

**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS DE LA
CASA FUSIÓN ANDINA**

**CHRISTIAN FRANCISCO CAMARGO ANZOLA
JUAN DAVID ALONSO GARZÓN**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA QUÍMICA
BOGOTA D.C
2018**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS DE LA
CASA FUSIÓN ANDINA**

**CHRISTIAN FRANCISCO CAMARGO ANZOLA
JUAN DAVID ALONSO GARZÓN**

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

**Director
María Eugenia Torres Cárcamo
Microbióloga industrial**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA QUÍMICA
BOGOTA D.C
2018**

Nota de aceptación:

Ing. Sandra Liliana Mesa E.
Presidente del Jurado

Ing. Nubia Liliana Becerra O.
Jurado 1

Ing. Edgar Fernando Moreno T.
Jurado 2

Bogotá D.C, Febrero de 2018

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA DIAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dr. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Secretario General

Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCÍA-PEÑA

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa de Ingeniería Química

Dr. LEONARDO DE JESUS HERRERA GUTIERREZ

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

DEDICATORIA

Este trabajo de grado fue el resultado del esfuerzo y la dedicación. Mis logros son dedicados a Dios, quien me guía en todo momento e infunde en mí los conocimientos para desarrollar mis capacidades y permitirme crecer como persona y como profesional.

De igual forma, esta dedicatoria es para mi madre Rubiela Garzón y mi excepcional padre, Everth Alonso, quienes con su apoyo y amor incondicional me motivaron para luchar por mis metas y mis sueños.

Juan David Alonso Garzón

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado primero a Dios, quién me guía en todo momento para que pudiera culminar este proyecto en el que se invirtió tiempo y esmero.

De igual modo, esta dedicatoria va dirigida a mi padre José Francisco Camargo, quien me apoyó en todo momento y nunca dejó de creer en mí por más difíciles que fueran las circunstancias, y a mi excepcional madre, Luz Alba Anzola, quién desde la distancia me brindó su amor y sus consejos para siempre actuar correctamente.

A toda mi familia, ya que nos apoyamos en todo momento brindando alegría y paz para el alma.

Christian Francisco Camargo Anzola

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Sandra Liliana Mesa, ingeniera química, quien nos asesoró en la elaboración del trabajo, nos brindó el tiempo necesario y sus conocimientos para un correcto desarrollo del proyecto.

María Eugenia Torres, directora del proyecto, quién nos acompañó durante la elaboración y ejecución del proyecto, aportándonos sus conocimientos para poder desarrollar correctamente el proyecto.

Oscar González, ingeniero químico, quien nos asesoró y nos dio sus opiniones sobre los aspectos financieros del proyecto para que éste se culminara se la mejor forma.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	22
INTRODUCCIÓN	23
OBJETIVOS	24
1. MARCO TEÓRICO	25
1.1 EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ	25
1.1.1 Reseña histórica	25
1.1.2 Proceso de producción de aromáticas en el Jardín Botánico	25
1.2 GENERALIDADES DE LOS FRUTOS A TRABAJAR	26
1.2.1 Uchuva	26
1.2.2 Papayuela	27
1.2.3 Mora	29
1.2.4 Agraz	30
1.3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN A NIVEL MUNDIAL	32
1.3.1 Procesadores artesanales	32
1.3.2 Procesadores semi-industriales	32
1.3.3 Procesadores industriales	33
1.4 TIPOS DE DESHIDRATACIÓN MÁS COMUNES PARA FRUTAS	34
1.4.1 Deshidratación mediante circulación forzada del aire	34
1.4.2 Deshidratación al aire libre	35
1.4.2.1 Deshidratador solar tipo carpa	35
1.4.2.2 Deshidratador solar tipo armario	36
1.4.2.3 Deshidratador solar tipo túnel	37
1.4.3 Deshidratación osmótica	38
1.5 CONDICIONES COMUNES DE DESHIDRATACIÓN	39
1.5.1 Condiciones de deshidratación por aire forzado	39
1.5.2 Condiciones de deshidratación al aire libre	40
1.5.3 Condiciones de deshidratación osmótica	40
1.6 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS EN COLOMBIA	41
2. MARCO CONCEPTUAL	43
3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO QUE ACTUALMENTE ES UTILIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO	46
3.1 ETAPAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS A NIVEL LABORATORIO	46

3.1.1 Lavado y desinfección	46
3.1.2 Selección	48
3.1.3 Acondicionamiento y troceado	48
3.1.3.1 Acondicionamiento de Papayuela	48
3.1.3.2 Acondicionamiento de Uchuva	49
3.1.3.3 Acondicionamiento de Mora	50
3.1.3.4 Acondicionamiento de Agraz	50
3.1.4 Secado	51
3.1.4.1 Secado de papayuela	51
3.1.4.2 Secado de Uchuva	53
3.1.4.3 Secado de Mora	55
3.1.4.4 Secado de Agraz	56
3.1.5 Molienda	58
3.1.5.1 Molienda de Papayuela	59
3.1.5.2 Molienda de Uchuva	60
3.1.5.3 Molienda de Mora	61
3.1.5.4 Molienda de Agraz	62
3.1.6 Empacado de las aromáticas	63
3.2 CONDICIONES Y ETAPAS RELEVANTES DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO	64
4. ESTABLECIMIENTO DE LA ALTERNATIVA PARA LA OBTENCIÓN DE LAS AROMÁTICAS	69
4.1 ACONDICIONAMIENTO Y TROCEADO	69
4.2 SECADO	70
4.3 MOLIENDA	72
4.4 ALTERNATIVA DE MEJORA CONTEMPLADA	72
5. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA MEDIANTE UN DESARROLLO EXPERIMENTAL	74
5.1 PRUEBAS DE ACONDICIONAMIENTO Y TROCEADO	74
5.2 PRUEBAS DE SECADO	77
5.2.1 Prueba de secado de papayuela	77
5.2.2 Prueba de secado de uchuva	78
5.2.3 Prueba de secado de mora	80
5.2.4 Prueba de secado de agraz	80
5.2.5 Resultados de las pruebas de secado	81
5.3 PRUEBAS DE MOLIENDA Y TAMIZADO	83
5.3.1 Polvillo	86
5.3.2 Semipolvillo	88
5.3.3 Rústico	89
5.4 RESULTADOS EN PESO	91
5.5 ANÁLISIS SENSORIAL	94

5.5.1 Análisis sensorial de color	94
5.5.2 Análisis sensorial de olor	94
5.5.3 Análisis sensorial de sabor	94
5.6 CONDICIONES DEL PROCESO SEGÚN RESULTADOS OBTENIDOS	95
6. ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION POR KILOGRAMO DE FRUTA CON EL MÉTODO ACTUAL COMPARADO CON PROPUESTA DE MEJORA	98
6.1 COTIZACIÓN DE EQUIPOS	98
6.2 COSTOS OPERATIVOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS	99
6.2.1 Acondicionamiento y troceado	99
6.2.2 Secado	100
6.2.3 Molienda	101
6.3 COSTOS DE MATERIA PRIMA	101
6.4 DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	102
6.5 COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE EL PROCEDIMIENTO ACTUAL Y LA ALTERNATIVA DE MEJORA PROPUESTA	102
7. CONCLUSIONES	104
8. RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFIA	107
ANEXOS	112

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Pesos en la etapa de secado para la papayuela	52
Cuadro 2. Pesos en la etapa de secado para la uchuva	54
Cuadro 3. Pesos en la etapa de secado para la mora	56
Cuadro 4. Pesos en la etapa de secado para el agraz	57
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de cada tipo de deshidratación	71
Cuadro 6. Ventajas y desventajas para el cambio en la molienda	72
Cuadro 7. Cambios contemplados para la alternativa de mejora	73
Cuadro 8. Proporciones según granulometría para las 4 frutas	91
Cuadro 9. Resultados del análisis sensorial de color	94
Cuadro 10. Resultados del análisis sensorial de olor	94
Cuadro 11. Resultados del análisis sensorial de sabor	95
Cuadro 12. Alternativa de mejora para la papayuela	96
Cuadro 13. Alternativa de mejora para la uchuva	96
Cuadro 14. Alternativa de mejora para la mora	96
Cuadro 15. Alternativa de mejora para al agraz	96
Cuadro 16. Costos de salario mínimo por hora y precio de la electricidad	99

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición bromatológica de la uchuva	27
Tabla 2. Composición bromatológica de la papayuela	28
Tabla 3. Composición bromatológica de la mora	30
Tabla 4. Composición bromatológica por 100 g de dos especies de agraz	31
Tabla 5. Datos del peso de los 4 frutales antes y después de la selección	48
Tabla 6. Resultados globales del proceso	65
Tabla 7. Balance de agua general del proceso de secado de las 4 frutas	67
Tabla 8. Pesos de las primeras etapas con la alternativa propuesta	76
Tabla 9. Balance de materia en el secado con la alternativa propuesta	82
Tabla 10. Comparación del % de humedad entre el procedimiento actual y la alternativa de mejora	82
Tabla 11. Lista de tamices utilizados	83
Tabla 12. Resultados del tamizado para la papayuela	84
Tabla 13. Resultados del tamizado para la uchuva	85
Tabla 14. Resultados del tamizado para la mora	85
Tabla 15. Resultados del tamizado para el agraz	85
Tabla 16. Pesos por etapa después de evaluar la alternativa	92
Tabla 17. Comparación de rendimientos de secado entre propuesta y procedimiento actual	93
Tabla 18. Comparación de rendimientos en tiempo de secado del procedimiento actual vs. Propuesta de mejora	93
Tabla 19. Tabla de comparación para elección de horno	98
Tabla 20. Tabla de comparación para elección de licuadora	98
Tabla 22. Tiempo de secado para todos los frutos	100
Tabla 23. Costos de materia prima	101
Tabla 24. Costos de equipos y su depreciación	102
Tabla 25. Comparación de precios de procedimiento actual con precios aproximados de la alternativa	103

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Uchuva	26
Ilustración 2. Papayuela	28
Ilustración 3. Mora de castilla	29
Ilustración 4. Agraz	31
Ilustración 5. Deshidratador solar tipo carpa	36
Ilustración 6. Deshidratador solar tipo armario	37
Ilustración 7. Deshidratador solar tipo túnel	38
Ilustración 8. Tabla de productos comunes para deshidratar	39
Ilustración 9. Diagrama de proceso de obtención de aromáticas	41
Ilustración 10. Etapas generales del proceso	46
Ilustración 11. Procedimiento para la etapa de lavado	47
Ilustración 12. Troceado de papayuela en julianas	49
Ilustración 13. Troceado de uchuva en mitades	50
Ilustración 14. Troceado de mora en mitades	50
Ilustración 15. Agraz entero	51
Ilustración 16. Papayuela deshidratada	53
Ilustración 17. Uchuva deshidratada.	55
Ilustración 18. Mora deshidratada	56
Ilustración 19. Agraz deshidratado	58
Ilustración 20. Molino manual	58
Ilustración 21. Molino de café	59
Ilustración 22. Papayuela deshidratada	59
Ilustración 23. Papayuela molida	60
Ilustración 24. Uchuva deshidratada	60
Ilustración 25. Uchuva molida	61
Ilustración 26. Mora deshidratada	61
Ilustración 27. Mora molida	62
Ilustración 28. Agraz deshidratado	62
Ilustración 29. Agraz molido	63
Ilustración 30. Aromática empacada Casa Fusión Andina Amarilla	64
Ilustración 31. Aromática empacada Casa Fusión Andina Roja	64
Ilustración 32. Diagrama de bloques del proceso con sus corrientes	66
Ilustración 33. Papayuela en laminas	74
Ilustración 34. Uchuva en láminas fresca	74
Ilustración 35. Mora fresca en láminas	75
Ilustración 36. Agraz fresco macerado	75
Ilustración 37. Balanza granataria	83
Ilustración 38. Polvillo de Papayuela	86
Ilustración 39. Polvillo de Uchuva	87
Ilustración 40. Polvillo de Mora	87

Ilustración 41. Polvillo de Agraz	87
Ilustración 42. Semipolvillo de Papayuela	88
Ilustración 43. Semipolvillo de Uchuva	88
Ilustración 44. Semipolvillo de Mora	89
Ilustración 45. Semipolvillo de Agraz	89
Ilustración 46. Rústico de Papayuela	90
Ilustración 47. Rústico de Uchuva	90
Ilustración 48. Rústico de Mora	90
Ilustración 49. Rústico de Agraz	91

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Curva de secado en base seca de papayuela a 60°C	52
Gráfico 2. Curva de secado en base seca de uchuva a 60°C	54
Gráfico 3. Curva de secado en base húmeda mora en mitades a 60°C	55
Gráfico 4. Curva de secado en base seca agraz entero a 60°C	57
Gráfico 5. Curva de secado papayuela	78
Gráfico 6. Curva de secado Uchuva	79
Gráfico 7. Curva de secado Mora	80
Gráfico 8. Curva de secado Agraz	81
Gráfico 9. Análisis granulométrico diferencial de las 4 frutas	86

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Balance de masa en la etapa de secado	66
Ecuación 2. Porcentaje de humedad inicial	66
Ecuación 3. Porcentaje de pérdida de peso tras adecuación	76
Ecuación 4. Rendimiento en peso para secado	92
Ecuación 5. Aumento del rendimiento en tiempo del secado	93
Ecuación 6. Gastos operacionales de maceración y laminación	100
Ecuación 7. Gastos operacionales de secado	100
Ecuación 8. Gastos operacionales de molienda	101
Ecuación 9. Depreciación anual y mensual	102
Ecuación 10. Reducción de costos	103

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Documentación fotográfica del procedimiento actual	113
Anexo B. Resultados para determinar pruebas de secado	115
Anexo C. Documentación fotográfica de los equipos utilizados para la alternativa	120
Anexo D. Cotizaciones	122
Anexo E. Serie de tamices	126

ABREVIATURAS

BGCI:	Botanic Gardens Conservation International
cm:	centímetros
g:	gramos
h:	horas
HP:	Caballos de fuerza
Kcal:	kilocaloría
Kg:	kilogramos
KW:	kilovatios
L:	litros
máx:	máximo
mg:	miligramos
min:	minutos
mm:	milímetros
NaClO:	hipoclorito de sodio
No.	número
°C:	grados Celsius
rpm:	revoluciones por minuto
U.I:	equivalente biológico de 0.3 de retinol
W:	Vatios
Xi:	Fracción másica
µg:	microgramo
µm:	micras
%:	porcentaje

GLOSARIO

AGUA LIBRE: cantidad de agua que se puede eliminar fácilmente por evaporación.

ALTERNATIVA: posibilidad o necesidad de elegir entre varias opciones para encontrar el mejor resultado.

COMPONENTE TERMOLABIL: sustancia que se desnaturaliza a altas temperaturas.

CONDUCCIÓN: mecanismo de transmisión de calor cuyo principio se basa en el contacto entre 2 cuerpos, donde el cuerpo de mayor temperatura transfiere calor al de menor temperatura.

CONVECCIÓN: mecanismo de transmisión de calor entre un fluido ya sea líquido o gas y un material sólido.

DESINFECCIÓN: procedimiento físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos impidiendo su crecimiento de en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes.

ETAPA: período o parte diferenciada en que se divide el desarrollo de una acción o un proceso.

FRUTO: órgano procedente de la flor, o de partes de ella, que contiene a las semillas hasta que estas maduran y luego contribuye a diseminarlas.

GRANATARIA: instrumento de medición del peso de objetos cuya precisión es de 0.1g.

HUMEDAD: se refiere a la cantidad de agua contenida ya sea en un sólido o en el aire. También es un parámetro de importancia desde el punto de vista económico, de la calidad, de las cualidades organolépticas y nutricionales.

JARABE: líquido de consistencia viscosa que por lo general contiene soluciones concentradas de azúcares.

MACERACIÓN: proceso de extracción sólido-líquido donde los componentes solubles del sólido pasan a hacer parte del líquido.

MOLIENDA: consiste en la reducción del tamaño promedio de la muestra de un material sólido.

PARDEAMIENTO: reacción que da lugar a la coloración marrón en los alimentos.

PEDUNCULO: rabillo del fruto con que se une al tallo.

POLVILLO: se le denomina al material más fino obtenido de la molienda que pasa del tamiz de malla 30.

PRECISIÓN: grado de dispersión de una medida cuando esta se repite un número determinado de veces bajo condiciones especificadas.

PROCESO: secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.

PRODUCCIÓN: fabricación de un producto y, al mismo tiempo, la creación de valor.

RADIACIÓN: mecanismo de transferencia donde un cuerpo emite radiación debido a su temperatura.

RENDIMIENTO: cantidad de producto obtenido de un proceso.

RÚSTICO: se le denomina al material grueso que por su tamaño se retiene en el tamiz de malla 16. Básicamente se refiere a semillas gruesas de frutas que no fueron bien molidas.

SEMIPOLVILLO: se le denomina al material fino que después de la molienda, al realizar un análisis por tamizado, es pasante de la malla 16 y se retiene en la malla 30.

TISANAS: bebida que se consigue al hervir determinadas combinaciones de hierbas o especias en agua. También se refiere a frutas secas o deshidratadas y cortezas. Habitualmente, tiene una connotación medicinal, aunque no siempre tenga este objetivo.

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó un diagnóstico del proceso actual en el cual se encontró que las etapas críticas del proceso de obtención de aromáticas son: el acondicionamiento y troceado, el secado y la molienda, debido a que se observó que eran las etapas que mayor tiempo requerían para la obtención del producto. Se tuvo en cuenta el rendimiento y los problemas que se generaban en los equipos para el procesamiento de 1 kg de cada fruta al mes. Seguido a eso se propuso contemplar cambios para estas etapas. Para el acondicionamiento y troceado se propuso un procesador manual de fruta. En el caso del agraz se propuso el uso de un macerador. En el secado se contempló el cambio de horno para una capacidad mayor de procesamiento con un flujo de aire considerable y finalmente en la molienda se consideró el uso de una licuadora semi industrial de motor reversible.

Con los cambios observados, se realizaron pruebas experimentales con equipos como los que se contemplaron. Se realizaron cortes homogéneos a las frutas, exceptuando el agraz, para llevarlos posteriormente a secado. En el secado se realizaron pruebas con 3 temperaturas distintas, las cuales fueron de 40, 50 y 60°C, obteniendo como resultado un aumento del rendimiento en tiempo del 237.5% en la papayuela; un 166.67% en la mora y un 377.78% en el agraz, en comparación del procedimiento actual. En la molienda no hubo dificultad con la licuadora reversible optimizando el tiempo de 60 a 15 minutos por kg. Finalmente, a partir de la alternativa evaluada, se realizó una comparación de costos por el procesamiento de un lote de 1 kg de materia prima, donde se obtuvo como resultado una reducción en costos del 43.8% en comparación con el procedimiento actual.

Palabras clave: costos, diagnóstico, proceso, pruebas, rendimiento, secado

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBJCM) como centro de investigación y desarrollo científico con énfasis en la conservación y uso sostenible de la flora, desde sus inicios, ha centrado sus esfuerzos para desarrollar investigaciones básicas y aplicadas que han permitido la generación de conocimiento en torno a la oferta, el uso y el aprovechamiento de especies vegetales nativas del Distrito Capital y su área de influencia. Tales especies tienen además un valor ecológico en los ecosistemas de los que hacen parte y prestan una función económica y social para las poblaciones del Distrito Capital y la región, incentivando de esta manera su producción para el autoconsumo y el cuidado de las áreas donde se producen.

Con el objetivo de promover la generación y apropiación social del conocimiento sobre especies vegetales útiles en la industria culinaria, para la diversificación y el enriquecimiento de la gastronomía local, el JBB con el apoyo operativo del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), ofrece a la comunidad en general el deleite y la experiencia sensorial de los sabores y aromas obtenidos a partir de la mezcla de frutos andinos para la preparación de infusiones aromáticas. En este sentido se encuentra el diseño de producto para la obtención de aromáticas de la casa en dos presentaciones: Fusión Amarillo Andino y Fusión Rojo Andino. La Fusión Amarillo Andino, es una mezcla de uchuva con papayuela y la Fusión Rojo Andino es una mezcla de mora con agraz.

Partiendo de lo anterior y como base para un futuro escalamiento a nivel de planta piloto, surge el desarrollo del presente proyecto en donde se plantea una propuesta de mejora al proceso de obtención de aromáticas de la Casa Fusión Andina. En el primer capítulo del proyecto se realiza el diagnóstico del procedimiento actual para identificar las etapas relevantes del proceso. Seguido a eso, se realiza por medio de una tabla comparativa de ventajas y desventajas, la evaluación de varias propuestas de mejora para las etapas relevantes. Después, se realizan pruebas evaluando la propuesta para poder realizar un estimado de costos. Por último, se realiza una comparación de costos entre el procedimiento actual y la propuesta de mejora para 1 kg de materia prima.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de mejora para la obtención de aromáticas en la Casa Fusión Andina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso de obtención de aromáticas realizado actualmente a nivel laboratorio.
- Establecer una alternativa para mejorar la obtención de aromáticas.
- Evaluar la alternativa propuesta mediante un desarrollo experimental.
- Analizar los costos de producción para un kilogramo de materia prima comparando el procedimiento actual, con la alternativa de mejora propuesta.

1. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de mostrar un panorama de lo que se plantea en el proyecto, en esta sección se muestran algunas características sobre procesos de elaboración de frutas deshidratadas, que posteriormente se destinarán para la obtención de aromáticas. Además, se muestran algunas características de cómo se obtienen estos productos con sus condiciones particulares. Se describen brevemente las frutas con las que se va a trabajar en el proyecto, de tal forma que se pueda establecer la propuesta de mejora que se analiza más adelante.

1.1 EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ

1.1.1 Reseña histórica. El Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" es el jardín botánico más grande de Colombia. Se encuentra en la Sabana de Bogotá, a 2,600 msnm en la faja tropical. Tiene un promedio de 12 horas de luz solar al día. Su precipitación media anual es de 713 mm, con una extensión de 19,5 Ha.

Se encuentra ubicado cerca del parque Simón Bolívar, es un lugar de investigación, educación y esparcimiento de la capital colombiana. Miembro del BGCI. Es administrado por el gobierno distrital de Bogotá. Fue creado en 1955, en homenaje al naturalista, matemático y astrónomo gaditano José Celestino Mutis¹.

1.1.2 Proceso de producción de aromáticas en el Jardín Botánico. El equipo de investigación de la "Alianza Gastronómica Biodiversidad Andina", dentro del cual se encuentra el Jardín Botánico de Bogotá, se enfoca en la búsqueda del aprovechamiento de especies vegetales nativas para potenciar su uso en gastronomía de Bogotá hacia el mundo. Una de las tendencias existentes en los hábitos alimenticios de los bogotanos radica en la intención de buscar productos más naturales.

La incursión de nuevas bebidas en el mercado como el té y las aromáticas han desplazado la preferencia por el café, abriendo campo al desarrollo de nuevas industrias.

Con el propósito de aprovechar esta dinámica de mercado, el Jardín Botánico tiene interés en aprovechar especies vegetales nativas de los ecosistemas altoandinos y de páramo. Comoquiera que estos recursos fitogenéticos se encuentran afectados por el grado de deterioro y fragmentación de los ecosistemas, este interés hace

¹ Jardín Botánico de Bogotá. [En línea]. Disponible en: (http://www.guiatodo.com.co/Sitio/bogota/jardin_botanico_de_bogota). [Citado en 08 de noviembre de 2017].

parte de una estrategia de conservación y se enmarca en una iniciativa que se conoce como Casa Fusión Andina.

1.2 GENERALIDADES DE LOS FRUTOS A TRABAJAR

En este proyecto se utilizarán 4 frutos: Uchuva, papayuela, mora y agraz. Se escogen estos 4 frutos por sus propiedades y características que se describen a continuación:

1.2.1 Uchuva. La fruta de Uchuva (*Physalis peruviana*) Pertenece a la familia *Solanaceae* y es conocida como uvillo, uchuvo o cuchuva. Esta planta es un arbusto que puede alcanzar su estado adulto entre los 1,6 y 1,8m.

Ilustración 1. Uchuva



Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 82.

Se usa principalmente debido a su aporte nutricional. En Colombia se le atribuyen propiedades medicinales tales como purificación de la sangre, disminución de la albúmina en los riñones, alivio de problemas de garganta, fortalecimiento del nervio óptico, control de amibiasis.

Tabla 1. Composición bromatológica de la uchuva

Componentes	Contenido
Humedad	78.90%
Ceniza	1.01 g
Fibra	4.90g
Grasa total	0.16 g
Proteína	0.05 g
Ácido ascórbico	43 mg
Calcio	8 mg
Caroteno	1.61 mg
Fósforo	55.30 mg
Hierro	1.23 mg
Niacina	1.73 mg
Riboflavina	0.03 mg
Carbohidratos	16 g

Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 83.

1.2.2 Papayuela. La fruta de papayuela (*Vasconcellea pubescens*) pertenece a la familia *Caricaceae*. Es conocida con el nombre común de chamburu, papaya del monte, papaya lechosa, papaya arequipeña o papayuela. Se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes entre altitudes de 1900 a 3000m. Este frutal requiere temperaturas entre los 12 y 22°C para su crecimiento y desarrollo.

Ilustración 2. Papayuela



Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 34.

Los beneficios de la papayuela se relacionan con sus propiedades de ser fuente natural de fibras, enzimas y sales minerales como calcio, fósforo, hierro, vitaminas A, B3, C y D, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico, málico y cítrico. A estos componentes se les suma el aporte calórico y de algunos aminoácidos esenciales.

Tabla 2. Composición bromatológica de la papayuela

Contenido por 100 g de fruta	
Agua (g)	93.5
Proteínas (g)	0.7
Fibras (g)	1.2
Carbohidratos (g)	3.9
Cenizas (g)	0.6
Calorías (kcal)	16
Calcio (mg)	10
Fósforo (mg)	11
Hierro (mg)	0.3
Vitamina A (U.I)	100
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.6
Ácido ascórbico (mg)	70

Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 36.

1.2.3 Mora. La fruta de mora (*Rubus Glaucus*) pertenece a la familia *Rosaceae*. Se conoce con el nombre de Mora de castilla. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Honduras, México y salvador. Normalmente se encuentran entre altitudes desde 1500 hasta 3100 m.s.n.m.

Ilustración 3. Mora de castilla



Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 108.

La cantidad de fibra presente en este frutal, al ser consumido puede resultar un remedio para tratar el estreñimiento y la atonía intestinal, además de tener propiedades tónicas y depurativas. Los frutos contienen vitamina C, que tiene función antioxidante, así como los carotenoides. Esta vitamina interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción de hierro en los alimentos y una resistencia contra las infecciones

Tabla 3. Composición bromatológica de la mora

Contenido por 100 gramos de fruta	
Agua (g)	92.8
Proteínas (g)	0.6
Fibras (g)	9
Carbohidratos (g)	6
Cenizas (g)	5.6
Calorías (kcal)	35.1
Calcio (mg)	42
Fósforo (mg)	10
Hierro (mg)	1.7
Vitamina A (U.I)	29
Tiamina (mg)	0.02
Riboflavina (mg)	0.05
Niacina (mg)	0.3
Ácido ascórbico (mg)	18

Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 109.

1.2.4 Agraz. El fruto de agraz (*Vaccinium meridionale*) pertenece a la familia *Ericaceae*. Se le conoce comúnmente como agracejo, agraz. Esta especie crece espontáneamente desde el norte de Ecuador hasta Venezuela, inclusive en los bosques de Jamaica, y se puede encontrar en altitudes entre los 2400 y 3000 m.s.n.m. El consumo crudo de los frutos ayuda a restablecer los niveles normales de azúcar en la sangre en personas con hipoglicemia y diabetes, además de mitigar los problemas digestivos².

² ZAPATA, Isabel C; SEPÚLVEDA-VALENCIA, Uriel y ROJANO, Benjamín A. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades Físicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt saborizado con Mortiño (*Vaccinium merodionale Sw*).. *En*: Información Tecnológica. Octubre 2014. Vol. 26, no 2. p. 17-28. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v26n2/art04.pdf>.

Ilustración 4. Agraz



Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 53.

Este fruto tiene una gran aceptación por sus propiedades nutraceuticas, contenido de antioxidantes y componentes fenolicos.³

Tabla 4. Composición bromatológica por 100 g de dos especies de agraz

Nutriente	<i>Vaccinium meridionale</i>	<i>Vaccinium floribondium</i>
Agua (g)	81.7	92.5
Proteína (g)	0.66	0.6
Extracto etéreo (g)	0.66	0.1
Carbohidratos (g)	14.86	5.7
Fibra (g)	1.84	0.3
Cenizas (g)	0.26	0.8

Fuente: CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 54.

Para este proyecto, se escogen estas 4 frutas mencionadas anteriormente debido a su aporte nutricional. En el caso de la papayuela, esta contiene algunos componentes que son útiles como la papaína, la cual se emplea en el sector de los fármacos. También la papayuela se puede emplearen el tratamiento de enfermedades como la arteriosclerosis.

³ CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. : 2013. p. 52.

En el caso del agraz, otro de sus beneficios está en la regulación de los niveles de azúcar en personas con hipoglicemia y diabetes.

1.3 PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN A NIVEL MUNDIAL

Las frutas deshidratadas se pueden obtener a partir de diferentes tipos de procesamiento. A continuación, se mencionan algunos de ellos:

1.3.1 Procesadores artesanales. La capacidad de producción de este tipo de empresas es pequeña y a pequeña escala.⁴ A nivel de tecnología y/o equipos, este tipo de compañías tiene un acceso limitado y los espacios de procesamiento de los productos son pequeños. Otra desventaja que presenta este tipo de procesamiento radica en la eficiencia productiva y en la calidad de los productos finales, por lo cual solo pueden acceder a mercados pequeños. Los canales de comercialización comúnmente son por la venta directa hacia consumidores o intermediarios.

Este tipo de plantas requieren de permisos de funcionamiento, así como también seguir unos parámetros técnicos en lo concerniente a calidad y buenas prácticas de manufactura principalmente. Por ejemplo, la cooperativa Delicias del Sol, ubicada en El Salvador y fundada en 2005 emplea diferentes materias primas para deshidratación como la piña, coco, plátano, papaya, así como ajo y especias. Para estos productos su tiempo de vida útil establecido es 4 meses.⁵ Delicias del Sol utiliza bolsas de polipropileno como medio de empaque. La empresa tiene en funcionamiento 6 hornos de 10 bandejas y un horno de 30 bandejas y también deshidratadores solares. El proceso de deshidratación se lleva a cabo a una temperatura de 45°C, por lo cual el tiempo de deshidratación es largo y su rendimiento es del 25%. Por la baja demanda a veces los deshidratadores funcionan 2 veces al mes⁶.

1.3.2 Procesadores semi-industriales. Este tipo de procesadores utiliza tecnología en sus procesos, pero generalmente no son continuos. Trabajan por lotes

⁴ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 31. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

⁵ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 32. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

⁶ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 30. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

y procesan para clientes específicos. Algunas empresas extranjeras categorizadas como semi-industriales son PROIMAX y Agroindustrias Finca Don Chimino, también de El Salvador.

A continuación, se muestra un perfil de PROIMAX, la cual comercializa como DeliMaya. Algunas de las materias primas que se usan en la deshidratación son la piña, banano, mango, papaya, guineo. En DeliMaya hay un deshidratador de gas y uno eléctrico. Los procesos de deshidratación en esta empresa pueden tardar entre 12 y 24 horas. Además de las frutas mencionadas anteriormente, tienen otros productos como los tomates deshidratados en aceite y especias, mermelada de pepino y tomate y sal de vino tinto. Su porcentaje de ventas se distribuye entre las frutas citadas y las otras variedades de productos aquí mencionados.⁷

1.3.3 Procesadores industriales. Las empresas con este tipo de equipos procesan cantidades considerables de materia prima, operan con los registros sanitarios necesarios, además han obtenido certificados internacionales de calidad. Su producción está enfocada hacia los productos tradicionales de exportación, a pesar de que los procesos no son continuos.

Se emplea tecnología en la mayoría de las etapas del proceso y cuentan con sistemas de gestión de calidad. Dentro de esta categoría hay empresas que importan las frutas ya deshidratadas y solamente se encargan del empaque y comercialización tanto en el mercado local como internacional. Un ejemplo de este tipo de empresa es Casa Bazzini.⁸

Casa Bazzini es una empresa que inició operaciones en la ciudad de San Marcos, El Salvador en 1992 con la producción y comercialización de semillas, nueces y confitería. En 2001 la empresa incursionó en una línea para el procesamiento de derivados de soja. Actualmente Casa Bazzini ofrece una línea de nueces, fruta deshidratada, confites, granola y palanquetas. Dentro de las frutas deshidratadas que comercializa esta empresa se encuentran: higos, dátiles, albaricoques, mango,

⁷ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 34. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

⁸ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 33. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

papaya, piña, pasas y ciruelas. Su producción actual está comprendida entre 600 y 1200 libras diarias.⁹

1.4 TIPOS DE DESHIDRATACIÓN MÁS COMUNES PARA FRUTAS

1.4.1 Deshidratación mediante circulación forzada del aire. Por lo general este tipo de deshidratadores se componen de un armario o una cámara de la cual se pueden disponer uno o dos ventiladores que hacen circular aire caliente a través de varias bandejas sobre las cuales se coloca el alimento al cual se le va a retirar humedad¹⁰. El aire puede ser calentado ya sea mediante vapor, un combustible o electricidad.

Esta clase de deshidratadores resultan prácticos para productos pequeños y baja capacidad, por lo cual la deshidratación de sólidos en este tipo de equipos es útil. Estos equipos presentan estantes o carretes, en los que se puede apilar una cantidad determinada de bandejas con cierta separación entre sí, para permitir el flujo del aire caliente; la base de cada bandeja utilizada está hecha de una malla o material que permita aumentar la circulación del aire caliente y mejorar la superficie en contacto con el aire seco. A los costados de las bandejas, se pueden instalar unas placas deflectoras con el fin de distribuir el aire caliente uniformemente por encima y por debajo de las bandejas. Este tipo de secador se maneja de manera discontinua ya que el contacto con el aire del ambiente perturba la velocidad del proceso, por lo que la carga de las bandejas se debe renovar al final de cada operación. Adicionalmente, es importante tener precaución con el tiempo que la cámara del secador permanezca en contacto con el aire externo ya que se está consumiendo energía para calentar nuevamente las piezas que se enfrían por el ingreso de aire frío.

Uno de los inconvenientes con el uso de este tipo de equipos es la baja uniformidad del contenido de humedad del producto ya deshidratado. Para evitar esto, es importante reducir la cantidad de aire estancado y tratar de mantener una humedad y temperatura uniformes en todo el secador. También podrían pasarse grandes volúmenes de aire, en lo posible con velocidades entre 3 a 6 m/s introduciendo aire

⁹ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 35. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

¹⁰ TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa. 2 ed. Estados Unidos. McGraw-Hill, 1988. p. 731. [En línea]. Disponible en: <https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/05/operaciones-de-transferencia-de-masa-robert-e-treybal.pdf>.

caliente fresco hacia el interior del deshidratador¹¹, aunque los costos de esta última alternativa son altos y deben ser considerados. Lo que se hace usualmente es solo permitir pequeñas cantidades de aire fresco y recircular la mayoría (entre el 80 y 95%).¹²

El efecto producido por la recirculación de aire hace que la humedad del aire circundante al interior aumente más que la del aire fresco, lo que ocasiona que se obtengan bajos contenidos de humedad del producto final y, por lo tanto, velocidades de secado altas, mediante altas temperaturas.¹³

1.4.2 Deshidratación al aire libre. En la deshidratación al aire libre, las ondas provenientes del sol se transforman en calor mediante el principio de efecto invernadero a través de colectores solares. Para mayor rendimiento, algunos secadores solares tienen sistemas de calefacción combinado.¹⁴ Se usa un combustible o electricidad como fuente auxiliar para los periodos con deficiencia de radiación solar, para los días de baja radiación y seguir trabajando el equipo de noche.

1.4.2.1 Deshidratador solar tipo carpa. Consiste en una estructura metálica en forma de carpa triangular cubierta por plástico resistente a la radiación ultravioleta. Las aberturas de ventilación quedan ubicadas en la parte inferior por uno de los costados longitudinales y en la parte superior por el otro, más dos cubiertas de malla mosquitero para prevenir la entrada de insectos. A 20 cm de la superficie se encuentra la bandeja de secado removible, consistente en un tejido de hilo de nylon sobre el cual se puede colocar una malla fina para los productos a secar.

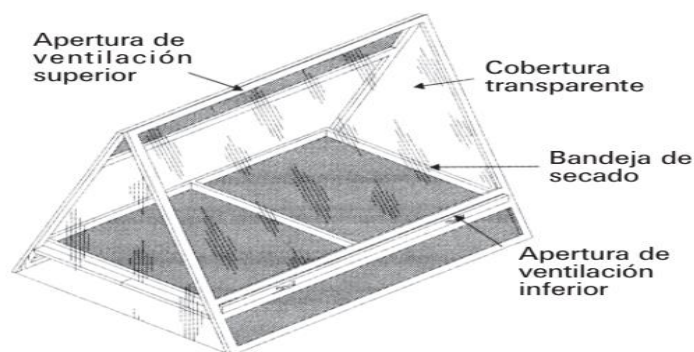
¹¹ TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa. 2 ed. Estados Unidos. McGraw-Hill, 1988. p. 732. [En línea]. Disponible en: <https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/05/operaciones-de-transferencia-de-masa-robert-e-treybal.pdf>.

¹² TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa. 2 ed. Estados Unidos. McGraw-Hill, 1988. p. 732. [En línea]. Disponible en: <https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/05/operaciones-de-transferencia-de-masa-robert-e-treybal.pdf>.

¹³ TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa. 2 ed. Estados Unidos. McGraw-Hill, 1988. p. 733. [En línea]. Disponible en: <https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/05/operaciones-de-transferencia-de-masa-robert-e-treybal.pdf>.

¹⁴ UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 12. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

Ilustración 5. Deshidratador solar tipo carpa



Fuente: UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 12. [En línea]. Disponible en:

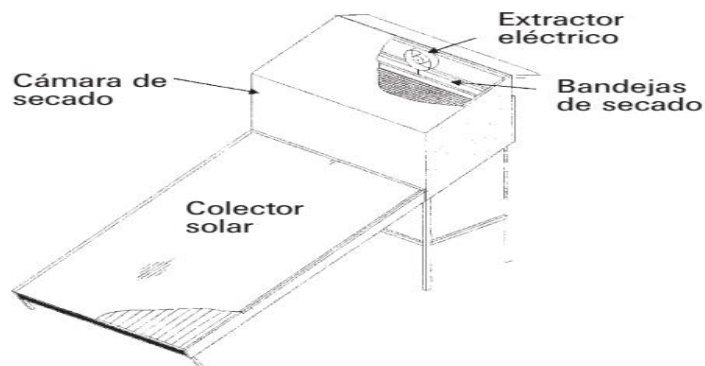
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

1.4.2.2 Deshidratador solar tipo armario. Consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinados, unidos entre sí por la parte inferior. En ésta se encuentran varias bandejas de secado removibles una encima de otra, protegidas por una puerta colocada en la pared trasera de la cámara.

El colector solar tiene un recubrimiento de vidrio, además de una chapa negra que por lo general se dispone en U para mejorar el área de intercambio de calor con el aire. El aire fresco entra por la parte inferior del colector, que se encuentra cubierto por una malla contra insectos, y se eleva su temperatura hasta los 25°C o 30°C, temperatura superior al ambiente. Finalmente entra a la cámara de secado en donde también se provee de un extractor eléctrico que garantiza una buena ventilación.¹⁵

¹⁵ UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 13. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

Ilustración 6. Deshidratador solar tipo armario



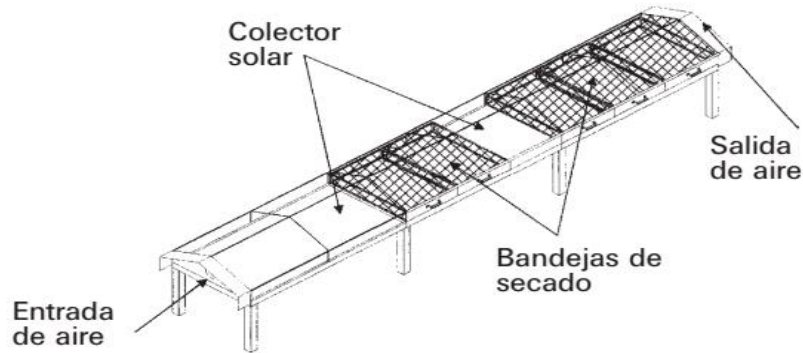
Fuente: UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 13. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>

..

1.4.2.3 Deshidratador solar tipo túnel. Consiste en un túnel horizontal con una base rígida de hierro y un recubrimiento transparente comúnmente de polietileno de larga vida útil. El túnel se encuentra seccionado en dos sectores de colector y secado. El primer sector tiene la función de calentar el aire que ingresa y en el segundo sector se secan los productos.

El aire realiza su recorrido horizontalmente mediante circulación forzada a través del túnel con ayuda de un ventilador. Dependiendo de la altura de las bandejas, en este tipo de equipos es posible secar productos que ocupen un volumen grande como pueden ser hierbas o flores. Ese tipo de secador solar se encuentra protegido en los extremos por una malla contra insectos.

Ilustración 7. Deshidratador solar tipo túnel



Fuente: UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 14. [En línea]. Disponible en:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

1.4.3 Deshidratación osmótica. La deshidratación osmótica es un método de eliminación de agua que consiste en introducir en un medio líquido frutas u hortalizas, ya sean troceadas o enteras. El medio líquido consiste en una solución hipertónica compuesta por solutos que tienen la capacidad de generar una presión osmótica alta, que permite conservar por mayor tiempo el producto y mejorar sus propiedades sensoriales.

Durante el proceso ocurre una salida significativa de agua desde el producto hacia el medio líquido, y una pérdida pequeña de sólidos solubles del producto. La transferencia de masa se puede dar a través de una membrana que posee permeabilidad diferencial regulando la entrada y salida de sólidos solubles, en donde se va eliminando agua sin que cambie su estado.¹⁶

¹⁶ RIOS PEREZ, Margarita María; MARQUEZ CARDOZO, Carlos Julio; y CIRO VELASQUEZ, Héctor José. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía. Julio-Diciembre, 2005. Vol. 58. no 2. p. 2989-3002. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200013.

1.5 CONDICIONES COMUNES DE DESHIDRATACIÓN

1.5.1 Condiciones de deshidratación por aire forzado. Con este tipo de deshidratación debe tenerse en cuenta qué si inicialmente la temperatura es muy baja, pueden desarrollarse microorganismos antes de que el producto sea adecuadamente deshidratado. En contraste, si la temperatura es muy elevada y la humedad muy baja, la superficie del producto puede endurecerse manteniendo la humedad interna.

La temperatura típica para deshidratar alimentos normalmente es de 40° a 60°C. A mayor cantidad de calor se cocina el alimento, y si es aún mayor, se cocina su exterior impidiendo que la humedad interna escape.

Ilustración 8. Tabla de productos comunes para deshidratar

Producto:	fresco(%)	seco(%)	°C
Granos:			
arroz	24	14	50
maíz	35	15	60
poroto	70	5	n/d
maní	40	9	n/d
café	50	11	n/d
Tubérculos:			
papa	75	13	55
mandioca	62	13	n/d
batata	80	13	70
Hortalizas:			
arveja	80	5	60
cebolla	80	4	55
hortalizas en hoja	80	10	50
tomate	95	8	65
repollo	94	4	55
zanahoria	70	5	60
locote y ají	86	5	60
ajo	80	8 a 10	55
Frutas:			
durazno	85	18	n/d
manzana	84	14	50
banana	80	15	70
guayaba	80	7	n/d
uva	80	15 a 20	55
mango	85	12 a 15	65
mamón	85	2 a 15	65
pescado (sin salado)	80	15	40
pescado (con salado)	80	35 a 45	40

Fuente: UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 27. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

En la anterior tabla se muestran diversos productos que se pueden deshidratar y sus temperaturas de secado. Por lo tanto, partiendo de esta información se puede observar que en el caso de los frutos un intervalo de temperatura de secado válido está entre 40 y 60 °C. Además, cabe notar que el tiempo de deshidratación depende del producto: su grosor, humedad relativa, etc. Generalmente es mejor una sobredeshidratación que una subdeshidratación, por tanto, es aconsejable examinar el estado de la fruta por lo menos cada dos horas. Las bandejas en lo posible deben rotarse para obtener un deshidratado uniforme. Al comienzo del deshidratado no hay peligro que el producto se tueste. El riesgo se vuelve inminente al término del secado si la temperatura sobrepasa el límite ya que un producto tostado pierde propiedades nutricionales importantes¹⁷.

1.5.2 Condiciones de deshidratación al aire libre. Algunos factores claves para un buen secado al aire libre son: Aire caliente a una temperatura entre 40 y 70°C, Aire con bajo contenido de humedad y que tenga movimiento constante. Sin embargo, este método presenta algunos inconvenientes:

- Por la humedad del ambiente el proceso es lento.
- Exposición de los productos al polvo, insectos y otros animales que pueden causar deterioro y enfermedades.
- La exposición directa de los alimentos a los rayos ultravioleta puede perjudicar su calidad (pérdida de color, vitaminas y componentes nutricionales).

1.5.3 Condiciones de deshidratación osmótica. De acuerdo con Arango y Sanabria (1986) se han realizado ensayos de deshidratación osmótica en banano, mandarina, guayaba, tomate, mora, curuba, breva, tomate, pimentón y cebolla. “Los tratamientos se efectúan por inmersión en jarabe de sacarosa de 70°Brix durante 96 horas a temperatura ambiente. Además, se realizan ensayos con piña en trozos, con el uso de jarabe invertido a 70°Brix y melaza a 70°Brix, como medios osmodeshidratantes a temperatura ambiente, y 37 °C con y sin agitación.

La piña osmodeshidratada tiene una buena calidad frente a los trozos de piña frescos. La mayor disminución de peso ocurrió durante las doce primeras horas, sin diferencias significativas entre la piña madura y la piña osmodeshidratada en jarabe invertido de 70°Brix; la reducción de peso en la deshidratación con agitación

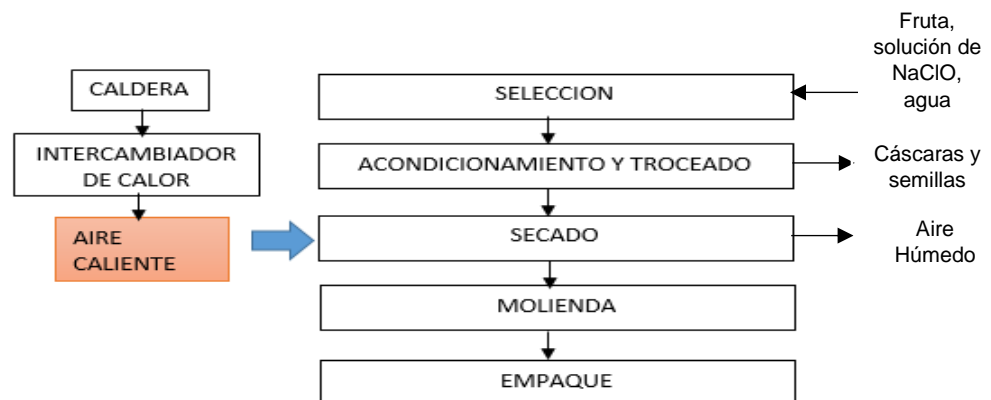
¹⁷ SUPLIGUICHA CANDO, Marco Vinicio. Aplicación de la técnica de deshidratación en hierbas, flores y frutas para la elaboración de blends con té negro, té verde y té blanco. Monografía previa a la obtención del título de Licenciado en Gastronomía y servicio de alimentos y bebidas. Cuenca.: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad., 2017. 153 p. [En Línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27474/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>.

a 37 °C fue mayor en la melaza que en el jarabe invertido”. En el proceso con jarabe invertido se presenta una mayor ganancia de sólidos que en el tratamiento con melaza en las mismas condiciones¹⁸.

1.6 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS EN COLOMBIA

Existe en Colombia la empresa Alimentos Naranja Verde dedicada a la transformación y comercialización de alimentos deshidratados cuya técnica de deshidratación está basada en el uso de aire caliente. Con este método, el aire se calienta mediante un intercambiador de calor, empleando gas natural como combustible. Posteriormente, el aire caliente es impulsado a través del producto que se va a deshidratar, mediante la transferencia de calor por el mecanismo de convección, lo que ocasiona la evaporación de agua.¹⁹ El diagrama de proceso se muestra a continuación:

Ilustración 9. Diagrama de proceso de obtención de aromáticas



Por otro lado, en los últimos años se ha desarrollado un nuevo método para el secado de alimentos. Esta necesidad surge por el crecimiento en el consumo de frutas, en donde se pasó de tener alrededor de 240 millones de consumidores en 2002, a 1200 millones de consumidores en 2010. Por el hecho de hacer referencia a cultivos perecederos, las pérdidas en postcosecha pueden alcanzar hasta 60%

¹⁸ RIOS PEREZ, Margarita María; MARQUEZ CARDOZO, Carlos Julio; y CIRO VELASQUEZ, Héctor José. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. *En: Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Julio-Diciembre, 2005. Vol. 58. no 2, p. 2989-3002. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200013.

¹⁹ La deshidratación. Disponible en: <http://www.naranjaverde.co/deshidratacion>. [Citado el día: 18 de noviembre de 2017.]

dependiendo de la fruta y de su lugar de cultivo. Para los países en vía de desarrollo las pérdidas de productos frescos pueden estar entre 25 y 50%.

El Instituto de Biotecnología y Agroindustria de la Universidad Nacional sede Manizales desarrolló un nuevo método que puede mejorar los tiempos de secado de las frutas. Este método consiste en el secado con aire asistido con ultrasonido. En este proyecto no solamente está involucrada la Universidad Nacional, sino también la empresa Industrias Alimenticias La Gloria S.A.S, la cual tiene sede en el municipio de Palestina (Caldas). El método de deshidratación que se emplea en esta microempresa es el secado por convección forzada de aire, en donde las porciones de fruta se someten a altas temperaturas, con el objetivo de disminuir los niveles de humedad.²⁰ Sin embargo, este proceso por tiempos de operación y altos consumos de energía resulta siendo costoso.

Por ejemplo, para deshidratar banano por ultrasonido, se pueden utilizar rodajas de 6 mm de altura por 36 mm de diámetro, cuando éstas se introducen al interior del secador, se ponen cerca de un punto de contacto con un piezoeléctrico el cual se encarga de enviar las ondas a la fruta. Cuando una onda de ultrasonido viaja a través de la estructura de la fruta, se produce un efecto de esponja. Este efecto se traduce en una compresión y expansión, formando una especie de canales que facilitan el transporte de agua desde el interior de la fruta hasta la superficie; así se obtiene un tiempo de secado más corto.

Con este método se presenta el fenómeno de cavitación, en donde al agua cambia de estado líquido a vapor por los cambios de presión que se presentan. Con estos cambios de presión se forman puntos más altos de temperatura y presión y en esos puntos el ultrasonido es más eficiente.²¹

²⁰ ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 34. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

²¹ IDARRAGA, María Laura. Ultrasonido para deshidratar frutas. En: UN periódico.. No 187. Abril 12 de 2015. [En línea]. Disponible en: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/ultrasonido-para-deshidratar-frutas.html>. [citado el 19 de noviembre de 2017].

2. MARCO CONCEPTUAL

DESHIDRATACIÓN: pérdida de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo. Este proceso tiene gran incidencia en las condiciones del producto final, porque se pueden presentar cambios químicos en los componentes principales de la pulpa de la fruta²². Éste se puede presentar por fenómenos de transferencia de calor, mediante el mecanismo de convección, involucrando el contenido de agua de la fruta, ocasionando la evaporación de ésta. Este proceso es un método para la conservación de alimentos, ya que cuando no se presentan grandes cantidades de agua en los materiales sólidos, se evita el crecimiento de microorganismos. Con esta técnica de conservación se puede obtener alimentos deshidratados con un contenido de humedad menor al 20%.²³

La deshidratación no solamente involucra fenómenos de transferencia de calor, sino también transferencia de masa en simultáneo²⁴. Con esta particularidad, se debe saber que la velocidad de secado es primordial puesto que permite establecer condiciones óptimas de operación para la deshidratación de materiales sólidos dentro de las cuales se encuentran: la temperatura del aire circundante, el tiempo requerido para que la fruta alcance una humedad determinada, la velocidad del aire fresco, el tipo de corte y espesor puesto que tiene incidencia en el área de contacto del material sólido con el aire fresco y la humedad del aire²⁵.

Otra consideración importante para tener en cuenta para deshidratar frutas es la homogeneidad del corte y la distribución del material²⁶. Dependiendo del tipo de

²² REYES DE, C; GUZMAN, R y CAMARGO, C. Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso. En: Revista Colombiana de Química. 1974. vol. 4. no 1, p. 29-39. [En línea]. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/15548/1/10177-18816-1-PB.pdf>.

²³ SANTANA LOZANO, Luis David y CUBILLOS ORTIZ David Ricardo. Propuesta de diseño de un deshidratador tipo bandeja para la producción de frutas tipo snaks para EcoVitale Orgánico. Trabajo de grado ingeniero químico. Bogotá D.C.: Fundación Universidad de América. Facultad de ingenierías. 2016. 134 p. [En Línea]. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/451/1/1030628724-2016-2-IQ.pdf>.

²⁴ DURAN JIMENEZ, Andrés. Diseño de un sistema de secado y separación de impurezas para polen apícola en Colombia. Tesis de Magister en ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, Posgrado en ciencia y tecnología de alimentos. 2014. p. 16. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46594/1/01107556.2014.pdf>.

²⁵ DURAN JIMENEZ, Andrés. Diseño de un sistema de secado y separación de impurezas para polen apícola en Colombia. Tesis de Magister en ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, Posgrado en ciencia y tecnología de alimentos. 2014. p. 18-21. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46594/1/01107556.2014.pdf>.

²⁶ DELLA ROCCA, Patricia. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de maestría en Tecnología de los alimentos. Buenos Aires.: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires. 2010. p. 15. [En línea]. Disponible en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2010-Rocca.pdf>.

corte, lo más recomendable es que los tamaños sean similares entre sí, porque de lo contrario los trozos de fruta más delgados pueden secarse más de lo necesario, lo que conlleva a que se pierdan componentes esenciales y el producto final no sea homogéneo. Los bordes entre cada rodaja no deben estar juntos para evitar que las rebanadas se junten y así se permita un flujo de aire adecuado.

Este proceso se diferencia del secado porque el secado no necesariamente elimina todo el contenido de agua libre, además que en la deshidratación las variables se pueden controlar.

MOLIENDA: operación que consiste en la reducción del tamaño de partícula hasta un tamaño deseado menor que el de la alimentación, para un proceso específico. A pesar de que solo conlleva una transformación física de un material sin alterar su constitución, esta operación es de gran importancia en procesos industriales, debido a que el tamaño de partícula tiene relación con la superficie que a su vez incide en los fenómenos de transferencia.

La reducción de tamaño se lleva a cabo fraccionando la muestra por medios mecánicos. En caso de que el material sólido tenga una humedad alta, se puede obtener una pasta en lugar de reducir el tamaño. Entre más fina la operación, su costo aumenta. Algunos de los métodos más comunes que se emplean para molienda son: Impacto, cizalla, compresión y corte.

El mecanismo de impacto consiste en un rompimiento por golpe, que produce diferentes tamaños; El de compresión consiste en la reducción de tamaño del material sólido aplicando presión arriba y abajo del material; El de cizalla consiste en la reducción de tamaño del material mediante 2 fuerzas que tienen direcciones opuestas y el mecanismo de corte es similar al de cizalla.

Para esta operación se debe tener en cuenta que la energía para la fractura depende del material, la eficiencia del proceso está relacionada con la magnitud de la fuerza mecánica utilizada y el tipo de fuerza que se aplica al material.

SECADO: proceso que consiste en la separación de la humedad de los sólidos mediante una corriente de aire. También es una técnica de conservación de alimentos cuyo fin es extraer agua para impedir la proliferación de microorganismos y dificultar su putrefacción. En este proceso, ocurren dos fenómenos en simultáneo: una transferencia de energía de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie del sólido, y a su vez, una transferencia de la humedad interna hacia la superficie.

La velocidad a la cual se efectúa la operación de secado está determinada por la velocidad a la cual los procesos de transferencia de calor y de humedad se llevan a

cabo. La transferencia de calor hacia el sólido puede ocurrir ya sea por convección, conducción y/o radiación, o por una combinación de los 3 fenómenos. El producto húmedo se somete a acción de una corriente de aire caliente con un bajo contenido de humedad, haciendo que la humedad del sólido se evapore, lo que conlleva a un aumento de la humedad del aire, puesto que se origina un gradiente de temperatura entre el aire y la superficie del sólido.

TAMIZADO: método físico de separación de mezclas, que consiste en hacer pasar una mezcla de diferentes tamaños por un tamiz u otro equipo con el que se pueda colar el material. Los sólidos se sitúan en la parte superior del tamiz, para que los sólidos de menor tamaño (finos) pasen a través de éste, mientras que los sólidos de mayor tamaño se retengan. En caso de que el material molido no sea uniforme, se emplea una serie de tamices de diferentes tamaños para separarlos en fracciones clasificadas por tamaños.

Un análisis de tamizado implica una columna jerarquizada de tamices de mayor a menor abertura, siendo el último el de menor abertura. Una muestra pesada se vierte en el tamiz superior, el cual tiene las aberturas más amplias. En la base está un recipiente redondo que actúa como receptor del material tamizado.

La columna se coloca en una coctelera mecánica. La coctelera agita la columna durante un tiempo fijo. Después de sacudir completamente el material, se pesa lo que haya retenido cada tamiz. El peso de la muestra de cada tamiz entonces es dividido por el peso total para dar un porcentaje retenido en cada tamiz.

3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO QUE ACTUALMENTE ES UTILIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO

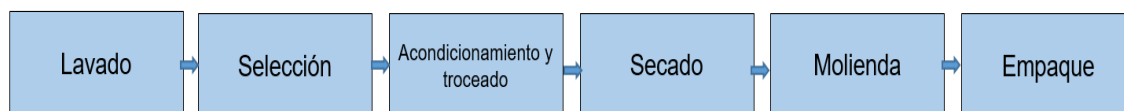
Este capítulo es construido a partir del procedimiento actual de obtención de aromáticas utilizado por el Jardín Botánico José Celestino Mutis. Con base en esto, se explica lo que sucede etapa por etapa, con el objetivo de realizar una descripción detallada, que permita identificar las posibles condiciones que puedan ser mejoradas en el proceso de obtención de aromáticas Casa Fusión Andina.

3.1 ETAPAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS A NIVEL LABORATORIO

Para la obtención de las infusiones de la Casa Fusión Andina, se deben tener en cuenta los requerimientos en cuanto a variables que puedan afectar el proceso y la calidad del producto final. Para el desarrollo del proceso se parte del procedimiento utilizado en el Jardín Botánico José Celestino Mutis. Este se basa en una serie de etapas para la transformación (Ilustración 9) de cuatro especies frutales que son la papayuela (*Vasconcellea pubescens*), uchuva (*Physalis peruviana*), mora (*Rubus glaucus*) y agraz (*Vaccinium meridionale*).

Mediante la experimentación realizada por el grupo de investigación "Alianza Gastronómica Biodiversidad Andina" dentro del cual se encuentra el Jardín Botánico, se pudo establecer que en la elaboración de las infusiones existen 6 etapas principales: lavado, selección, desinfección, acondicionamiento y troceado, secado y finalmente el empaque; las etapas en el procedimiento de transformación son las mismas para las cuatro especies frutales y la variación se da en el acondicionamiento de las muestras y los tiempos de secado.

Ilustración 10. Etapas generales del proceso

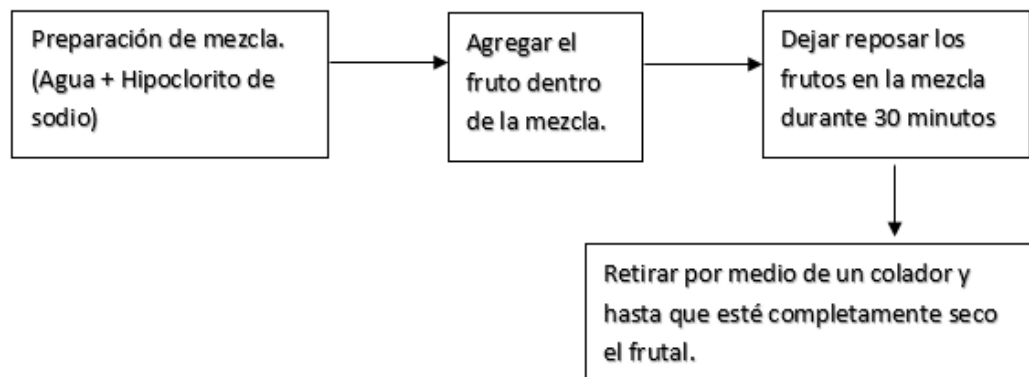


3.1.1 Lavado y desinfección. El lavado es una operación sanitaria que se debe realizar con el objetivo de eliminar sustancias contaminantes presentes en la superficie de la materia prima. En este caso se encuentran trozos de tierra en la fruta o partículas extrañas que no son removidas en la postcosecha del fruto y que pueden llegar a cambiar propiedades organolépticas en el resultado final²⁷.

²⁷ ICTA, UNALBO, Protocolo para la obtención de aromáticas de la Casa Fusión Andina. Laboratorio planta de investigación de productos vegetales. Bogotá. 2015.

El procedimiento para la desinfección de un kilogramo de fruta se realiza con agua potable e hipoclorito de sodio con una concentración de 50 ppm. Esta materia prima se sumerge dentro de la solución con el fin de eliminar residuos o bacterias presentes; enseguida se enjuagan con abundante agua hasta que se elimine cualquier residuo contaminante de la fruta. A continuación, se presenta un diagrama con la descripción de la etapa de lavado (Ver Ilustración 11).

Ilustración 11. Procedimiento para la etapa de lavado



Es necesario dejar los rabillos de los frutales mientras están sumergidos, con el fin de obtener una desinfección total ya que de lo contrario los microorganismos pueden ingresar a la pulpa y la desinfección no será efectiva.²⁸ Este tratamiento se lleva a cabo con hipoclorito de sodio debido a su bajo costo y su alto grado de desinfección, gracias a la formación de ácido hipocloroso y ácido clorhídrico; la forma no disociada del ácido en el equilibrio es la especie activa frente a los microorganismos en la fruta.²⁹

El tiempo de contacto de la fruta con la solución es de 30 min. Esta concentración de hipoclorito de sodio no es alta; además se cubre todo tipo de posibilidades de que quede algún residuo orgánico y microbiano que contamine la fruta como por ejemplo la fresa. Según Wu y colaboradores (2000) "se reduce la carga de *Shigella sonnei*³⁰ si se utiliza una concentración de 250 ppm de la solución con hipoclorito

²⁸ Lavado y desinfección. Disponible en: https://www.profeco.gob.mx/tecnologias/proc_tec/Lavado_desinfec.asp. [Citado el día: 20 de Julio de 2017].

²⁹ Lavado y desinfección. Disponible en: https://www.profeco.gob.mx/tecnologias/proc_tec/Lavado_desinfec.asp. [Citado el día: 20 de Julio de 2017].

³⁰ WU, F, M, *et al.* 2000. Fate of *Shigella sonnei* on Parsley and methods of desinfection. *En: Journal Food Protection*. Diciembre, 1999. vol. 63. no. 5, p. 568-572. [En línea]. Disponible en: <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-63.5.568?code=fopr-site>.

de sodio durante 5 minutos"; en este orden de ideas lo que se propone en el procedimiento actual es, utilizar 50 ppm durante 30 min consiguiendo un nivel de desinfección similar, sin degradar la corteza frutal de las especies debido a las altas concentraciones de hipoclorito de sodio.

3.1.2 Selección. En esta etapa se retira toda especie que esté en estado de descomposición o que no se encuentre en su estado de madurez (aún muy verde) para que el producto final no se vea afectado organolépticamente.

Al hacer esto se pierde materia prima, pero se evita rechazar un lote de producción por frutas con características inapropiadas que se integran en el proceso de desarrollo de la aromática. Con este fin, se muestra a continuación la materia prima recibida ya lavada y desinfectada para continuar con la producción utilizando una base de cálculo de 1 kg, para identificar en el proceso las etapas y variables con mayor relevancia según lo observado a nivel laboratorio.

Tabla 5. Datos del peso de los 4 frutales antes y después de la selección

Especie	Peso inicial (g)	Peso final (g)
Papayuela	1000	946.4
Uchuva	1000	920.9
Mora	1000	812
Agraz	1000	943

3.1.3 Acondicionamiento y troceado. El objetivo principal del acondicionamiento es retirar en lo posible semillas, cáscaras y hojas de aquellas frutas que las contengan. Del mismo modo, se estudia la geometría adecuada dada por el corte ya que el área de contacto de la fruta va a tener influencia en los fenómenos de transferencia de masa y calor durante la siguiente etapa que corresponde al secado.

A continuación, se muestra el acondicionamiento realizado a nivel laboratorio en el Jardín Botánico para cada una de las frutas seleccionadas, tomando como referencia la base de cálculo de 1 kg que se tuvo en cuenta en la Tabla 5.

3.1.3.1 Acondicionamiento de Papayuela. Esta es una fruta con alto contenido de agua, aunque su proceso de secado es rápido y efectivo. El troceado se realiza tanto en julianas como en cuadros con el fin de estimar qué geometría entrega un tiempo de secado más corto para reducir costos. Se escoge para la papayuela el troceado en julianas porque su adecuación se realiza en aproximadamente 90 min para cada kg de materia prima.

Ilustración 12. Troceado de papayuela en julianas



3.1.3.2 Acondicionamiento de Uchuva. Para esta especie el troceado se realiza en mitades según el procedimiento revisado³¹, pues el fruto entero no logra completar el proceso de secado dadas las características de sus tejidos. Para asegurar el proceso de realizan cortes más pequeños de tal forma que se acelere el proceso de secado.³²

³¹ DUQUE C., Alba L; VILLAMIZAR V., Rafael H y GIRALDO P., Germán A. Evaluación de las técnicas de secado de uchuva (*Physalis Peruviana l.*) y mora (*Rubus Glaucus*) con aire caliente y aire caliente-microondas. En: Revista Tumbaga. 2011. vol. 1. no. 6. p. 17-28. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/45/45>.

³² GARCÍA, María Cristina. (2003). Uchuva: Cosecha y poscosecha. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316158882_Uchuva_Cosecha_y_poscosecha. [Citado el 28 de enero de 2018].

Ilustración 13. Troceado de uchuva en mitades



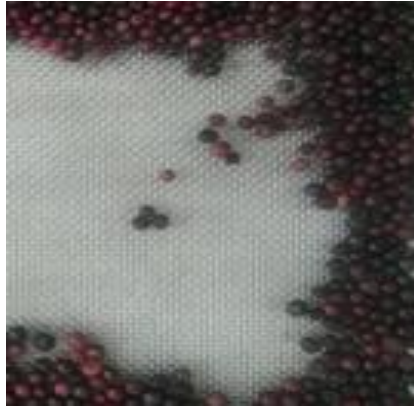
3.1.3.3 Acondicionamiento de Mora. Esta especie se adecúa mediante un corte en mitades. Esto se hace por cuestiones de rendimiento, ya que no se pierde tanto material como si se perdería realizando cortes más pequeños. Además, la geometría de la fruta permite que el corte sea sencillo para evitar que el tiempo de acondicionamiento sea largo. A continuación, se muestra una ilustración de su troceado.

Ilustración 14. Troceado de mora en mitades



3.1.3.4 Acondicionamiento de Agraz. El agraz se deja entero ya que su tamaño es reducido (1.2 cm de diámetro), lo que resulta en una dificultad para cortar o realizarle alguna adecuación.

Ilustración 15. Agraz entero



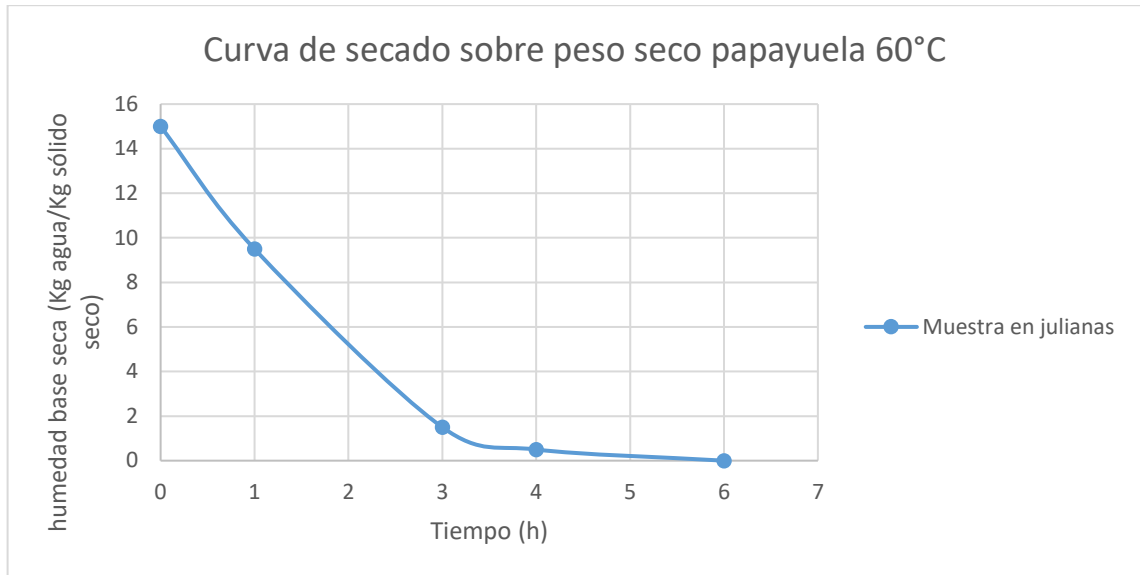
3.1.4 Secado. Esta es una operación unitaria donde se involucra la transferencia de calor y de masa al mismo tiempo. En el marco conceptual se trató esta operación unitaria con mayor detalle. Para identificar los tiempos necesarios para el secado de cada una de las frutas, a continuación, se presentan algunos resultados representativos para el proceso. Cabe resaltar que estos resultados hacen parte de lo obtenido por Casa Fusión Andina a escala laboratorio.

Gracias a que las frutas tienen un alto contenido de agua se deben dejar en deshidratación para que la mayoría de humedad se retire del fruto y así mismo evitar el crecimiento microbiano; sin embargo, aun en estas condiciones perdura la acción de muchas enzimas. Las frutas deshidratadas están sujetas a reacciones de deterioro cuando no se inactivan sus enzimas con un tratamiento de escaldado³³, como es el caso de la uchuva. Algunas enzimas llegan a actuar con un mínimo de agua, como ocurre con las lipasas que contienen los aceites puros. Este último caso pasa con la uchuva que es utilizada para un tipo de aromática, denominada Fusión Amarilla.

3.1.4.1 Secado de papayuela. El proceso de deshidratación de la papayuela se realiza entre cuatro y seis horas y no depende de la geometría del troceado; sin embargo, los rendimientos son bajos desde el momento de la adecuación (30%) ya que la mitad de la fruta contiene semillas que se deben retirar y además pierde humedad con rapidez. A continuación, se muestra una gráfica de su curva de secado a 60°C.

³³ BADUI DERGAL, Salvador. Química de los alimentos. 4 ed. México D.F.: Ed Pearson, 2006. 734 p. [En línea]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf.

Gráfico 1. Curva de secado en base seca de papayuela a 60°C



El proceso de secado se demora 6 horas una temperatura de 60°C, dado que, si bien la curva de secado indicó que a las cuatro horas se puede detener, la molienda, que es una etapa posterior, solamente da buenos resultados cuando la muestra se somete a seis horas de deshidratación, ya que, si la muestra queda con una humedad mayor al 10%, la molienda puede ser ineficiente. El rendimiento de secado para la papayuela a nivel laboratorio es del 6.36%. La humedad final de la papayuela debe ser menor al 5%.³⁴

Cuadro 1. Pesos en la etapa de secado para la papayuela

Peso inicial muestra troceada en julianas (g)	381.8
Peso final muestra troceada en julianas (g)	24.3

Los bajos rendimientos en el peso final de este fruto se dan debido a su cantidad de agua, Además, su cáscara y sus semillas son retirada en el proceso de adecuación, dando así un área de contacto mayor de la pulpa con el aire utilizado en el proceso de secado lo cual aumentará la pérdida de humedad del fruto.

³⁴ MARTÍN MONTAÑEZ, Gina Paola y SILVA LOPEZ, Gloria Esperanza. Plan de mercadeo, lanzamiento y comercialización del nuevo producto panela instantánea Tierranela. Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Gestión de Mercadeo. Bogotá D.C.: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ciencias Empresariales, 2011. p 42. [En línea]. Disponible en: http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/2494/TGM_SilvaGloriaEsperanza_2011.pdf?sequence=1.

A continuación, se presenta la imagen de la fruta luego de que se completa la etapa de secado:

Ilustración 16. Papayuela deshidratada

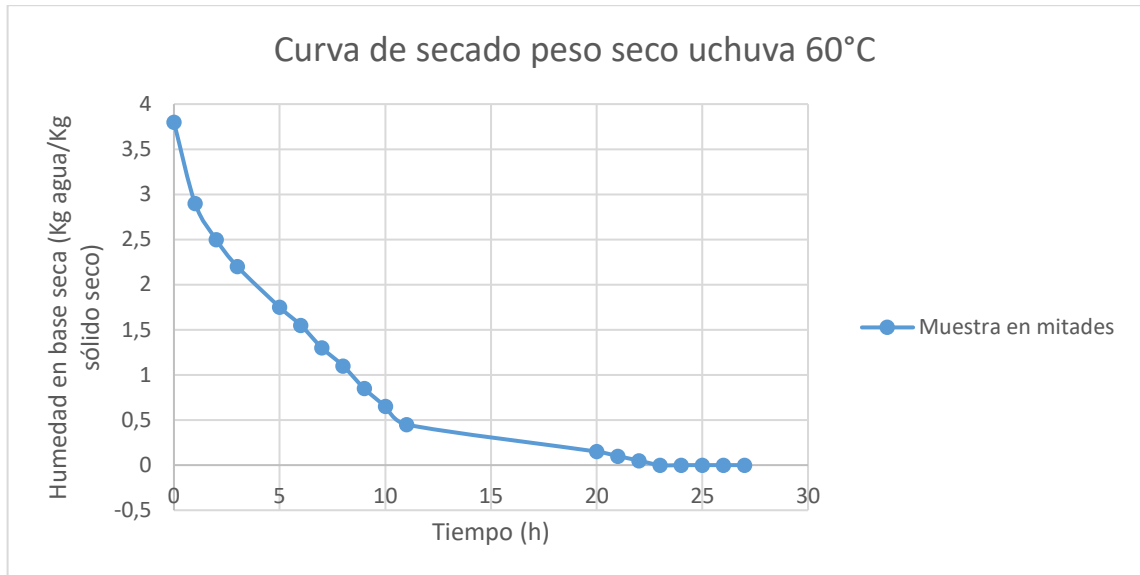


3.1.4.2 Secado de Uchuva. Para esta especie el troceado en mitades demora el proceso de secado por las características de sus tejidos, puesto que actualmente se realiza de forma manual. El proceso de secado se realiza hasta que el peso de la uchuva sea constante, para así corroborar que se haya eliminado la mayoría de humedad.

Esta fruta es difícil de secar debido a que en su estructura se encuentran lípidos que no se evaporan con el paso del aire y del calor del horno. Esto se debe al contenido de vitamina E presente en la fruta que es de 86,30g por kg de lípidos totales, mayor contenido comparado con las semillas que alcanzan 29,70 g por kg de lípidos³⁵. A continuación, se muestra una gráfica de su curva de secado a 60°C.

³⁵ ARISTIZABAL MONTOYA, Ana María. Uchuva (*Physalis Peruviana L.*): estudio de su potencial de aplicación en el desarrollo de alimentos con características funcionales. Tesis de especialización en alimentación y nutrición. Caldas, Antioquia.: Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ingenierías. 2013. p 19. [En línea]. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1044/1/Uchuva_estudio_potencial_aplicacion_desarrollo_alimentos_funcionales.pdf.

Gráfico 2. Curva de secado en base seca de uchuva a 60°C



En el gráfico 2 se observa una reducción drástica de humedad durante las primeras 11 horas. A partir de la hora 12 la disminución de humedad es más progresiva. Con los datos de la tabla 7, el rendimiento obtenido del secado es del 15.7%. La humedad final se encuentra cerca del 2.5% en base seca.³⁶

Cuadro 2. Pesos en la etapa de secado para la uchuva

Peso inicial muestra troceada en mitades (g)	836.3
Peso final muestra troceada en mitades (g)	131.3

A continuación, se presenta la imagen de la fruta luego de que se completa la etapa de secado:

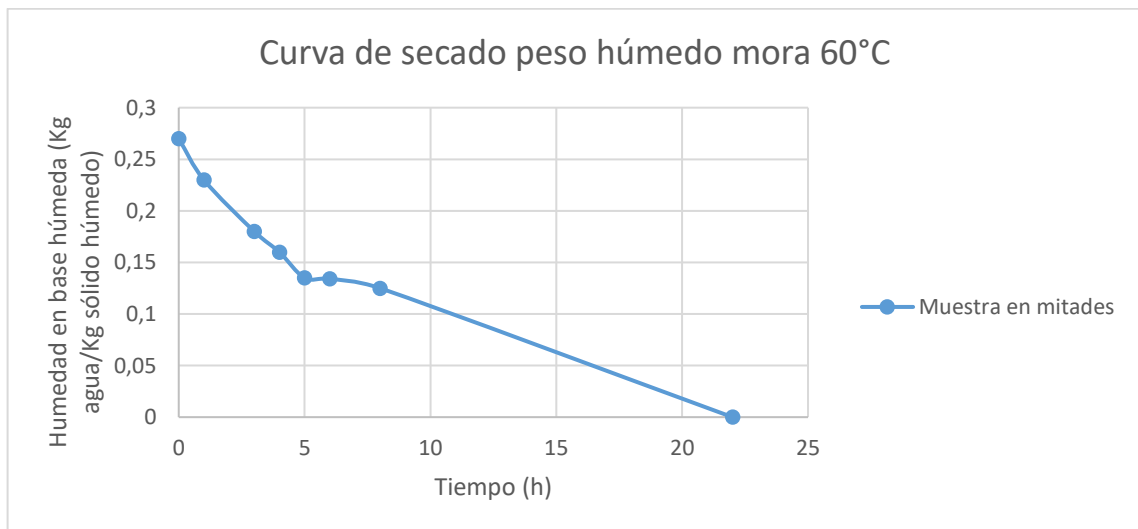
³⁶ CASTRO, Adriana M; RODRIGUEZ, Ligia y VARGAS, Edgar M. Secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. *En: Vitae*, revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Abril, 2008. vol. 15. no 2, p. 226-231. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a04.pdf>.

Ilustración 17. Uchuva deshidratada.



3.1.4.3 Secado de Mora. Para esta especie los tiempos de secado se encuentran entre 22 y 44 horas dadas las características de sus tejidos, el troceado en mitades es efectivo pues aumenta al doble el área de contacto de la muestra a las condiciones de deshidratación, lo cual reduce el tiempo de secado a la mitad del tiempo que tarda la deshidratación con los frutos enteros. A continuación, se muestra una gráfica de su curva de secado a 60°C.

Gráfico 3. Curva de secado en base húmeda mora en mitades a 60°C



En el gráfico 3 se evidencia una pérdida significativa de humedad durante las primeras 5 horas. A partir de la hora 6 la disminución de humedad es más paulatina.

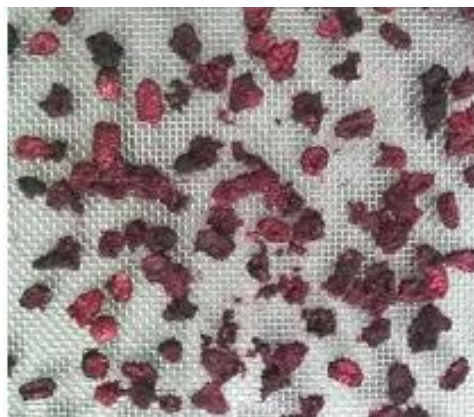
Con los datos de la tabla 8, el rendimiento obtenido del secado es del 15.11%. La humedad final debe ser inferior al 5%.³⁷

Cuadro 3. Pesos en la etapa de secado para la mora

Peso inicial muestra mitades (g)	772
Peso final muestra mitades (g)	116.7

A continuación, se presenta la imagen de la fruta luego de que se completa la etapa de secado:

Ilustración 18. Mora deshidratada



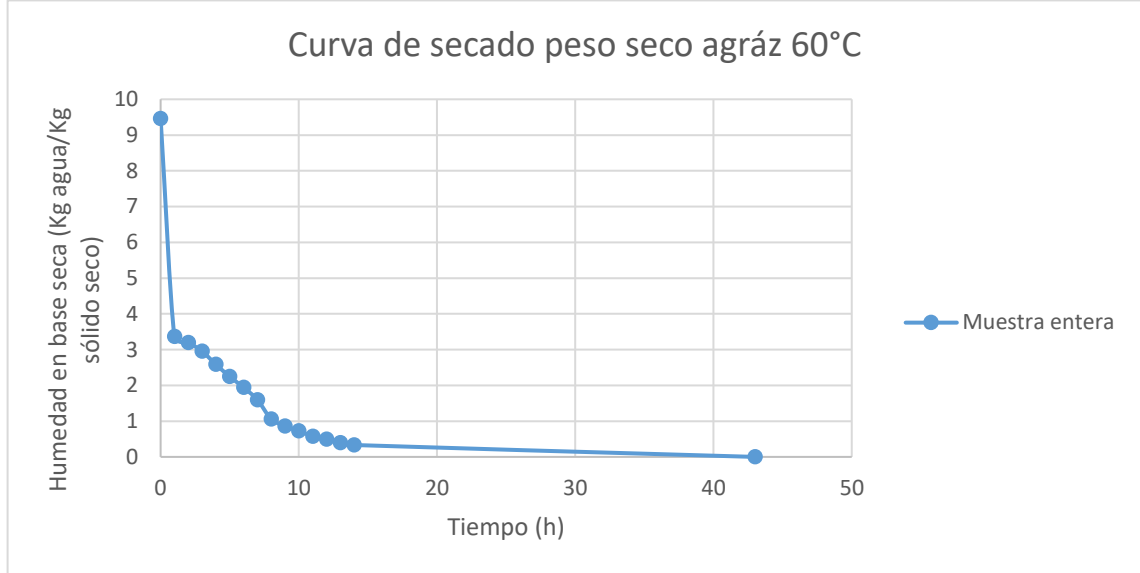
3.1.4.4 Secado de Agraz. El tiempo que se requiere para el secado de frutos de agraz es de 43 h debido a que sus tejidos deben ser muy bien secados, dado que el proceso se realiza con los frutos enteros. El tiempo de secado para este frutal, podría estar asociado a que la piel del agraz se caracteriza por estar cubierta por una capa cerosa que disminuye su permeabilidad y por lo tanto dificulta la eliminación de agua³⁸, lo que genera un problema para el proceso debido al tiempo

³⁷ AMORES VIZUETE, Daniela de los Ángeles. Evaluación nutritiva de la mora de castilla (*Rubus Glaucus*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas. Tesis de grado Bioquímico Farmacéutico. Riobamba.: Escuela Superior técnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2011. 110 p. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>.

³⁸ LABORDE, Mariana B.; BARRETO, Gastón M. y PAGANO, Ana M. Pasas de uva de bajas calorías obtenidas por deshidratación combinada: optimización del proceso y evaluación de la eficiencia antioxidante. *En: Avances en Ciencias e Ingeniería*. Enero-Marzo, 2015. vol. 6. no 1, p. 17-30. [En línea]. disponible en: http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/2015/Vol6/Nro1/3-ACI1220-14-full.pdf.

que se debe tener en operación el equipo. A continuación, se muestra una gráfica de su curva de secado a 60°C.

Gráfico 4. Curva de secado en base seca agraz entero a 60°C



En el gráfico 4 se muestra una reducción significativa de peso durante la primera hora. A partir de la segunda hora, la pérdida de humedad se hizo más progresiva. Con los datos de la tabla 9, el rendimiento obtenido del secado es del 19.84%. La humedad final debe ser del 5%.³⁹

Cuadro 4. Pesos en la etapa de secado para el agraz

Peso inicial muestra entera (g)	890.9
Peso final muestra entera (g)	176.8

A continuación, se presenta la imagen de la fruta luego de que se completa la etapa de secado:

³⁹ ARIAS MORALES, Jenny Patricia. Estudio del efecto del pre-tratamiento en la deshidratación de mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) sobre la velocidad de secado y contenido de polifenoles solubles y antocianinas. Tesis grado Ingeniería Química. Quito.: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y agroindustria. 2013. p. 69. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5525/1/CD-4623.pdf>.

Ilustración 19. Agraz deshidratado



3.1.5 Molienda. La reducción de tamaño de partícula se realiza utilizando un molino manual marca Corona y luego un molino de café para lograr un tamaño de partícula de 1mm de diámetro. El problema radica en la recolección de éste ya que se obtiene una baja cantidad para la elaboración del producto terminado.

A continuación, se presenta la imagen de los molinos utilizados y las ilustraciones de las diferentes frutas molidas siguiendo este procedimiento:

Ilustración 20. Molino manual



Ilustración 21. Molino de café



3.1.5.1 Molienda de Papayuela. Después de la primera molienda, aún quedan trozos de la papayuela considerados grandes con un promedio de 2 mm de espesor y 40 mm de largo; lo que dificulta su introducción dentro del empaque. Esta etapa consiste en realizar una reducción de tamaño de la papayuela.

Ilustración 22. Papayuela deshidratada



En el segundo molino se lleva la papayuela a un tamaño de partícula donde se asemeja a un polvillo y las partículas de este van a ser mucho más similares y uniformes para empaçar y sacar el mejor provecho.

Ilustración 23. Papayuela molida



3.1.5.2 Molienda de Uchuva. Se realizan los mismos pasos mencionados en la sección 3.1.5.1. En los cuales primero se realiza la molienda a la uchuva con el molino manual, para que los trozos queden un poco más pequeños y posteriormente se realiza la segunda molienda en el molino de café donde se obtienen tamaños de partícula de 1 mm, para que la fruta quede lista para empacar.

Ilustración 24. Uchuva deshidratada



Ilustración 25. Uchuva molida



3.1.5.3 Molienda de Mora. Las condiciones de la molienda fueron las mismas que están descritas en la sección 3.1.5.1 para la papayuela. Sin embargo, en la mora es necesario pasar la muestra dos veces por el molino Corona debido a su dureza.⁴⁰ Aproximadamente se obtiene 40% de producto molido listo para empacar ya que lo demás que fue ingresado al molino es desechado debido a la cantidad de semillas presentes. El tiempo para llevar a cabo esta operación por 1 kg es de 30 a 40 min y este puede variar dependiendo si el proceso de secado fue el adecuado.

Ilustración 26. Mora deshidratada



⁴⁰ RODRIGUEZ HERRERA, Cristian Andrés y VILLEGAS CARMONA, Brenda. Caracterización de los cultivos de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) con espinas, en dos fincas del municipio de Guática, Risaralda. Tesis de grado Tecnólogo químico. Pereira.: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Escuela de química. 2015. p. 23. [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6118/63438R696.pdf?sequence=1>.

Ilustración 27. Mora molida



3.1.5.4 Molienda de Agraz. La molienda de los frutos de esta especie se realiza únicamente en molino de café gracias a que la partícula no es tan grande como las de las otras especies frutales; esto se hace con el fin de ahorrar 30 min de tiempo por cada Kg de agraz ingresado al proceso y no tener complicaciones como la obstrucción del ducto en el molino manual.

Ilustración 28. Agraz deshidratado



Ilustración 29. Agraz molido



Cabe recalcar que, el tamaño de partícula utilizado en el procedimiento de molienda actual para todas las frutas es de $150\ \mu\text{m}$ (malla 100), dejando para el producto final un polvillo muy fino, cuyo rendimiento es bajo (10%) ya que no se obtiene tanto producto fino y es difícil de manejar. En este sentido, es útil proponer un aumento en el tamaño de partícula con miras a incrementar la cantidad de fruta que se utiliza (rendimiento) y disminuir el tiempo y los costos en la etapa de molienda.

3.1.6 Empacado de las aromáticas. Para el empaque de las aromáticas, se procede al uso de bolsitas de papel filtro o de papel poroso. De acuerdo con las características del producto, lo normal es que se llene con 1 o 2 gramos de fruta molida. Es indispensable que tenga el peso correcto porque puede alterarse el sabor de la infusión. Además, antes de sellar el material, se debe garantizar que la fruta esté libre de residuos.

Para sellar correctamente las bolsas de infusiones, se introduce un extremo de un hilo de cáñamo dentro de la bolsa y se sella. Si se emplea un hilo delgado lo más probable es que se desprenda al sumergirse en agua caliente, lo que dificulta la manipulación.

En la última etapa por lo general para el empaque se utilizan materiales plásticos como polipropileno o plástico termosellable.⁴¹ A continuación se muestran las imágenes del empaque de las aromáticas en sus dos presentaciones:

⁴¹ ÁLVARO BUSTAMANTE, Lorena Elizabeth. y NÚÑEZ BRAVO, Miriam Carlota. Proyecto de factibilidad para la elaboración y comercialización del té de chayote para la ciudad de Guayaquil. Tesis grado Ingeniería comercial, mención en Comercio exterior. Guayaquil.: Universidad Politécnica Salesiana. 2012. 136 p. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3254/1/UPS-GT000342.pdf>.

Ilustración 30. Aromática empacada Casa Fusión Andina Amarilla



Ilustración 31. Aromática empacada Casa Fusión Andina Roja



3.2 CONDICIONES Y ETAPAS RELEVANTES DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE AROMÁTICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO

Según el procedimiento utilizado actualmente en el Jardín Botánico para la producción de aromáticas, es posible identificar que las condiciones y etapas más relevantes para el proceso de obtención de aromáticas son: el acondicionamiento y troceado, el secado y la molienda. Por tal razón, la alternativa de mejora se plantea y se evalúa sobre estos 3 aspectos. Esta evaluación se realiza con el objetivo de encontrar como se pueden mejorar los tiempos de procesamiento de fruta. La etapa de acondicionamiento y troceado es importante porque es predecesora al secado y éste depende de la forma como se realicen los cortes. Por tanto, es importante facilitar la exposición de la pulpa lo máximo posible. De igual forma, la molienda depende del secado ya que no se podría obtener un tamaño de partícula adecuado (3mm máximo) según la sección 5.3) si el secado no se realiza correctamente.

Con el objetivo de observar de mejor manera lo expuesto anteriormente, a continuación, se muestra una tabla donde se presentan los pesos de las frutas tras cada una de las etapas del proceso según el procedimiento analizado en el presente capítulo.

Tabla 6. Resultados globales del proceso

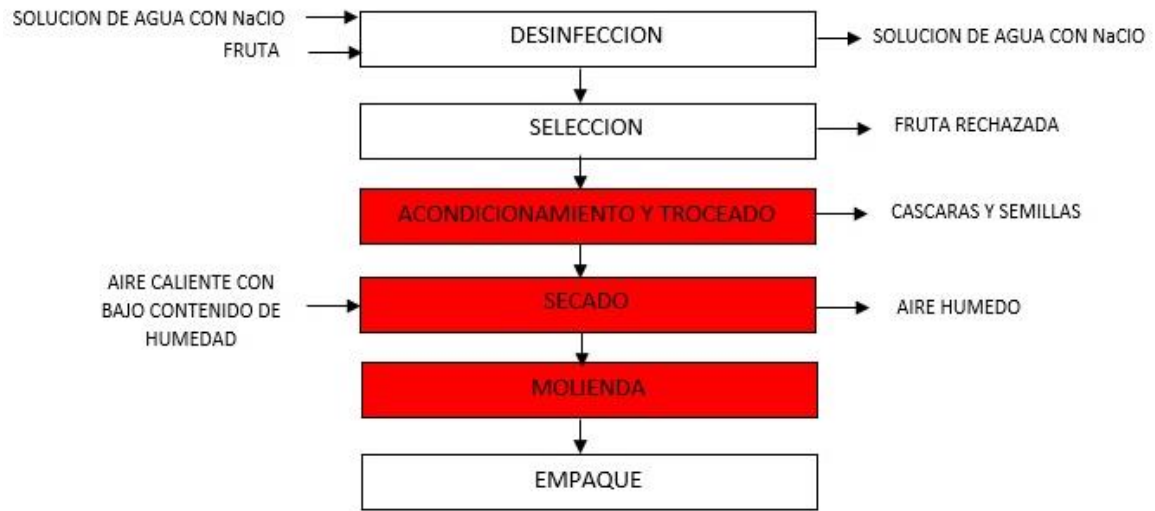
Especie	PESO POR ETAPA (g)				
	Inicial	Selección	Adecuación	Secado	Molienda
Papayuela	1000	946.4	381.8	24.3	24.1
Uchuva	1000	920.9	836.3	131.3	128.2
Mora	1000	812	772	116.7	115.3
Agraz	1000	943	890.9	176.8	173.6

En la tabla 6 se puede observar que la primera etapa relevante del proceso está en la adecuación. Se puede ver que tanto en la selección como en la adecuación se pierde bastante peso en la fruta. Para el caso de la etapa de selección, se pierde material en descomposición de acuerdo con lo descrito en la sección 3.1.2. Cabe resaltar que la papayuela pierde su mayoría de peso en la adecuación debido a su alto contenido de semillas y de corteza; sin embargo, este proceso con todo y su pérdida de peso es indispensable para obtener un producto de calidad que no presente alteraciones organolépticas debido a una selección deficiente. Para el caso de la etapa de secado, por los resultados obtenidos, se puede apreciar que la cantidad de agua que se evapora durante esta etapa es considerable; no obstante, esto se relaciona con la composición de las frutas se puede apreciar que tienen entre 75 y 90% de agua. Lo que justifica estas pérdidas de peso tras el secado. Las composiciones para cada fruta se encuentran resumidas en la sección 1.2 del Marco Teórico.

Adicional a lo anteriormente mencionado, de acuerdo con la tabla 10 se puede determinar que la etapa de secado es importante porque se puede relacionar la masa de la fruta húmeda, la masa de fruta ya deshidratada y la cantidad de agua que se pierde durante la deshidratación. Además, para la obtención del material molido, producto de la molienda, proceso posterior al secado, se observa que éste es extenso por el tipo de equipo y las dos etapas que se emplean actualmente.

A continuación, se muestra un diagrama donde se representan las entradas y salidas de material para cada etapa del proceso recalcando que las etapas principales del proceso son: el acondicionamiento y troceado, el secado y la molienda y que, de acuerdo con el procedimiento actual, se emplean condiciones que para algunas frutas se pueden mejorar, con el objetivo de disminuir tiempos de secado, acondicionamiento y molienda, que no afecten la calidad del producto.

Ilustración 32. Diagrama de bloques del proceso con sus corrientes



Con el objetivo de conocer la cantidad de agua que se pierde durante el proceso de secado y relacionar estos resultados con lo reportado en la bibliografía, se plantea la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Balance de masa en la etapa de secado

$$m_{\text{fruta acondicionada y troceada}} = m_{\text{secada}} + m_{\text{agua retirada}}$$

En la ecuación 1 se muestra el balance general en la etapa de secado, sin tener en cuenta las pérdidas de selección de los frutales en la etapa inicial, ya que éstas no hacen parte de la corriente de entrada, por no ser materia prima aprovechable en el proceso. Al despejar la primera ecuación se obtiene la cantidad de agua perdida de los frutos en la etapa de secado.

$$m_{\text{agua retirada}} = m_{\text{fruta acondicionada y troceada}} - m_{\text{fruta seca}}$$

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos para cada especie. Para encontrar el porcentaje de humedad inicial de la fruta, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Porcentaje de humedad inicial

$$\% \text{ Humedad Inicial} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

En donde:

- P_i = Peso inicial de la fruta antes de la deshidratación
- P_f = Peso final de la fruta después de la deshidratación

A continuación, se muestra el cálculo para el porcentaje de humedad inicial de la papayuela:

$$\% \text{ Humedad Inicial papayuela} = \frac{381,8\text{g} - 24,3\text{g}}{381,8\text{g}} * 100 = 93,6\%$$

Tabla 7. Balance de agua general del proceso de secado de las 4 frutas

Especie	Tiempo secado (h)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total, de agua retirada (g)	% de Humedad inicial	% de humedad inicial bibliografía (Tablas 1-4)
Papayuela	6	381.8	24.3	357.5	93.6	93.5
Uchuva	27	836.3	131.3	705	84.2	78.9
Mora	24	772	116.7	655.3	84.9	92.8
Agraz	43	890.9	176.8	714.1	80.15	81.7

Se puede observar que hay similitud en el contenido de humedad inicial antes del secado para la papayuela y el agraz entre el procedimiento actual y los datos tomados del marco teórico, en menor medida para la uchuva y mora. Esto podría estar relacionado con que, en estos casos, la materia prima se mantuvo por más tiempo en el deshidratador, ocasionando cambios en su estructura. Esto quiere decir que en general y especialmente, para el caso de la papayuela y el agraz, el proceso de secado es realizado actualmente de forma correcta.

Se debe tener en cuenta que en el total de agua retirada también se incluyen trazas muy pequeñas de sólidos solubles que se van con el agua evaporada de las frutas. Estos sólidos solubles aumentan dependiendo de la maduración de la fruta y se pueden despreciar debido a su bajo contenido que es de un 2% a 4% en el agua presente en la fruta en el caso de la papayuela⁴², porque su contenido nutricional es bajo y pueden afectar el sabor del producto final ya que una de sus características es dar acidez al fruto.

⁴² LOBO RODRIGO, María Gloria. Caracterización bioquímica de frutos de papaya (*Carica papaya*, cv. Sunrise), hembra y hermafrodita, en relación con su aptitud al procesado por congelación. Tesis de doctorado en Farmacia. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. 1995. p. 139. [En línea] disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/1/D1021101.pdf>.

Debido a lo anterior se pueden desprestigiar estos sólidos solubles para realizar el cálculo de la pérdida de agua en la papayuela únicamente.⁴³

⁴³ RODRIGUEZ, Ligia; LOPEZ, Leslie y GARCÍA, Maribel. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus Glaucus B.*), maracuyá (*Passifora edulis S.*), guayaba (*Psidium guajava L.*) y papayuela (*Carica cundinamarcensis J.*). Bogotá.: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales, ingeniería de Alimentos. 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ligia_Rodriguez/publication/267918189_DETERMINACION_D E_LA_COMPOSICION_QUIMICA_Y_ACTIVIDAD_ANTIOXIDANTE_EN_DISTINTOS_ESTADOS_DE_MADUREZ_DE_FRUTAS_DE_CONSUMO_HABITUAL_EN_COLOMBIA/links/551309aa0cf2e da0df2e257b/DETERMINACION-DE-LA-COMPOSICION-QUIMICA-Y-ACTIVIDAD-ANTIOXIDANTE-EN-DISTINTOS-ESTADOS-DE-MADUREZ-DE-FRUTAS-DE-CONSUMO-HABITUAL-EN-COLOMBIA.pdf.

4. ESTABLECIMIENTO DE LA ALTERNATIVA PARA LA OBTENCIÓN DE LAS AROMÁTICAS

En este capítulo con lo observado en el diagnóstico, se muestran las propuestas que se plantean para realizar mejoras al proceso, haciendo un análisis de sus ventajas y desventajas, con el objetivo de seleccionar aquellas que permitan disminuir el tiempo de operación y aumentar el rendimiento de las 4 especies tratadas.

Al disminuir el tiempo de cada etapa crítica, se puede disminuir la carga laboral de forma manual como en el caso del acondicionamiento. Adicionalmente al reducir el tiempo de secado se optimizaría el gasto de energía consumida por el equipo obteniendo menores costos de producción; estas ventajas también afectarían a la molienda, obteniendo un consumo de energía menor por kilogramo de fruta seca, además se mejorarían los tamaños de partícula que se puedan utilizar para la producción. A continuación, se presentan los cambios que se plantean para la implementación de la propuesta en las tres etapas, con base en las observaciones realizadas en el diagnóstico.

4.1 ACONDICIONAMIENTO Y TROCEADO

A nivel laboratorio, el acondicionamiento de las diversas especies, en lo que se refiere a la separación de semillas, cáscaras y demás residuos perjudiciales para el proceso se realiza de forma manual, al igual que el troceado de las mismas. Realizar este procedimiento de forma manual tiene incidencia en el secado porque el hecho de que no haya una uniformidad en el procedimiento de corte (troceado) para todas las frutas, hace que el tiempo de secado para una cierta cantidad de producto varíe porque puede ocurrir que haya algunos trozos que se sequen más rápido que otros, como se explica en el capítulo 2.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se contempla realizar este procedimiento mediante un corte en láminas para la papayuela, la uchuva y la mora, porque esto hace que aumente la superficie de contacto con el aire y haya más trozos de fruta desde las cuales puede escapar la humedad. Entre más pequeñas las partículas o más delgadas las capas de fruta, más rápido llega el agua hacia la superficie del sólido de acuerdo con el capítulo 2. Además, para este procedimiento también se contempla el uso de un Fruit Chopper (instrumento de corte para laminación de alimentos), de tal forma que se permita trocear varias unidades al mismo tiempo.

El agraz, debido a su tamaño tan pequeño, se debe macerar antes de someterlo a deshidratación, para lo cual se opta por emplear un utensilio para macerar de tal forma que se le pueda extraer algo de agua y se facilite su procedimiento de secado.

4.2 SECADO

De acuerdo con el procedimiento actual para la obtención de aromáticas, el secado de las especies frutales se realiza en un deshidratador de bandejas con capacidad de aproximadamente 6 bandejas. El hecho de emplear alguno que otro tipo de equipo para realizar la deshidratación tiene una cierta incidencia sobre las características del producto final de acuerdo con lo descrito en el capítulo 1 y el marco teórico. A nivel laboratorio se encontró que esta etapa es la más importante porque determina la calidad del producto por su color, sabor, contenido bacteriológico. Por todo lo anterior, se debe tener en cuenta el estado de la fruta durante el secado, tiempo, temperatura de trabajo, capacidad y precio.

Dependiendo del costo se pueden emplear algunos tipos de secado como, por ejemplo, secado natural, secado por sistema de venteo en el que se hace pasar aire caliente a través de una malla u hornos deshidratadores. Este último es una de las tecnologías más sofisticadas y por lo tanto más costosas. Generalmente en los hornos deshidratadores la materia prima se acondiciona en capas delgadas y con graduación de temperatura.⁴⁴

A continuación, se muestra una tabla acerca de los tipos de deshidratación más comunes, al igual que sus ventajas y desventajas.

⁴⁴ ÁLVAREZ JARAMILLO, Juan Felipe, *et al.* Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia. 1 ed. Bogotá D.C.: Universidad del Rosario. Facultad de Administración. 2011. 62 p. [En línea]. Disponible en: http://www.urosario.edu.co/urosario_files/14/14dcd9be-eca1-428e-a9df-0e99e0174bf9.pdf.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas de cada tipo de deshidratación

Tipo de deshidratación	Condiciones comunes	Ventajas	Desventajas
<p>Bandejas por circulación forzada de aire</p> <p>Mecanismo de deshidratación: Convección forzada</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidades del aire: entre 1,5 a 6 m/s. - Temperatura: 40-60°C. - Humedad relativa: 65%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de deshidratación rápido. - Mantenimiento de bajo costo debido a su fácil limpieza e instrumentos básicos en su estructura. - Control de temperatura - Capacidad de procesamiento alta 	<ul style="list-style-type: none"> - Una elevada temperatura puede producir cocción del alimento, pérdida de nutrientes, aromas.
<p>Aire libre</p> <p>Mecanismo de deshidratación: Convección libre</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura: generalmente mayor de 40°C hasta los 80°C - Aire con bajo contenido de humedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Sostenible con el medio ambiente - No hay costos operativos ni de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad elevada en el ambiente - Riesgo de contaminación alto - Tiempos demasiado largos para alcanzar un buen secado
<p>Osmótica</p> <p>Mecanismo de deshidratación: Ósmosis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura: 30-60°C - Concentración de los medios líquidos: 40°Brix 	<ul style="list-style-type: none"> - Evita la pérdida de aromas de los alimentos - Alta calidad del producto final. - La ausencia de aire en el interior del jarabe impide que hayan reacciones de oxidación. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se recomienda a las frutas con alto contenido de semillas como la mora y el agraz. - Costos altos por grandes volúmenes de jarabes - Riesgo de contaminación microbiana

Estableciendo una comparación entre estos 3 tipos de deshidratación mencionados en la tabla anterior y además que el Jardín Botánico se basa en dos criterios principales que son: el tiempo y el costo, se selecciona el horno de circulación forzada porque éste dará tiempos de deshidratación cortos siempre y cuando se esté monitoreando la materia prima y la temperatura. Además, con este método se elimina el riesgo por contaminación del producto.

4.3 MOLIENDA

A nivel laboratorio la molienda se realiza con un molino de café y un molino manual descritos en el capítulo 3. Debido a que en el proceso de obtención actual se presentan problemas de recalentamiento del molino, se procede a utilizar una licuadora semi industrial, buscando un mejor resultado en la molienda de los frutos. Debido a esto, a continuación, se muestra una tabla de comparación entre los dos equipos utilizados para contemplar la propuesta que se va a emplear como alternativa de mejora.

Cuadro 6. Ventajas y desventajas para el cambio en la molienda

Equipo	Condiciones de operación	Ventajas	Desventajas
Molino Mecanismo de reducción de tamaño: Impacto, compresión, cizalla	<ul style="list-style-type: none"> - 900W - Rpm: 1.600 - Capacidad: 50-600 kg/h 	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo: 500kg/h - Tamaño de partículas uniformes. 	<ul style="list-style-type: none"> - No es eficiente para materiales húmedos. - No es adecuado para materiales duros. - Altos costos de mantenimiento. - Velocidad de producción baja.
Licuadora reversible semi-industrial Mecanismo de reducción de tamaño: Corte, cizalla	<ul style="list-style-type: none"> - 1500W - RPM: 2600 - Capacidad: máximo 4L dependiendo del vaso a utilizar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento no costoso. - Operación rápida. - Fácil de operar. - Puede operar alimentos secos duros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaños de partícula dispersos.

Se contempla la implementación de una licuadora con motor reversible (Ver anexo C) para la molienda debido a la facilidad para la operación y su durabilidad para el procedimiento que debe llevar a cabo. A comparación con el molino, el mantenimiento de la licuadora es menos costoso porque éste consiste en el reemplazo de partes como cuchillas, partes eléctricas, limpieza. En cambio, para un molino su mantenimiento es más complejo, porque consiste en el reemplazo de partes del motor, partes mecánicas, poleas, partes propias del interior del molino que se puedan oxidar.

4.4 ALTERNATIVA DE MEJORA CONTEMPLADA

A continuación, se presenta una tabla resumen con los cambios planteados en este capítulo para las etapas principales mencionadas. Para el caso del lavado, selección y empacado, no se consideraron cambios. En la fase de lavado el procedimiento se

puede realizar por inmersión en agua o por aspersion, es decir, realizando un lavado con agua a presión.

Cuadro 7. Cambios contemplados para la alternativa de mejora

Etapa del proceso	Cambio contemplado	Condiciones y/o parámetros
Acondicionamiento y troceado	Realizar el corte con un cortador de alimentos. Para el agraz realizar maceración	Corte homogéneo en láminas. Tamaño: 2-3 mm
Secado Mecanismo de secado: Convección	Uso de un horno de convección de aire forzado.	Rango de temperatura: 55-65°C Capacidad: 3 kg Flujo de aire: 2-3 m/s
Molienda Mecanismo de molienda contemplado: Corte, cizalla	Uso de una licuadora con motor reversible y combinar diferentes tipos de diámetro de partícula.	Capacidad: 1.5 - 2 kg fruta deshidratada Tiempo de operación: 15-20min /1.5 kg

5. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA MEDIANTE UN DESARROLLO EXPERIMENTAL

En este capítulo se muestran las pruebas realizadas con los cambios contemplados para las etapas relevantes en el proceso de obtención de aromáticas, de acuerdo con la alternativa de mejora propuesta para cada fruta según los cambios en el proceso contemplados en el capítulo 4. También se establece una comparación con el procedimiento que se realiza actualmente en el laboratorio del Jardín Botánico.

5.1 PRUEBAS DE ACONDICIONAMIENTO Y TROCEADO

En esta sección se dan a conocer los resultados de los tipos de corte para cada especie. A continuación, se muestran las imágenes de los cortes para cada fruta y una tabla de resultados del peso obtenido para cada una.

Ilustración 33. Papayuela en láminas



Ilustración 34. Uchuva en láminas fresca



Ilustración 35. Mora fresca en láminas



Ilustración 36. Agraz fresco macerado



En la tabla 8 se muestran los pesos desde la selección hasta después de adecuar las frutas para comparar las pérdidas de corteza y semillas entre el procedimiento actual y la alternativa de mejora.

Para el cálculo del porcentaje de pérdida de peso después del acondicionamiento se emplea la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Porcentaje de pérdida de peso tras adecuación

$$\% \text{ Pérdida de peso adecuación} = \frac{P_{\text{selección}} - P_{\text{adecuación}}}{P_{\text{selección}}} * 100\%$$

A continuación, se muestra el cálculo para la pérdida de peso de la papayuela tras la adecuación con el procedimiento actual:

$$\% \text{ Pérdida de peso adecuación} = \frac{946.4\text{g} - 381.8\text{g}}{946.4\text{g}} * 100\% = 59,6\%$$

Tabla 8. Pesos de las primeras etapas con la alternativa propuesta

Especie	PESO POR ETAPA (g)				Pérdida (%)		
	Inicial para los 2 procedimientos	Selección		Adecuación		P.A	A.M
		Procedimiento actual	Alternativa de mejora	Procedimiento actual	Alternativa de mejora		
Papayuela	1000	946.4	912.7	381.8	504.4	59.6%	44.7%
Uchuva	1000	920.9	938	836.3	792.5	9.1%	15.5%
Mora	1000	812	932.3	772	900.4	4.9%	3.4%
Agraz	1000	943	994.6	890.9	990.8	5.5%	0.4%

P.A = Procedimiento actual; A.M = Alternativa de mejora

De acuerdo con lo observado en la tabla 8, se puede apreciar que hay diferencias significativas en los porcentajes de pérdida de peso para la papayuela y el agraz. Con la alternativa evaluada, se pierde menor cantidad de fruta en la adecuación de papayuela porque se realiza un acondicionamiento adecuado, procurando que, al momento de retirar la cáscara de la papayuela, no se desechen trozos de fruta. Con respecto a la uchuva, se puede observar que, con la alternativa de mejora, se pierde más peso en la adecuación, alrededor de 145,5 g en comparación con el procedimiento actual (acondicionamiento y troceado), donde solamente se pierden 84.6 g debido a que algunas láminas quedan mal cortadas. Para la mora se observa una diferencia significativa de peso entre el procedimiento actual y la alternativa de mejora.

Para la etapa de selección, se pierde más fruta en el procedimiento actual (188g) que con la alternativa (67.7g) porque se le retira el pedúnculo, se corta en láminas. Finalmente, para el caso del agraz hubo una diferencia de pérdida de peso del 4.1%

entre el procedimiento actual y la alternativa porque para la alternativa se observó de forma visual que el agraz estaba en buen estado y se maceró la fruta completa.

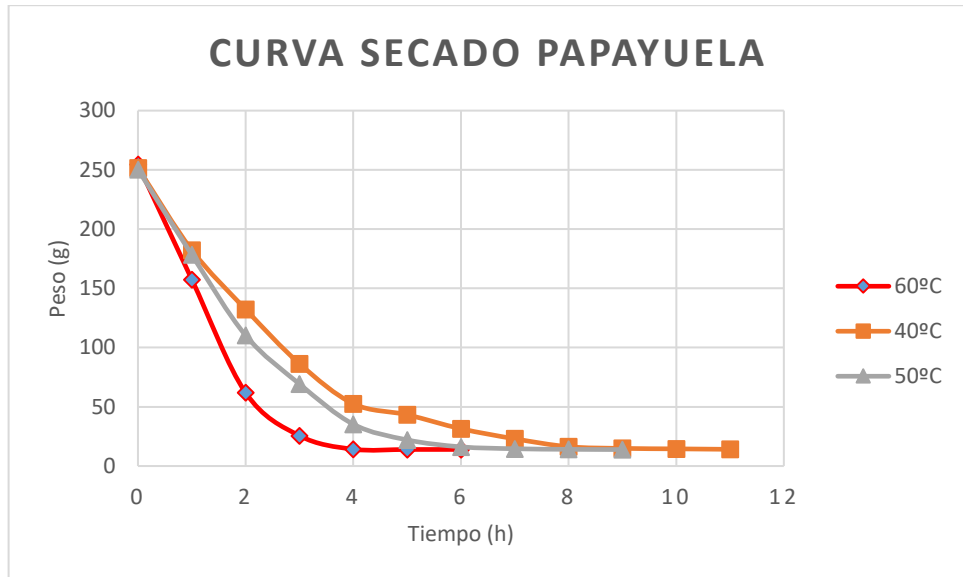
5.2 PRUEBAS DE SECADO

La metodología que se siguió para la obtención de las curvas de secado fue la siguiente: Después del acondicionamiento de las frutas, en donde se extrajeron cáscaras, semillas y demás, se procedió a colocar las frutas ya acondicionadas y troceadas en bandejas de plástico para llevarlas a un horno de secado. Los pesos de las bandejas llenas se registraron cada hora, teniendo precaución de no dejar abierto el horno por mucho tiempo. El procedimiento se realiza hasta un tiempo en donde el peso de las bandejas llenas se mantenga constante. Para encontrar el peso de la fruta deshidratada sin incluir las bandejas, basta con retirar todos los trozos de las bandejas y pesar los trozos de fruta por aparte mediante una balanza analítica, además de pesar las bandejas para poder encontrar cómo cambia el peso de las frutas conforme pasa el tiempo para poder elaborar las respectivas curvas de secado.

Estas pruebas se llevaron a cabo con 3 temperaturas distintas para cada especie frutal. Estas fueron de 40°C, 50°C Y 60°C, las cuales se establecieron con el fin de observar a qué temperatura es más corto el tiempo de secado, con la precaución de que las propiedades de los frutos no se vean alteradas y teniendo en cuenta lo expuesto en el cuadro 5.

5.2.1 Prueba de secado de papayuela. A continuación, se muestran las curvas de secado de la papayuela realizadas a las tres temperaturas mencionadas anteriormente. Los datos para su elaboración se encuentran en el Anexo B.

Gráfico 5. Curva de secado papayuela

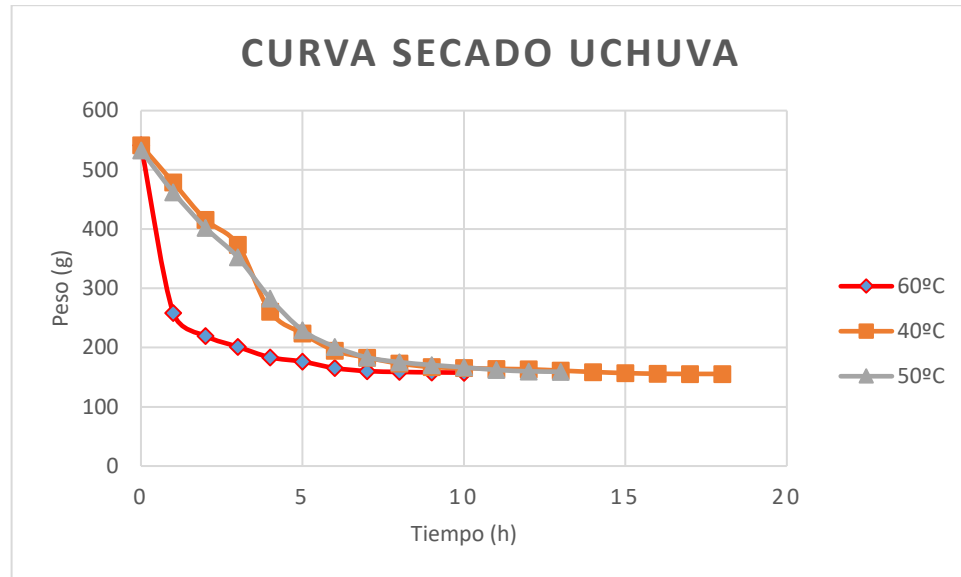


En el gráfico 5 se puede determinar que la temperatura de 60°C es la más efectiva y se obtiene un secado completo a las 4 horas, gracias a que el agua se retira de su pulpa con facilidad. A las temperaturas de 40°C y 50°C se obtienen tiempos de secado mayores, lo que conlleva pérdida de tiempo en su deshidratación y aumenta los costos relacionados con el consumo energético.

No todas las temperaturas necesitaron la misma cantidad de datos de medida, como se puede apreciar en la curva de secado de la papayuela obtenida con la temperatura de 60°C, en la que hubo una variación de peso apreciable durante las dos primeras horas. A partir de la 3ª hora la reducción de peso no fue tan significativa. Con respecto a las curvas obtenidas a 40°C y 50°C se presentó un comportamiento muy similar con respecto a la curva de 60°C, aunque la reducción de peso desde la 2ª hora dejó de ser tan drástica.

5.2.2 Prueba de secado de uchuva. A continuación, se muestran las curvas de secado de la uchuva realizadas a las tres temperaturas mencionadas anteriormente. Los datos para su elaboración se encuentran en el Anexo B.

Gráfico 6. Curva de secado Uchuva



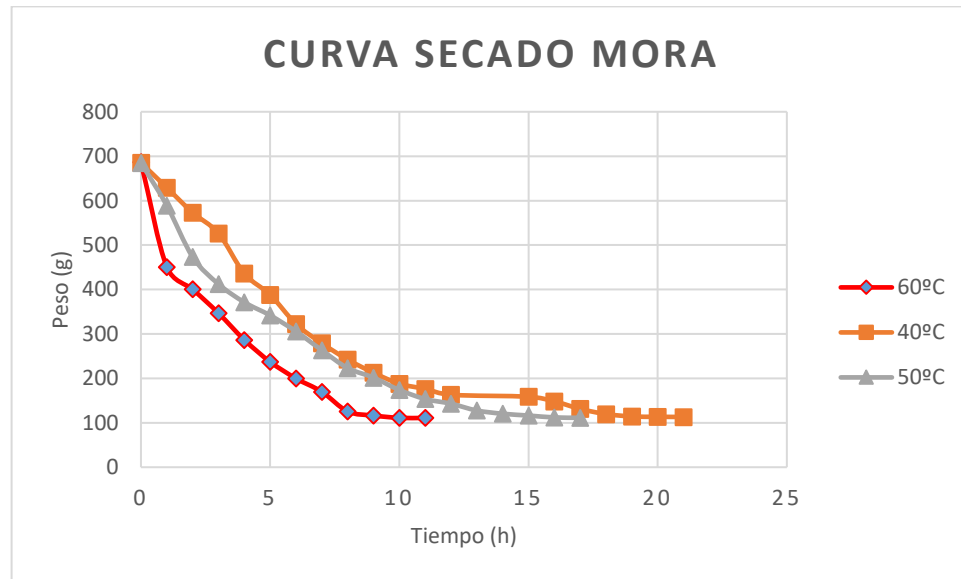
El secado de la uchuva es el más complicado por el contenido de aceites esenciales en su composición. Su contenido es de aproximadamente 86.3g de vitamina E por Kg de lípidos, como se menciona en la sección 3.1.4.2, altos niveles de vitamina K en pulpa y piel de 2.12g por kg de lípidos totales y en semillas de 0.12g por kg de lípidos totales. Éstos permanecen después del secado, lo cual no significa que sea malo ya que se puede dar mayor provecho a sus propiedades nutricionales. Al no poder retirar los aceites, el secado se hace hasta que el peso de la fruta tienda a ser constante y eso indicará que todo el contenido de agua ha sido retirado. El mayor rendimiento respecto a lo anteriormente nombrado se da a una temperatura de 60°C donde la fruta seca se obtiene 6 horas más rápido que realizando el mismo procedimiento a 50°C.⁴⁵

Con la curva de 60°C se puede apreciar que hay una pérdida significativa de humedad en la uchuva en la primera hora de secado. La pendiente que se obtiene entre la hora 0 y la hora 1 es significativa, lo que confirma que la velocidad con la que la uchuva pierde agua es alta. Después de la primera hora, la humedad va disminuyendo progresivamente. Respecto a las curvas de 40 y 50°C, hay una pérdida de humedad considerable durante las 4 primeras horas de secado. A partir de la 5ª hora la pérdida de humedad se hace progresiva.

⁴⁵ MENDOZA, Jaime Humberto; RODRIGUEZ Aida y MILLÁN C., Patricia. Caracterización fisicoquímica de la uchuva (*Physalis Peruviana*) en la región de Silvia Cauca. En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Julio-Diciembre, 2012. vol. 10. no 2. p. 188-196. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a22.pdf>.

5.2.3 Prueba de secado de mora. A continuación, se muestran las curvas de secado de la mora realizadas a las tres temperaturas mencionadas anteriormente. Los datos para su elaboración se encuentran en el Anexo B.

Gráfico 7. Curva de secado Mora

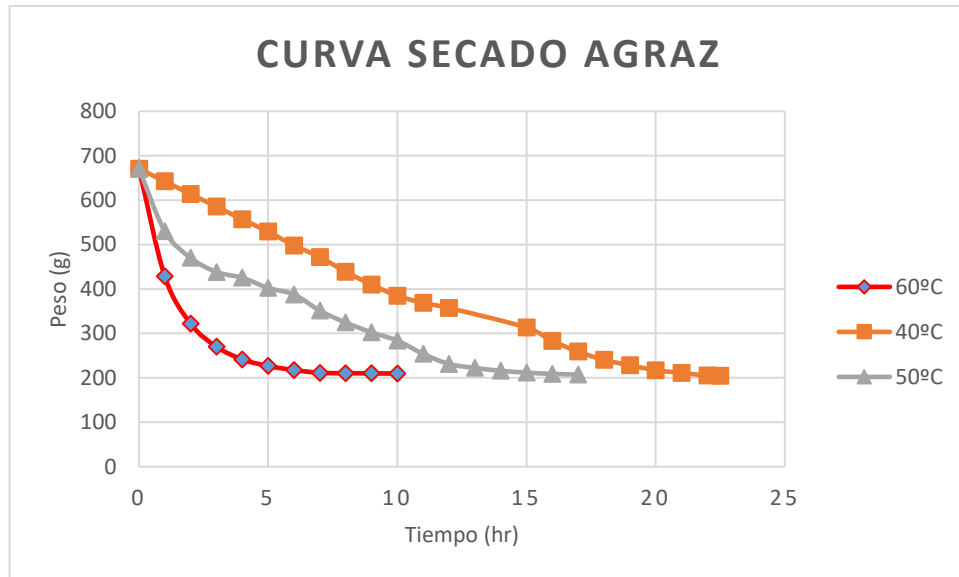


Con esta fruta no se tuvo mayor inconveniente. La mejor temperatura para secar la mora fue de 60°C durante 11 horas. El proceso en comparación con las otras frutas es un poco más largo debido a que los microporos que hay en las cápsulas contenedoras de la pulpa son muy pequeños, dificultando el paso de humedad de la pulpa hacia el exterior.

De manera similar con relación al comportamiento que tuvo la uchuva para la curva de 60°C, se puede establecer que durante la primera hora de secado la pérdida de humedad es bastante grande, aunque en la curva de 50°C, la pérdida de humedad también es significativa durante las 3 primeras horas. En el caso de la curva de 40°C la pérdida es progresiva casi durante todo el tiempo de secado. En la curva de 50°C la pérdida de humedad se vuelve progresiva, pasadas las 6 primeras horas de secado, y en la de 60°C pasada la primera hora.

5.2.4 Prueba de secado de agraz. A continuación, se muestran las curvas de secado del agraz realizadas a las tres temperaturas mencionadas anteriormente. Los datos para su elaboración se encuentran en el Anexo B.

Gráfico 8. Curva de secado Agraz



El agraz fue el frutal que mejor se comportó respecto al procedimiento, dando validez a la alternativa dada, al exponer la pulpa con la maceración se logró que el secado pasara de 44 horas a solo 10. El menor tiempo en el que se obtuvo la fruta seca fue a una temperatura de 60°C, obteniéndose un deshidratado adecuado para la siguiente etapa que es la molienda.

Se puede observar con la curva de secado de 60°C que hay una pérdida significativa de humedad en las 2 primeras horas de deshidratación. A partir de la 3ª hora la pérdida de humedad se tornó progresiva con una tendencia decreciente. En la curva de 50°C, también se observa que hay pérdida de humedad durante la primera hora de secado, pero a partir de esa hora, la reducción de humedad se vuelve paulatina. En la curva de 40°C, durante las 22 horas de secado del agraz, la reducción de humedad es progresiva.

5.2.5 Resultados de las pruebas de secado. A continuación, se muestra una tabla que resume el balance de materia para la etapa de secado. La humedad inicial se calcula con la Ecuación 2 como se muestra en la sección 3.2.

Tabla 9. Balance de materia en el secado con la alternativa propuesta

Especie	Tiempo secado (h)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Total de agua retirada (g)	% Humedad inicial alternativa de mejora	% humedad inicial según bibliografía (Tablas 1-4)
Papayuela	6	504.4	26.8	477.6	94.7	93.5
Uchuva	8	792.5	124.5	668	84.3	78.9
Mora	9	900.4	125.6	774,8	86.05	92.8
Agraz	9	990.8	210.8	780	78.7	81.7

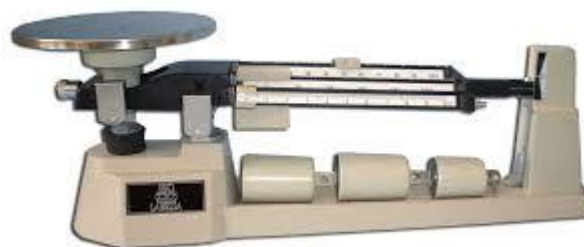
Tabla 10. Comparación del % de humedad entre el procedimiento actual y la alternativa de mejora

Especie	% de Humedad inicial con el procedimiento actual	% de Humedad inicial alternativa de mejora	% de humedad inicial bibliografía (Tablas 1-4)
Papayuela	93.6	94.7	93.5
Uchuva	84.2	84.3	78.9
Mora	84.9	86.05	92.8
Agraz	80.15	78.7	81.7

De acuerdo con los datos obtenidos en las tablas anteriores (9 y 10), es posible afirmar que con la propuesta de mejora evaluada se presentan pequeñas variaciones con respecto al procedimiento actual y a los datos bibliográficos; sin embargo, estos valores se pueden considerar válidos para un proceso de obtención adecuado. Adicionalmente, se observan pérdidas en peso después de retirar la humedad de la papayuela y la uchuva. Esto se debe a que se dejaron por más tiempo en el horno, hasta obtener un peso constante. Al hacer este procedimiento los frutos más maduros se pegaban a la bandeja en la que se introdujo al horno, perdiendo 1.2% en peso de papayuela y 5.4% en peso de uchuva.

Las diferencias de humedad inicial que se reportan para el procedimiento actual y la alternativa de mejora se deben por un posible error experimental en el pesaje de las muestras, debido a que se utilizó para las mediciones de peso de las frutas, una balanza analítica y además una balanza granataria, puesto que la balanza analítica tenía un límite de 400g, mientras que la granataria tenía un límite de 2110 g y una precisión de 0,1 g. Durante las pruebas de secado cuando se pesaron las bandejas con la fruta en la granataria, se evidenció que debido a la sensibilidad de la granataria hubo dificultad en la lectura del peso exacto de las bandejas.

Ilustración 37. Balanza granataria



5.3 PRUEBAS DE MOLIENDA Y TAMIZADO

En la etapa de molienda, se reduce el tamaño de partícula mediante una licuadora reversible (Ver Anexo C). Este equipo emplea el mecanismo de corte para la reducción de tamaño. Para esta etapa, algunas muestras que fueron secadas a una temperatura de 40°C tuvieron que ser rechazadas porque se evidenció la presencia de hongos en algunas muestras de mora y de uchuva. Para el caso de la uchuva, se evidenció que no se secó adecuadamente debido a que su textura se tornó pegajosa.

En esta etapa por lo tanto se verifica si la deshidratación es la adecuada, lo que se relaciona con la importancia de proponer una alternativa de mejora, que involucre las 3 etapas relevantes del proceso.

Posteriormente, debido a que el material molido no evidenció homogeneidad se realiza un tamizado para separar el material fino del grueso por vibraciones mecánicas mediante el uso de 4 tamices: El tamiz de malla 10, el de malla 16, el de malla 30, y el de malla 100. A continuación, se muestra una tabla de los tamices utilizados con sus respectivas aberturas.

Las pruebas se hicieron con el fin de observar cuál era el mejor tamaño de partícula para posteriormente realizar el empaclado.

Tabla 11. Lista de tamices utilizados

No Tamiz serie ASTM-E	Abertura (mm)	Terminología empleada
10	2.00	Rustico
16	1.18	
30	0.60	Semipolvillo
100	0.15	Polvillo

Si en la etapa de tamizado quedan los trozos grandes en la malla 10, este material es introducido nuevamente al proceso de molienda. En cuanto a tamaño de partícula apropiado para aromáticas se toma un parámetro utilizado por Jaibel⁴⁶. Esta empresa establece para sus infusiones un tamaño de partícula no mayor de 3 mm, donde se pueda apreciar un color de producto uniforme, libre de objetos extraños.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del tamizado para cada una de las 4 frutas. Para obtener el diámetro de partícula promedio de las fracciones que retiene cada malla basta con promediar el tamaño de abertura entre el tamiz actual y el anterior. Para el caso del tamiz anterior al de malla 10 y el posterior al de malla 100, se establece la mínima diferencia entre mallas según la serie ASTM (Ver anexo E). A partir de la serie de tamices se observa que entre la malla 10 y la 16 hay una diferencia de 3 tamices, entre la malla 16 y la 30 hay 4 tamices de diferencia, y entre la malla 30 y la 100 hay 8 tamices de diferencia. En este caso se debe tomar la menor diferencia. Para el cálculo del diámetro promedio de la fracción retenida por la malla 10 se promedia el tamaño de abertura de la malla 10 con el tamaño de abertura de la malla 6 (3.35mm), al igual que el fondo, el cual se toma como la malla 170 (0.09mm)

Tabla 12. Resultados del tamizado para la papayuela

Fruta	Masa después de molienda (g)	Malla serie ASTM-E	Abertura (mm)	Dp (mm)	Masa retenida (g)	Fracción retenida (Xi)
Papayuela	25.3	10	2.00	2.675	7.5	0.2964
		16	1.18	1.59	7.5	0.2964
		30	0.60	0.89	6.3	0.2490
		100	0.15	0.375	3.9	0.1542
		Fondo	0.09	0.12	0.1	0.0040

⁴⁶ <https://ofi5.com/producto/infusion-frutal-jaibel-sabor-manzanilla-fresa-caja-x-20-bg/>. [Citado el día: 23 de noviembre de 2017].

Tabla 13. Resultados del tamizado para la uchuva

Fruta	Masa después de molienda (g)	Malla serie ASTM-E	Abertura (mm)	Dp (mm)	Masa retenida (g)	Fracción retenida (Xi)
Uchuva	122.1	10	2.00	2.675	35	0.2867
		16	1.18	1.59	35	0.2867
		30	0.60	0.89	32	0.2621
		100	0.15	0.375	20.1	0.1646
		Fondo	0.09	0.12	0	0

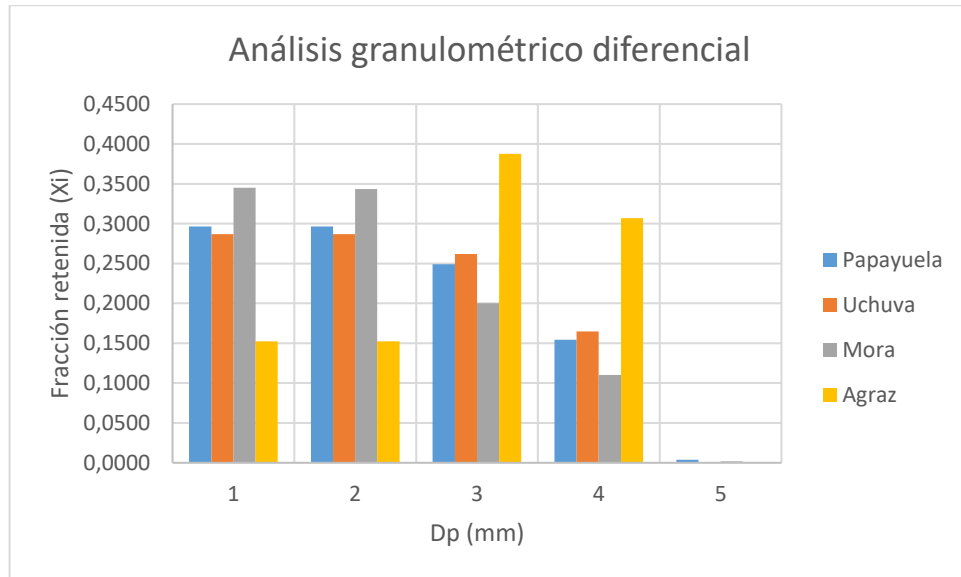
Tabla 14. Resultados del tamizado para la mora

Fruta	Masa después de molienda (g)	Malla serie ASTM-E	Abertura (mm)	Dp (mm)	Masa retenida (g)	Fracción retenida (Xi)
Mora	124.4	10	2.00	2.675	42.9	0.3449
		16	1.18	1.59	42.7	0.3432
		30	0.60	0.89	24.9	0.2002
		100	0.15	0.375	13.7	0.1101
		Fondo	0.09	0.12	0.2	0.0016

Tabla 15. Resultados del tamizado para el agraz

Fruta	Masa después de molienda (g)	Malla serie ASTM-E	Abertura (mm)	Dp (mm)	Masa retenida (g)	Fracción retenida (Xi)
Agraz	207.2	10	2.00	2.675	31.6	0.1525
		16	1.18	1.59	31.6	0.1525
		30	0.60	0.89	80.3	0.3875
		100	0.15	0.375	63.6	0.3069
		Fondo	0.09	0.12	0.1	0.0005

Gráfico 9. Análisis granulométrico diferencial de las 4 frutas



De acuerdo con los resultados obtenidos de las tablas 19 a 22 se puede observar que el rango de tamaños donde se retiene la mayor cantidad de material para el caso de la papayuela, uchuva y mora se encuentra entre 1.5 y 2.5 mm; para el caso del agraz, el rango de tamaños donde se retiene la mayor cantidad de material se encuentra entre 0.4 y 1.5 mm.

5.3.1 Polvillo. El producto final tiene este tamaño de partícula, obtenido a partir del tamizado con el material que no se retiene en el tamiz número 30. Además, es demasiado fino y se pierde muy rápido el producto por corrientes de aire o humedad en el lugar donde se colocan las muestras.

Ilustración 38. Polvillo de Papayuela



Ilustración 39. Polvillo de Uchuva



Ilustración 40. Polvillo de Mora



Ilustración 41. Polvillo de Agraz



5.3.2 Semipolvillo. El semipolvillo se obtiene a partir del tamizado con el material que atraviesa la malla 16 y se retiene en la malla 30. Es un producto intermedio, con propiedades organolépticas buenas, pero le falta el sabor concentrado que se obtiene en el polvillo. La ventaja de este semipolvillo es que queda aproximadamente en peso el triple de lo que queda de polvillo. Por eso es una alternativa rentable en la elaboración del producto final al mezclarlo con el polvillo.

Ilustración 42. Semipolvillo de Papayuela



Ilustración 43. Semipolvillo de Uchuva



Ilustración 44. Semipolvillo de Mora



Ilustración 45. Semipolvillo de Agraz



5.3.3 Rústico. Es un producto que se obtiene del tamizado a partir del material que se retiene en la malla 16. Éste es demasiado grueso y robusto para entrar en una bolsa de té. Aunque de este producto queda bastante en peso, hay semillas de los frutales y cáscaras que no fueron bien molidas. Este producto puede ser utilizado para otros productos consumibles que tiene el Jardín Botánico como el caso las mermeladas.

Ilustración 46. Rústico de Papayuela



Ilustración 47. Rústico de Uchuva



Ilustración 48. Rústico de Mora



Ilustración 49. Rústico de Agraz



5.4 RESULTADOS EN PESO

A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos tras las pruebas realizadas, en el proceso de obtención de aromáticas. De acuerdo con los resultados del tamizado para las 4 frutas obtenidos en la sección 5.3 y considerando lo que se propone en la sección 5.6, de combinar semipolvillo y polvillo para poder rendir el producto de una mejor forma, se establece que de acuerdo con los resultados obtenidos de las tablas 12 a la 15, las proporciones de mezcla más apropiadas de tal forma que se pueda aprovechar el semipolvillo y polvillo se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Proporciones según granulometría para las 4 frutas

Fruta	Proporción semipolvillo/polvillo
Papayuela	1.575:1
Uchuva	1.592:1
Mora	1.791:1
Agraz	1.26:1

Estas proporciones se obtienen realizando una división entre lo que se retiene como semipolvillo en la malla 30 y lo que se retiene como polvillo (malla 100 y fondo).

Tabla 16. Pesos por etapa después de evaluar la alternativa

Especie	PESO POR ETAPA (g)					
	Inicial	Selección	Adecuación	Secado	Molienda	Tamizado y proporción adecuada
Papayuela	1000	912.7	504.4	26.8	25.3	10.3 (1.575:1)
Uchuva	1000	938	792.5	124.5	122.1	52.1 (1.592:1)
Mora	1000	932.3	900.4	125.6	124.4	38.8 (1.791:1)
Agraz	1000	994.6	990.8	210.8	207.2	144 (1.26:1)

Como bien se comentó en el capítulo 3, para obtener el rendimiento en peso del secado se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Rendimiento en peso para secado

$$\% \text{ Rendimiento secado} = \frac{P_s}{P_f} * 100$$

Donde:

- P_s = Peso seco (después del secado)
- P_f = Peso fresco (después de adecuación)

A continuación, se muestra el cálculo del rendimiento en secado para la papayuela: Para el rendimiento de secado en el procedimiento actual se toman los datos de la tabla 11.

$$\% \text{ Rendimiento secado} = \frac{26.8g}{504.4g} * 100 = 5.31\%$$

Tabla 17. Comparación de rendimientos de secado entre propuesta y procedimiento actual

Fruta	Rendimiento en peso del secado propuesta (%)	Rendimiento en peso del secado procedimiento actual (%)
Papayuela	5.31	6.36
Uchuva	15.71	15.7
Mora	13.95	15.12
Agraz	21.28	19.85

Como se observa en la tabla 25, no se presenta mayor variación por el hecho de que los frutos tienen que llegar a perder el mismo porcentaje de humedad. Para el porcentaje de rendimiento de secado en tiempo se procede a usar la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Aumento del rendimiento en tiempo del secado

$$\% \text{ aumento rendimiento en tiempo de secado} = \frac{\text{tiempo de secado}_{\text{procedimiento}} - \text{tiempo de secado}_{\text{propuesta}}}{\text{tiempo de secado}_{\text{procedimiento}}} * 100$$

A continuación, se muestra el cálculo del aumento de rendimiento en tiempo para la uchuva:

$$\% \text{ aumento rendimiento en tiempo de secado uchuva} = \frac{27h - 8h}{8h} * 100 = 237.5\%$$

Tabla 18. Comparación de rendimientos en tiempo de secado del procedimiento actual vs. Propuesta de mejora

Tiempo de secado para propuesta de mejora(h)	Tiempo de secado procedimiento actual (h)	Aumento Rendimiento %
6	6	0
8	27	237.5
9	24	166.7
9	43	377.8

Comparando los rendimientos en tiempo de secado entre el procedimiento actual y la propuesta de mejora, se puede observar que el tiempo de secado para la papayuela no cambia, a comparación de la uchuva, mora y agraz donde se aumentan los rendimientos en tiempo del 237.5 %, 166.67% y 377.78% respectivamente.

La cantidad que se obtuvo como semipolvillo y polvillo del tamizado para las 4 frutas apta para aromáticas fue: 10.3 g de papayuela, 52.1 g de uchuva, 38.8g de mora y 144 g de agraz. Para cumplir con la especificación granulométrica donde el diámetro de partícula sea menor que el tamaño de abertura de la malla 16, se obtuvo la siguiente formulación: Para la aromática de papayuela y uchuva: 16.5% de papayuela y 83.5% de uchuva; y para la aromática de mora y agraz: 21.23% de mora y 78.77% de agraz.

5.5 ANÁLISIS SENSORIAL

En esta sección se muestran los resultados de los análisis que se realizaron a las 4 frutas trabajadas. Estos análisis fueron: de color, olor y sabor.

5.5.1 Análisis sensorial de color. Para este análisis se efectúa una inspección visual a cada una de las frutas tratadas para verificar si hubo cambios en la pigmentación de cada fruta después del proceso de secado que fue el más relevante. A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos:

Cuadro 9. Resultados del análisis sensorial de color

Fruta	Color
Papayuela	Característico de la fruta
Uchuva	Característico de la fruta con manchas oscuras
Mora	Característico de la fruta
Agraz	Característico de la fruta

5.5.2 Análisis sensorial de olor. Para este análisis se efectúa una inspección de las 4 frutas para verificar que no se hayan presentado cambios en la composición. Se tomaron pequeñas muestras de cada fruta. A continuación, se muestra una tabla con los resultados:

Cuadro 10. Resultados del análisis sensorial de olor

Fruta	Olor
Papayuela	Característico de la fruta
Uchuva	Característico de la fruta
Mora	Característico de la fruta
Agraz	Característico de la fruta

5.5.3 Análisis sensorial de sabor. Para este análisis se realizó la preparación de la infusión. El objetivo de este análisis es verificar que las frutas mantengan su naturaleza fisicoquímica. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Cuadro 11. Resultados del análisis sensorial de sabor

Fruta	Sabor
Papayuela	Dulce, ligeramente ácido, característicos de la fruta
Uchuva	Ligeramente menos ácido que la fruta fresca
Mora	Ligeramente menos ácido que la fruta fresca
Agraz	Ligeramente menos ácido que la fruta fresca

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis sensorial, se puede constatar que las propiedades organolépticas de las frutas son apropiadas, sin embargo, para el caso de la uchuva se evidenció en el análisis sensorial de color que se presentaban manchas de color café oscuro. Esto debido a que en las pruebas de secado realizadas a 60°C probablemente se haya presentado pardeamiento o descomposición de componentes termolábiles. Adicionalmente, los frutos de uchuva contienen componentes vitamínicos como vitamina C, ácido ascórbico, β -carotenos, retinol. Algunos de estos componentes pueden presentar sensibilidad a la descomposición por procesos de oxidación, los cuales se pueden acelerar por efecto de la temperatura.⁴⁷

5.6 CONDICIONES DEL PROCESO SEGÚN RESULTADOS OBTENIDOS

Para concluir este capítulo se dan a conocer las alternativas para cada etapa que se consideró crítica en el laboratorio basándose en los resultados de las secciones 5.1, 5.2 y 5.3. Esto con el fin de establecer las condiciones apropiadas para cada una de las variables que se tomaron en cuenta después de revisar el procedimiento actual del Jardín Botánico. A continuación, se muestran 4 tablas para cada especie frutal con la alternativa propuesta para cada una. Cabe resaltar que el método de secado y molienda son los mismos para todas las frutas.

⁴⁷ BERNAL RODRIGUEZ, Carlos Alberto. Contribución al estudio farmacotécnico del extracto estandarizado de frutos de *Physalis Peruviana L.* con miras a la obtención de un producto fitoterapéutico. Tesis de Magister en Ciencias Farmacéuticas. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Farmacia. 2012. 193 p. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9016/1/192546.2012.pdf>.

Cuadro 12. Alternativa de mejora para la papayuela

Etapa	Procedimiento actual	Alternativa
Acondicionamiento y troceado	Corte en julianas	Corte en láminas
Secado Mecanismo: Convección	Deshidratador	Horno de circulación forzada
Molienda y tamizado Mecanismo: corte	Polvillo	Combinar semipolvillo y polvillo. Proporción 1.575:1

Cuadro 13. Alternativa de mejora para la uchuva

Etapa	Procedimiento actual	Alternativa
Acondicionamiento y troceado	Corte en mitades	Corte en láminas
Secado Mecanismo: Convección	Deshidratador	Horno de circulación forzada
Molienda y tamizado Mecanismo: corte	Polvillo	Combinar semipolvillo y polvillo en proporción 1.592:1

Cuadro 14. Alternativa de mejora para la mora

Etapa	Procedimiento actual	Alternativa
Acondicionamiento y troceado	Corte en mitades	Corte en láminas
Secado Mecanismo: Convección	Deshidratador	Horno de circulación forzada
Molienda y tamizado Mecanismo: corte	Polvillo	Combinar semipolvillo y polvillo en proporción 1.791:1

Cuadro 15. Alternativa de mejora para al agraz

Etapa	Procedimiento actual	Alternativa
Acondicionamiento y troceado	Entero	Maceración
Secado Mecanismo: Convección	Deshidratador	Horno de circulación forzada
Molienda y tamizado Mecanismo: corte	Polvillo	Combinar semipolvillo y polvillo en proporción 1.26:1

En el acondicionamiento y troceado se escogieron alternativas para que los procesos explicados en el capítulo 3 fueran más rápidos y sencillos. El hecho de aumentar el área de contacto del frutal con el aire seco reduce el tiempo de secado como se detalla en la sección 3.2. Además, con la ayuda de instrumentos manuales descritos en la sección 4.1 y 4.2, se disminuye la carga laboral del operario, pasando de cortar fruta por fruta a cortar la mitad del lote de la materia prima en una sola repetición.

De esta forma se logra un ahorro en tiempo, y un aumento de productividad. En la etapa de secado se escoge el horno de convección forzada porque tiene la posibilidad de aumentar la capacidad de procesamiento de materia prima, y por el aire seco que circula por el equipo, el cual favorece el transporte de humedad de la fruta al exterior. Esto permite que sea ésta la mejor alternativa para el procesamiento de 50 kg de fruta al mes para la producción de aromáticas de la Casa Fusión Andina.

Por último, la etapa de molienda en donde se cambia la disposición final del producto. Se combina el polvillo que se venía utilizando con una mezcla media de la misma fruta, pero con un diámetro de partícula más grande, sin alterar sus propiedades organolépticas y sacando el mejor provecho a residuos obtenidos anteriormente.

6. ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION POR KILOGRAMO DE FRUTA CON EL MÉTODO ACTUAL COMPARADO CON PROPUESTA DE MEJORA

En esta sección se estiman los costos de los equipos necesarios para tener una producción de 50 kg/mes, según recomendación del Jardín Botánico, ya que no se cuenta con equipos apropiados para un proceso óptimo. Únicamente se realizará esta evaluación para las etapas claves para mejorar la producción.

El acondicionamiento, secado y molienda son las etapas críticas anteriormente nombradas, en donde es indispensable hacer un cambio en los equipos que se venían utilizando en el procedimiento actual. Debido a que los equipos tendrán un mayor consumo de energía se dará un estimado de los costos de producción para un mes con un lote de 50 kg mensuales de fruta a procesar.

6.1 COTIZACIÓN DE EQUIPOS

Los equipos que se contemplan en este capítulo no son fabricados por industrias colombianas, por lo tanto, se realizan las cotizaciones en importadoras de equipos para la industria alimentaria. En el caso de los laminadores de fruta, estos se encuentran en la red gracias a su especificidad. Por lo tanto, se contempla hacer estas cotizaciones en páginas web que ofrezcan estas herramientas. Para los demás equipos se realizan las cotizaciones con dos importadoras. A continuación, se procede a evaluar la mejor opción de compra:

Tabla 19. Tabla de comparación para elección de horno

Equipo	Valor (Pesos)	Consumo (KW/h)	Capacidad (bandejas)
Horno Venancio	\$14,000,000	13.8	10
Horno Cheflux	\$16,000,000	15.8	10

Tabla 20. Tabla de comparación para elección de licuadora

Equipo	Valor (Pesos)	Consumo (KW/h)	Potencia (HP)	Capacidad (L)
Licuadora uso industrial marca mixer	\$950,000	2	0.5	3
Licuadora uso semi industrial (NM)	\$600,000	1.5	2	2

Para la elección de cotización se tuvo en cuenta factores que afectan directamente el costo de producción y capacidad para llevar a cabo la producción semanal del producto final. De acuerdo con lo anterior, se eligen las mejores características de cada equipo (color naranja). Dependiendo de las ventajas de cada cotización se elige la mejor alternativa para la planta.

6.2 COSTOS OPERATIVOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS

Estos costos se basan en un mes de trabajo para lograr el objetivo que son 50 kg. Los datos dados en esta sección contemplan que cada operación fundamental es hecha por un operario con el salario mínimo mensual vigente para el año 2017 en Colombia. Con el fin de especificar gastos para una mayor comprensión del documento, se utilizan los siguientes valores monetarios:

Cuadro 16. Costos de salario mínimo por hora y precio de la electricidad

SALARIO MINIMO POR HORA ORDINARIA	PRECIO ELECTRICIDAD (\$/KW) ⁴⁸
\$3,073.82	\$424.55

6.2.1 Acondicionamiento y troceado. Como se explica en el capítulo 3, este proceso se seguirá haciendo de forma manual fruta por fruta, pero se plantea realizar ese proceso con un equipo de operación manual, que permita un procesamiento de fruta mayor.

A continuación, se muestra el tiempo que se requiere para adecuar 1 kg de agraz y el tiempo total al mes para macerar los 50 kg (12.5 kg para cada frutal), así mismo los costos que conlleva la operación al mes.

- Agraz

En el agraz se hace una maceración, aumentando el tiempo de adecuación de este frutal ya que anteriormente se ingresaba la fruta entera al secador.

⁴⁸ Tarifas de energía eléctrica (\$/KW/h) reguladas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) octubre de 2017. Disponible en: <https://www.codensa.com.co/document/Tarifario-octubre-2017.pdf>. [Citado el 23 de noviembre de 2017].

Ecuación 6. Gastos operacionales de maceración y laminación

Tiempo de maceración 1kg de agraz = 15 min

Tiempo de maceración 12.5kg de agraz = 187.5 min = 3.1 hr al mes

Costos de maceración 12.5kg del agraz = $3.1\text{hr} * \$3,073.72 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}}$ del trabajador
= \$9605.3

- Uchuva, Papayuela y mora

Tiempo de laminación 1kg de cada fruta = 20 min

Tiempo de laminación 12.5kg * 3 frutas = 750 min = 12.5 hr al mes

Costos de laminación 12.5kg = $12.5\text{hr} * \$3,073.72 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}}$ del trabajador
= \$38,421.5

Para los 3 últimos frutos se hace la misma laminación con el mismo tiempo estimado y en la anterior ecuación se muestra el precio y el tiempo para cada frutal.

6.2.2 Secado. Para esta sección se utiliza el horno Venancio. Para hacer estos cálculos se tiene en cuenta que las 10 bandejas tienen una capacidad para 3 kg de fruta laminada, por lo cual se hace una sumatoria de las horas de secado necesarias como se muestra a continuación:

Tabla 21. Tiempo de secado para todos los frutos

Frutal	Tiempo de secado para 3 kg	Tiempo de secado para 12.5 kg
Papayuela	6 h	24.96 h
Uchuva	8 h	33.28 h
Mora	9 h	37.44 h
Agraz	9 h	37.44 h
SUMATORIA	-	133.12 h

Según la tabla 22 se necesitan 133.12 h para que los 50 kg de todos los frutales estén secados. Con este dato y según el consumo de energía del horno por hora se pueden estimar los gastos operacionales para el mes como se muestra a continuación:

Ecuación 7. Gastos operacionales de secado

$\frac{\text{Gastos operacionales}}{\text{hora}} = \frac{13.8\text{kW}}{\text{h}}$ en horno * \$424.5499 = \$5858.6 pesos/hora

$$\frac{\text{Gastos operacionales}}{\text{mes}} = \$5828.6 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}} * 133.12\text{h de secado total}$$

$$= \$775,823.36 \text{ pesos al mes}$$

De acuerdo con la anterior ecuación se da un costo estimado de lo que el horno Venancio consumiría en pesos al mes para el secado de 50kg de materia prima.

6.2.3 Molienda. La molienda llevada a cabo en una licuadora semi industrial, con las características necesarias para moler 1.5 kg de fruto seco en 25 min, es estándar para todos los frutales. De acuerdo con lo anterior se halla el tiempo total de operación de la licuadora para 50 kg de fruta seca.

Ecuación 8. Gastos operacionales de molienda

Tiempo de molienda de 1.5 kg de fruta seca = 25 min de operacion

Tiempo de molienda de 50 kg de fruta seca = 833.25 min de operacion

833.25min = 13.88 hr operacion TOTAL licuadora

Para obtener el costo total de operación en la molienda se utiliza una ecuación que permite hallar el precio por hora según el consumo de energía como se muestra a continuación:

$$\text{Costo de operación de molienda por hora} = \frac{1.5\text{kW}}{\text{h}} \text{ en horno} * \$424.5499/\text{KW}$$

$$= \$636.82 \text{ pesos/hora}$$

$$\text{Costo de operación de molienda por mes} = \frac{\$636.82 \text{ pesos}}{\text{hora}} * 13.88\text{h de secado total}$$

$$= \$8839.06 \text{ pesos al mes}$$

6.3 COSTOS DE MATERIA PRIMA

A continuación, se muestra una tabla con los costos de materia prima según los precios de Corabastos para 1 kg y para 50 kg.

Tabla 22. Costos de materia prima

Materia prima	\$/kg de fruta	\$/12.5 kg de fruta
Papayuela	\$4,000	\$50,000
Uchuva	\$8,000	\$100,000
Mora	\$2,429	\$30,363
Agraz	\$30,000	\$375,000
TOTAL	\$44,429	\$555,363

6.4 DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS

La depreciación es el mecanismo mediante el cual se identifica el desgaste por el uso y tiempo de vida de un activo y dependiendo del bien se estima una vida útil de éste.⁴⁹ Por lo tanto es un valor de referencia debido a que todo procedimiento para la elaboración de infusiones va a generar un desgaste en los equipos. De acuerdo con lo mencionado se procede a realizar el cálculo para obtener el valor de depreciación de la siguiente forma:

Ecuación 9. Depreciación anual y mensual

$$\frac{\text{Costo del equipo}}{10} = \text{Depreciación anual}$$
$$\frac{\text{Depreciación anual}}{12} = \text{Depreciación mensual}$$

Tabla 23. Costos de equipos y su depreciación

Equipo	Costo de Equipo	Depreciación mensual
Horno Venancio	\$14,000,000	\$116,666.6
Licadora semi-industrial	\$600,000	\$5,000
Deshidratador COMEX	\$5,000,000	\$41,666.6
Molino de café NEX	\$80,000	\$666.66

6.5 COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE EL PROCEDIMIENTO ACTUAL Y LA ALTERNATIVA DE MEJORA PROPUESTA

Con la idea de comparar costos mensuales del procedimiento actual en el Jardín Botánico y la alternativa de mejora propuesta en este documento, se muestra una tabla comparativa en donde se nombran las etapas más importantes con sus respectivos costos operativos.

Se excluyen costos de arriendo ya que el Jardín Botánico cuenta con las instalaciones para llevar a cabo este proceso.

⁴⁹ NOGUERA TORRES, Natalia. Implementación, valuación de la propiedad, planta y equipo mediante niif plenas (nic 16) y sección 17 de niif para pymes. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Económicas. 2014. 35 p. [En línea]. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/>.

Tabla 24. Comparación de precios de procedimiento actual con precios aproximados de la alternativa

Operación	Procedimiento actual para 4kg		Alternativa para 50 kg	
	Tiempo (h)	Precio (COP)	Tiempo (h)	Precio (COP)
Acondicionamiento y troceado	7	\$21,516.7	15.6	\$ 48,026.8
Secado	100	\$106,135	133.12	\$ 775,823.3
Molienda	1	\$424.549	13.88	\$ 8,839
Materia prima	-	\$44,429	-	\$555,363
Depreciación	-	\$42,333.3	-	\$121,666.6
Sumatoria	108	\$214,898.5	162.6	\$1,509,718.7

En la tabla 40 se muestran los precios para un mes de producción de 4 kg para el procedimiento actual y 50kg en la alternativa; a simple vista se nota que en el procedimiento se utiliza una séptima parte menos que en la alternativa, pero cabe resaltar que en la alternativa se está realizando una producción de 50 kg (12.5 veces más grande que la que se venía realizando), para optimizar los tiempos del proceso y mejorar la productividad.

Para que sea más clara la dimensión de costo en la producción se realiza a continuación una ecuación donde se ilustra el costo por kilo para cada proceso.

1 kg de fruta procesada procedimiento = \$53,724.6 valor por kg en el procedimiento actual

1 kg de fruta procesada alternativa = \$30,194.4 valor por kg en la propuesta

Para encontrar la reducción de costo por alternativa se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 10. Reducción de costos

$$\% \text{Reducción costos} = \frac{\text{Costo}_{\text{proced actual}} - \text{Costo}_{\text{propuesta}}}{\text{Costo}_{\text{proced actual}}} * 100$$

$$\% \text{Reducción costos} = \frac{\$53,724.6 - \$30,194.4}{\$53,724.6} * 100 = 43.8\%$$

Como se puede apreciar, el costo total por kg se reduce a un 43.8% en la alternativa, dando así firmeza en que la alternativa dada es totalmente viable para el proyecto de obtención de aromáticas.

7. CONCLUSIONES

- A partir del diagnóstico realizado, se encontró que las etapas relevantes del proceso de obtención de aromáticas son:

1. El acondicionamiento y troceado, en donde hay tiempos de hasta 7 h para adecuar 4 kg de fruta, tiempo muy extenso debido a su procesamiento manual.

2. La operación de secado toma aproximadamente 100 h para 4 kg de fruta, lo que se traduce en altos costos y baja productividad.

3. En la molienda se observa una pérdida significativa de producto final que se destina para otros productos, porque el tamaño de partícula obtenido no es uniforme (debe ser de máx. 3mm). Además, se encontró un sobrecalentamiento del equipo debido al trabajo con la uchuva por su textura.

De otro lado, se observó que el secado depende del troceado porque al exponer más la pulpa de la fruta al aire, el secado va a ser más corto. Asimismo, del secado depende la molienda, para que el producto sea uniforme en cuanto al tamaño de partícula.

En cuanto al proceso de obtención de aromáticas en general los rendimientos obtenidos del procedimiento actual son bajos. En el caso de la papayuela es del 2.4%; de la uchuva es del 12.8%; para la mora es del 11.5% y para el agraz del 17.4%.

- Para proponer los cambios en los equipos, se evaluaron las ventajas y desventajas en cuanto a la capacidad, tiempos de operación más cortos y costos de mantenimiento en las etapas de secado y molienda utilizando como referencia equipos que se usan para cada operación. Se contempló que, para la alternativa propuesta se debe emplear: un horno de convección forzada para el secado cuyo rango de temperatura de operación esté entre 40 y 60°C y cuyo tiempo de secado para las frutas sea de 9h como máximo; una licuadora semi-industrial reversible para la molienda que permita el procesamiento entre 1.5 y 2 kg de materia prima deshidratada y cuyo tiempo de operación no sobrepase de 15 min. Para el acondicionamiento y troceado, un instrumento manual sofisticado de procesamiento de alimentos.

- Se encontraron porcentajes de humedad cercanos a lo reportado en las tablas 1-4 de este documento (con una diferencia máxima del 6%) y el procedimiento actual, lo que confirma que la propuesta no afecta la calidad del producto en cuanto al proceso de deshidratación.
- Se encontró a partir de las pruebas de acondicionamiento y troceado que el corte en láminas para la uchuva, mora y papayuela y la maceración para el agraz son efectivos para el secado, en donde la temperatura más adecuada que permitió obtener los tiempos de secado más cortos fue de 60°C. Con esta temperatura se aumentó el rendimiento en tiempo para la uchuva en un 237.5%; para la mora en un 166.67% y el agraz en un 377.78%.
- Para dar pie a un escalamiento a planta piloto, se toma para la propuesta de mejora una base de 50 kg al mes, comparado con el procedimiento actual donde se procesan 4kg de fruta al mes. Se incluyen en la propuesta valores de depreciación de equipos, mano de obra por hora y energía utilizada. Se estimaron valores de \$53,724.6 por kg para el procedimiento actual y \$30,194.4 por kg para la propuesta dada. Se concluyó que al aplicar la alternativa de mejora se reducen los costos de producción en un 43.8% por kg de materia prima procesada.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar experimentos de formulación utilizando diferentes tamaños de partícula de las frutas que se van a destinar para las aromáticas y evaluar sus características sensoriales.
- Realizar otros estudios variando las condiciones de secado para evitar cambios en la estructura y propiedades sensoriales de la fruta, empleando temperaturas del aire menores a 60°C, con rangos más reducidos.
- Probar mezcla de los tres tamaños obtenidos del tamizado: rústico, semipolvillo y polvillo en bolsas de té más grandes y hacer una encuesta de aceptación.
- Introducir en la presentación roja y amarilla otra materia prima con plantas aromáticas como la manzanilla para hacer más económico el producto y que aumente su rentabilidad frente a otros productos del mercado.
- Realizar la experimentación macerando las 4 frutas para evaluar posibles cambios en los tiempos de secado de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ JARAMILLO, Juan Felipe, *et al.* Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia. 1 ed. Bogotá D.C.: Universidad del Rosario. Facultad de Administración. 2011. 62 p. [En línea]. Disponible en: http://www.urosario.edu.co/urosario_files/14/14dcd9be-eca1-428e-a9df-0e99e0174bf9.pdf.

ÁLVARO BUSTAMANTE, Lorena Elizabeth. y NÚÑEZ BRAVO, Miriam Carlota. Proyecto de factibilidad para la elaboración y comercialización del té de chaya para la ciudad de Guayaquil. Tesis grado Ingeniería comercial, mención en Comercio exterior. Guayaquil.: Universidad Politécnica Salesiana. 2012. 136 p. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3254/1/UPS-GT000342.pdf>.

AMORES VIZUETE, Daniela de los Ángeles. Evaluación nutritiva de la mora de castilla (*Rubus Glaucus*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas. Tesis de grado Bioquímico Farmacéutico. Riobamba.: Escuela Superior técnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2011. 110 p. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>.

ARIAS MORALES, Jenny Patricia. Estudio del efecto del pre-tratamiento en la deshidratación de mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) sobre la velocidad de secado y contenido de polifenoles solubles y antocianinas. Tesis grado Ingeniería Química. Quito.: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y agroindustria. 2013. p. 69. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5525/1/CD-4623.pdf>.

ARISTIZABAL MONTOYA, Ana María. Uchuva (*Physalis Peruviana L.*): estudio de su potencial de aplicación en el desarrollo de alimentos con características funcionales. Tesis de especialización en alimentación y nutrición. Caldas, Antioquia.: Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ingenierías. 2013. p 19. [En línea]. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1044/1/Uchuva_estudio_potencial_aplicacion_desarrollo_alimentos_funcionales.pdf.

BADUI DERGAL, Salvador. Química de los alimentos. 4 ed. México D.F.: Ed Pearson, 2006. 734 p. [En línea]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf.

BERNAL RODRIGUEZ, Carlos Alberto. Contribución al estudio farmacotécnico del extracto estandarizado de frutos de *Physalis Peruviana L.* con miras a la obtención de un producto fitoterapéutico. Tesis de Magister en Ciencias Farmacéuticas. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Farmacia. 2012. 193 p. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9016/1/192546.2012.pdf>.

CASTRO, Adriana M; RODRIGUEZ, Ligia y VARGAS, Edgar M. Secado de uchuva (*Physalis peruviana L.*) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. En: Vitae, revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Abril, 2008 . vol. 15. no 2, p. 226-231. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n2/v15n2a04.pdf>.

CORZO, Diana Carolina y TORRES, María Eugenia. Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. 1 ed. Subdirección científica. Jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C.: 2013. 123 p.

DELLA ROCCA, Patricia. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de maestría en Tecnología de los alimentos. Buenos Aires.: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires. 2010. p. 15. [En línea]. Disponible en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2010-Rocca.pdf>.

DUQUE C., Alba L; VILLAMIZAR V., Rafael H y GIRALDO P., Germán A. Evaluación de las técnicas de secado de uchuva (*Physalis Peruviana l.*) y mora (*Rubus Glaucus*) con aire caliente y aire caliente-microondas. En: Revista Tumbaga. 2011. vol. 1. no. 6. p. 17-28. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/45/45>.

DURAN JIMENEZ, Andrés. Diseño de un sistema de secado y separación de impurezas para polen apícola en Colombia. Tesis de Magister en ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, Posgrado en ciencia y tecnología de alimentos. 2014. 181 p. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46594/1/01107556.2014.pdf>.

GARCÍA, María Cristina. (2003). Uchuva: Cosecha y poscosecha. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316158882_Uchuva_Cosecha_y_poscosecha. [Citado el 28 de enero de 2018].

ICTA, UNALBO, Protocolo para la obtención de aromáticas de la Casa Fusión Andina, Laboratorio planta de investigación de productos vegetales, Bogotá, 2015.

IDARRAGA, María Laura. Ultrasonido para deshidratar frutas. En: UN periódico. No 187. Abril 12 de 2015. [En línea]. Disponible en: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/ultrasonido-para-deshidratar-frutas.html>. [citado el 19 de noviembre de 2017].

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 33p. c.

_____. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 36p. 2008.

_____. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El instituto. 1998. 23p.

LABORDE, Mariana B.; BARRETO, Gastón M. y PAGANO, Ana M. Pasas de uva de bajas calorías obtenidas por deshidratación combinada: optimización del proceso y evaluación de la eficiencia antioxidante. En: Avances en Ciencias e Ingeniería. Enero-Marzo, 2015. vol. 6. no 1, p. 17-30. [En línea]. disponible en: http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/2015/Vol6/Nro1/3-ACI1220-14-full.pdf.

LOBO RODRIGO, María Gloria. Caracterización bioquímica de frutos de papaya (*Carica papaya*, cv. Sunrise), hembra y hermafrodita, en relación con su aptitud al procesado por congelación. Tesis de doctorado en Farmacia. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. 1995. p. 139. [En línea] disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/1/D1021101.pdf>.

MARTÍN MONTAÑEZ, Gina Paola y SILVA LOPEZ, Gloria Esperanza. Plan de mercadeo, lanzamiento y comercialización del nuevo producto panela instantánea Tierranela. Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Gestión de Mercadeo. Bogotá D.C.: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ciencias Empresariales, 2011. p 42. [En línea]. Disponible en: http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/2494/TGM_SilvaGloriaEsperanza_2011.pdf?sequence=1.

MENDOZA, Jaime Humberto; RODRIGUEZ Aida y MILLÁN C., Patricia. Caracterización fisicoquímica de la uchuva (*Physalis Peruviana*) en la región de Silvia Cauca. En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Julio-Diciembre, 2012. vol. 10. no 2. p. 188-196. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a22.pdf>.

NOGUERA TORRES, Natalia. Implementación, valuación de la propiedad, planta y equipo mediante niif plenas (nic 16) y sección 17 de niif para pymes. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Económicas. 2014. 35 p. [En línea]. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/>.

REYES DE, C; GUZMAN, R y CAMARGO, C. Deshidratación de banano y cambios químicos ocurridos durante el proceso. En: Revista Colombiana de Química. 1974. vol. 4. no 1, p. 29-39. [En línea]. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/15548/1/10177-18816-1-PB.pdf>.

RIOS PEREZ, Margarita María; MARQUEZ CARDOZO, Carlos Julio; y CIRO VELASQUEZ, Héctor José. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía. Julio-Diciembre, 2005. Vol. 58. no 2, p. 2989-3002. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200013.

ROMERO, Indira; DIAZ, Verónica y AGUIRRE, Alejandro. Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador. 1 ed. México D.F.: CEPAL, 2016. p. 31-35. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf.

RODRIGUEZ HERRERA, Cristian Andrés y VILLEGAS CARMONA, Brenda. Caracterización de los cultivos de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) con espinas, en dos fincas del municipio de Guática, Risaralda. Tesis de grado Tecnólogo químico. Pereira.: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Escuela de química. 2015. p. 23. [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6118/63438R696.pdf?sequence=1>.

RODRIGUEZ, Ligia; LOPEZ, Leslie y GARCÍA, Maribel. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus Glaucus B.*), maracuyá (*Passifora edulis S.*), guayaba (*Psidium guajava L.*) y papayuela (*Carica cundinamarcensis J.*). Bogotá.: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales, ingeniería de Alimentos. 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ligia_Rodriguez/publication/267918189_DET-ERMINACION-DE-LA-COMPOSICION-QUIMICA-Y-ACTIVIDAD-ANTIOXIDANTE-EN-DISTINTOS-ESTADOS-DE-MADUREZ-DE-FRUTAS-DE-CONSUMO-HABITUAL-EN-COLOMBIA/links/551309aa0cf2eda0df2e257b/DETERMINACION-DE-LA-COMPOSICION-QUIMICA-Y-ACTIVIDAD-ANTIOXIDANTE-EN-DISTINTOS-ESTADOS-DE-MADUREZ-DE-FRUTAS-DE-CONSUMO-HABITUAL-EN-COLOMBIA.pdf.

SANTANA LOZANO, Luis David y CUBILLOS ORTIZ David Ricardo. Propuesta de diseño de un deshidratador tipo bandeja para la producción de frutas tipo snacks para EcoVitale Orgánico. Trabajo de grado ingeniero químico. Bogotá D.C.: Fundación Universidad de América. Facultad de ingenierías. 2016. 134 p. [En Línea]. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/451/1/1030628724-2016-2-IQ.pdf>

SUPLIGUICHA CANDO, Marco Vinicio. Aplicación de la técnica de deshidratación en hierbas, flores y frutas para la elaboración de blends con té negro, té verde y té blanco. Monografía previa a la obtención del título de Licenciado en Gastronomía y servicio de alimentos y bebidas. Cuenca.: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad., 2017. 153 p. [En Línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27474/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>.

TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa. 2 ed. Estados Unidos.: McGraw-Hill, 1988. p. 731-733. [En línea]. Disponible en: <https://fenomenosdetransporte.files.wordpress.com/2008/05/operaciones-de-transferencia-de-masa-robert-e-treybal.pdf>.

TORRES, M, E. 2005. Investigación enfocada en la elaboración de protocolos de transformación de las especies andinas que se trabajan dentro del marco del proyecto de uso sostenible de la flora. Bogotá, Colombia: Informe técnico inédito. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis-Subdirección Científica.

TREYBAL Robert. Operaciones de transferencia de masa. McGraw-Hill. Estados Unidos. Segunda edición. 1988. Págs. 731-733.

UNESCO, Fundación Celestina Pérez de Almada. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción.: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2005, p. 12-14, 27. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156206s.pdf>.

WU, F, M, *et al.* 2000. Fate of *Shigella sonnei* on Parsley and methods of disinfection. En: Journal Food Protection. Diciembre, 1999. vol. 63. no. 5, p. 568-572. [En línea]. Disponible en: <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-63.5.568?code=fopr-site>.

ZAPATA, Isabel C; SEPÚLVEDA-VALENCIA, Uriel y ROJANO, Benjamin A. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt saborizado con Mortiño (*Vaccinium merodionale* Sw). En: Información Tecnológica. Octubre 2014. Vol. 26, no 2. p. 17-28. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v26n2/art04.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A
DOCUMENTACION FOTOGRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO ACTUAL

Deshidratador de bandejas Marca COMEX (Vista interior)



Muestras después de molienda en el procedimiento actual



Producto empacado casa fusión amarilla



Producto empacado casa fusión roja



ANEXO B
RESULTADOS PARA DETERMINAR CURVAS DE SECADO

Datos de secado de papayuela (250g)

Tiempo (h)	Fruta laminada (g)
0	126.1
1	78.1
2	30.2
3	8.5
4	6.7
5	6.7

Datos de secado de uchuva (400g)

Tiempo (h)	Fruta laminada (g)
0	317
1	95.6
2	76.7
3	60.5
4	54.4
5	52.7
6	51.8
7	50
8	49.7
9	49.7

Datos de secado de mora (250g)

Tiempo (h)	Fruta laminada (g)
0	225.1
1	129.6
2	115.2
3	91
4	70.6
5	55.3
6	44.8
7	36.6
8	31.4
9	31.1
10	31.1

Datos de secado de agraz (250g)

Tiempo (h)	Fruta macerada
0	247.7
1	121.2
2	108.9
3	74.7
4	66
5	60.6
6	58
7	54.8
8	53.7
9	52.7
10	52.7

Datos utilizados para realizar gráfica de secado en la papayuela

Tiempo (h)	Peso (g)		
	60°C	50°C	40°C
0	254.7	250.3	251.6
1	157.5	178.3	182.3
2	61.9	110.3	132.3
3	25.6	69.3	86.4
4	14.2	35.3	52.6
5	14	22.1	43.3
6	14	16.2	31.5
7		14.6	23
8		14.1	16.3
9		13.9	14.9
10			14.5
11			14.1

Datos utilizados para realizar gráfica de secado en la Uchuva

Tiempo (h)	Peso (g)		
	60°C	50°C	40°C
0	541.6	533	541.5
1	258.7	462.3	478.7
2	219.7	402.1	415.8
3	201.3	352.3	373.4
4	183.5	283	260.7
5	176.3	229.3	223.9
6	165.4	201.3	194.9
7	160.3	183.4	183
8	158.9	175.4	173.1
9	158.1	170.6	167.1
10	157.7	166.6	165.6
11		162.3	164.1
12		159.9	163.3
13		159.2	161.1
14			158.8
15			156.9
16			155.8
17			155.5
18			155.5

Datos utilizados para realizar gráfica de secado en la mora

Tiempo (h)	Peso (g)		
	60°C	50°C	40°C
0	686,5	684,9	685,3
1	450,8	589,2	629,3
2	400,6	473,3	573
3	346,8	412,3	526,3
4	286,7	371,3	436
5	237,2	341,8	388,2
6	199,8	305,8	322,4
7	169,9	263,3	279
8	125,5	223,3	242,3
9	116,3	201,7	212,7
10	111,1	173,9	188
11	111	153,6	176,3
12		143	163
15		127,7	158,6
16		120,4	148,4
17		116,3	131,2
18		112,1	119,6
19		111,3	114,3
20			113,5
21			113,1

Datos utilizados para realizar gráfica de secado en el agraz

Tiempo (h)	Peso (g)		
	60°C	50°C	40°C
0	671.3	670.8	670.7
1	428.4	530	642.2
2	322	470	613.7
3	270	438.2	585.3
4	241.6	425.3	556.7
5	226.6	402.3	529
6	217.6	387.7	498
7	211.3	351.3	472
8	210.6	324.5	438.7
9	210.1	302.3	409.9
10	209.7	283.9	384.7
11		253.9	368.7
12		231.3	357.2
13		222.3	313.2
14		215.8	282.9
15		211.8	259.1
16		208.9	240.3
17		207.3	228.4
18			217.1
19			211.3
20			204.9
21			204.5

ANEXO C
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA
ALTERNATIVA

Horno de convección forzada



Licadora utilizada para molienda



Frutas molidas con diferentes tamaños de partícula



ANEXO D COTIZACIONES

Cotización del horno Venancio parte 1

Horno Venancio Mod. 8 Y 10 Bandejas A Gas Ciclone



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Horno Venancio Mod. 8 y 10 Bandejas A Gas Ciclone

Modelo de 8 y 10 bandejas.
Frente en acero inoxidable escobado.
Puerta en acero inoxidable escobado en el exterior y vidrio templado de 6mm en el interior.
Laterales, paneles y tapa trasera en acero carbono SAE1020 con acabado en pintura epoxi.
Soporte para bandejas 570mm x 680mm en acero inoxidable reforzado.
Caballete en acero carbono SAE1020 reforzado con acabado en pintura blanca epoxi.

Cotización del horno Venancio parte 2.

Costo \$ 14.000.000 pago en efectivo \$ 13.400.000

BIBIANA CANDIL

Consultor de Negocios

Tel: 2775978 - 3204222779

Calle 12 N° 27 - 28 Ricaurte

bibiana.candil@industriasacegas.com

Cotización de licuadora para molienda

L.C. MUEBLES METALICOS

Equipos para Panadería y Pizzeria Dotaciones Restaurantes Comidas Rápidas y Grecas

COTIZACIÓN
Nº 361

CLIENTE: Clustan Compa
NIT/C.C.: 10181463446
DIRECCIÓN: Dmg - B2 #2017 TEL: 3204745718

CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT.	VR. TOTAL
1	Licuadora Industrial 2000 Wts. Dotada marca muller	950.000	950.000
GARANTÍA UN AÑO		TOTAL	\$ 750.000
ABONO \$	SALDO \$	SALDO \$	
DÍA DE ENTREGA			

RECIBI C.C. 6638638

Cra 27 No. 12 - 31 • Tel: 662-86-39 • Cel. 322 473 90 54
E-mail: acetek.mueblesindustriales@gmail.com • Bogotá D.C.

Despachado por Anael Baena

ANEXO E
SERIE DE TAMICES

Serie de tamices con sus equivalencias

I+C4:F44INTERNACIONAL ISO 565 (TLB2):1983	EE.UU. ASTM E 11- 87	TYLER Standard screen 1910	BRITANICO BS 410: 1986
Abertura mm	Equivalencia Malla #	Equivalencia Malla #	Equivalencia Malla #
26.670	-----	-----	-----
22.427	-----	-----	-----
15.859	-----	-----	-----
13.335	-----	-----	-----
11.213	-----	-----	-----
9.429	-----	-----	-----
7.929	-----	2 1/2	-----
6.668	-----	3	-----
6.300	3	-----	-----
5.607	3 1/2	3 1/2	3
4.715	4	4	3 1/2
3.965	5	5	4
3.334	6	6	5
2.803	7	7	6
2.357	8	8	7
1.982	10	9	8
1.667	12	10	10
1.402	14	12	12
1.179	16	14	14
0.991	18	16	16
0.833	20	20	18
0.701	25	24	22
0.589	30	28	25
0.496	35	32	30
0.417	40	35	36
0.350	45	42	44
0.295	50	48	52
0.248	60	60	60
0.208	70	65	72
0.175	80	80	85
0.147	100	100	100

Continuación

I+C4:F44INTERNACIONAL ISO 565 (TLB2):1983	EE.UU. ASTM E 11-87	TYLER Standard screen 1910	BRITANICO BS 410: 1986
Abertura mm	Equivalencia Malla #	Equivalencia Malla #	Equivalencia Malla #
0.124	120	115	120
0.104	140	150	150
0.088	170	170	170
0.074	200	200	200
0.062	230	250	240
0.052	270	270	300
0.044	325	325	350