 8. **Molienda de muestras de limón deshidratado**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 9. **Muestra de limón molida y tamizada**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 10. **Envasado de muestras de limón deshidratado en recipientes plásticos**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 11. **Ingredientes utilizados para presentación de análisis sensorial**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Anexo 12 **Presentación de saborizante alimenticio en prueba de análisis sensorial**



Fuente: Centro Logístico, Anillo Periférico zona 11, Guatemala.

Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo



075 A/17



Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
Institución: Particular
Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
Análisis solicitado: Mohos y levaduras
Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T1R4P

Fecha y hora del muestreo: 16 de marzo de 2017 09:30
Responsable del muestreo: Cliente
Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de marzo de 2017 14:35
Fecha de inicio de análisis: 21 de marzo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Limite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

1 UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
 2. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

Lic. Sergio Alfredo Lickes
 Laboratorio Microbiológico de Referencia - LAMIR-
 Químico Biólogo Col 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

----- ÚLTIMA LÍNEA -----

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QO y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2419-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 28 de marzo de 2017.

Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo



070 A/17



Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

| | | |
|--|--------------------------|-------|
| Descripción de la muestra: | Limón deshidratado/T1R1P | |
| Fecha y hora del muestreo: | 16 de marzo de 2017 | 09:05 |
| Responsable del muestreo: | Cliente | |
| Fecha y hora de recepción de la muestra: | 20 de marzo de 2017 | 14:35 |
| Fecha de inicio de análisis: | 21 de marzo de 2017 | |

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

1 UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
 2. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"



Lic. Sergio Alfredo López
Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
 Químico Biólogo Col 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio
 ----- ÚLTIMA LÍNEA -----

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QO y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 28 de marzo de 2017.

Anexo 15. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



071 A/17



Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T1R2C

Fecha y hora del muestreo: 16 de marzo de 2017 09:10
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de marzo de 2017 14:35
 Fecha de inicio de análisis: 21 de marzo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Limite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio Alfredo López

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
 Químico Biólogo Col 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ÚLTIMA LINEA

Edificio T-12.2o. Nivel, Facultad de CC QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2418-9400, ext. 108

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 28 de marzo de 2017.

Anexo 16. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



069 A/17



Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T1R1C
 Fecha y hora del muestreo: 16 de marzo de 2017 09:00
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de marzo de 2017 14:35
 Fecha de inicio de análisis: 21 de marzo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.



Lic. Sergio Alfredo Nickes
 Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
 Químico Biólogo Col 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 28 de marzo de 2017.

Anexo 17. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



073 A/17



Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T3R1C

Fecha y hora del muestreo: 16 de marzo de 2017 09:20
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de marzo de 2017 14:35
 Fecha de inicio de análisis: 21 de marzo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio Alfredo Licéaga
 Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
 Químico Biólogo Col 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

..... ÚLTIMA LINEA

Edificio T-12 2º Nivel, Facultad de CC QG y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
 http://sitios.usac.edu.gt/wa_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 28 de marzo de 2017.

Anexo 18. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



074 A/17

Fecha: 28 de marzo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo/Carmen Arévalo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T1R3P

Fecha y hora del muestreo: 16 de marzo de 2017 09:25
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de marzo de 2017 14:35
 Fecha de inicio de análisis: 21 de marzo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio Alfredo Licker
 Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
 Químico Biólogo Cel. 2239

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
 http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 28 de marzo de 2017.

Anexo 19. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

142 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T2R4C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:15
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. López
 Químico Biólogo CA 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC OQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2419-9400, ext: 108
 Correo electrónico: laboratorio@lamir@usac.edu.gt, laboratorio@lamir@gmail.com

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 20. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



144 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T1R3C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:25
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Limite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Larios
 Químico Biólogo C. 238

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio 1-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 21. Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo



145 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T1R4C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:30
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Licker
 Químico Biólogo Col 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ÚLTIMA LINEA

Edificio T-12.2o. Nivel, Facultad de CC.OO y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2418-9400 ext. 108

Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

http://sitios.usac.edu.gt/wp.lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 22. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag. 1 de 1

139 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T2R1C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:00
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones, sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lickés
 Químico Biólogo Col 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108

Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

<http://lablims.usac.edu.gt/lamir/3ruts1>

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 23. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

140 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T2R2C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:05
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08, Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08, Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lizarbe
 Químico Biólogo Col 2339

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados, sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

Edificio T-12 2o Nivel, Facultad de CCQQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2415-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 24. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



141 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

| | | |
|--|--------------------|-------|
| Descripción de la muestra: | | |
| Limón deshidratado T2R3C | | |
| Fecha y hora del muestreo: | 19 de mayo de 2017 | 16:10 |
| Responsable del muestreo: | Cliente | |
| Fecha y hora de recepción de la muestra: | 22 de mayo de 2017 | 09:30 |
| Fecha de inicio de análisis: | 23 de mayo de 2017 | |

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Limite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lick
 Químico Biólogo Col. 2230

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

..... ÚLTIMA LÍNEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 25. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



143 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T3R2C

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:20
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad. *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Licás
 Químico Biólogo C. 2239
 Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ÚLTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 26. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

147 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T2R2P

Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:40
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08 Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas.

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08 Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Luján
 Químico Biólogo C02239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC.OG y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 27. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



146 A/17

Fecha: 29 de mayo de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado T2R1P
 Fecha y hora del muestreo: 19 de mayo de 2017 16:35
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 22 de mayo de 2017 09:30
 Fecha de inicio de análisis: 23 de mayo de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lickes
 Químico Biólogo Col 223

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohíbase la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QD y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 29 de mayo de 2017.

Anexo 28. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

169 A/17

Fecha: 17 de julio de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T2R4P

Fecha y hora del muestreo: 03 de octubre de 2017 10:05
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 10 de julio de 2017 10:30
 Fecha de inicio de análisis: 11 de julio de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | 25 UFC/g (recuento estimado) | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Licker
 Químico Biólogo CQ1 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ÚLTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC.OQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 17 de julio de 2017.

Anexo 29. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

171 A/17

Fecha: 17 de julio de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T3R4C

Fecha y hora del muestreo: 03 de octubre de 2017 10:15
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 10 de julio de 2017 10:30
 Fecha de inicio de análisis: 11 de julio de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima; influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"
 Lic. Sergio A. Lickes
 Químico Biólogo C-2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

----- ÚLTIMA LÍNEA -----
 Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Fecha: 17 de julio de 2017.

Anexo 30. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



170 A/17

Fecha: 17 de julio de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T3R3C

Fecha y hora del muestreo: 03 de octubre de 2017 10:10
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 10 de julio de 2017 10:30
 Fecha de inicio de análisis: 11 de julio de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretudo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lickes
 Químico Biólogo Col. 2009

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2415-5400, ext. 108
 Correo electrónico: laboratoriolamir@usac.edu.gt, laboratoriolamir@gmail.com
 http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 17 de julio de 2017.

Anexo 31. **Resultados de análisis microbiológico para muestras de limón deshidratado en polvo**



pag 1 de 1

168 A/17

Fecha: 17 de julio de 2017

INFORME DE RESULTADOS

I. Información general

Nombre del cliente: Cesia de León Arredondo
 Institución: Particular
 Dirección: 3a. Calle 16-42 Zona 6
 Análisis solicitado: Mohos y levaduras
 Tipo de muestra: Alimento

Descripción de la muestra: Limón deshidratado/T2R3P

Fecha y hora del muestreo: 03 de octubre de 2017 10:00
 Responsable del muestreo: Cliente
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 10 de julio de 2017 10:30
 Fecha de inicio de análisis: 11 de julio de 2017

II. Resultados

| Análisis | Resultado ¹ | Límite Máximo Permitido ² |
|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Mohos y Levaduras | <10 UFC/g | N/A |

¹ UFC/g = Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

² Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo de alimentos: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas

III. Conclusiones

El recuento de mohos y levaduras pueden reflejar la calidad sanitaria de un alimento, son indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso, las condiciones de manipulación y/o las condiciones higiénicas de la materia prima, influyen en su conservación y vida de anaquel (vida útil). Además algunos mohos producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos, por lo que son responsables de intoxicación con consecuencias graves (cáncer, mutagénesis) en los órganos afectados. También están asociados a reacciones alérgicas e infecciones sobretodo en la población inmunocomprometida, en ancianos y niños. En general los recuentos bajos de mohos y levaduras están asociados con alimentos procesados de forma segura. Se recomienda realizar análisis microbiológicos establecidos como criterios de inocuidad: *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* establecidos en el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50.08. Alimentos. Criterios Microbiológicos Para la Inocuidad de Alimentos. 4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas. 4.2.2 Frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas)

Nota aclaratoria: el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñad a Todos"

Lic. Sergio A. Lickes
 Químico Biólogo Col 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

ULTIMA LINEA

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC.OG y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108.
 Correo electrónico: laboratorio@lamir@usac.edu.gt, laboratorio@lamir@gmail.com
http://sitios.usac.edu.gt/wp_lamir/?cat=1

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fecha: 17 de julio de 2017.

