

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



"Evaluación de secado natural en especies aromáticas bajo condiciones de cubierta plástica y malla sombra, en la planta de agroindustria de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador".

POR:

BR. AGUEDA FERNANDA SARCEÑO TORRES

REQUISO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M. Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

SECRETARIO GENERAL:

Pedro Rosalío Escobar Castaneda

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

MAECE. Nelson Bernabé Granados Alvarado

Secretario:

M. Sc. Edgar Geovany Reyes Melara

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

M. Sc. Humberto Ruiz Mejía

ASESOR INTERNO

M. Sc. Humberto Ruiz Mejía

ASESOR EXTERNO

Ing. Juan de Dios Chávez Santamaria

**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADO DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Ing. Haydee Esmeralda Munguía De Pérez

RESUMEN

El trabajo de práctica profesional consistió en la evaluación del secado natural en especies aromáticas, en un módulo bajo condiciones de cubierta plástica y malla sombra. Se analizó la pérdida de peso (g), actividad de agua (A_w), evaluación sensorial, la temperaturas y humedad relativa. Adicionalmente con la información de las variables ambientales, se calcularon las curvas de secado en base húmeda.

Los resultados demostraron que el tiempo de secado del módulo con carpeta plástica fue más rápida en la especie hierba buena (4 h) y albahaca (4.5 h) y en caso contrario la especie de romero fue más lento (10 h). Para el módulo bajo la condición desecado con malla sombra el tiempo de secado se incrementó acumulando para especies de hierba buena y albahaca fue de 4.5 horas y romero de 14 horas.

Al analizar la variable de color se tiene como resultado diferencia según la especie y condición de cubierta en el módulo de secado. Es importante mencionar que la A_w de las especies que se colocaron en el módulo de secado alcanzaron valores de 0.4 a 0.6, lo que indica para ambas condiciones de cubierta se garantiza la nula proliferación de microorganismos. En el caso de la evaluación sensorial los panelistas manifestaron buena aceptación en cuanto al sabor, aroma y color, comparada con muestras comerciales.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	2
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
3.	INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.....	3
4.	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	3
4.1	Recursos	4
4.1.1	Recursos institucionales y equipos.	4
4.1.2	Recursos humanos	5
4.2	Actividades Actuales	5
4.2.1	Actividades de producción.....	5
4.2.2	Situación técnica.	5
4.2.3	Situación administrativa.....	5
4.2.4	Actividades comercialización.	6
5.	ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA	6
6.	MARCO TEÓRICO.....	7
6.1	La importancia de las especies aromáticas.....	7
6.2	Formas de aprovechamiento de las especies aromáticas.....	7
6.3	Secado de especies aromáticas.....	8
6.3.1	Secado natural.	8
6.3.2	Secador solar.....	8
6.4	Recomendaciones de Normativa del CODEX para el secado de material vegetal.....	9
6.5	Curva de secado	9
6.6	Parámetros de calidad en especies deshidratadas	10
6.6.1	Color de especies deshidratadas.....	10
6.6.2	Actividad de agua (Aw).	11
6.7	Análisis sensorial	11
6.8	Módulo de secado natural	11
6.8.1	Techado.....	12
6.8.2	Estructura de madera.....	12

6.8.3 Ventanillas.....	12
6.8.4 Bandejas de secado.....	12
7. METODOLOGÍA.....	13
7.1 Metodología de campo	13
7.1.1 Diseño del módulo de secado.....	13
7.1.2 Materiales para la construcción del módulo de secado.....	13
7.1.3 Construcción del módulo de secado.....	13
7.1.3.1 Cuerpo del módulo de secado.....	13
7.1.3.2 Bandejas para secado.....	14
7.1.3.3 Colocación cubierta plástica transparente malla sombra.....	14
7.1.3.4 Cubierta de malla sombra.....	14
7.1.3.5 Curado del módulo de secado.....	15
7.1.4 Volumen de la cámara de secado.....	15
7.1.5 Material vegetal para el proceso de secado de especies aromáticas.....	15
7.1.5.1 Recolección del material vegetal.....	16
7.1.5.2 Recepción del material vegetal.....	16
7.1.5.3 Selección del material vegetal.....	16
7.1.5.4 Lavado, desinfección y escurrido.....	17
7.1.5.5 Aforo de bandejas para el módulo.....	17
7.1.6 Secado.....	18
7.1.6.1 Carga del módulo de secado.....	18
7.1.6.2 Colocación de sensores de temperatura y humedad relativa.....	18
7.1.6.3 Toma de peso en material vegetal.....	18
7.1.6.4 Empacado, sellado y almacenado.....	19
7.1.7 Flujograma del proceso de secado natural de las especies aromáticas.....	19
7.2 Metodología de laboratorio.....	20
7.2.1 Determinación de color de las muestras secas.....	20
7.2.2 Determinación de actividad de agua en las muestras de secas.....	20
7.2.3 Análisis sensorial de las especies aromáticas.....	21
7.2.3.1 Procedimiento para la realización del análisis sensorial.....	21

7.3 Metodología de oficina	24
7.3.1 Análisis de la información de las muestras secas de las especies aromáticas.....	24
7.3.2 Análisis de datos color.....	24
7.3.3 Análisis de conductividad del agua en muestras secas de hierbas aromáticas.	24
7.3.4 Análisis de datos de la evaluación sensorial.	24
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
8.1 Características de la construcción del módulo de secado	25
8.2 Aforo del módulo de secado	25
8.3 Comportamiento del módulo con respecto a la temperatura.....	25
8.4 Resultados del comportamiento de las especies aromáticas	26
8.4.1 Secado de hierba buena (<i>Menta spicata L.</i>) en módulo con plástico UV	26
8.4.2 Secado de hierba buena (<i>Menta spicata L.</i>) en módulo con malla sombra.....	26
8.4.3 Secado de albahaca (<i>Ocimum bacilicum L.</i>) en módulo con plástico UV.....	27
8.4.4 Secado de albahaca (<i>Ocimum bacilicum L.</i>) en módulo con malla sombra	28
8.4.5 Secado de romero (<i>Salvia rosmarinus L.</i>) en módulo con plástico UV.	28
8.4.6 Secado de romero (<i>Salvia rosmarinus L.</i>) en módulo con malla sombra.....	29
8.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
8.6 Resultados de color en especies aromáticas secas.....	31
8.7 Resultados de la actividad de agua en las especies aromáticas secas.....	33
8.8 Resultados de la evaluación sensorial de las especies aromáticas	34
8.8.1 Evaluación sensorial de aromáticas secadas bajo cubierta plástica UV	34
8.8.2 Evaluación sensorial de aromáticas secadas bajo malla sombra.....	36
8.9 Los resultados del comportamiento de las muestras secas del módulo de secado bajo los dos tipos de cubierta	38
9. CONCLUSIONES	40
10. RECOMENDACIONES	41
11. BIBLIOGRAFÍA.....	42
12. ANEXOS	46

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental y Prácticas (Google Map, 2025).....	3
Figura 2. Organigrama de la EEP.....	6
Figura 3. Cortes de madera para las puertas, techado del módulo de secado.	13
Figura 4. Cuerpo del Módulo de secado natural.....	14
Figura 5. Bandejas para secado de aromáticas.....	14
Figura 6. Colocación de película plástica UV en el módulo de secado.	14
Figura 7. Colocación de cubierta malla sombra en el módulo de secado.	15
Figura 8. Aplicación de Comejenol Plus en el módulo de secado.....	15
Figura 9. Especies aromáticas seleccionadas para el secado.....	16
Figura 10. Cosecha de albahaca morada.	16
Figura 11. Recepción y pesaje del material (A) romero, hierba buena (B) y albahaca (C).	16
Figura 12. Deshojado y selección del material romero, hierba buena y albahaca.	17
Figura 13. Lavado (A), desinfección (B), y escurrido (C) de especies aromáticas.	17
Figura 14. Aforo de bandejas del módulo de secado.....	17
Figura 15. Carga de módulo en condiciones de cubierta plástica UV (A), carga en condiciones con malla sombra con 32% (B).....	18
Figura 16. Equipo de medición de temperatura y humedad relativa.	18
Figura 17. Toma de peso de albahaca(A), hierba buena(B) y romero(C).....	18
Figura 18. Empacado (A), (B) sellado, y (C) almacenado del material vegetal seco en bolsas de celofán.	19
Figura 19. Flujograma del proceso de secado en aromáticas.....	19
Figura 20. (A) Muestra seca, (B) Registro de lectura en la medición de las muestras de secado.....	20
Figura 21. A) colocación de muestra para la lectura, (B) toma de lectura con la sonda.	21
Figura 22. Preparación de muestras para realizar infusiones.....	21
Figura 23. Peso de muestras e infusiones con 200 ml de agua.	22
Figura 24. Arreglo de muestras para realizar la evaluación sensorial.	23
Figura 25. Texteo de las especies aromáticas hierba buena, albahaca y romero mediante el método de infusión.....	23
Figura 26. Gráfico de la curva de secado de hierba buena (<i>Menta spicata L.</i>) con plástico UV.....	26
Figura 27. El gráfico de la curva de secado de hierba buena (<i>Menta spicata L.</i>) módulo con malla sombra.	27
Figura 28. Gráfico de la curva de secado de albahaca (<i>Ocimum bacilicum L.</i>) en módulo con plástico UV.	27
Figura 29. Gráfico de la curva de secado de albahaca (<i>Ocimum bacilicum L.</i>) en módulo con malla sombra.	28
Figura 30. Gráfico de la curva de secado de romero (<i>Salvia rosmarinus L.</i>) en módulo con plástico UV.	29
Figura 31. Gráfico de la curva de secado de romero (<i>Salvia rosmarinus L.</i>) en módulo con malla sombra.	30
Figura 32. Gráfico del análisis sensorial de la especie albahaca.	35
Figura 33. Gráfico del análisis sensorial de la especie aromática hierba buena.....	35
Figura 34. Gráfico del análisis sensorial de la especie romero.	36

Figura 35. Gráfico del análisis sensorial de la especie albahaca.	37
Figura 36. Gráfico del análisis sensorial de la especie hierba buena.	37
Figura 37. Gráfico del análisis sensorial de la especie romero.	38
Figura 38. (A) Muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de hierba buena.	39
Figura 39. (A) Muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de albahaca.	39
Figura 40. (A) muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de romero.	39

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Servicios básicos de la Estación Experimental y de Prácticas.	4
Cuadro 2. Equipamiento de la Estación Experimental.	4
Cuadro 3. Características morfológicas, sensorial y usos de las especies aromáticas.	7
Cuadro 4. Materiales y equipos para la construcción del módulo.	13
Cuadro 5. Dimensiones de la cámara de secado por convección natural.	15
Cuadro 6. Escala de colores CIELAB.	20
Cuadro 7. Materiales y equipos utilizados para el análisis sensorial.	21
Cuadro 8. Especies aromáticas con su respectivo código.	22
Cuadro 9. Aforo de bandejas en cada repetición y en el módulo de secado.	25
Cuadro 10. Color en especie aromáticas hierba buena del módulo de secado.	31
Cuadro 11. Color en especie albahaca en el módulo de secado.	32
Cuadro 12. Color en especie aromática romero en el módulo de secado.	33
Cuadro 13. Datos de actividad de agua (Aw) en las especies aromáticas.	34

1. INTRODUCCIÓN

El secado de plantas aromáticas es uno de los métodos más antiguos utilizados para la conservación de alimentos. Este método permite extraer por medio de la evaporación el agua de la superficie y del interior del producto, por efecto de una corriente de aire natural o aire forzado a una temperatura determinada, reduciendo el agua del interior, lo que evita el crecimiento de los microorganismos, y prolongando su vida útil (Cano y Sanmartín, 2016). La importancia del secado es proporcionar un producto con un porcentaje mínimo de humedad, para ello se requiere de temperaturas optimas que conserve sus propiedades organolépticas de color, aroma y sabor (Tonguino, 2011).

Según Kuja (2020) el secador solar es un equipo que permite utilizar la energía solar para deshidratar o eliminar el contenido de agua de alimentos, en menor tiempo, la energía del sol se transforma en calor útil mediante el efecto invernadero, este está formado por un gabinete de madera cubierto con una carpeta de color transparente que permite la generación de calor en el interior de las bandejas, gracias a la incidencia de los rayos solares permite un rápido secado de las especies aromáticas, su funcionamiento depende de las condiciones climáticas y los tiempos de secado ya que suelen ser largos (Ortiz, 2014). Por otra parte, el secado solar ofrece una alternativa que permite procesar alimentos en condiciones limpias, e higiénicas, ahorra energía, mejora la calidad del producto (Sharma, 2008).

En base al contexto anterior, la pasantía de práctica profesional se enfocó en evaluar el comportamiento de un módulo de secado con dos tipos de cubierta, para distintas especies aromáticas. El propósito del estudio fue conocer la perdida de humedad de las especies aromáticas dentro del módulo, durante intervalos de tiempos y con la información registrada se construyeron graficas de curvas de secado. Además, se evaluó variables de calidad como el color, A_w , y por último el análisis sensorial de cada una de las especies aromáticas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proceso de secado de especies aromáticas utilizando un módulo con cubierta plástica y malla sombra, y su efecto sobre las propiedades sensoriales del producto.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la eficiencia del módulo de secado en las especies aromáticas.
- Registrar las variables de temperatura, humedad relativa, pérdida de peso durante de secado dentro del módulo.
- Analizar las curvas de secado de las especies aromáticas.
- Evaluar cambios sensoriales en color, sabor, aroma en las especies aromáticas en estudio.

3. INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

La Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador se encuentra ubicada en el Cantón Tecualuya, del Distrito de San Luis Talpa del municipio de La Paz Oeste en el Departamento de La Paz, en el km 57 Carretera al Puerto de la Libertad, ver figura 1, con una elevación de 50 msnm, con coordenadas geográficas 13°28'35" longitud Norte, 89°05'55" Oeste, con topografía plana. La Estación Experimental cuenta con una Planta de Procesamiento de Agroindustria, utilizada para las tres carreras que conforman la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.



Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental y Prácticas (Google Map, 2025).

4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Universidad de El Salvador marcó como acontecimiento el cambio positivo en la enseñanza académica universitaria en la rama de la agricultura, la adquisición de 143 manzanas de terreno en la jurisdicción del Distrito de San Luis Talpa del municipio de La Paz Oeste en el Departamento de La Paz, fue autorizada la compra por la honorable asamblea general universitaria el 29 de noviembre de 1974, habiéndose realizado la formalidad notarial el 4 de diciembre del mismo año (Paredes, 2011).

Según Paredes (2011), menciona que en el transcurso de los años el campo experimental, cambió su nombre por el de Estación Experimental y de Prácticas (EEP), de la Facultad de Ciencias Agronómicas, donde su objetivo es orientarse al desarrollo científico y experimental a través de las prácticas que se desarrollan en campo. Hoy en día, existen diferentes cambios físicos de estructura y administrativos, por lo que se ha construido un nuevo vivero, un establo, un módulo avícola, de ovino-caprino, oficinas administrativas con equipo moderno, aulas de estudio, tractores, camión, las instalaciones de riego, planta de agroindustria, cultivos y ganado.

Por otra parte, en la (EEP), se cuenta con una Planta de Agroindustria donde cumple la función social, en impulsar actividades de emprendedurismo, para pequeños productores, realizando capacitaciones en técnicas de estandarización de fórmula en diferentes productos con la finalidad de realizar la transformación y conservación del producto terminado (Paredes, 2011).

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos institucionales y equipos. La EEP, cuenta con un único acceso ubicado sobre la carretera a la Libertad, este se localiza fuera de los límites de la zona urbana actual del distrito de San Luis Talpa. Los servicios básicos los podemos ver en el cuadro 1 y 2.

Cuadro 1. Servicios básicos de la Estación Experimental y de Prácticas.

Servicio básico	Cobertura
Agua potable	Una parte de este servicio es proveído por ANDA y la segunda fuente es proveída por dos pozos perforados.
Agua gris	El servicio de drenaje de aguas grises se hace por medio de fosas sépticas como complemento a las instalaciones hidráulicas.
Telecomunicaciones	El servicio provee comunicación del exterior con una sola línea telefónica, exclusivo para la administración de la EEP.
Energía eléctrica	Provee energía eléctrica para la iluminación de los edificios de la EEP.
Transporte	El transporte que llega a la EEP es de carácter institucional.
Tren de aseo	Dos veces a la semana el distrito de San Luis Talpa presta el servicio de recolección de la basura a través de un camión de aseo.

Nota. Adaptado de los servicios básicos de la Estación Experimental y Prácticas, de Paredes, 2011.

Cuadro 2. Equipamiento de la Estación Experimental.

Clasificación del equipamiento	Edificaciones
Administración	Oficinas Administrativas
Educación y capacitación	Aulas de Clase, Laboratorio de Agroindustria
Almacenaje	Bodega de Herramientas y Suministros, Bodega de Heno.
Comercio y producción de bienes y servicios	Cafetería, Stand de Ventas, Galera de Producción (pollos y conejos), estación Meteorológica
Transporte	Taller de Maquinaria, Estacionamiento y patio de maniobras.
Recreación	Cancha de Fútbol, Piscina (en gestión)
Complementario	Fábrica de Concentrado, Silos, Carpintería, Sala de Ordeño, Establo, Área de Especies Menores, Bomba y Caseta de Bombeo, Propagador (invernadero), Dormitorios (en gestión).

Nota. Adaptado de los servicios básicos de la Estación Experimental y Prácticas, de Paredes, 2011.

4.1.2 Recursos humanos

La EEP de la Universidad de El Salvador, cuenta con un director, jefe de campo. Además, de contar con el apoyo de coordinadores del área pecuaria, área agrícola, área forestal, área de maquinaria agrícola y coordinador de la planta de agroindustria, en la parte administrativa se cuenta con una secretaria, un contador, colector y bodeguero.

4.2 Actividades Actuales

4.2.1 Actividades de producción. La producción agrícola y pecuaria se encarga del establecimiento y manejo agronómico de granos básicos, frutales, cultivos agroindustriales, hortalizas, forestales y pastizales. En la producción de hortalizas se encuentran parcelas de loroco, pepino, tomate, chiles. En los granos básicos como: maíz, frijol, sorgo. Los frutales como: mango, cacao, aguacate, níspero, entre otros. En la producción pecuaria el manejo de alimentación y producción de especies mayores y menores. Además, en la Planta de Agroindustria esta se divide en el procesamiento de lácteos, carnes, frutas y hortalizas.

4.2.2 Situación técnica. La Estación Experimental y de Prácticas proporciona servicios de asistencia técnica y capacitaciones agricultores de la zona, en transferencia de nuevas tecnologías y métodos adecuados de producción, las capacitaciones en el área de procesamiento de frutas y hortalizas son cada vez más demandados por productores de la zona, quienes busca innovar en el procesamiento y conservación de especies vegetales de importancia nutricional y medicinal.

4.2.3 Situación administrativa. Es el área administrativa de la Estación Experimental es la encargada de cuidar y velar los bienes de la unidad según la estructura organizacional como podemos ver la figura 2. Es importante mencionar que la ejecución de proyectos agrícolas y pecuarios se ven limitados por la falta de presupuesto, a pesar de esto generan sus propios ingresos que únicamente se utilizan para su funcionamiento y no para su crecimiento y desarrollo en áreas como infraestructura, equipo y otros servicios necesarios para el desarrollo académico.

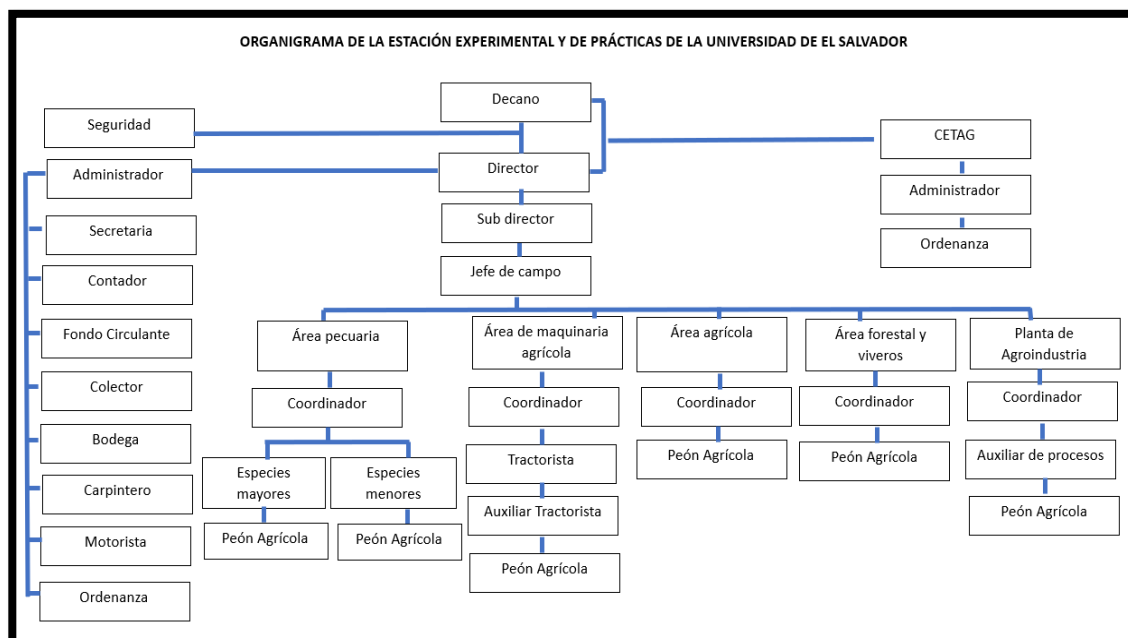


Figura 2. Organigrama de la EEP.

4.2.4 Actividades comercialización. En la Estación Experimental y de Prácticas se realiza la comercialización de frutas, hortalizas del área agrícola, en el área pecuaria la venta de huevo, pollos, carne, y la comercialización de productos procesados de la planta de procesamiento entre ellos la elaboración y comercialización de chocolates, salsas picantes, fermentos de frutas, queso, crema entre otros subproductos.

5. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En la Planta de Agroindustria de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, presenta dificultad en la disponibilidad de cultivos en diferentes especies aromáticas o medicinales, entre ellas hierba buena (*Mentha spicata L.*), albahaca (*Ocimum bacilicum L.*), y romero (*Rosmarinus officinallis L.*) entre otras especies que puedan adaptarse y desarrollarse en climas cálidos. Por lo anterior, existe una dificultad para que estudiantes o docentes puedan realizar investigaciones sobre el procesamiento de especies aromáticas y su conservación. Además, no ha existido un estudio que registre los parámetros necesarios en un proceso de secado natural en especies aromáticas, por lo que no se realizan estudios de carácter académico enfocado a este tipo de conservación.

6. MARCO TEÓRICO



6.1 La importancia de las especies aromáticas

Las plantas aromáticas y medicinales son un grupo extenso de plantas utilizadas por sus beneficios medicinales, saborizantes o aromatizantes; Este grupo de especies tienen como característica común un elevado contenido de sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su uso con finalidades terapéuticas, aromáticas, gastronómicas, entre otras (INTAGRI, 2001).

6.2 Formas de aprovechamiento de las especies aromáticas

Las especies aromáticas han sido utilizadas desde miles de años por la contribución a la salud y bienestar de las personas ver cuadro 3, estas especies reúnen los principios activos que son los compuestos químicos responsables de los efectos medicinales de las plantas, utilizados en industrias de medicamentos y cosmética (Mellado, 2023).

Cuadro 3. Características morfológicas, sensorial y usos de las especies aromáticas.

Especies	Características morfológicas	Perfil sensorial	Principales usos
ALBAHACA <i>(Ocimum basilicum L.)</i> 	Planta herbácea anual de tallo ramificado. Puede llegar a medir 0.5 m de altura, con hojas opuestas, ovales y apuntadas de color verde, con flores blancas.	Sabor fragante y fresco, más fuerte en verano. Las hojas viejas presentan sensación picante.	Usos culinarios: hojas frescas secas enteras o picadas Uso interno: inapetencia, trastornos digestivos. Externo: faringitis y heridas.
HIERBA BUENA <i>(Mentha spicata L.)</i> 	Planta anual perenne, y algunos ejemplares suelen llegar a medir hasta 0.6 m de altura, posee un conjunto de rizomas entrelazados subterráneos, de los que nacen numerosos tallos con hojas lanceoladas, dentadas y de color verde, además de flores de color violeta.	Es una planta que desprende un fuerte aroma a mentol.	Usos medicinales: Trastornos digestivos Propiedades medicinales: antiinflamatorias, antisépticas, analgésicas, infusiones de té para combatir la ansiedad o para descongestionar las vías respiratorias.

ROMERO <i>(Rosmarinus officinalis L.)</i>	El romero es un arbusto leñoso perenne de porte rastrero ascendente, con hojas lineales opuestas de color verde en la parte superior y blancas en la inferior.	Tiene un fuerte aroma penetrante. Sabor intenso, muy aromático.	Usos culinarios: generalmente secas, es conservante y antioxidante. Uso interno: malas digestiones (gástricas y hepáticas). Externo: reumatismo, golpes, heridas, fortalecer el cuero cabelludo.
---	--	---	--



Nota. Adaptado de características morfológicas, sensorial y usos de las especies aromáticas (p. 10-11), por Fretes, 2010.

6.3 Secado de especies aromáticas

Una de las formas de conservación de las plantas aromáticas y medicinales es el método de secado, por medio de este se conservan los diferentes compuestos nutraceuticos que contienen las distintas especies. Otro aspecto importante de realizar el secado es su bajo peso para la comercialización, por lo tanto, este proceso debe de llevarse en las mejores condiciones para que las plantas aromáticas no pierdan sus principales elementos activos y a su vez el producto seco tendrá una mayor aceptación en términos sensoriales (Remache, 2020).

6.3.1 Secado natural. Este se caracteriza por ser el más económico y no contaminante (Remache, 2020). Este método se basa en hacer uso de la acción natural de la radiación solar, temperatura, humedad y movimiento del aire para lograr un secado; no se utilizan equipos, el producto vegetal se seca por la acción del viento que circula. El secado dependerá de las condiciones atmosféricas, por lo que se considera un secado difícil de controlar. Por otra parte, este debe de considerar las condiciones ambientales sean óptimas para evitar el crecimiento de hongos y producción de toxinas (Lemus y Pérez, 2015).

6.3.2 Secador solar. Es un secador que permite aprovechar la energía solar para secar los alimentos, mediante el secado natural, pero en este caso en menor tiempo y en óptimas condiciones. En el secador la energía del sol se transforma en calor útil mediante efecto invernadero, el calor eleva la temperatura del aire contenido en una cámara donde se encuentran los alimentos sobre rejillas.

Este proceso de secado se realiza por acción del aire caliente que circula y pasa entre los alimentos, lo cual causa evaporación del agua del producto y lleva esa humedad hacia el exterior del secador (Lindow, s.f).

6.4 Recomendaciones de Normativa del CODEX para el secado de material vegetal

Para el proceso de secado natural las plantas o sus partes deberán de colocarse en plataformas limpias elevadas o bien en un suelo de concreto cubierto de plástico o lona limpias, o colgarlos de un techo que cuente con el recubrimiento adecuado para evitar goteras y nunca deben estar en contacto directo con el suelo o la tierra. El área de secado debe contar con senderos o pasillos que prevengan que alguna persona camine sobre la cosecha. El material vegetal sometido a desecación debería ser volteado con frecuencia para limitar el crecimiento de moho (Lemus y Pérez, 2015).

El tiempo de secado se debe reducir en lo posible, mediante el uso de condiciones de secado óptimas, por ejemplo: temperatura, humedad y ventilación, para evitar el crecimiento de hongos y la producción de toxinas (Lemus y Pérez, 2015). Tanto para el secado natural como artificial, el espesor de la capa de la materia vegetal debe tomarse en cuenta para alcanzar un nivel de humedad seguro en un periodo tiempo razonable (CODEX, 2014).

6.5 Curva de secado

Las curvas de secado se representan de diferente manera a través del contenido de humedad en función del tiempo, velocidad de secado en función del tiempo o la velocidad del secado en función del contenido de humedad (García, 2024).

$$MR = \frac{M - Me}{M_0 - Me}$$

Donde:

MR: Relación de humedad

M: Contenido de humedad en un tiempo específico (% bh)

Me: Contenido de humedad en equilibrio (% bh)

M₀: Contenido de humedad inicial (% bh)

El contenido de humedad, entendido como la relación entre el peso del agua y el peso total, se expresa como el contenido de humedad en base humedad; el contenido de humedad en base seca, es la relación entre el peso de la masa de agua y el peso de la materia seca. La materia seca permanece constante en todo proceso de secado (García, 2024).

6.6 Parámetros de calidad en especies deshidratadas

Las principales variables de calidad en especias deshidratadas o secas están relacionadas con atributos como el color, el aroma y el sabor, los cuales pueden medirse y permiten emitir un juicio de valor en términos de apariencia y características sensoriales. Por ello, es fundamental identificar y determinar variables que permitan evaluar objetivamente la calidad y aceptación del material vegetal seco (Quispe, 2023).

6.6.1 Color de especias deshidratadas. El color es un parámetro clave en la calidad de las especias deshidratadas, ya que influye directamente en la percepción del consumidor y puede reflejar el grado de conservación de compuestos bioactivos como carotenoides, clorofilas o polifenoles (Quispe, 2023).

El color suele medirse con parámetros del sistema CIELAB el cual permite explicar todos los matices que representan los tres parámetros medibles de un modelo ($L^*a^*b^*$), donde L^* : indica la luminosidad (siendo 0 negro y 100 blanco); a^* : posición del color, de verde a rojo (el verde se indica con números negativos, mientras que el rojo se indica con valores positivos rojos); b^* : posición del color, de azul a amarillo (los valores positivos implican amarillo, los negativos sugieren azul) (Quispe, 2023).

Cambios en estos valores pueden indicar pardeamiento no enzimático, pérdida de pigmentos naturales o degradación por oxidación. Además, el color puede correlacionarse con la aceptabilidad sensorial del producto, como se ha observado en análisis sensoriales de frutas y especias deshidratadas (Tonguino, 2011).

6.6.3 Actividad de agua (Aw). La actividad del agua en especias deshidratadas es un parámetro determinante en su vida útil, ya que es indicativo del agua disponible para el crecimiento de microbianos y la actividad enzimática durante la conservación del alimento. Su determinación es importante, tanto en la industria como en el laboratorio, debido a que es uno de los parámetros esenciales para determinar el método y el tiempo de conservación para cada alimento (Serrate 2019), las especias deshidratadas tienen una Aw inferior a 0.60, lo que impide el desarrollo de bacterias patógenas (CODEX, 2014). También influye en la oxidación de compuestos volátiles, lo que puede deteriorar el perfil sensorial de la especia deshidratada (Lucho, 2023).

6.7 Análisis sensorial

Las propiedades sensoriales son características de los alimentos que se perciben a través de los sentidos. Algunas pueden detectarse con un solo sentido, como el sabor o el color, mientras que otras requieren la intervención de dos o más sentidos, como la textura o el aroma. Por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre los alimentos (Huamán, 2021).

Dentro del análisis sensorial existen pruebas de aceptación que es una técnica que permite conocer cuánto les gusta un producto a los consumidores. Se basa en pruebas realizadas con personas no entrenadas, quienes califican el producto usando escalas hedónicas (como la de 9 puntos, desde “me disgusta extremadamente” hasta “me gusta extremadamente”). Esta evaluación se realiza en condiciones controladas y los resultados se analizan estadísticamente para determinar el nivel de agrado general. Es muy útil en el desarrollo de nuevos productos o mejoras de los existentes (Estrada y Aristizábal, sf).

6.8 Módulo de secado natural

Un módulo de secado natural es una estructura diseñada para reducir el contenido de humedad de productos agrícolas o forestales (como granos, especias, frutas o madera) utilizando únicamente fuentes naturales como el viento y la radiación solar. A diferencia del secado artificial, no requiere energía eléctrica o combustibles, lo que lo hace más económico y sostenible, aunque más lento y dependiente del clima (Ringuelet et al., 2008).

El diseño de una estructura para secado se divide en 4 componentes básicos: Techado, estructura de madera, ventanillas, y bandejas para secado. Cada uno de estos componentes debe asegurar el funcionamiento adecuado y garantizar su eficiencia y calidad del secado.

6.8.1 Techado. Se considera una inclinación del techo (Anexo A1), en época de invierno esta caída ayuda a evitar la acumulación de lluvia (Bergues et al., 2010).

6.8.2 Estructura de madera. Es una estructura de soporte y para proteger las bandejas en el interior, esta debe ser de una estructura liviana y de bajo costo, y que además cumpla con las características requeridas (Anexo A2), se utiliza un plástico transparente (plástico UV) como cubierta del módulo (Anexo A3). Este material es como un espejo que atrae el calor como un colector de temperatura, además de ser un material resistente a la degradación por los rayos ultravioleta a la que estará constantemente sometida, por otra parte, por ser un material de bajo costo y un material mucho más barato que el vidrio (Bergues et al., 2010), así mismo la utilización de malla sombra en la cámara de secado permite disminuir la radiación solar y la temperatura dentro del secador (Domínguez et al., 2024).

6.8.3 Ventanillas. Como el método de secado natural es simple, se requiere de un método de control de las condiciones internas de temperatura y humedad relativa adentro del módulo de secado, se colocan ventanillas en la parte superior e inferior dentro del módulo (Ringuelet et al., 2008), estas permitirán intercambiar el aire húmedo dentro de la cámara de secado por el aire fresco del exterior de la cámara, las entradas de aire caliente se colocan en las partes bajas del edificio y las salidas en las altas y en la pared opuesta (Bandoni, 2003).

6.8.4 Bandejas de secado. Estas serán las plataformas donde estarán las muestras a secar (Anexo A4), no deben sobrecargarse las bandejas, para facilitar la circulación del aire en las muestras y para favorecer un secado homogéneo (Cano y Sanmartín, 2016).

7. METODOLOGÍA

7.1 Metodología de campo

7.1.1 Diseño del módulo de secado. El módulo se construyó con madera, con una altura de 150 cm y de 50 cm de ancho, con capacidad de 10 bandejas dentro del módulo (Anexo A5), con una altura de piso de 10 cm, se consideró entradas y salida de aire.

7.1.2 Materiales para la construcción del módulo de secado. Los materiales utilizados para la construcción del módulo ver anexo A6 y se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Materiales y equipos para la construcción del módulo.

Materiales para construcción	Equipos
Carpeta transparente UV, malla para sombra	Máquina cortadora de madera
Tablas, clavos, costaneras, cedazo (para bandejas)	Máquina pulidora de madera
Producto químico para tratar madera, brochas	

7.1.3 Construcción del módulo de secado. Se contó con el apoyo de personal de área de maquinaria agrícola de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador. Primeramente, se realizaron los cortes de madera (Figura 3), para las puertas, techado, ventanas, rieles y bandejas con la ayuda de la maquina cortadora.



Figura 3. Cortes de madera para las puertas, techado del módulo de secado.

7.1.3.1 Cuerpo del módulo de secado. La altura del módulo fue de 150 cm y de 57 cm de ancho, con capacidad de 10 bandejas, y con una altura de piso de 10 cm (Figura 4), además se consideró entradas de aire frío por la parte inferior y una salida de aire caliente por la parte superior estas entradas se realizaron con cedazo lo que además evitará la entrada de insectos a la cámara de secado (Anexo A7).



Figura 4. Cuerpo del Módulo de secado natural.

7.1.3.2 Bandejas para secado. Las dimensiones de las bandejas de secado fueron de 47 cm por 47 cm y una altura de 2.5 cm (Figura 5), estas fueron realizadas con cortes de madera y cedazo lo que permitirá entrada de aire en el interior para el secado de las muestras.



Figura 5. Bandejas para secado de aromáticas.

7.1.3.3 Colocación cubierta plástica transparente malla sombra. Se forró todo el cuerpo del módulo con una película plástica resistente a los rayos UV (Figura 6), la cubierta permite la generación de calor en el interior del módulo (Anexo A8).



Figura 6. Colocación de película plástica UV en el módulo de secado.

7.1.3.4 Cubierta de malla sombra. Se forró el cuerpo del módulo con malla sombra con la finalidad de reducir la cantidad de luz en el interior del módulo; la malla utilizada fue de 30 % de entrada de luz (Figura 7), lo que hace que filtre el 70 % de la luz solar permitiendo que solo pase el 30 % (Anexo A9).



Figura 7. Colocación de cubierta malla sombra en el módulo de secado.

7.1.3.5 Curado del módulo de secado. Se realizó la aplicación de producto químico llamado Comejenol Plus (Figura 8), este es un insecticida de larga duración, específico para el tratamiento preventivo de madera contra diversos tipos de termitas.



Figura 8. Aplicación de Comejenol Plus en el módulo de secado.

7.1.4 Volumen de la cámara de secado. Las dimensiones de la cámara de secado por convección natural (Anexo A10), tendrán un volumen de secado de 0.52 m^3 presentado en el cuadro 5.

Cuadro 5. Dimensiones de la cámara de secado por convección natural.

Características	Tamaño	Fórmula
Alto	1.60 m	$V = AB \text{ área de la base} * H_c \text{ altura del cuerpo}$
Ancho	0.57 m	$Ab = L * L \text{ (lado por lado)}$ $AB = 0.57 \text{ m} * 0.57 \text{ m} = 0.3249 \text{ m}^2$
Profundidad	0.47 m	$V = 0.3249 \text{ m}^2 * 1.60 \text{ m}$
Volumen	0.52 m^3	$V = 0.52 \text{ m}^3$

7.1.5 Material vegetal para el proceso de secado de especies aromáticas. Las especies aromáticas seleccionadas para el estudio fueron: hierba buena, (*Mentha spicata L.*), albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) y romero (*Salvia rosmarinus L.*), (Figura 9), el material utilizado fue únicamente las hojas por ser mayormente comerciales.



Figura 9. Especies aromáticas seleccionadas para el secado.

7.1.5.1 Recolección del material vegetal. Las especies aromática fueron recolectadas en el vivero Forestal de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador (Figura 10), una segunda parte fue adquirida a través de productores que comercializan aromáticas. Las especies aromáticas a utilizar fueron hierba buena, albahaca y romero.



Figura 10. Cosecha de albahaca morada.

7.1.5.2 Recepción del material vegetal. Se recibió el material vegetal fresco de las especies aromáticas de hierba buena, albahaca y romero en la planta de procesamiento como podemos ver (Figura 11). Posteriormente se realizó el pesaje especie aromáticas.



Figura 11. Recepción y pesaje del material (A) romero, hierba buena (B) y albahaca (C).

7.1.5.3 Selección del material vegetal. Se procedió a la selección del material vegetal separando ramas, flores, tallos y dejando únicamente hojas, donde se tomó en cuenta el color de ellas (Figura 12), debiendo tener un color verde, que estén sanas y sin ningún daño o problemas fitosanitarios.



Figura 12. Deshojado y selección del material romero, hierba buena y albahaca.

7.1.5.4 Lavado, desinfección y escurrido. Las hojas fueron sometida a un lavado, para eliminar la suciedad o tierra que se encuentra adherida, procurando que no sufran ningún daño en esta etapa (Figura 13), la desinfección se realizó por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio en dosis de 1 ml por cada litro de agua y se dejó reposar por 3 minutos, luego se realizó un enjuague con abundante agua. Las hojas recién lavadas se colocan en la mesa de escurrimiento, con el objetivo de eliminar el exceso de agua.



Figura 13. Lavado (A), desinfección (B), y escurrido (C) de especies aromáticas.

7.1.5.5 Aforo de bandejas para el módulo. El aforo consistió en obtener la capacidad de carga de cada bandeja; para ellos se extendió el material vegetal, sin sobrecargar (Figura 14), posteriormente se obtuvo el peso, y es el que se toma de referencia para las demás bandejas.



Figura 14. Aforo de bandejas del módulo de secado.

7.1.6 Secado

7.1.6.1 Carga del módulo de secado. El material vegetal se colocó sobre las bandejas, según el aforo de referencia para cada especie aromática (Figura 15), posteriormente las bandejas junto con el material vegetal se colocaron al interior del módulo de secado. Esta actividad se realizó, para ambas condiciones de secado.

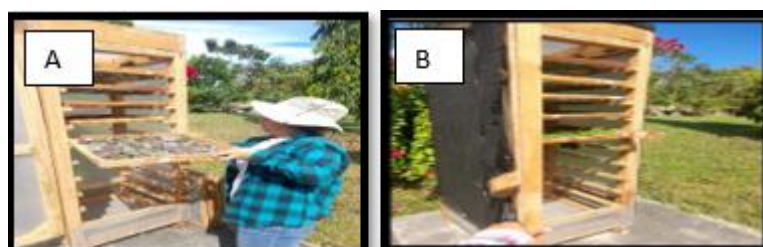


Figura 15. Carga de módulo en condiciones de cubierta plástica UV (A), carga en condiciones con malla sombra con 32% (B).

7.1.6.2 Colocación de sensores de temperatura y humedad relativa. Se colocó en el interior del módulo de secado, dos termohigrómetros (Datalogger EXTECH), para registrar los valores de temperatura y humedad relativa (Figura 16), cada equipo fue programado para registrar los valores máximos y mínimos en periodos de tiempo cada 5 minutos.



Figura 16. Equipo de medición de temperatura y humedad relativa.

7.1.6.3 Toma de peso en material vegetal. Se recolectó el material vegetal de cada bandeja en un depósito plástico (Figura 17), posteriormente se tomaron datos de peso (g) cada 30 minutos hasta alcanzar el peso constante para cada especie aromática.



Figura 17. Toma de peso de albahaca(A), hierba buena(B) y romero(C).

7.1.6.4 Empacado, sellado y almacenado. Se utilizaron bolsas de celofán con dimensiones de 10 x 15 cm las cuales permiten una buena impermeabilidad y favorece su conservación (Figura 18), esta actividad se realizó de forma manual colocando cada una de las muestras al interior de las bolsas, estas fueron selladas y etiquetadas con su respectiva fecha, la especie y la cantidad en gramos y se almacenaron en un lugar fresco.



Figura 18. Empacado (A), (B) sellado, y (C) almacenado del material vegetal seco en bolsas de celofán.

7.1.7 Flujograma del proceso de secado natural de las especies aromáticas. En el flujograma se detalla cada uno de los procesos en el secado natural de hierba buena (*Mentha spicata L.*), albahaca (*Ocimum basilicum L.*), y romero (*Salvia rosmarinus L.*) ver figura 19.

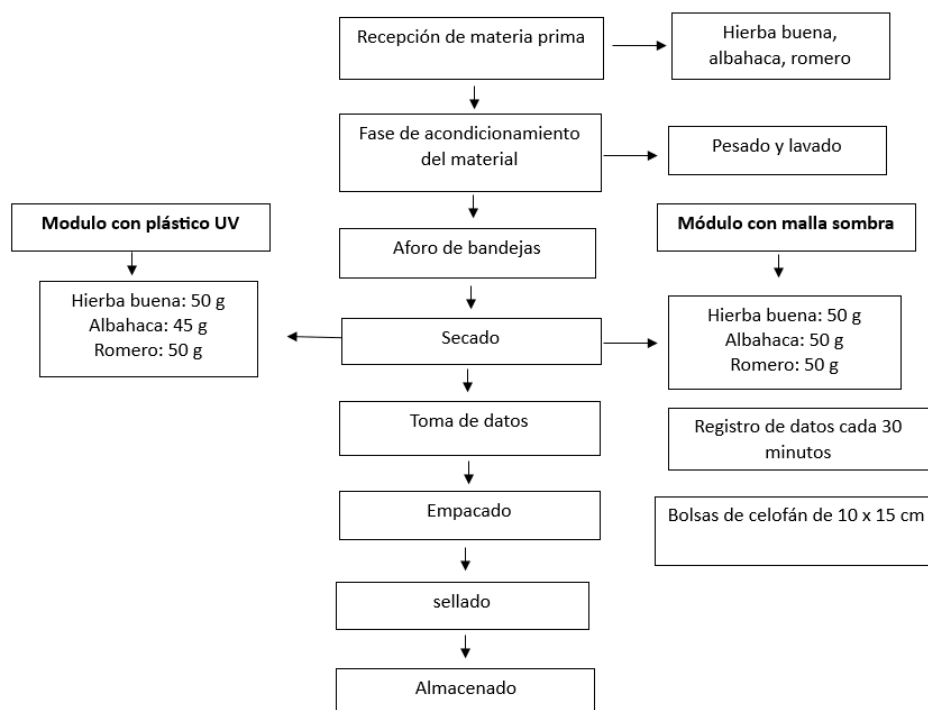


Figura 19. Flujograma del proceso de secado en aromáticas.

7.2 Metodología de laboratorio

7.2.1 Determinación de color de las muestras secas. Se utilizó un colorímetro de la marca (Konica Minolta), este es un equipo ligero de alta precisión. Primeramente, antes de iniciar con las muestras se realizó una calibración en blanco del equipo. Seguidamente las mediciones se realizaron de la siguiente manera:

1. Se colocó la muestra en una caja petri con fondo blanco, sin dejar espacios en blancos para realizar la lectura (Figura 20), seguidamente se colocó el cabezal medidor de forma vertical sobre la caja petri, y se pulsa el botón de disparo, y se enciende el botón READY y la pantalla demuestra la lectura.



Figura 20. Registro de lectura en la medición de color de las muestras de secado de hierbas aromáticas.

2. Para cada muestra se realizó tres mediciones y se realizó un promedio, estos, para comprobar si cumplen con el estándar de color, mediante una escala de coordenadas cromáticas que se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Escala de colores CIELAB.

	Coordenadas	Rango de medición
L	Luminosidad	0 para negro a 100 para un blanco
a*	Coordenadas rojo/verde	(+ a) indica rojo, (- a) indica verde
b*	Coordenadas amarillo/azul	(+ b) indica amarillo, (- b) indica azul

7.2.2 Determinación de actividad de agua en las muestras de secas. Para el análisis de las diferentes muestras de secado, se utilizó un instrumento de medición Hyfropalm 23-A, de la marca ROTRONIC de la serie AirChip3000, este realiza mediciones portátiles de humedad y temperatura; para el análisis de las muestras secas se realizó del siguiente procedimiento:

Se tomo una pequeña muestra de cada especie aromática y se colocó en un bote plástico, se introduce en la porta muestra (Figura 21), se cubre con la sonda, y se pulso el botón ENTER y se dejó por 5 minutos, y se toma el valor de estos valores son por debajo de Uno.



Figura 21. Colocación de muestras en el equipo de medición.

7.2.3 Análisis sensorial de las especies aromáticas. Se realizó en la planta de procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas, donde participaron panelistas catadores no entrenados, para evaluar color, sabor y aroma; calificar según su preferencia cada una de las muestras. Entre los materiales utilizados para el análisis sensorial se detallan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Materiales y equipos utilizados para el análisis sensorial.

Materiales	Equipos
Material seco, Productos comerciales secos	Cocina
Recipientes plásticos, olla, cucharon	Balanza analítica
Beaker, vasos de plásticos de 1 oz, bolsa de organza blanca	
Papel toalla, lapiceros, guía de evaluación, cuaderno	

7.2.3.1 Procedimiento para la realización del análisis sensorial. Para realizar el análisis sensorial de las 3 especies aromáticas secas (Figura 22), fue necesario conocer primeramente la cantidad de agua y material seco para cada infusión fue de 1.5 g de muestras seca en 200 ml de agua.



Figura 22. Preparación de muestras para realizar infusiones.

Se realizó las infusiones de las muestras secas y de productos comerciales de manera de poder apreciar su color, aroma y sabor, se codificó cada una de las especies aromáticas ver cuadro 8 y las muestras se presentaron de manera particular a cada panelista.

Cuadro 8. Especies aromáticas con su respectivo código.

Módulo con plástico UV			
Especie aromática	Código	Muestras	Código de muestra
Hierba buena	M 525	Muestra seca	M 695
		Muestra comercial McCormick	M 538
		Muestra comercial Teresita	M 357
Albahaca	M 254	Muestra seca	M 327
		Muestra comercial McCormick	M 715
		Muestra comercial Badia basil	M 245
Romero	M 328	Muestra seca	M 529
		Muestra comercial Canasta	M 364
		Muestra comercial Selectos	M 421
Módulo con malla sombra			
Hierba buena	M 497	Muestra seca	M 179
		Muestra comercial a Teresita	M 207
		Muestra comercial McCormick	M 895
Albahaca	M 254	Muestra seca	M 209
		Muestra comercial Badia basil	M 679
		Muestra comercial Sasson	M 349
Romero	M 561	Muestra seca	M 497
		Muestra comercial Canasta	M 303
		Muestra comercial Selectos	M 402

Se pesó el material seco y el comercial, estas muestras fueron colocadas en bolsas de organza, seguidamente colocadas en cada beaker (Figura 23), el agua fue calentada por 10 minutos evitando la ebullición, posteriormente se agregó 200 ml de agua a cada beaker, se taparon con una manta y se dejó reposando por 5 minutos.



Figura 23. Peso de muestras e infusiones con 200 ml de agua.

1. Se colocaron en la mesa las infusiones en vasos de una 1 onza ver figura 24, para ser evaluados por un grupo de 10 panelistas no entrenados.



Figura 24. Arreglo de muestras para realizar la evaluación sensorial.

A cada uno de los panelistas no entrenados se les indicó observar las muestras que se encontraban sobre la mesa y calificar las variables color, aroma y sabor, marcando con una x la característica que consideraban conveniente ya sea excelente, bueno, regular o malo, ver figura 25, y anexo A11, al finalizar con cada una de las evaluaciones se colocó una ponderación numérica a las características evaluadas siendo excelente el número 1 bueno el 2, regular el 3 y malo el 4, esto con la finalidad de poder analizar la prueba cuantitativamente.



Figura 25. Texteo de las especies aromáticas hierba buena, albahaca y romero mediante el método de infusión.

7.3 Metodología de oficina

7.3.1 Análisis de la información de las muestras secas de las especies aromáticas. Para el análisis de los datos se analizó de forma individual a las tres especies aromáticas por repetición las cuales se detallan de la siguiente manera: para el secado natural bajo diferentes cubiertas, la información de peso y tiempo fue obtenida de cada repetición, estas se tabularon y se calcularon los promedios por bandejas de secado, el porcentaje de humedad y el peso ideal de secado. Seguidamente el porcentaje de humedad en base húmeda de cada una de las muestras, para realizar las curvas de secado, la fórmula utilizada para obtener el peso final y porcentajes de humedad requerido para cada una de las especies aromáticas fue:

Formula de porcentaje de humedad en base húmeda:

CHBH: Contenido de húmeda en base húmeda

$$\text{CHBH} = \frac{(\text{P inicial} - \text{peso final})}{\text{P inicial}} \times 100$$

7.3.2 Análisis de datos color. Luego de obtener los datos mediante el equipo de medición se realizaron las tablas de datos y se realizó una comparación con la información de diferentes estudios similares de especies aromáticas al realizado en la pasantía.

7.3.3 Análisis de conductividad del agua en muestras secas de hierbas aromáticas. Luego de obtener los datos mediante el equipo de medición se realizaron cuadro y tablas de los datos de datos obtenidos, estos son comparados con estudios similares.

7.3.4 Análisis de datos de la evaluación sensorial. Para cada prueba sensorial se aplicó un análisis estadístico multivariante de datos, por ser pruebas cualitativas no paramétricas, donde se realizó una caracterización con un panel no entrenado, con el objetivo de realizar las diferentes comparaciones y así mismo obtener la opinión del consumidor.

Las pruebas se realizaron con diez panelistas para cada una de las tres especies aromáticas hierba buena, albahaca y romero, para el análisis sensorial se utilizaron dos muestras comerciales de diferentes marcas, y una muestra seca, del módulo bajo cubierta plástica UV y con malla sombra, analizar la información a través de un análisis de componente principal, con una estandarización de datos y correlación de medias, los datos fueron obtenidos mediante el programa INFOSTAT versión 2020.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Características de la construcción del módulo de secado

El módulo de secado fue elaborado de madera, por ser un material liviano y de bajo costo, forrado con plástico UV, lo que permitió acelerar el proceso de secado, aprovechando la energía de luz solar, favoreciendo un ahorro energético y al cuidado del medio ambiente. Por otra parte, al utilizar la malla sombra como cubierta permitió disminuir la radiación solar y la temperatura en el interior del módulo de secado.

8.2 Aforo del módulo de secado

El aforo de las bandejas de secado varía en función de las características morfológicas de cada una de las especies aromáticas, en cuanto a su tamaño y su estructura foliar (Cuadro 9).

Cuadro 9. Aforo de bandejas en cada repetición y en el módulo de secado.

Módulo con carpeta plástica				Módulo con malla sombra (malla sarán)			
Especie	g/bandeja	bandeja	Total (lb)	Especie	g /bandeja	Bandejas	Total (lb)
Hierba buena	50	5	0.55	Hierba buena	50	5	0.55
Albahaca	45	5	0.50	Albahaca	50	5	0.55
Romero	50	5	0.55	Romero	50	5	0.55
Especie	g /bandeja	bandeja		Especie	g /bandeja	Bandejas	0.55
Hierba buena	50	5	0.55	Hierba buena	50	5	0.55
Albahaca	45	5	0.50	Albahaca	50	5	0.55
Romero	50	5	0.55	Romero	50	5	0.55

8.3 Comportamiento del módulo con respecto a la temperatura

En el módulo de secado con plástico UV sin carga presento una temperatura interna máxima de 70 °C y una mínima de 55 °C con una humedad relativa de 13 %; mientras que en el módulo con malla sombra presento una temperatura interna de 55.0 °C y una mínima de 40.0 °C con una humedad relativa de 32.13 %; en el caso del módulo con plástico UV con carga presentó una temperatura promedio de 55.5 °C y una mínima de 45.5 °C con una humedad relativa

promedio de 20.47 % y en el módulo de malla sombra presentó una temperatura interna promedio de 40.6 °C y una mínima de 35.8 °C y una humedad relativa de 25.06 %.

8.4 Resultados del comportamiento de las especies aromáticas

8.4.1 Secado de hierba buena (*Menta spicata* L.) en módulo con plástico UV. En la figura 26 se demuestra el proceso de secado del material vegetal de hierba buena (Anexo A12), se dio en condiciones de temperatura de 39.4 a 50.8 °C y una humedad relativa de 46.3 a 21.8 % en el interior del módulo durante 4 horas de secado (Anexo A13). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presentó el 52.4 % del peso inicial que corresponde a los 26.2 g. En acumulado de 4 horas de tiempo de secado alcanzó un 88 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 44 g (Anexo A24).

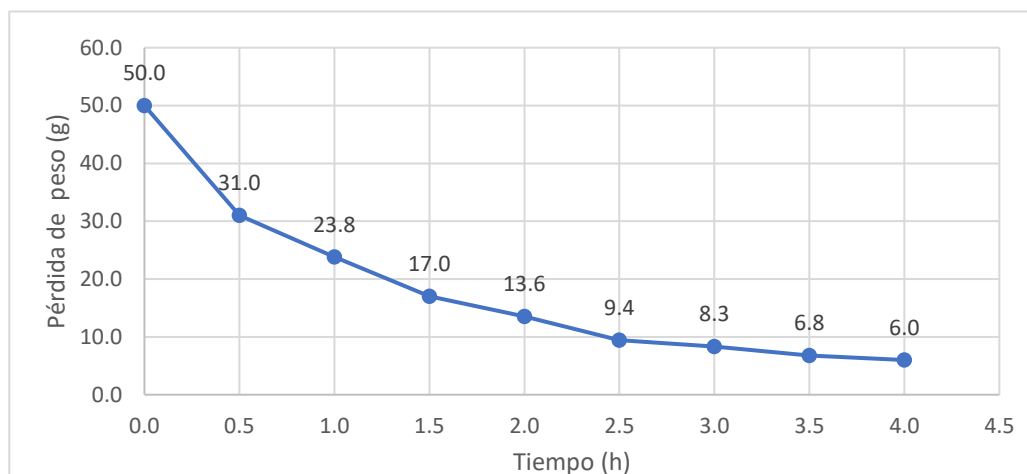


Figura 26. Gráfico de la curva de secado de hierba buena (*Menta spicata* L.) con plástico UV.

8.4.2 Secado de hierba buena (*Menta spicata* L.) en módulo con malla sombra. En la figura 27 se demuestra el proceso de secado del material vegetal de hierba buena (Anexo A14), se dio en condiciones de temperatura de 38.4 a 47.0 °C y una humedad relativa de 47.4 a 31.8 % en el interior del módulo durante 4.5 horas de secado (Anexo A15). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presentó el 40.2 % del peso inicial que corresponde a los 20.1 g. En acumulado de 4.5 horas de tiempo de secado alcanzó un 85.8 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 42.9 g (Anexo A24).

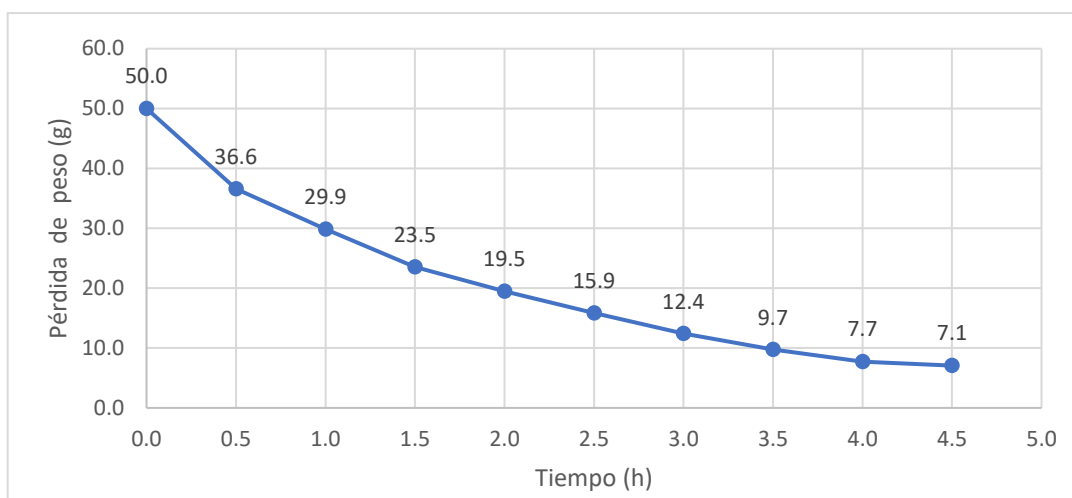


Figura 27. El gráfico de la curva de secado de hierba buena (*Menta spicata L.*) módulo con malla sombra.

8.4.3 Secado de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) en módulo con plástico UV. En la figura 28 se demuestras el proceso de secado del material vegetal de albahaca (Anexo A16), se dio en condiciones de temperatura de 43.4 a 54.9 °C y una humedad relativa de 38.2 a 19.8 % en el interior del módulo durante 4.5 horas de secado (Anexo A17). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presento el 43.78 % del peso inicial que corresponde a los 19.7 g. En acumulado de 4.5horas de tiempo de secado alcanzó un 86 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 38.7 g (Anexo A25).

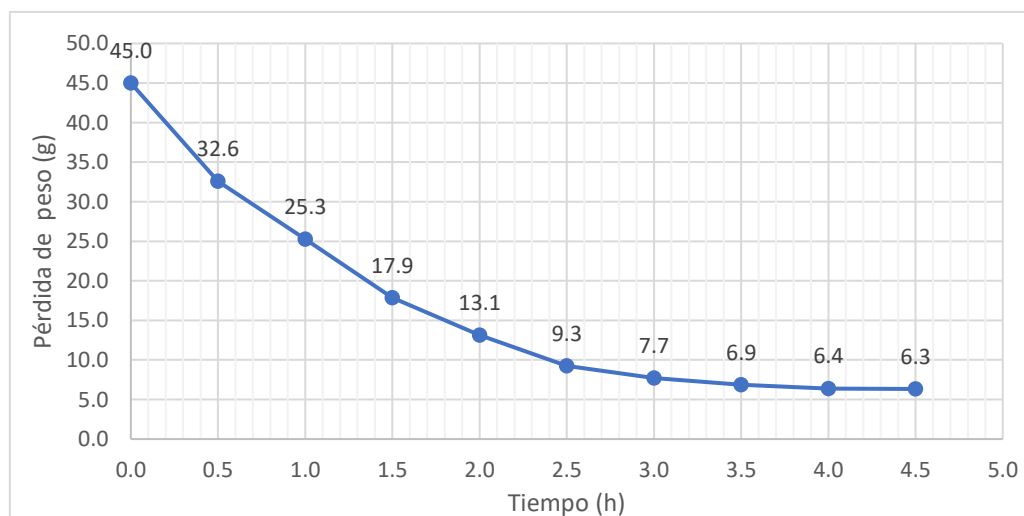


Figura 28. Gráfico de la curva de secado de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) en módulo con plástico UV.

8.4.4 Secado de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) en módulo con malla sombra. En la figura 29 se demuestra el proceso de secado del material vegetal de albahaca (Anexo A18), se dio en condiciones de temperatura de 32.7 a 46.8 °C y una humedad relativa de 47.5 a 28.8 % en el interior del módulo durante 4.5 horas de secado (Anexo A19). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presento el 45.2 % del peso inicial que corresponde a los 22.6 g. En acumulado de 4.5 horas de tiempo de secado alcanzó un 82 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 41 g (Anexo A25).

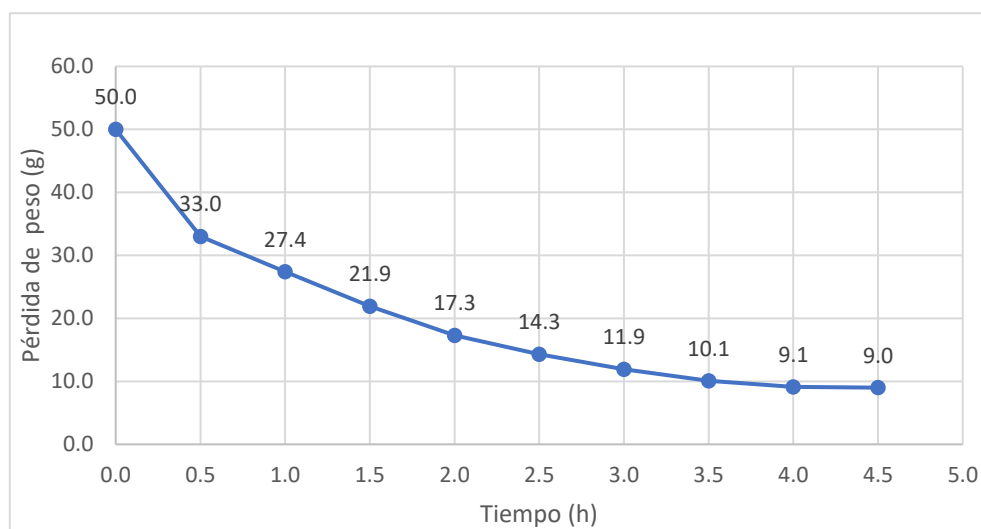


Figura 29. Gráfico de la curva de secado de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) en módulo con malla sombra.

8.4.5 Secado de romero (*Salvia rosmarinus L.*) en módulo con plástico UV. En la figura 30 se demuestra el proceso de secado del material vegetal de romero (Anexo A20), se dio en condiciones de temperatura de 42.0 a 55.7 °C y una humedad relativa de 40.5 a 17.0 % en el interior del módulo durante 10 horas de secado (Anexo A21). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presentó el 23.8 % del peso inicial que corresponde a los 11.9 g. En las primeras 3.5 horas presentó el 50.6 % del peso inicial que corresponde al 22.6 g. En acumulado de 10 horas de tiempo de secado alcanzó un 68.4% de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 34.2 g (Anexo A25).

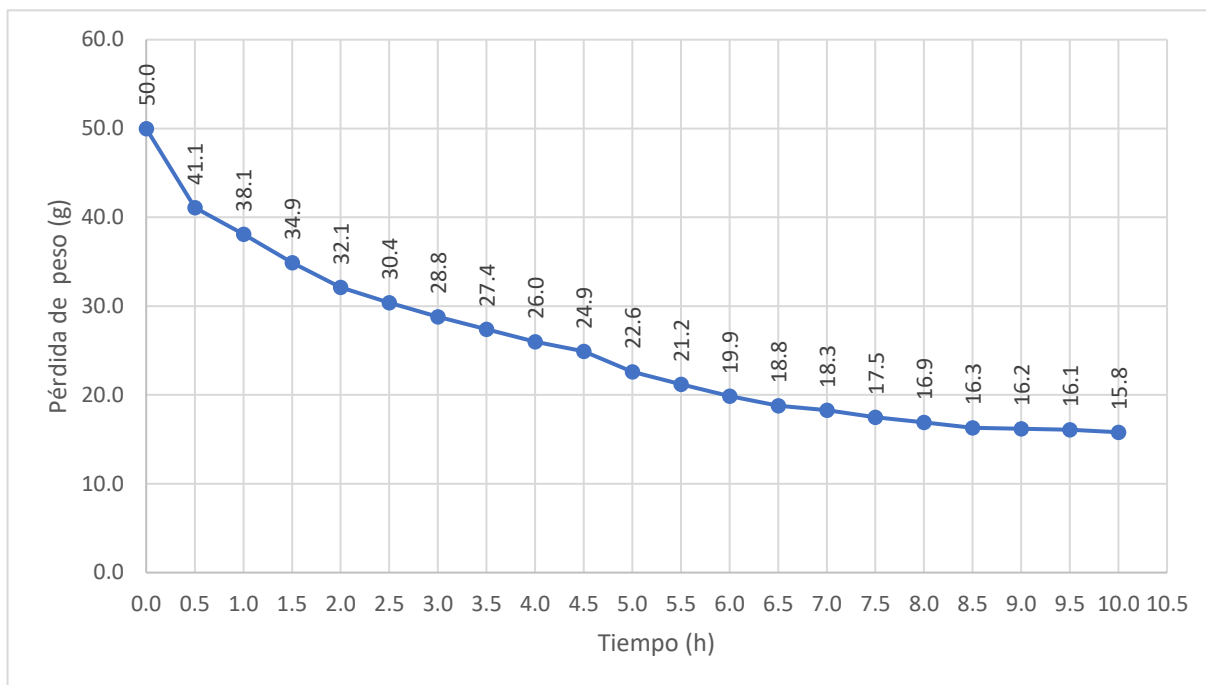


Figura 30. Gráfico de la curva de secado de romero (*Salvia rosmarinus L.*) en módulo con plástico UV.

8.4.6 Secado de romero (*Salvia rosmarinus L.*) en módulo con malla sombra. En la figura 31 se demuestra el proceso de secado del material vegetal de romero (Anexo A22), se dio en condiciones de temperatura de 41.7 a 47.6 °C y una humedad relativa de 33.2 a 22.1 % en el interior del módulo durante 14 horas de secado (Anexo A23). La pérdida de peso del material vegetal en la primera hora presentó el 17.8 % del peso inicial que corresponde a los 8.9 g. La pérdida en las primeras 6 horas presentó el 50.8 % del peso inicial que corresponde al 25.4 g. En acumulado de 14 horas de tiempo de secado alcanzó un 67.4 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 33.7 g (Anexo A25).

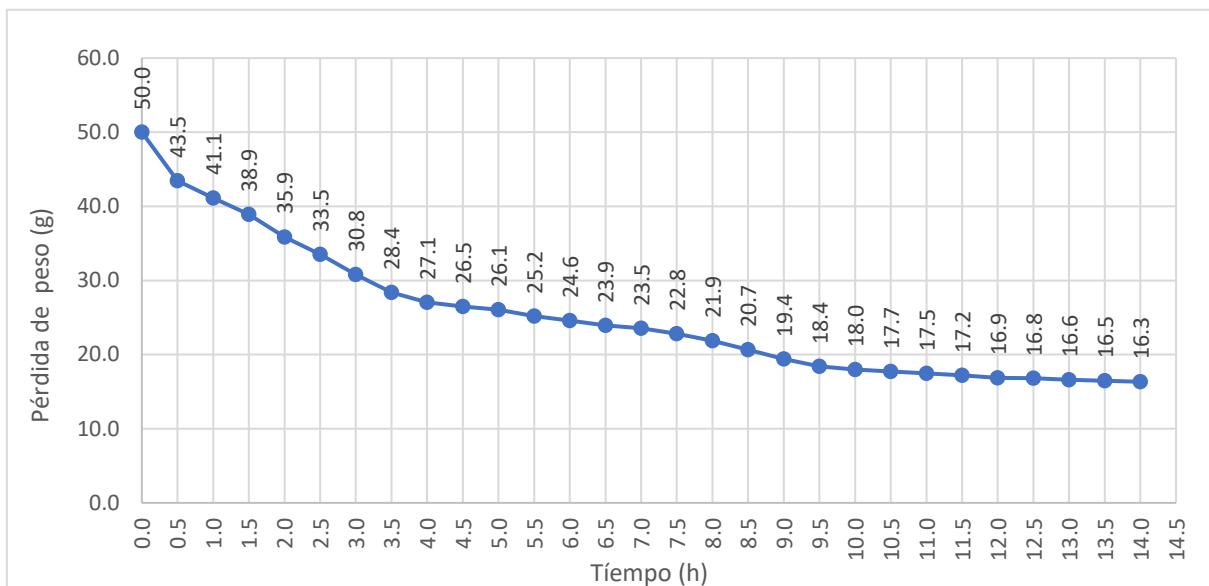


Figura 31. Gráfico de la curva de secado de romero (*Salvia rosmarinus L.*) en módulo con malla sombra.

8.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se puede observar gráficamente el comportamiento en el secado natural de las tres especies aromáticas, hierba buena, albahaca y romero; el análisis se realizó a través de curva de secado bajo diferentes cubiertas, demostrando diferencias en las temperaturas y humedad relativa. Se observó en el módulo con cubierta plástica UV, la especie que demostró un secado con menos tiempo fue la especie aromática hierba buena en el acumulado de 4 horas de tiempo de secado se alcanzó un 88 % de pérdida del peso inicial con un peso final de 6 g en la especie albahaca con un acumulado de 4.5 horas de tiempo de secado se alcanza un 86 % de pérdida del peso inicial, con un peso final de 6 g, estos resultados son similares a lo que manifiesta Castillo et al (2019), donde en su estudio explica el secado por convección natural en especies medicinales guanaba y pasto limón se obtuvo un secado en 250 minutos y para hierba buena se produjo a los 200 minutos. Para la especie aromática romero se da en un acumulado de 10 horas de tiempo de secado se alcanzó en un 68.4% de pérdida del peso inicial, con un peso final de 15.8 g. En el módulo de secado con malla sombra la especie hierba buena y albahaca demostraron resultados similares en un acumulado de 4.5 horas de secado; En el caso de la hierba buena se alcanzó en un 85.8 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 42.9 g y para la especie albahaca se alcanzó en un 82 % de pérdida del peso inicial, que

corresponde al total de 41 g; para la especie aromática romero se dio en un acumulado de 14 horas de tiempo de secado se alcanzó en un 67.4 % de pérdida del peso inicial, que corresponde al total de 33.7 g. Murcia (2015), en su estudio demostró los días de secado tomando en cuenta la luz lumínica del sitio, el secado de chipilín con carpeta fue de 5 días, en el túnel 6 días, armario de 7 días, en el secado del chufle con carpeta y túnel fue de 17 días y en armario de 23 días de secado, así mismo en su estudio demostró los porcentajes de humedad perdidos son similares al 88 %, lo que demostró que existe igualdad en ambos deshidratadores, aunque el tiempo de secado es diferente para cada condición.

8.6 Resultados de color en especies aromáticas secas

Se observan los valores obtenidos de color en las tres especies aromáticas, como podemos ver en el cuadro 10, cuadro 11 y cuadro 12. Para establecer los resultados se realizaron 2 mediciones por cada repetición, y se obtuvo un promedio de datos.

Los resultados obtenidos de la especie aromática hierba buena del módulo bajo cubierta plástica UV, presento valores de luminosidad muy baja de 21.87 en comparación que el módulo con malla sombra con una luminosidad de 28.28 (Cuadro 10), mientras que resultados obtenidos de a^* y b^* representaron valores cercanos a cero lo que nos indica una tendencia hacia los colores neutros.

Cuadro 10. Color en especie aromáticas hierba buena del módulo de secado.

Módulo con carpeta plástica			Módulo con malla sombra		
Especie	Par.	Prom.	Especie	Par.	Prom.
Hierba buena	L*	24.03	Hierba buena	L*	30.24
	a*	0.05		a*	-1.97
	b*	5.06		b*	7.02
Hierba buena	L*	23.63	Hierba buena	L*	29.44
	a*	0.03		a*	-0.71
	b*	5.02		b*	6.98
Hierba buena	L*	24.29	Hierba buena	L*	24.55
	a*	-0.50		a*	-0.11
	b*	5.17		b*	5.39
Hierba buena	L*	25.19	Hierba buena	L*	28.49
	a*	-0.62		a*	-0.54
	b*	5.64		b*	6.01
Hierba buena	L*	26.13	Hierba buena	L*	28.08
	a*	-1.02		a*	-1.56

	b*	1.91		b*	5.99
Hierba buena	L*	8.00	Hierba buena	L*	28.91
	a*	-1.47		a*	-1.70
	b*	6.67		b*	6.30

Los resultados obtenidos en el módulo con plástico UV y malla sombra son similares en cuanto a su coloración, la coordenada a* y b* demostró valores positivos cercanos a 0 (Cuadro 11), que indica valores cercanos a 0 tienen a ser una coloración neutra, en cuanto al nivel de luminosidad es más bajo en el módulo con plástico UV en comparación con el módulo de malla sombra.

Cuadro 11. Color en especie albahaca en el módulo de secado.

Módulo con carpeta plástica			Módulo con malla sombra		
Especie	Par.	Prom.	Especie	Par.	Prom.
Albahaca	L*	24.83	Albahaca	L*	28.4
	a*	1.58		a*	1.47
	b*	4.98		b*	4.2
Albahaca	L*	26.20	Albahaca	L*	27.55
	a*	1.45		a*	2.41
	b*	5.01		b*	4.74
Albahaca	L*	24.63	Albahaca	L*	26.5
	a*	1.82		a*	0.65
	b*	2.89		b*	6.28
Albahaca	L*	24.59	Albahaca	L*	27.03
	a*	1.82		a*	0.7
	b*	2.87		b*	6.02
Albahaca	L*	28.98	Albahaca	L*	26.14
	a*	2.55		a*	0.33
	b*	3.51		b*	6.07
Albahaca	L*	28.73	Albahaca	L*	25.07
	a*	1.55		a*	0.51
	b*	3.17		b*	5.77

En los resultados obtenidos en el módulo con plástico UV y malla sombran demostraron valores similares, en la coordenada a^* y b^* presento valores positivos cercanos a 0, una tendencia hacia los colores neutros (Cuadro 12), en cuanto a los valores de luminosidad promedio del módulo con plástico UV fue de 25.44 resultando estos valores más bajos en comparación con el módulo con malla sombra presentó un valor de luminosidad de 27.12, lo que nos indica que ambos presentaron una luminosidad baja.

Cuadro 12. Color en especie aromática romero en el módulo de secado.

Módulo con carpeta plástica			Módulo con malla sombra		
Especie	Par.	Prom.	Especie	Par.	Prom.
Romero	L^*	26.13	Romero	L^*	27.24
	a^*	0.64		a^*	0.40
	b^*	4.67		b^*	6.07
Romero	L^*	26.48	Romero	L^*	27.36
	a^*	0.54		a^*	0.58
	b^*	4.97		b^*	4.63
Romero	L^*	24.22	Romero	L^*	25.85
	a^*	1.27		a^*	0.83
	b^*	4.48		b^*	4.67
Romero	L^*	25.12	Romero	L^*	24.86
	a^*	2.43		a^*	0.86
	b^*	4.85		b^*	4.63
Romero	L^*	25.85	Romero	L^*	28.80
	a^*	0.83		a^*	0.14
	b^*	4.67		b^*	6.29
Romero	L^*	24.86	Romero	L^*	28.62
	a^*	0.86		a^*	0.13
	b^*	4.63		b^*	6.21

8.7 Resultados de la actividad de agua en las especies aromáticas secas

Se demuestra los resultados obtenidos de actividad de agua en las tres especies aromáticas en estudio, se observó el comportamiento de cada una de ellas y obteniendo los siguientes datos: Los valores de A_w de las tres especies aromáticas para ambas repeticiones demostraron valores que oscilan entre 0.4 a 0.6, presentado la menor A_w en romero de 0.42, ver en el cuadro 13, lo que indica una disminución de agua. Todas las especies aromáticas presentaron valores por debajo de 0.6, lo que impide el desarrollo de bacterias patógenas. Por tanto, con estos valores se puede demostrar que se cumple en el rango para que las especies aromáticas

se conserven adecuadamente sin que exista actividad biológica. Lucho (2023) menciona que las especias deshidratadas tienen una A_w inferior a 0.60, lo que impide el desarrollo de bacterias patógenas, por otra parte, la baja actividad de agua permite garantizar y extender la vida útil de las aromáticas secas.

Cuadro 13. Datos de actividad de agua (A_w) en las especias aromáticas.

Módulo con carpeta plástica			Módulo con malla sombra		
Especie	A_w	°C	Especie	A_w	°C
Hierba buena	0.58	32.21	Hierba buena	0.621	28.4
	0.60	31.83		0.618	1.47
	0.57	31.94		0.635	4.2
	0.58	32.08		0.677	27.55
	0.60	30.65		0.58	2.41
	0.58	32.21		0.60	4.74
Albahaca	0.60	32.24	Albahaca	0.60	32.4
	0.59	31.45		0.59	31.30
	0.58	32.4		0.60	32.30
	0.59	31.1		0.59	31.32
	0.60	32.24		0.59	31.32
	0.59	31.42		0.61	32.41
Romero	0.57	32.31	Romero	0.60	32.40
	0.42	32.21		0.58	32.3
	0.57	32.52		0.60	31.25
	0.57	32.67		0.59	32.36
	0.49	30.76		0.58	32.3
	0.52	31.05		0.60	32.40

8.8 Resultados de la evaluación sensorial de las especias aromáticas

En el análisis sensorial por infusiones de hierba buena, albahaca y romero se realizó utilizando tres muestras por cada especie (una muestra seca y dos muestras comerciales de diferente marca), realizadas para ambas cubiertas de secado, estas fueron evaluadas por panelistas no entrenados de 10 personas. Mediante un análisis de componente principal, donde se interpretó su nivel de aceptación de cada una de las especias aromáticas a través de tres variables: sabor, color y aroma.

8.8.1 Evaluación sensorial de aromáticas secadas bajo cubierta plástica UV

En la figura 32, se puede observar el análisis de componente principal en la especie aromática de albahaca, donde la muestra seca presenta un buen perfil sensorial en parámetros

aceptables en color y sabor, pero es diferente de las dos muestras comerciales "McCormick" y "Badia basil".

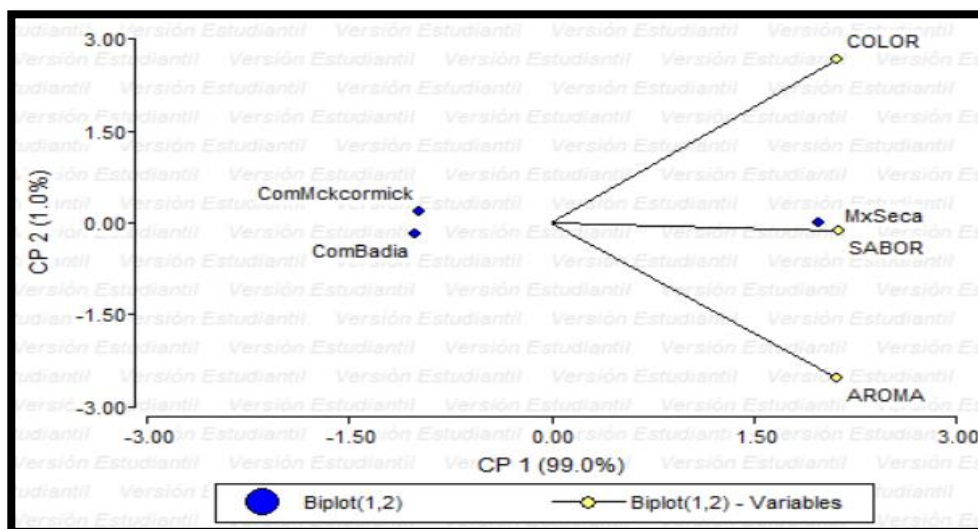


Figura 32. Gráfico del análisis sensorial de la especie albahaca.

En la figura 33, se demuestra la evaluación sensorial de tres muestras de hierba buena: una muestra seca y dos muestras comerciales. La muestra seca presenta un buen perfil sensorial en parámetros de sabor y color, la muestra comercial "McCormick" tiene un buen perfil sensorial en parámetros de aroma y es diferente a la muestra comercial "Teresita" que presenta un perfil sensorial distinto por los catadores.

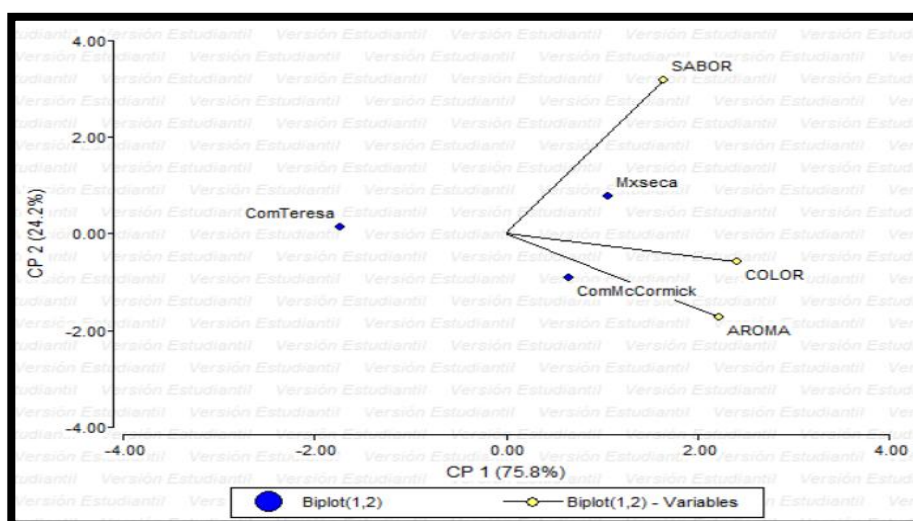


Figura 33. Gráfico del análisis sensorial de la especie aromática hierba buena.

En la figura 34, se observa la evaluación sensorial de romero de tres muestras de romero, una muestra seca y dos comerciales. La muestra seca presenta un buen perfil sensorial en parámetros aceptables en color sabor, la muestra comercial "Selectos" presenta un buen perfil sensorial en parámetros de aroma y color, mientras que la muestra comercial "Canasta" se distancia de las variables sensoriales, es decir presentan un perfil sensorial muy bajo y en menor intensidad.

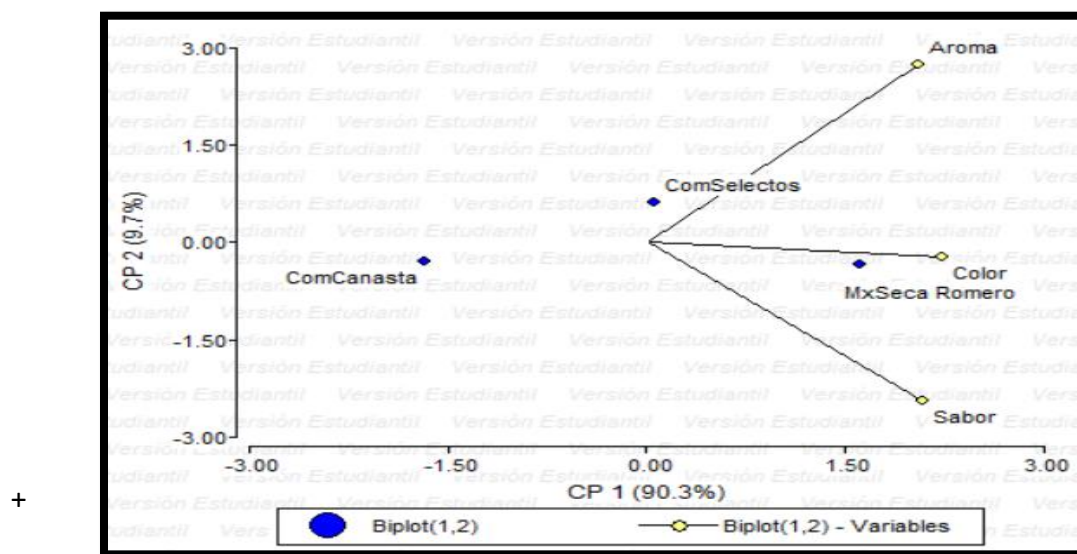


Figura 34. Gráfico del análisis sensorial de la especie romero.

8.8.2 Evaluación sensorial de aromáticas secadas bajo malla sombra

En la figura 35, muestra la evaluación sensorial de albahaca, donde la muestra seca presenta un buen perfil sensorial en parámetros de color y sabor, la muestra comercial "Badia basil" tiene un buen perfil sensorial en parámetros de aroma y color y la muestra comercial "Sasson" muestra parámetros distintos lo que sugiere que presenta un perfil sensorial muy bajo.

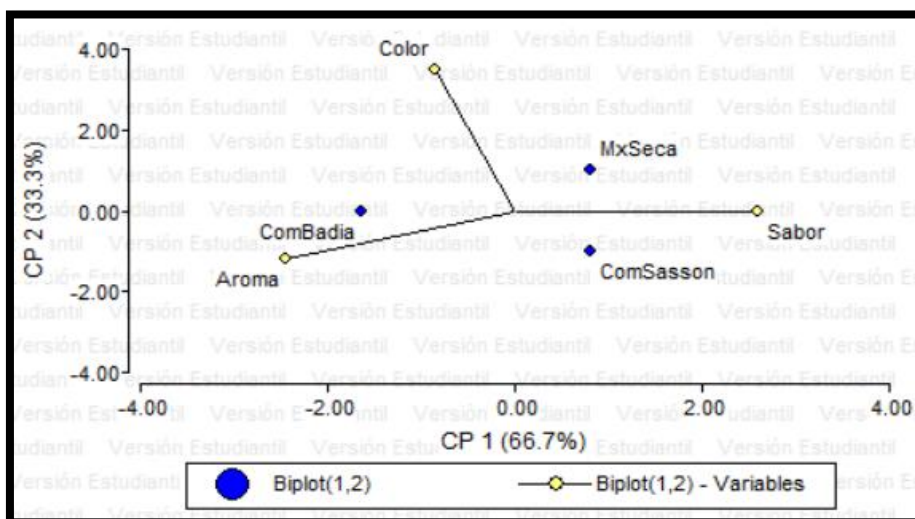


Figura 35. Gráfico del análisis sensorial de la especie albahaca.

En la figura 36, se muestra la evaluación sensorial de las muestras de seca de hierba buena, presenta un buen perfil sensorial en parámetros de sabor y aroma, la muestra comercial "McCormick" y presenta parámetro aceptable en color mientras que la muestra comercial "Teresita" muestra parámetros no aceptables en el perfil sensorial.

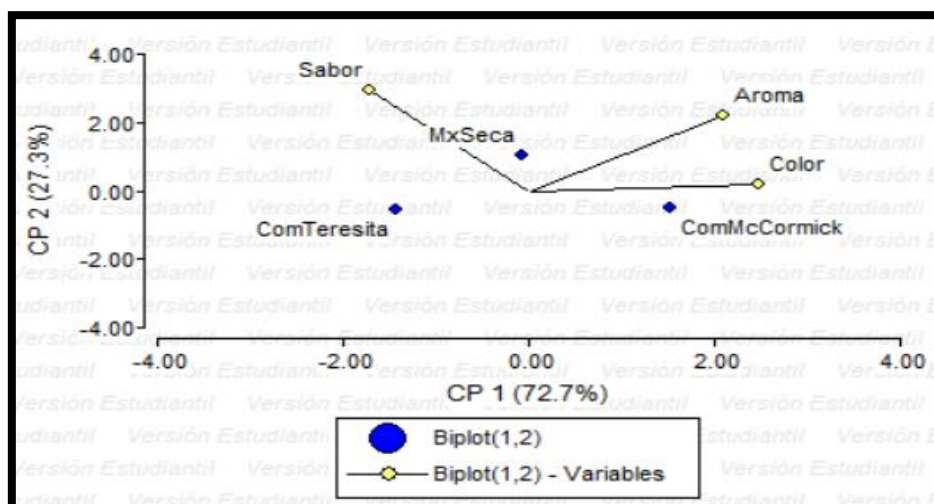


Figura 36. Gráfico del análisis sensorial de la especie hierba buena.

En la figura 37, se puede observar la muestra seca de romero, presentando un buen perfil sensorial en parámetros de color y sabor, la muestra comercial "Selectos", demostró un perfil sensorial aceptable en sabor y aroma, mientras que la muestra comercial "Canasta" se distancia de las variables sensoriales lo que se sugiere que presenta un perfil sensorial en menor intensidad.

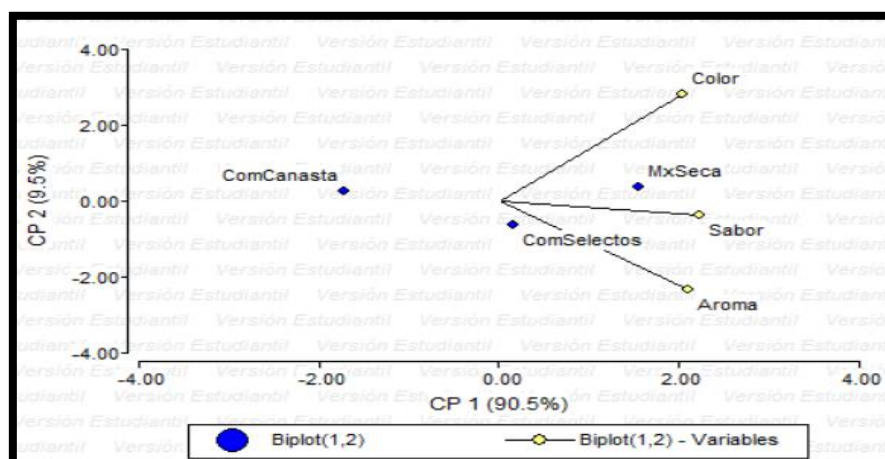


Figura 37. Gráfico del análisis sensorial de la especie romero.

8.9 Los resultados del comportamiento de las muestras secas del módulo de secado bajo los dos tipos de cubierta

Se observó que a través del secado con cubierta de plástico UV las hojas presentaron una coloración oscura en las tres especies aromáticas hierba buena, albahaca y romero ver figura 38 y figura 39, mientras que en el secado con malla sombra presentaron una coloración más clara, ver figura 40 según Castillo et al., (2020), menciona en su estudio que el uso de convección natural la temperaturas de operación son más altas, presentando en las hojas de orégano una pigmentación marrón que afecta negativamente la calidad del producto seco; mientras que la cubierta de malla negra que se integró al secado por convección natural mejora la calidad de las hojas secas, lo que reduce el efecto de la descoloración en las hojas.



Figura 38. (A) Muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de hierba buena.



Figura 39. (A) Muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de albahaca.



Figura 40. (A) muestras frescas, (B) muestras secas módulo con plástico UV, (C) muestras secas módulo con malla sombra de romero.

9. CONCLUSIONES

- En el módulo con carpeta plásticas fue más eficiente, logrando secados más rápidos, especialmente la especie de romero.
- En el módulo con carpeta plástica alcanzó mayores temperaturas (55.6 °C) y menor humedad relativa (16.9%), lo que favoreció una mayor pérdida de peso en las muestras, demostrando así una mayor eficiencia en el proceso de secado frente al módulo con malla sombra.
- Los resultados obtenidos en color en módulo con carpeta plástica presentaron un nivel de luminosidad más bajo en comparación con el módulo con malla sombra, presentó una coloración más clara. Los resultados indicaron que los valores a^* y b^* para ambos módulos demostraron valores bajos cercanos a cero indica tendencia de colores neutros.
- El módulo de secado bajo condiciones de diferente cubierta, permitió obtener productos con niveles de humedad y actividad de agua adecuados, comparables a los estándares comerciales, sin comprometer aroma ni sabor.
- Los resultados demostraron al secar 250 g de hierba buena en fresco en el módulo bajo cubierta plástica se obtiene 30 g de material seco. Mientras que el módulo con cubierta de malla sombra al secar 250 g de hierba buena en fresco se obtiene 35 g.

10. RECOMENDACIONES

- La estructura para el secado natural debe ser un material liviano, con un material resistente a los rayos del sol, considerando entradas de aire, para una buena circulación del aire en el interior para favorecer un buen secado.
- Se recomienda el secado de las especies aromáticas en los meses de verano donde los rayos del sol favorezcan el secado, por otra parte, si se realiza el secado en época de invierno se recomienda realizar el techo sea grande con inclinación para evitar la acumulación de agua.
- Se recomienda este tipo de módulo de secado para pequeños productores, ya que es un módulo fácil y sencillo de armar y utilizar, por otra parte, si se requiere a una escala más industrial se puede realizar modificaciones dentro del módulo como son ventiladores, la colocación de lámina u otro tipo de material para la generación de calor dentro del módulo de secado.
- Se recomienda realizar más estudios de secado natural o artesanal en diferentes especies aromáticas y medicinales.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Fretes F. 2010. Plantas medicinales y aromáticas una alternativa de producción comercial. Características principales. (pp. 10-11). Paraguay. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1006489/plantas-medicinales-y-aromaticas-una-alternativa-de-produccion_GVyBxLm.pdf
- Bandoni A. 2003. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica, su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores. (2ª Ed). Secado a sombra. (pp. 128). Buenos Aires. <http://www.herbotecnia.com.ar/Recursos-Vegetales-Arnaldo-Bandoni.pdf>
- Bergues C, Griñán P, Abdala R, Jorge L, Fonseca S, Torres T. 2010. Energía solar y Agricultura de Cuba. Concepción y pruebas de un secador solar de plantas medicinales con cubierta de polietileno. (pp.3). Cuba <https://www.eumed.net/rev/delos/10/rvrft.pdf>
- Cano L; Sanmartín L. 2016. Guía para el desarrollo de proyectos de secado solar en comunidades rurales. Principios del secado (pp. 8-30). <https://energiasinfronteras.org/wp-content/uploads/2020/03/GuiaSecadoV3.pdf>
- Castillo B, Mejía G, Castillo M., Gutiérrez J, Martínez R. 2020. Modelado matemático del secado de hojas de orégano (*plectranthus amboinicus*) utilizando tecnologías directas e indirecta. Secado solar directo. (pp. 3-10). Yucatan, México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46761359007>
- Castillo M, Castillo B, Ovando J, Hernández, L. 2019. *Influencia de las condiciones de secado solar en la coloración de plantas medicinales*. Secador solara tipo gabinete. (pp. 3-6). https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol3num9/Revista_de_Energias_Renovables_V3_N9_3.pdf
- Domínguez A, Lucho A, Chávez R, Martínez R, Gillen P, Castillo T, García O. (16 octubre de 2024). Evaluación térmica de secadores solares y su efecto sobre las propiedades antioxidantes y algunas propiedades fisicoquímicas de Agastache mexicana y *Rosmarinus officinalis*. Wiley IFT (Feeding the minds that feed the wold). <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.17447>

- Estrada D, Aristizába, A. (S.F). Determinación de la aceptación de los alimentos con consumidores mediante el análisis sensorial. una revisión documental. Ejemplo de aplicación de pruebas sensoriales. (pp. 22). Universidad Católica de Oriente. <https://repositorio.uco.edu.co/server/api/core/bitstreams/91d57426-e69c-4f6f-915e-86580ff13591/content>
- García, F.J. 2024. Evaluación de los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) y la Hierbabuena (*Mentha spicata*). Cinética del secado. (pp. 15). Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/48575>
- Google (s.f). [Estación Experimental y de Practicas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador]. Recuperado 15 abril de 2025, de. <https://maps.app.goo.gl/C4gDBvbSMMvBJwb39>
- Huamán J. 2021 “influencia de la temperatura en el color y propiedades sensoriales en el secado de manzanilla (*matricaria chamomilla*). Propiedades sensoriales. (pp.46). Universidad Nacional José María Arguedas. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/618/Jose_Angel_Tesis_Bachiller_2021.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura). 2001. Cultivo de plantas aromáticas y medicinales. Comercialización y uso de las plantas aromáticas y medicinales. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-plantas-aromaticas-y-medicinales>
- Kuja L. 2020. Secador solar, deshidratador solar, baño ecológico seco, asistencia técnica para la instalación de tecnologías. Tecnologías instaladas. (pp. 3). Perú. <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/06/Informe-asistencia-instalacion-tecnologias-apropiadas-2017.pdf>
- Lemus B, Pérez B. 2015. Evaluación de la calidad microbiológica de especias hierbas aromáticas, comercializadas en los supermercados del distrito dos de la zona metropolitana de san salvador. Secado. (pp. 53-60). Universidad de El Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/37244e91-2a2f-44cb-8d75-bb9b8630cc11/content>

- Lindow. (sf). Deshidratador solar y secado solar de alimentos. Secador solar o al aire libre. Gastronomía solar. España. <https://gastronomiasolar.com/deshidratador-solar-secado-alimentos/>
- Lucho A. 2023. Evaluación térmica del proceso de secado solar de plantas aromáticas y su efecto en las propiedades fisicoquímicas. Actividad de agua. (pp. 34). Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000847006/3/0847006.pdf>
- Mellado K. 2023. Especies aromáticas. Plantas aromáticas o de esencias. (pp.2). <https://www.collegesidekick.com/study-docs/14852933>
- Murcia K. 2015. Evaluación de tres tipos de secadores solares artesanales en cultivos de chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y chufle (*Calathea allouia Aubl.*) en granja Zahorí, Cuyotenango. Resultados y discusión. (pp. 63-65). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4646/1/INFORME%20FINAL%20DE%20PPS.pdf>
- CODEX (Normas Internacionales de los alimentos). 2014. Código de prácticas de higiene para especias y plantas aromáticas desecadas CAC/RCP 42-1995. Secado natural. (pp. 8-9). https://www.fao.org/input/download/standards/27/CXP_042s_2014.pdf
- Ortiz G. 2014. Capítulo 2. Secadores por radiación. (pp. 6). https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leip/ortiz_a_bs/capitulo2.pdf
- Paredes S. 2011. Anteproyecto urbano para la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en su Estación Experimental y de Prácticas humedad. Infraestructura y equipamiento. (pp. 74). Universidad de El Salvador. El Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/9bf4d4dc-5870-4dda-aab5-8c9b46382d9e/content>
- Quispe M. 2023. Efecto de la temperatura y velocidad de aire de secado convectivo en el color de hojas de orégano (*Origanum vulgare*)". Parámetros de calidad. (pp. 42). Universidad Nacional José María Arguedas. Perú. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/818/Maritza_Tesis_Bachiller_2023.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Remache B. 2020. Diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de flores y hierbas aromáticas, aplicando un control de temperatura y humedad. Análisis de secado para flores y hierba aromáticas. (pp.71.). Universidad Nacional de Loja. Ecuador. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/879988d7-5194-4f41-aba6-a89d074f2ea6/content>
- Ringuelet J, Martínez S, Cerimele E, Henning C. 2008. Diseño de una estructura para secado natural de orégano y menta. Materiales y métodos. (pp.2). <https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/25/disen-de-una-estructura-para-secado-natural-de-oregano-y-menta.pdf>
- Sharma A, CR chen, Nguyen V. (septiembre de 2009). Sistema de secado con energía solar. Tipo de secador solar. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032108001251>
- Serrate F. 2019. Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones. Introducción. (pp. 2). <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/610cba34-0d71-44fd-8ed4-e57f938840ea/content>
- Tonguino M. 2011. "Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita L*) y orégano (*Origanum vulgare L*). (pp. 3). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/385/1/03%20AGI%20273%20TE%20SIS.pdf>

12. ANEXOS

Anexo A1. Inclinación de techado del módulo de secado.



Anexo A2. Estructura de madera para el módulo de secado.



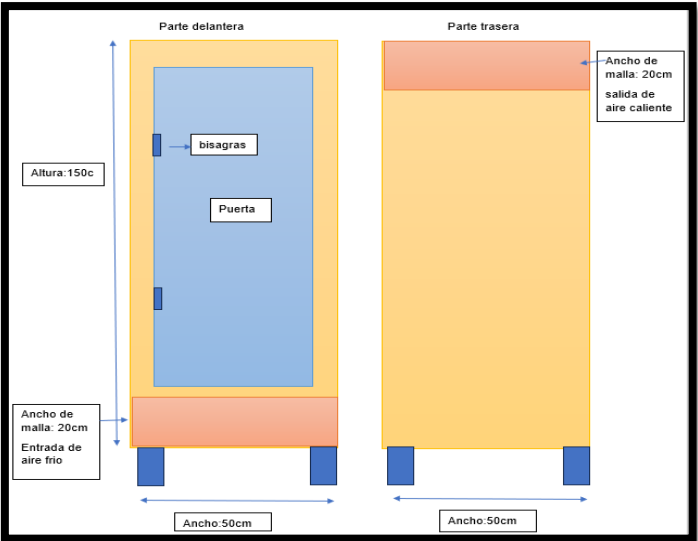
Anexo A3. Módulo forrado con carpeta plástica.



Anexo A4. Bandejas para secado de aromáticas.



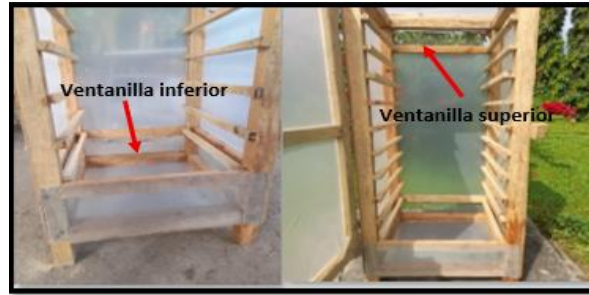
Anexo A5. Diseño del módulo de secado para especies aromáticas.



Anexo A6. Materiales de construcción del módulo (A) cedazo, (B) clavos, (C) costanera y madera.



Anexo A7. Ventanilla de entrada y salida de aire Bandejas de secado.



Anexo A8. Módulo forrado con carpeta plástica.



Anexo A9. Módulo forrado con carpeta plástica.



Anexo A10. Dimensiones de la cámara de secado por convección natural.



Anexo A11. Hoja de evaluación sensorial para los panelistas no entrenados.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE ESPECIES AROMÁTICAS

Fecha: _____

Evaluador: _____

Hora: _____

Código de la muestra: _____

La realización del análisis sensorial permite conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores y así poder evaluar los cambios de color, olor, sabor y textura de las diferentes especies aromáticas y también comparar las diferentes muestras de especies aromáticas secas bajo condiciones de cubierta plástica (secado natural).

Instrucciones:

Señor(a) catador(a) se le darán cuatro muestras, a continuación, se indica la manera de realizar la evaluación por categorías de color, aroma y sabor:

COLOR

Observe las muestras que se le presentan y por cada una califique con una X en la característica del recuadro que considere conveniente.

AROMA

Tome una muestra de infusión que se le presenta y perciba el olor y por cada una califique con una X la característica que logro percibir (al pasar de una muestra a otra oler la muestra de café que está en la mesa).

SABOR

Tome un sorbo de la infusión y mantenga en la boca por 10 segundos hasta que perciba el sabor y luego bótelo en un vaso, posteriormente califique con una X la característica que usted considere conveniente (antes de ir pasando a la siguiente muestra tome una galleta y pruébela).

¿Reconoce la especie que está probando? Si _____ No _____

Escriba el nombre de la especie que percibe: _____

CATEGORIA	MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS			
Color		Excelente	Bueno	Regular	Malo
Aroma		Agradable	Regular	Desagradable	No tiene
Sabor		Agradable	Regular	Desagradable	No tiene

OBSERVACIONES: _____

Anexo A12. Datos de tiempo y peso promedio de hierba buena (*Mentha spicata L.*) módulo con carpeta.

Tiempo	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Promedio
0.0	50.0	50.0	50.0	50.0
0.5	30.0	32.3	30.7	31.0
1.0	21.75	25.7	24.0	23.8
1.5	14.3	20.0	16.7	17.0
2.0	11.7	16.0	13.0	13.6
2.5	8.3	10.0	10.0	9.4
3.0	7.7	9.7	7.7	8.3
3.5	6.3	7.3	6.7	6.8
4.0	5.7	6.3	6.0	6.0

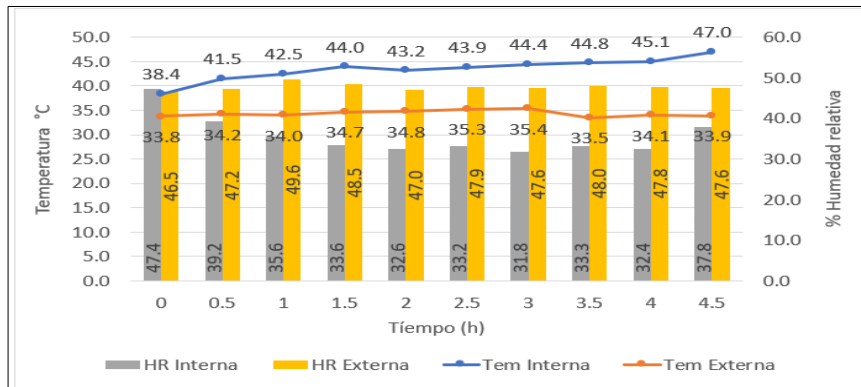
Anexo A13. Tiempo y promedios de T y Hr de hierba buena (*Mentha spicata L.*).



Anexo A14. Datos de tiempo y peso promedio de hierba buena (*Mentha spicata L.*) módulo con malla.

Tiempo	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Promedio
0.0	50	50	50	50.0
0.5	36	37	37	36.6
1.0	29	31	30	29.9
1.5	25	25	21	23.5
2.0	20	22	16	19.5
2.5	15	20	13	15.9
3.0	12	15	10	12.4
3.5	9	12	8	9.7
4.0	8	9	7	7.7
4.5	7	8	6	7.1

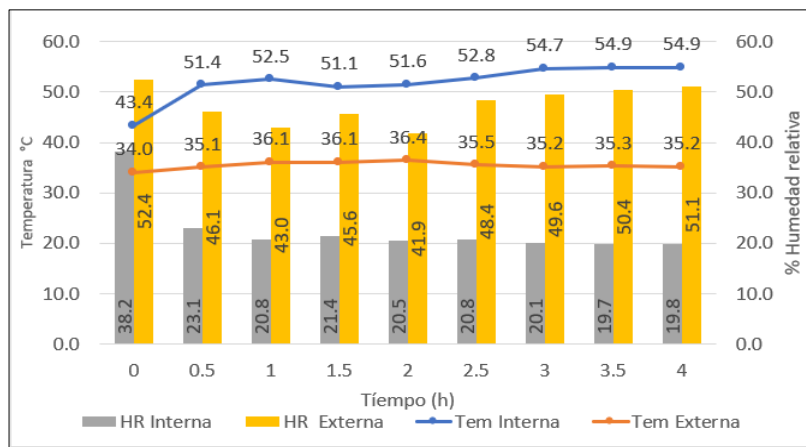
Anexo A15. Tiempo y promedios de temperatura y Hr de hierba buena (*Mentha spicata L.*).



Anexo A16. Datos de tiempo y peso promedio de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*) módulo con carpeta plástica.

Tiempo	Rep1	Rep2	Rep3	Promedio
0.0	45.00	45	45.00	45.0
0.5	32.40	32.6	32.80	32.6
1.0	24.20	25.8	25.80	25.3
1.5	17.80	19.2	16.60	17.9
2.0	12.40	13.8	13.20	13.1
2.5	8.00	9.2	10.60	9.3
3.0	6.60	7.6	9.00	7.7
3.5	6.20	7	7.40	6.9
4.0	6.00	6.2	7.00	6.4
4.5	6	6	7	6.3

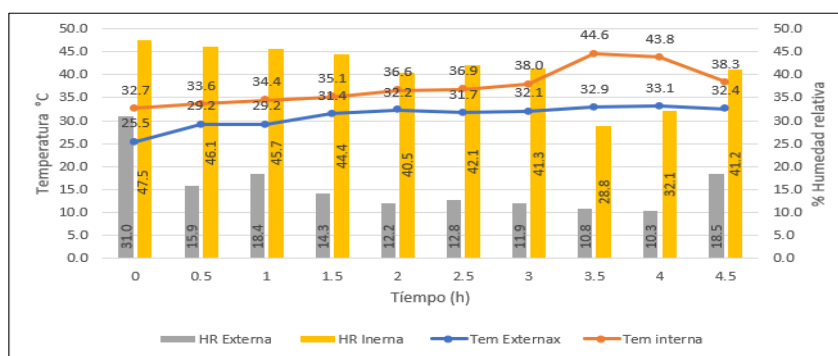
Anexo A17. Tiempo y promedios de temperatura y Hr de albahaca (*Ocimum bacilicum L.*).



Anexo A18. Datos de tiempo y peso promedio de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) módulo con malla.

Tiempo	Rep1	Rep2	Promedio
0.0	50	50	50.0
0.5	31	35	33.0
1.0	28	27	27.4
1.5	23	21	21.9
2.0	19	16	17.3
2.5	16	13	14.3
3.0	13	11	11.9
3.5	11	9	10.1
4.0	9	9	9.1
4.5	9	9	9.0

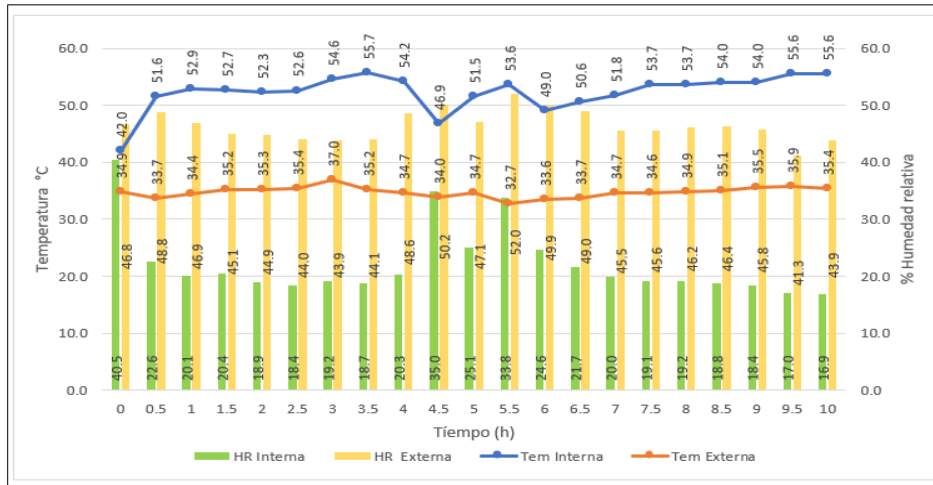
Anexo A19. Tiempo y promedios de temperatura y Hr de albahaca (*Ocimum basilicum L.*)



Anexo A20. Datos de tiempo y peso promedio de romero (*Salvia rosmarinus L.*) módulo con carpeta.

Tiempo	Rep1	Rep2	Promedio
0.0	50.0	50	50.0
0.5	38.6	43.6	41.1
1.0	35.0	41.2	38.1
1.5	31.2	38.6	34.9
2.0	28.4	35.8	32.1
2.5	26.8	34	30.4
3.0	24.6	33	28.8
3.5	23	32	27.4
4.0	22	30.4	26.0
4.5	21.0	28.8	24.9
5.0	20	25.2	22.6
5.5	19	23.2	21.2
6.0	19	21.2	19.9
6.5	18	20	18.8
7.0	17	19.6	18.3
7.5	16	19	17.5
8.0	16	18.2	16.9
8.5	15	17.4	16.3
9.0	15	17.4	16.2
9.5	15	17.2	16.1
10.0	15	16.6	15.8

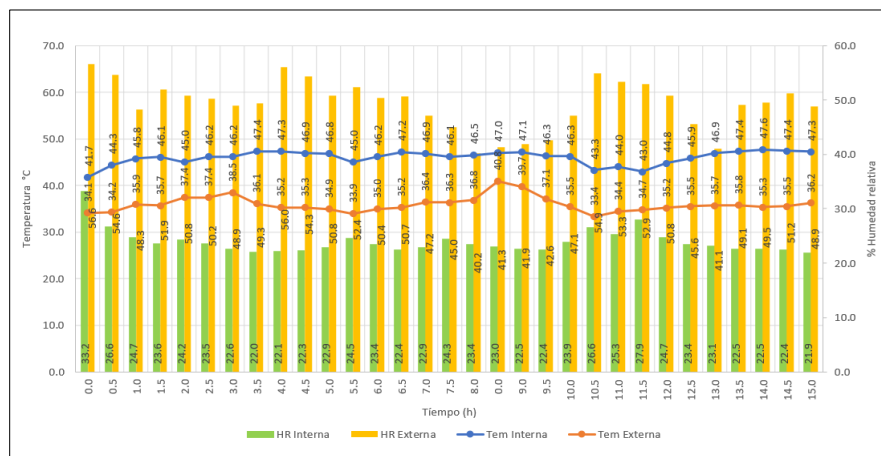
Anexo A21 Tiempo y promedios de Temperatura y Hr de romero (*Salvia rosmarinus L.*).



Anexo A22. Datos de tiempo y peso promedio de romero (*Salvia rosmarinus L.*) módulo con malla.

Time	Rep1	Rep2	Rep3	Promedio
0.0	50.0	50	50.0	50.0
0.5	46.2	44	40.4	43.5
1.0	43.2	42	38.6	41.1
1.5	40.2	40	36.6	38.9
2.0	36.8	37	34.2	35.9
2.5	34.2	34	32.4	33.5
3.0	31.2	31	29.8	30.8
3.5	28.6	29	27.8	28.4
4.0	27.4	27	26.4	27.1
4.5	26.6	26	26.4	26.5
5.0	26.2	26	25.8	26.1
5.5	25.4	25	24.8	25.2
6.0	25.0	25	23.8	24.6
6.5	24.4	24	23.0	23.9
7.0	24.0	24	22.6	23.5
7.5	23.2	23	22.0	22.8
8.0	22.2	22	21.2	21.9
8.5	21.0	21	20.0	20.7
9.0	19.4	20	19.2	19.4
9.5	18.2	19	18.2	18.4
10.0	18.0	18	17.8	18.0
10.5	17.6	18	17.6	17.7
11.0	17.2	18	17.2	17.5
11.5	17.0	18	17.0	17.2
12.0	16.6	17	16.6	16.9
12.5	16.6	17	16.6	16.8
13.0	16.4	17	16.4	16.6
13.5	16.2	17	16.2	16.5
14.0	16.0	17	16.0	16.3

Anexo A23. Tiempo y promedios de Temperatura y Hr de romero (*Salvia rosmarinus L.*)



Anexo A24. Datos de tiempo y porcentaje de humedad en hierba buena (*Mentha spicata L.*)

Tiempo	% módulo con carpeta	Tem interna	% módulo con malla sombra	Tem externa
0.0	88.0	39.2	85.9	38.4
0.5	80.6	46.1	80.7	41.5
1.0	74.8	48.9	76.3	42.5
1.5	64.7	48.6	70.0	44.0
2.0	55.7	47.8	63.7	43.2
2.5	36.5	48.2	55.5	43.9
3.0	28.0	48.0	43.0	44.4
3.5	11.5	49.6	27.0	44.8
4.0	0.0	50.8	8.6	45.1
4.5			0.0	47.0

Anexo A25. Datos de tiempo y porcentaje de humedad en albahaca (*Ocimum bacilicum L.*)

Tiempo	% módulo con carpeta	Tem interna	% módulo con malla sombra	Tem externa
0.0	85.8	43.4	82.0	25.5
0.5	80.4	51.4	72.7	29.2
1.0	74.7	52.4	67.2	29.2
1.5	64.2	51.1	58.9	31.4
2.0	51.3	51.6	48.0	32.2
2.5	30.9	52.8	37.1	31.7
3.0	17.2	54.7	24.4	32.1
3.5	6.8	54.9	10.9	32.9
4.0	0.0	54.9	1.1	33.1
4.5			0.0	32.4

Anexo A26. Datos de tiempo y porcentaje de humedad de romero (*Salvia rosmarinus L.*).

Tiempo	% módulo con carpeta	Tem interna	% módulo con malla sombra	Tem externa
0.0	68.4	42.0	67.3	41.7
0.5	61.6	51.6	62.4	44.3
1.0	58.5	52.9	60.3	45.8
1.5	54.7	52.7	58.0	46.1
2.0	50.8	52.3	54.5	45.0
2.5	48.0	52.6	51.3	46.2
3.0	45.1	54.6	47.0	46.2
3.5	42.3	55.7	42.5	47.4
4.0	39.2	54.2	39.7	47.3
4.5	36.5	46.9	38.3	46.9
5.0	30.1	51.5	37.3	46.8
5.5	25.5	53.6	35.2	45.0
6.0	20.4	49.0	33.6	46.2
6.5	16.0	50.6	31.8	47.2
7.0	13.7	51.8	30.6	46.9
7.5	9.7	53.7	28.4	46.1
8.0	6.5	53.7	24.7	46.5
8.5	3.1	54.0	21.0	47.0
9.0	2.5	54.0	15.8	47.1
9.5	1.9	55.6	11.2	46.3
10.0	0.0	55.6	9.3	46.3
10.5			7.9	43.3
11.0			6.5	44.0
11.5			5.0	43.0
12.0			3.2	44.8
12.5			2.8	45.9
13.0			1.6	46.9
13.5			0.8	47.4
14.0			0.0	47.6