



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA
DESHIDRATACIÓN DE DOS PLANTAS AROMÁTICAS;
MENTA (*Mentha piperita L*) Y ORÉGANO (*Origanum vulgare L*)”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial

AUTORA: María Isabel Tonguino Borja

DIRECTOR: Ing. Milton Núñez

Ibarra-Ecuador

2010 – 2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS PARA LA
DESHIDRATACIÓN DE DOS PLANTAS AROMÁTICAS;
MENTA (*Mentha piperita L*) Y ORÉGANO (*Origanum vulgare L*)”

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial
para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROVADA:

Director
Ing. Milton Núñez

Asesor
Ing. Jhenny Quiroz

Asesor
Ing. Marcelo Vacas

Asesor
Dr. Alfredo Noboa

Ibarra – Ecuador
2011

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, cuadros, figuras y más informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora:

María Isabel Tonguino B.

DEDICATORIA:

A Dios, por haberme concedido la vida, haciéndome descubrir con sus maravillosas obras cuan grande puede ser el hombre, que gracias a Él he podido realizar mis estudios para llegar a cumplir uno de mis mas grandes sueños.

A mis padres, Remigio Tonguino y Mary Luz Borja, quienes con amor, sacrificio, abnegación y constancia inculcaron en mí el amor y respeto al prójimo, supieron apoyarme y guiarme hacia el sendero del éxito.

A mí adorado hijo Jordy Sebastian razón de mi vida, quien con su tierna existencia ha logrado dar sentido a mi vida llenándola de aspiraciones y ayudándome a ver la vida con madurez y responsabilidad.

A mis hermanos Elena, Margoth, Yessenia y Leonardo por su constante y generoso apoyo.

Finalmente a todos mis familiares, maestros y amigos que de una u otra forma me apoyaron durante mi formación personal.

María Isabel T.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por haberme permitido un día más de vida y darme la oportunidad de vivir para servir a los demás.

A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales “F.I.C.A.Y.A” en cuyas aulas se ha formado nuestro pensamiento crítico e intelectual al servicio del pueblo.

Al Ing. Milton Núñez, Director de Tesis, por su orientación en el desarrollo de la presente investigación y por guiarme para la culminación exitosa de mi profesión.

A mis asesores: Ing. Jhenny Quiroz, Dr. Alfredo Noboa e Ing. Marcelo Vacas quienes contribuyeron decididamente en la realización exitosa de esta investigación.

Al Ingeniero Marco Cahueñas, Biometrista de la Escuela, por su valioso aporte en la revisión estadística.

A la Ing. Gladis Yaguana por su valiosa contribución en la redacción del documento.

A la “UNORCAC”, de manera especial a la Ing. Verónica Acosta gerente de la microempresa Sumak Jambina, por permitirme utilizar las instalaciones de su microempresa, para el desarrollo experimental de la investigación. Al proyecto Mejora de las condiciones de vida de la población indígena de Cotacachi, por su contribución desinteresada en el desarrollo experimental de la investigación.

Y, a todos los catedráticos, profesionales, compañeros y amigos que de una u otra manera directa e indirectamente contribuyeron a la realización de la presente investigación.

CONTENIDO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

	Pág.
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Hierbas.....	5
2.1.1 Plantas aromáticas.....	5
2.1.1.1 Menta.....	6
2.1.1.1.1 Generalidades.....	7
2.1.1.1.2 Descripción botánica.....	7
2.1.1.1.3 Composición química.....	8
2.1.1.1.4 Principales usos y propiedades.....	8
2.1.1.1.5 Variedades más importantes.....	9
2.1.1.2 Orégano.....	10
2.1.1.2.1 Generalidades.....	10

2.1.1.2.2 Descripción botánica.....	11
2.1.1.2.3 Composición química.....	11
2.1.1.2.4 Principales usos y propiedades.....	11
2.1.1.2.5 Variedades más importantes.....	12
2.1.2 Manejo post cosecha de materia prima vegetal.....	12
2.2 Deshidratación.....	14
2.2.1 Fundamentos del secado.....	14
2.2.2 Aplicación de la psicrometría al secado.....	15
2.2.3 Métodos generales de secado.....	15
2.2.4 Factores que regulan el secado.....	16
2.2.5 Teoría de secado.....	17
2.2.6 Períodos de un proceso de secado.....	18
2.2.7 Cálculo del tiempo total de secado.....	22
2.2.8 Clasificación de secadores.....	22
2.2.9 Temperatura de secado.....	26
2.3 Influencia del secado en el producto.....	26
2.4 Envasado y embalado.....	27
2.5 Almacenado.....	28
2.6 Factores que influyen en el tiempo de vida de anaquel.....	28
2.6.1 Humedad.....	28
2.6.2 Actividad de agua (aw).....	28
2.6.3 Actividad de agua y estabilidad.....	29
2.6.3.1 Estabilidad microbiológica.....	30
2.6.3.2 Estabilidad físico-química.....	31

2.6.4 Retención del sabor.....	32
2.7 Aceites esenciales.....	32

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento.....	35
3.2 Materiales y suministros.....	36
3.2.1 Materias primas e insumos.....	36
3.2.2 Equipos y materiales.....	36
3.3 Métodos.....	36
3.3.1 Factores en estudio.....	37
3.3.2 Tratamientos.....	37
3.4 Diseño experimental.....	37
3.4.1 Tipo de diseño.....	37
3.4.2 Características del experimento.....	37
3.4.3 Unidad experimental.....	38
3.4.4 Análisis de variancia.....	38
3.5 Análisis funcional.....	38
3.6 Variables evaluadas	38
3.7 Manejo específico del experimento.....	39
3.7.1 Materia prima.....	39
3.7.1.1 Determinación de humedad.....	39
3.8.1.2 Actividad del agua.....	40

3.7.2 Durante el proceso.....	40
3.7.2.1 Determinación de humedad.....	40
3.7.2.2 Determinación del tiempo de secado.....	41
3.7.3 Análisis del producto terminado.....	41
3.7.3.1 Determinación de humedad.....	41
3.7.3.2 Actividad del agua.....	42
3.7.3.3 Extracción del porcentaje de aceites esenciales.....	42
3.7.3.4 Análisis organolépticos.....	43
3.7.3.5 Análisis microbiológicos.....	44
3.7.3.6 Determinación del rendimiento.....	46
3.8 Métodos específicos de manejo del experimento.....	46
3.8.1 Diagrama de bloques para la deshidratación de plantas aromáticas: menta (<i>Mentha piperita</i>), orégano (<i>Origanum vulgare</i>).....	47
3.8.2. Descripción del proceso de deshidratación para menta y orégano...	48
3.8.2.1 Materia prima (menta y orégano).....	48
3.8.2.2 Pesado.....	48
3.8.2.3 Selección.....	48
3.8.2.4 Lavado.....	49
3.8.2.5 Desinfección.....	49
3.8.2.6 Escurrido.....	49
3.8.2.7 Pesado.....	50
3.8.2.8 Deshidratación.....	50
3.8.2.9 Enfriado.....	50
3.8.2.10 Pesado.....	51

3.8.2.11 Envasado.....	51
3.8.2.12 Sellado.....	52
3.8.2.13 Almacenado.....	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Humedad final (menta).....	53
4.2 Tiempo de secado (menta).....	59
4.3 Actividad del agua (menta).....	64
4.4 Humedad final (orégano).....	60
4.5 Tiempo de secado (orégano).....	76
4.6 Actividad del agua (orégano).....	81
4.7 Porcentaje de aceites esenciales (menta y orégano).....	87
4.8 Rendimiento.....	87
4.8.1 Balance de materiales para la menta (3 cm espesor).....	88
4.8.2 Balance de materiales para la menta (5 cm espesor).....	89
4.8.3 Balance de materiales para el orégano (3 cm espesor).....	91
4.8.4 Balance de materiales para el orégano (5 cm espesor).....	92
4.9 Análisis microbiológicos.....	94
4.10 Análisis organolépticos.....	94
4.10.1 Análisis organolépticos para la menta a 1 día y 30 días.....	94
4.10.2 Análisis organolépticos para el orégano a 1 día y 30 días.....	108
4.11 Determinación de humedad.....	121

4.11.1 Pérdida de peso.....	121
4.11.1.1 Pérdida de peso para la menta.....	122
4.11.1.2 Pérdida de peso para el orégano.....	124

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.....	128
-------------------	-----

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES.....	131
----------------------	-----

CAPÍTULO VII

RESUMEN.....	133
--------------	-----

CAPÍTULO VIII

SUMMARY.....	135
--------------	-----

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFÍA.....	136
-------------------	-----

CAPÍTULO X

ANEXOS.....	142
-------------	-----

CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la menta.....	7
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del orégano.....	10
Cuadro 3. Época óptima para la cosecha.....	13
Cuadro 4. Ubicación geográfica y condiciones ambientales.....	35
Cuadro 5. Tratamientos.....	37
Cuadro 6. Esquema del ADEVA.....	38
Cuadro 7. Humedad final de la menta expresado en porcentaje.....	53
Cuadro 8. Análisis de varianza para la humedad final de menta.....	54
Cuadro 9. Prueba de Tukey para tratamientos de la humedad final (menta).	54
Cuadro 10. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (menta).	55
Cuadro 11. Prueba de DMS para factor B espesor del material (menta)....	55
Cuadro 12. Tiempo de secado de la menta expresado en horas.....	59
Cuadro 13. Análisis de la varianza del tiempo de secado de la menta.....	59
Cuadro 14. Prueba de Tukey para tratamientos del tiempo de secado (menta).	60
Cuadro 15. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (menta)...	61
Cuadro 16. Prueba de DMS para factor B espesor del material (menta)....	61
Cuadro 17. Actividad del agua de la menta expresada en porcentaje.....	64
Cuadro 18. Análisis de la varianza de la actividad del agua de la menta....	65
Cuadro 19. Prueba de Tukey para tratamientos de la actividad del agua (menta)	65
Cuadro 20. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (menta)..	66
Cuadro 21. Prueba de DMS para factor B espesor del material (menta)....	66

Cuadro 22. Humedad final del orégano expresado en porcentaje.....	70
Cuadro 23. Análisis de varianza para la humedad final del orégano.....	70
Cuadro 24. Prueba de Tukey para tratamientos de la humedad del orégano....	71
Cuadro 25. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (orégano)...	71
Cuadro 26. Prueba de DMS para factor B espesor del material (orégano).....	72
Cuadro 27. Tiempo de secado del orégano expresado en horas.....	76
Cuadro 28. Análisis de la varianza del tiempo de secado del orégano.....	76
Cuadro 29. Prueba de Tukey para tratamientos del tiempo de secado (orégano)..	77
Cuadro 30. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (orégano).....	78
Cuadro 31. Prueba de DMS para factor B espesor del material (orégano).....	78
Cuadro 32. Actividad del agua del orégano expresada en porcentaje.....	81
Cuadro 33. Análisis de la varianza de la actividad del agua del orégano.....	82
Cuadro 34. Prueba de Tukey para tratamientos de la actividad del agua (oréga).	82
Cuadro 35. Prueba de DMS para factor A temperatura de secado (orégano).....	83
Cuadro 36. Prueba de DMS para factor B espesor del material (orégano).....	83
Cuadro 37. Porcentaje de aceites esenciales.....	87
Cuadro 38. Resultados de los análisis microbiológicos.....	94
Cuadro 39. Color a 1 día de elaborado el producto (menta).....	96
Cuadro 40. Color a los 30 días de elaborado el producto (menta).....	97
Cuadro 41. Aroma a 1 día de elaborado el producto (menta).....	99
Cuadro 42. Aroma a los 30 días de elaborado el producto (menta).....	100
Cuadro 43. Sabor sin azúcar a 1 día de elaborado el producto (menta).....	102
Cuadro 44. Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborado el producto (menta)....	103
Cuadro 45. Sabor con azúcar a 1 día de elaborado el producto (menta).....	105

Cuadro 46. Sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto (menta.....	106
Cuadro 47. Color a 1 día de elaborado el producto (orégano).....	109
Cuadro 48. Color a los 30 días de elaborado el producto (orégano).....	110
Cuadro 49. Aroma a 1 día de elaborado el producto (orégano).....	112
Cuadro 50. Aroma a los 30 días de elaborado el producto (orégano).....	113
Cuadro 51. Sabor sin azúcar a 1 día de elaborado el producto (orégano).....	115
Cuadro 52. Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborado el producto (orégano).	116
Cuadro 53. Sabor con azúcar a 1 día de elaborado el producto (orégano).....	118
Cuadro 54. Sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto (orégano)	119
Cuadro 55. Humedad inicial de las materias primas.....	121
Cuadro 56. Humedad y velocidad de secado de la menta.....	122
Cuadro 57. Humedad y velocidad de secado del orégano.....	125

GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis microbiológicos.....	46
Gráfico 2. Interacción entre los factores A x B de la humedad final (menta)..	56
Gráfico 3. Humedad final de la menta.....	57
Gráfico 4. Interacción entre los factores A x B del tiempo de secado (menta).	62
Gráfico 5. Tiempo de secado de la menta.....	63
Gráfico 6. Interacción entre los factores A x B de la actividad del agua (menta.	67
Gráfico 7. Actividad del agua de la menta.....	68
Gráfico 8. Interacción entre los factores A x B de la humedad final (orégano)..	73

Gráfico 9. Humedad final del orégano.....	74
Gráfico 10. Interacción entre los factores A x B del tiempo de secado (orégano).	79
Gráfico 11. Tiempo de secado del orégano.....	80
Gráfico12. Interacción entre los factores Ax B de la actividad del agua (orégano)	84
Gráfico 13. Actividad del agua del orégano.....	85
Gráfico 14. Color de la menta a 1 día y 30 días de elaborado el producto.....	98
Gráfico 15. Aroma de la menta a 1 día y 30 días de elaborado el producto.....	101
Gráfico 16. Sabor sin azúcar de la menta a 1 y 30 días de elaborado el producto.....	104
Gráfico 17. Sabor con azúcar de la menta a 1 y 30 días de elaborado el producto.....	107
Gráfico 18. Color del orégano a 1 día y 30 días de elaborado el producto.....	111
Gráfico 19. Color del orégano a 1 día y 30 días de elaborado el producto.....	114
Gráfico 20. Sabor sin azúcar del orégano a 1 día y 30 días de elaborado el producto.....	117
Gráfico 21. Sabor con azúcar del orégano a 1 día y 30 días de elaborado el producto	120
Gráfico 22. Humedad versus tiempo de la menta.....	123
Gráfico 23. Velocidad vs humedad promedio (suavizada) de la menta.....	124
Gráfico 24. Humedad versus tiempo del orégano.....	126
Gráfico 25. Velocidad vs humedad promedio (suavizada) del orégano.....	127

FIGURAS

Figura 1. Planta de menta.....	6
Figura 2. Planta del orégano.....	10
Figura 3. Tipos de humedades.....	18
Figura 4. Contenido de humedad en función del tiempo.....	18
Figura 5. Velocidad de secado en función del contenido de humedad.....	19
Figura 6. Perfil de secado de un sólido.....	20
Figura 7. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la aw.....	30
Figura 8. Aparato de arrastre de vapor.....	43

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Secador de bandejas.....	26
Fotografía 2. Análisis sensorial del agua aromática.....	44
Fotografía 3. Pesado de la materia prima.....	48
Fotografía 4. Selección de la materia prima.....	48
Fotografía 5. Lavado por inmersión y aspersion de la materia prima.....	49
Fotografía 6. Escurrido de las plantas aromáticas.....	49
Fotografía 7. Secado de las plantas aromáticas.....	50
Fotografía 8. Enfriado al ambiente.....	51
Fotografía 9. Envasado en fundas de polietileno.....	51
Fotografía 10. Sellado del producto terminado.....	52
Fotografía 11. Almacenamiento de las plantas deshidratadas.....	52

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El desconocimiento de mucha gente en la utilización de tecnología apropiada, la existencia de leyes inadecuadas y el incumplimiento de otras, ha permitido que en las últimas décadas exista una disminución acelerada de nuestros recursos naturales en las diferentes ecorregiones del país. Entre los recursos devastados por estas causas, se encuentran miles de hectáreas de especies vegetales que se pierden anualmente, muchas de ellas con principios activos medicinales, tales como hierbas aromáticas y de condimento.

En la provincia de Imbabura al igual que en el resto del país, la poca rentabilidad de las actividades agropecuarias es causada por el mal uso de la tierra y los altos costos de los insumos. La baja productividad es causada por los precios bajos de los productos agrícolas en el mercado con relación a los insumos empleados en su producción; así como por la escasa planificación agropecuaria y la poca disponibilidad de recursos económicos. Ello ha permitido la migración de la población rural a varios sectores urbanos, ocasionando en algunos casos la desintegración del núcleo familiar, el abandono de tierras productivas y de cultivos de ciclo corto.

El desconocimiento de técnicas de deshidratación, la falta de equipos de alta tecnología, la inexistencia de un estudio de mercado sobre plantas aromáticas en fresco y procesados, y las ventas individuales en volúmenes reducidos ha incidido para perjuicio de los productores.

Los aspectos antes mencionados han mantenido al margen del desarrollo a las organizaciones campesinas e indígenas del cantón Cotacachi, que agrupadas en la UNORCAC, han decidido dar valor agregado a las plantas aromáticas que cultivan, mediante el proceso de deshidratación de las mismas con el fin de satisfacer el mercado interno y externo. En tal sentido se planteó la investigación sobre la determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de las dos plantas aromáticas (menta y orégano).

La organización dispone de una infraestructura física para el procesamiento de las plantas, constituida de un secador de bandejas con caldero incorporado y una superficie de terreno para la producción de las plantas.

Esta investigación contribuyó al mejoramiento de la calidad del nivel de vida en el marco de la salud integral, seguridad alimentaria, conservación ambiental y generación de ingresos para las diferentes comunidades que conforman la organización.

Además, los resultados de esta investigación constituyen un aporte técnico y científico para las futuras investigaciones en el campo agroindustrial de las hierbas aromáticas ya que servirá para plantear propuestas productivas encaminadas a impulsar procesos industriales de este tipo de plantas.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita L*) y orégano (*Origanum vulgare L*), en la empresa comunitaria Sumak Jambina del Cantón Cotacachi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la humedad inicial en la recepción, entrada al secador y humedad final para menta y orégano.
- Determinar los parámetros óptimos para la deshidratación de menta y orégano (tiempo, temperatura, espesor del material), manteniendo constantes los parámetros del aire de entrada al secador (humedad relativa, temperatura del aire, velocidad del aire).
- Representar curvas de secado para las dos plantas con su respectivo análisis.
- Determinar las características físico-químicas (actividad del agua, porcentaje de aceites esenciales) en el producto terminado.
- Determinar la calidad microbiológica (mohos, levaduras, recuento total) en el producto terminado.
- Evaluar el grado de aceptabilidad mediante análisis organolépticos (color, sabor, aroma) del producto terminado para el primer día y 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente.
- Establecer rendimientos para cada una de las plantas.

1.4 HIPÓTESIS:

Ho: La humedad final, la temperatura, el tiempo y espesor de las hojas: menta y orégano en el proceso de deshidratación no influyen en la aceptabilidad del producto final.

Hi: La humedad final, la temperatura, el tiempo y espesor de las hojas: menta y orégano en el proceso de deshidratación sí influyen en la aceptabilidad del producto final.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HIERBAS

Las plantas nos ofrecen TANTAS, cosas, que es impresionante. Son llamadas "Hierbas" en general.

Por Hierbas se entienden 3 tipos de plantas:

- Aromáticas
- Condimentarias
- Medicinales

Todas las especias, plantas aromáticas y condimentos que derivan de ellos tienen propiedades estimulantes para el apetito y la digestión, las excreciones digestivas, incluso el peristaltismo, son favorecidos por el uso de estos ingredientes. Estas propiedades dependen de su composición química, que varía según el grupo vegetal al que pertenece la especie o planta aromática.

2.1.1 PLANTAS AROMÁTICAS

Según la norma NTE INEN 2392: 2007 La denominación de hierbas aromáticas comprende ciertas plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) que contienen sustancias aromáticas (aceites esenciales), y que por sus aromas y sabores característicos, se destinan a la preparación de infusiones.

MUNOZ F. (1996) dice “son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos, total o parcialmente, por esencias.” (p. 15)

Se denomina plantas frescas o desecadas, enteras molidas, que por tener sabores u olores intensos se destinan a la condimentación o a la preparación de ciertas bebidas.

En la mayoría de las especias, las sustancias aromáticas se encuentran como aceites etéreos. Sus componentes principales son monoterpenos y sesquiterpenos, fenoles o éteres fenólicos, entre otros el eugenol, cavacrol, timol, estragol, anetol, safrol y miristicina. ASTIASARÁN, I, MARTINEZ J, (2005)

Conviene recordar que todos los agentes aromáticos deben utilizarse moderadamente, pudiendo su empleo exagerado hacer variar el gusto de una preparación más allá del resultado esperado. El calor agrava su aroma, su presencia debe realzar, sin ocultar, el gusto propio del alimento

Para la presente investigación se ha elegido las plantas aromáticas la menta y el orégano, por considerarse esenciales en los procesos curativos y de seguridad alimentaria.

2.1.1.1 MENTA

FIGURA 1. Planta de menta



2.1.1.1.1 Generalidades

Esta especie, es la menta por excelencia, pero no proviene de una estirpe pura sino de la hibridación de *Mentha aquatica* x *Mentha viridis*, originado en forma natural en Inglaterra alrededor del siglo XVII y que ha sido multiplicada por todo el mundo desde entonces.

CUADRO 1. Clasificación taxonómica de la menta

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Género:	Mentha
Especie:	M. Piperita
Nombre binomial:	Mentha piperita
Nombre común:	Menta

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Mentha_x_piperita(07-10- 2009)

2.1.1.1.2 Descripción botánica

MUÑOZ, F. (1996). Manifiesta: “Es una especie herbácea, vivaz, con tallos erectos, cuadrangulares muy ramificados, que puede alcanzar una altura de 80 cm que nace de un rizoma subterráneo del que brota un extenso sistema radicular. Hojas opuestas pecioladas, lanceoladas o agudas, con bordes aserrados, color verde oscuro en la cara superior y más claro en la inferior. Flores agrupadas en tirso densos, color púrpura. Los estolones son de sección cuadrangular y crecen bajo y sobre la superficie del suelo en todas direcciones.”

Parte útil.- Sumidades floridas, frescas y hojas desecadas.

2.1.1.1.3 Composición química

Las hojas tienen de 10 al 20% de elementos minerales: potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, hierro. Flavonoides, especialmente los heterósidos. Ácidos fenólicos; rosmarínico, palmítico, esteárico, oléico, ursólico, caféico, capricho, clorogénico de 6 al 26%. Taninos. Un principio amargo. Hasta 3% de aceite esencial; rico en timol, cineol, carvacrol, borneol, beta-bisoboleno, limoneno, alfa-pineno, beta pineno, mirceno, camfeno, alfa terpineno, mentonade 8 al 20%, acetato de metilo, mentofurano, felandreno, cadineno, ácido iso-valeriano, iso-valerianato de metilo, pulegona, timol, alcohol amílico, terpineno, alcohol iso-amílico. Vitaminas niacina, beta-caroteno.

La planta tiene en sus hojas una sustancia llamada mentol, en una proporción de 45 -70%; que es la que le da su olor tan característico y le confiere además sus propiedades farmacológicas, (p.247).

<http://www.botanicalonline.com/medicinalsoreganocastella.htm>(19-10-2009)

2.1.1.1.4 Principales usos y propiedades:

Usos: Hojas, sumidades y esencia

- Preparación de infusiones digestivas.
- En licorería.
- Usadas frescas o desecadas, en infusiones, jarabes, alcoholatos, otros.
- Para obtener la esencia.
- Como ingredientes en mezclas de especies amargas, resolutivas, vinagres aromáticos, especies aromáticas y antinervinas.
- En gastronomía
- En la preparación de golosinas.

- En perfumería y cosmética, en la preparación de líquidos, polvos y pastas dentífricas.
- Como aromatizante en pastelería, repostería y confitería.
- Forma parte de numerosos preparados medicinales como tabletas, tinturas, bálsamos, elixires, ungüentos, otros.

Propiedades

Carminativa, antiespasmódica, antiséptica, estimulantes, estomáquicas, antifúngicas, eupépticas, colagogo, antiemético, espasmolítico, antipruriginoso, colerético, analgésico, energética, antiinflamatorio y vasodilatador para tratar enfermedades respiratorias. MUÑOZ, F. (1996).

<http://www.herbotecnia.com.ar/exotica.html> (28 -10-2009)

2.1.1.1.5 Variedades más importantes:

Menta Cítrica (*M.xpiperitacitrata*):

Menta Piperita (*M.xpiperitavar.piperita*):

Menta Limón (*M.piperitacitrataLemon*):

Menta Verde crespita (*M. crispa*):

Menta japonesa (*Menthaarvensisvar. piperascens*)

Menta verde (*Menthaspicata*)

Menta de Carintio (*M. carinthiaca= M. arvensis x M. suaveolens*)

<http://www.euroresidentes.com/Alimentos/hierbas/menta.htm>(11-10- 2009)

2.1.1.2 ORÉGANO

FIGURA2. Planta de orégano



2.1.1.2.1 Generalidades

Es originario de Europa central, meridional y Asia central. El orégano es un pariente muy próximo de la mejorana procedente de Asia Menor, que sin embargo, difiere significativamente en sabor debido a que su aceite esencial carece de compuestos fenólicos. Algunos cruces poseen un sabor intermedio entre el orégano y la mejorana (mejorana dorada = orégano dorado).

CUADRO 2. Clasificación taxonómica del orégano

Reino:	Planta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Género:	Origanum
Especie:	O. vulgare
Nombre binomial:	Origanum vulgare L.
Nombre común:	Orégano, Mejorana silvestre, Orenga

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Or%C3%A9gano> (7 -10-2009)

2.1.1.2.2 Descripción botánica

Según MUÑOZ, F. (1996). Especie herbácea, vivaz, con tallos erectos, ramificados, vellosos, que alcanza una altura variable entre 0,30 y 0,70 m. Las hojas brotan de dos en dos en cada nudo, son enteras, ovales, opuestas, verdes, vellosas en su cara inferior, lisas en la superior. Las flores son pequeñas (los pétalos no sobrepasan los 2 ó 3 milímetros de longitud), ordinariamente púrpuras, dispuestas en inflorescencias terminales; el cáliz con cinco dientes iguales, brácteas lanceoladas u ovales. Las semillas son pequeñas, ovales y de color marrón.

Parte útil.- Las hojas y sumidades floridas.

2.1.1.2.3 Composición química

Se compone principalmente de aceites esenciales entre 0,15 a 0,40%, un principio amargo, goma, resina y algún tanino (de ahí su sabor amargo). La planta contiene ácidos fenólicos, caféico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides: derivados del apigenol, del luteolol, del diosmetol; ácido ursólico. Aceite esencial: rico en carvacrol y timol entre 7 al 16%, fenoles que pueden alcanzar hasta el 90% del total; contiene pineno, alfa-pineno, sesquiterpenos, cimeno, lipiol, ácido tánico, citral, L-limoneno y geraniol. Alcaloides. Elementos minerales (planta). Las raíces contienen estaquiósida y los tallos sustancias tánicas 5%.

2.1.1.2.4 Principales usos y propiedades

Usos: Hojas, sumidades y esencia:

- Como condimento, conservante y aromatizante de alimentos, carnes, embutidos, salsas, ensaladas, otros.
- En perfumería, jabonería y cosmética.
- En la preparación de linimentos antirreumáticos.
- En pomadas contra dermatitis (pediculosis).
- Como desinfectante y cicatrizante.
- Se utiliza en la industria: alimentaria, cosmética, conservera, semillera.

Propiedades

Emenagogo, desinfectante, béquica, expectorante, carminativa, **antioxidante**, antimicrobiana, antitumoral, diuréticas, estimulante, sudoríficas, digestiva, tónica, fungicidas, bactericidas, antiespasmódica, cicatrizante, anticatarral y Citotoxicidad MUÑOZ, F. (1996).

<http://www.herbotecnia.com.ar/exotica.html> (28-10-2009)

2.1.1.2.5 Variedades más importantes:

Orégano Común sin especie

Orégano de hoja pequeña

Orégano Mejicano

Orégano Aureo Crespo

Orégano de Creta

Orégano Cubano

1.1.1 Oréganoonites (Grecia, Asia Menor)

[http://www.euroresidentes.com/Alimentos/hierbas/mejoranaoregano.htmjkkkj\(1](http://www.euroresidentes.com/Alimentos/hierbas/mejoranaoregano.htmjkkkj(1)
1-10-2009)

1.2 2.1.2 MANEJO POST COSECHA DE MATERIA PRIMA VEGETAL

SUQUILANDA, M. (1995) dice: las plantas aromáticas se han de cosechar principalmente las hojas, flores, raíces, cortezas, semillas o la planta entera, las partes aquí descritas deben cosecharse en tiempo seco y fresco con pequeños cuchillos bien afilados o tijeras de podar (p. 647).

Las condiciones de cosecha y procesamiento influyen en la cantidad final de metabolitos recuperables del tejido de las plantas. Se debe conocer la parte de la planta a cosechar, la época y la forma de corte. CHIFE. (2005) ejemplifica sobre la época óptima de cosecha la que varía con el órgano vegetal. (p.6).

CUADRO 3. Época óptima para la cosecha

Parte de la planta	Época de cosecha
Hojas	Fase más activa de la fotosíntesis
Frutos	Cuando están totalmente desarrollados
Flores	Estado de botón floral
Raíces	Cuando están bien desarrolladas
Cortezas	En primavera, evitando períodos de lluvias intensas

Fuente: <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-secadoMetodos.htm>(28 -10-2009)

Del manejo postcosecha dependerá en gran medida que el material mantenga y conserve las características físicas, químicas, organolépticas y farmacológicas.

El material fresco debe ser inmediatamente bien manipulado de forma que no se deteriore, desechando partes manchadas o enfermas de la planta, así como realizar el lavado con agua corriente de ser necesario.

Las condiciones de secado deben ser estudiadas debidamente pues la humedad excesiva, la incidencia de sol directo y el polvo atmosférico deterioran el material destruyendo sus propiedades medicinales, con la consecuente disminución de la calidad de la materia prima. Lo recomendable es secar el material hasta aproximadamente un 10 % de humedad.

Durante el almacenamiento de la materia prima vegetal, debe ser evaluada su estabilidad ya que los procesos de envejecimiento que ocurren durante estas etapas pueden degradarla considerablemente, para ello debe almacenarse en cuartos fríos con temperaturas entre 2 a 40°C.

2.2 DESHIDRATACIÓN

Los sinónimos disecación, secado o desecación de un sólido se refiere generalmente a la separación parcial o total del líquido que le acompañe por medios térmicos. La deshidratación se refiere a la misma acción, es así que FRAZIER (2003), la define como “un secado artificial por medio del calor producido bajo las condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire” (p. 128).

Deshidratación, método de conservación de los alimentos que consiste en reducir a menos del 11% su contenido de agua. Su aplicación se extiende a una amplia gama de productos: pescados, carnes, frutas, verduras, té, café, azúcar, almidones, sopas, comidas precocinadas, especias, hierbas, otros.
<http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-secadoMetodos.htm>(28 -10-2009)

Según MUÑOZ, F. (1996): “la deshidratación entraña, a la vez, una reducción considerable del volumen de las plantas frescas, que es interesante para su almacenamiento, transporte y posible destilación o procesado”. (p.312)

“El secado de un sólido se refiere generalmente a la separación de un líquido de un sólido por evaporación”. PERRY R (2001).

La desecación se suele conseguir eliminando el agua, si bien cualquier procedimiento que reduzca, en un determinado alimento, la cantidad de humedad disponible.

2.2.1 FUNDAMENTOS DEL SECADO

Un proceso de secado involucra aporte de calor y transferencia de masa. El calor debe transferirse al material a secar para suministrar el calor latente requerido para la vaporización de la humedad. Luego la masa de agua se vuelve vapor que pasa a la corriente de aire

El secado es la eliminación total o parcial de agua de los materiales de proceso y de otras sustancias.

Para determinar los resultados finales que se van a obtener según las propiedades del aire que va a recorrer el alimento, se emplean los diagramas psicrométricos.
http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/06/06_equipos.html (11-10- 2009)

El secado es un fenómeno complejo que involucra la transferencia de calor y materia (el transporte de calor hacia dentro del material y el transporte de agua hacia el exterior).

2.2.2 APLICACIÓN DE LA PSICROMETRIA AL SECADO

En cualquier proceso de secado, suponiendo un suministro adecuado de calor, la temperatura y la velocidad a las cuales se produce la vaporización del líquido dependen de la concentración de vapor en la atmósfera circundante.

En casi todas las operaciones de secado, el agua es el líquido evaporado y el aire es el gas de purga que se emplea comúnmente. Para fines de secado se ha encontrado un diagrama psicrométrico de gran utilidad.

Es un diagrama de humedad que muestra las características de humedad del aire. Estas curvas son representaciones gráficas de la relación entre temperatura y humedad del vapor de agua en el aire en un sistema a presión constante. Las temperaturas y volúmenes específicos se muestran en el eje horizontal, y en el eje vertical la humedad absoluta y la presión de vapor. PERRY R 2001.(p. 12-32)

2.2.3 MÉTODOS GENERALES DE SECADO

MUÑOZ (1996) afirma que “el secado es un procedimiento muy antiguo y empleado hasta nuestros días, para conservación de los alimentos” (p.312).

Existen diversos métodos para el secado, sea en forma natural o mecánica;

Secado Natural

Si se cuenta con condiciones climáticas adecuadas, baja humedad relativa y temperaturas elevadas, el secado natural requiere poco gasto y es sencillo de realizar.

El producto se extiende en capas delgadas sobre bandejas que se exponen al aire libre durante algunos días, teniendo la precaución de removerlos frecuentemente y de cubrirlos o guardarlos bajo techo durante la noche para evitar que el rocío ennegrezca el producto.

Secado Mecánico

En el secado artificial o mecánico, al controlarse las variables del tratamiento, en el lapso de unas horas, es posible obtener un producto homogéneo y de excelente calidad comercial.

Hay diversos métodos para deshidratar las hierbas, que pueden clasificarse, de la siguiente manera:

- a.- Secado por aire caliente.
- b.- Secado por contacto directo con una superficie caliente.
- c.- Secado por aporte de energía de una fuente radiante de microondas.
- d.- Liofilización.

De ellos, el más utilizado es la aplicación de una corriente de aire caliente.

Al desecar una hierba húmeda con aire caliente, el aire que aplicamos aporta el calor para la evaporación de la humedad y actúa como transporte para eliminar el vapor de agua que se forma en la cercanía de la superficie de evaporación.
http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI13435.doc (11-10-2009)

2.2.4 FACTORES QUE REGULAN EL SECADO

FRAZIER, W. C. (2003) dice: El estudio de la adecuada regulación del secado incluye los siguientes factores: (p.181).

- Temperatura empleada, que varía con el alimento y método de secado
- Humedad relativa del aire, que varía también con el alimento, método de secado y fase de secado, generalmente es mayor al comenzar la deshidratación.

- Velocidad del aire.
- Duración del secado.

El control inadecuado de estos factores determina la aparición de endurecimiento externo debido a la rapidez de evaporación de la humedad superficial, dando por resultado una película superficial dura, de aspecto queratinoso e impermeable que impide que el alimento se siga secando.

2.2.5 TEORÍA DE SECADO

Contenido de humedad, base seca (x), es la que expresa la humedad de un material como porcentaje del peso del sólido seco. Se define como:

$$\frac{\text{kg humedad}}{\text{kg sólido seco}}$$

Contenido de humedad, base húmeda (h), es la que expresa la humedad de un material como porcentaje del peso del sólido mojado. Se define como:

$$\frac{\text{kg humedad}}{\text{kg sólido húmedo}} = \frac{\text{kg humedad}}{\text{kg humedad} + \text{kg sólido seco}}$$

Humedad de equilibrio: x^* , Humedad del sólido cuando su presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas. Es decir, humedad del sólido cuando está en equilibrio con el gas.

Humedad libre: $x - x^*$, Es la humedad del sólido; que es la humedad que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa.

Existen otras definiciones como *humedad límite*; que es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor de equilibrio menos que aquella que ejerce el líquido puro a la misma temperatura y la *humedad no límite* que es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor igual a la del líquido puro a la misma temperatura.

En la figura 3 se muestran representadas dichas humedades.

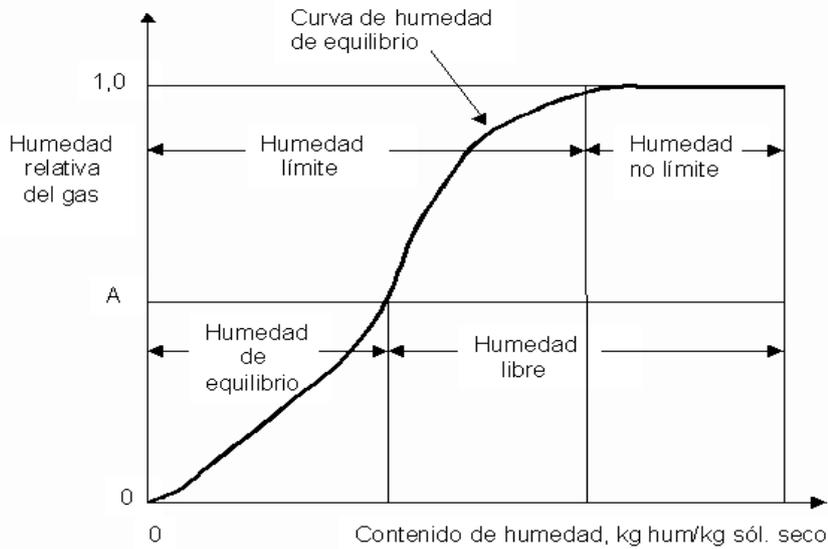
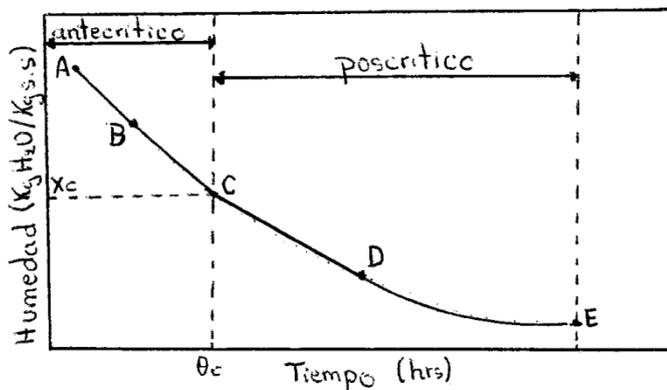


FIGURA 3. Tipos de humedades

2.2.4 PERIODOS DE UN PROCESO DE SECADO

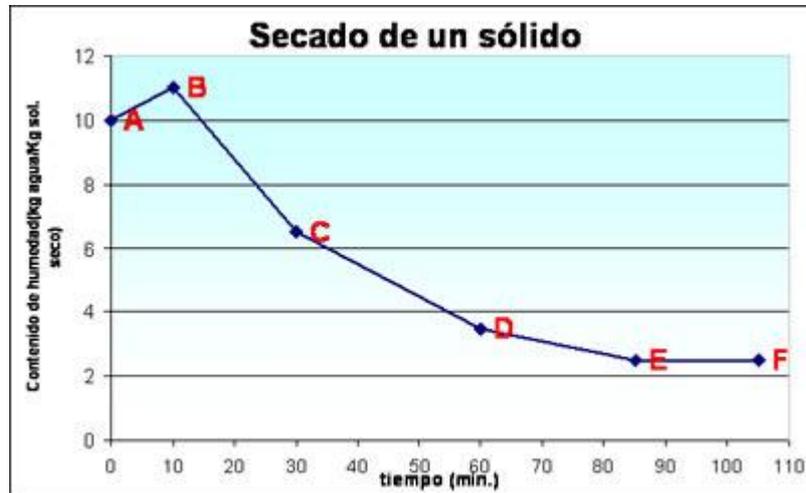
Durante el proceso de secado de un sólido, se puede ir obteniendo datos experimentales que relacionan el contenido de humedad en base seca (X_s) con el tiempo (θ).

FIGURA 4. Contenido de humedad en función del tiempo



Fuente: La autora

Figura 6. Perfil de secado de un sólido



1. Período de inducción inicial:

Cuando un sólido se coloca en una estufa de secado, comienza a absorber calor e incrementa su temperatura hasta la fijada para el secado. A medida que la temperatura aumenta, la humedad se evapora y se empieza a enfriar el sólido. Posteriormente la velocidad de enfriamiento y calentamiento se igualan y la temperatura se estabiliza, la T_{bh} del aire secante será igual a la temperatura alcanzada.

2. Período de velocidad constante:

En el punto B la temperatura se estabilizará y permanecerá constante siempre y cuando haya una capa de humedad remanente en la superficie del sólido. Entre los puntos B y C la humedad del producto es alta, el sólido húmedo se encuentra sumergido en una película de agua, correspondiente a la humedad no ligada. La humedad de evaporación de la superficie se reemplaza por el agua de difusión del interior del sólido a una velocidad igual a la de evaporación, aquí la velocidad de secado/unidad de superficie es constante. El valor de la humedad crítica (X_c), depende de las condiciones del aire secado y del espesor del material a secarse. ROLFE, J. (1980).

3. Período de decaimiento de velocidad:

En el punto C, el agua de la superficie no se reemplazará más para mantener la capa. Pequeñas manchas empiezan a aparecer y la velocidad del secado comienza a decaer. A esto se le llama contenido de humedad crítica (X_c). Entre los puntos C y D el contenido y número de manchas del secado crece y cae la velocidad de secado. El período de tiempo CD se conoce como primer período de caída de velocidad o período de secado de superficie insaturado.

4. Contenido de humedad crítica:

En el punto D conocido como segundo punto crítico, es el punto donde finaliza el período de velocidad constante. Aquí, el agua de superficie del sólido está totalmente evaporada y la velocidad de secado dependerá de la difusión de humedad a la superficie del sólido. Por lo anterior, este punto depende de la porosidad y del tamaño de partícula del sólido que se está secando. Entre los puntos D y E la velocidad de secado cae rápidamente y el período se denomina segundo período de disminución de velocidad.

En el punto E la velocidad del secado es cero y comienza la humedad de equilibrio poniéndose el sólido en equilibrio con su ambiente externo (la temperatura y % de humedad es constante).

http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/06/06_equipos.html (11-12-2009)

Según NONHEBEL, G. (1979): “el punto en que se produce el cambio de período de velocidad contante a velocidad decreciente, llamado a menudo “humedad crítica” es una función de la velocidad de secado a velocidad constante, que viene impuesta por las condiciones externas, y la disposición del secador y de la transferencia de materia, que depende del material a secar”. (p. 2).

2.2.5 CÁLCULO DEL TIEMPO TOTAL DE SECADO

GEANKOPLIS CH (1986), dice que la duración de tiempo requerido para secar un cuerpo húmedo en “condiciones constantes, puede calcularse a partir de un contenido inicial de humedad libre X_1 , hasta alcanzar un contenido final de humedad X_2 ”. (p.457)

$$\theta = \text{kgs.s/As dx/W}$$

El tiempo de secado se calcula en dos períodos:

1. El período antecrítico (θ_c), corresponderá desde la humedad inicial hasta la humedad crítica.

$$\theta_a = \text{kgs.s/AsWc (Xo-Xc)}$$

W_c = velocidad crítica

X_o = humedad inicial

X_c = humedad crítica

2. El período poscrítico puede dividirse en dos partes:

a. Primer período poscrítico

La velocidad de secado puede determinarse en cualquier momento de este período en función de las velocidades, humedad crítica y final.

$$\theta_p = \text{kgs.s/As (Xc-Xf)/Wc-Wf} \ln W_c/W_f \quad W_c = \text{velocidad crítica}$$

W_f = velocidad final

b. Segundo período poscrítico

El cálculo del **tiempo total**, será la suma de los tiempos de cada uno de los periodos:

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

2.2.6 CLASIFICACIÓN DE SECADORES

Existen varias clases de secadores. Los equipos de secado se los ha clasificado, según el método de transmisión de calor a los sólidos húmedos” ROBERT H. PERRY. DON W (2001) (p. 12-45)

Según TREYBAL, (1993). Cuando se seca un sólido se producen dos **procesos** fundamentales y simultáneos:

- Transmisión del calor para evaporar el líquido.
- Transferencia de masa en humedad interna y líquido evaporado.

Independientemente del mecanismo de transmisión de calor el cual puede ser por conducción, convección, radiación o una combinación de cualquiera de éstos, el calor tiene que pasar primero a la superficie exterior y desde ésta al interior del sólido. Excepto el secado por electricidad de alta frecuencia, que genera el calor intercambiante, esto conduce a la circulación de calor desde el interior hasta la superficie exterior. También se ha reportado otro tipo de secado llamado secado por sublimación.

Los equipos utilizados para secar se pueden clasificar también de acuerdo a cualquiera de estas categorías:

I. Métodos de operación: Continuos ó Discontinuos.

En las operaciones continuas pasan a través del equipo tanto la sustancia a secar como el gas. La operación discontinua en la práctica se refiere generalmente a un proceso semicontinuo, en el que se expone una cierta cantidad de sustancia a secar a una corriente de gas que fluye continuamente en la que se evapora la humedad.

II. Métodos de propiciar el calor necesario para la evaporación de la humedad:
En secaderos directos e indirectos

Secadores directos: La transferencia de calor se logra por contacto directo entre los gases calientes y los sólidos húmedos. Se los llama secadores por convección.

Secadores indirectos: El calor se transfiere al material húmedo por conducción a través de una pared metálica. La velocidad de secado depende del contacto que se establezca entre el material húmedo y la superficie caliente.

Secadores diversos: Dependen de la transferencia de energía radiante para evaporar la humedad. La energía radiante se suministra eléctricamente por medio de lámparas infrarrojas, resistencias eléctricas o refractarias incandescentes

calentados por gas. Este ofrece un calentamiento por convección. ROBERT H. P. (2001)

III. Naturaleza de la sustancia a secar: Puede ser la sustancia un sólido rígido como la madera, un material flexible como el papel o la tela, un sólido granular tal como la masa de cristales, una pasta espesa o delgada o una solución. Es probable que la forma física de la sustancia y los distintos métodos de manipulación empleados, ejerzan la influencia más grande en el tipo de secadero a utilizar.

“De acuerdo a la clasificación de la operación de secado encontramos los siguientes tipos de equipos” TREYBAL, (1993).

- Secaderos de calentamiento directo.

a) Equipos discontinuos

- Secaderos de bandejas con corriente de aire.
- Secaderos de cama fluidizada.
- Secaderos con circulación a través del lecho sólido.

b) Equipos continuos

- Secaderos de túnel.
- Secaderos neumáticos.
- Secaderos ciclónicos.
- Secaderos de cama chorreada.
- Secaderos de cama vibratoria.
- Secadero de cama fluidizada.
- Secaderos sprays.
- Secaderos de tipo turbina.
- Secaderos rotatorios.

- Secaderos de calentamiento indirecto:

a) Equipos discontinuos.

- Secaderos de bandejas a vacío.

- Secaderos de bandejas a presión atmosférica.
- Secaderos por congelación.

b) Equipos continuos.

- Secaderos de tambor.
- Secaderos con circulación a través del lecho.

Secador de Cabina, Bandejas, Anaquel o Compartimientos: Consiste de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas. Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador.

Estos secaderos pueden disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire de recirculación. Los calentadores del aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentines calentados por vapor o, en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica.

Un ventilador recircula aire caliente con vapor sobre la superficie de las bandejas, paralelamente a las mismas. La fuente energética de estos secadores es vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas.

Para la presente investigación se utilizará este tipo de secador de bandejas con caldero incorporado.

FOTOGRAFÍA 1. Secador de bandejas**06/01/2010****2.2.7 TEMPERATURA DE SECADO**

“Durante mucho tiempo se ha preconizado una temperatura media de 30 a 60°C para secar plantas medicinales, los órganos más frágiles, flores, sumidades, hojas, a temperatura más baja, de 20 a 40°C. para la conservación de los principios activos es preferible secar a una temperatura de 25 a 30°C, con una fuerte ventilación” MUÑOZ. (1996).

2.3 INFLUENCIA DEL SECADO EN EL PRODUCTO

Según GEANKOPLIS, CH. (1986). “Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua. Además muchas de las enzimas que causan los cambios químicos en alimentos y otros materiales biológicos no pueden funcionar sin agua. Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso. Sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso, para preservar el sabor y su valor nutritivo”. (p.435).

ASTIASARÁN I. (2003). Manifiesta: “los alimentos son aquellas sustancias o productos de cualquier naturaleza que, por sus características, aplicaciones, componentes, preparación y estado de conservación, son susceptibles de ser habitual o idóneamente utilizados para la normal nutrición. En definitiva, se puede afirmar que el alimento constituye un sistema muy complejo, formado por una gran cantidad de componentes que presentan funciones diversas.

Unas adecuadas propiedades de color, sabor, aroma o textura son necesarias para que un alimento sea susceptible de ser consumido (p.9).

2.4 ENVASADO Y EMBALADO

Según la norma NTE INEN 2392-2007. El material del envase debe ser resistente e inerte a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto durante el almacenamiento, transporte y expendio.

Según POTTER, (1987): el envasado de los productos alimenticios viene a darse como el resultado de una necesidad del producto de aumentar la vida útil para dar al consumidor productos de primera calidad y libre de patógenos que puedan dañar la salud humana (p. 749).

Según ITDG, (1998) los envases plásticos tienen algunas ventajas sobre otros tipos de envases. (p. 51)

- Pueden ser flexibles o rígidos
- Son disponibles con distintos espesores
- Son buenos protectores contra el agua y la sequedad, además son químicamente inertes en comparación con otros materiales
- Forman una barrera contra la humedad y el aire.

Todo material para envase de especias debe cumplir estos tres requisitos: MUÑOZ, F (1996).

1.- Máxima impermeabilidad posible a gases, luz y vapor de agua.

2.- Ser resistentes frente a las posibles acciones de las especias molidas, que podrían poner en libertad algún componente del material de envase.

3.- No formar combinación con ningún componente del producto.

Las hierbas son empacadas frecuentemente en sacos de polipropileno.

2.5 ALMACENADO

Para plantas deshidratadas el ambiente de almacenamiento debe ser fresco y seco, para evitar la presencia de patógenos que puedan dañar a los productos. El contenido de humedad no debe ser mayor que 8 a 10%. SUQUILANDA M, (1995).

MUÑOZ, F, (1996) menciona el almacenamiento de hierbas debe hacerse en lugares limpios, frescos, sombreados y bien ventilados, por aire seco, con una humedad relativa del 45% y una temperatura de 22°C, preservándolas de la luz solar y del polvo y separadas de otras plantas con las que puedan intercambiar olores, deben renovarse anualmente (p.320).

2.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL

2.6.1 Humedad. La humedad relativa del ambiente influye directamente en el contenido de agua del producto terminado por ello la necesidad de empacar inmediatamente al alcanzar la temperatura ambiente. Por tanto si la humedad se incrementa en un rango de 1 a 2% no afecta la estabilidad del alimento debido a que este incremento es positivo puesto que retarda la aparición de rancidez, e incrementa el peso y no afecta las cualidades organolépticas del producto. El agua por otra parte contribuye a la aceptabilidad del alimento por lo que es necesaria su presencia.

2.6.2 Actividad de agua, Aw. BADUI, S (2006) Dice “las propiedades coligativas, reológicas y de textura de un alimento dependen de su contenido de agua, aun cuando éste influye definitivamente en las reacciones físicas, químicas,

enzimáticas y microbiológicas. El agua se divide en “libre” y en “ligada”; la primera sería la única disponible para el crecimiento de microorganismos ya que la segunda está unida a la superficie sólida y no actúa por estar inmóvil. Bajo este proceso, sólo una fracción del agua, llamada actividad del agua, es capaz de propiciar estos cambios y es aquella que tiene movilidad. Es bajo este valor empírico que se puede predecir la estabilidad y la vida útil de un producto” (p.16).

La actividad de agua en un alimento es el cociente entre la presión de vapor del agua contenida en él y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. Y es interpretada por las siguientes formulas.

$$p_{al} = p_{H_2O}^*$$

p_{al} = presión de vapor de agua en el alimento

$p_{H_2O}^*$ = presión de vapor de agua pura

$$T_{al} = T_{H_2O}$$

T_{al} = temperatura del alimento

T_{H_2O} = temperatura del aire

Por lo tanto

La actividad de agua es la humedad relativa de equilibrio de una atmósfera de aire que está en equilibrio con el alimento.

De esta forma el equilibrio entre el aire y el alimento se caracteriza simplemente por:

$$A_w = HR \quad \text{y} \quad T_{al} = T_{H_2O}$$

2.6.3 Actividad de agua y estabilidad

La estabilidad de un alimento y la actividad de agua se relacionan estrechamente en muchas situaciones (pero no en todas). La actividad de agua juega un rol significativo en la determinación de la actividad de enzimas, vitaminas en alimentos, puede tener un mayor impacto en el color, sabor y aroma. AQUALAB, (2002).

FIGURA 7. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad de agua

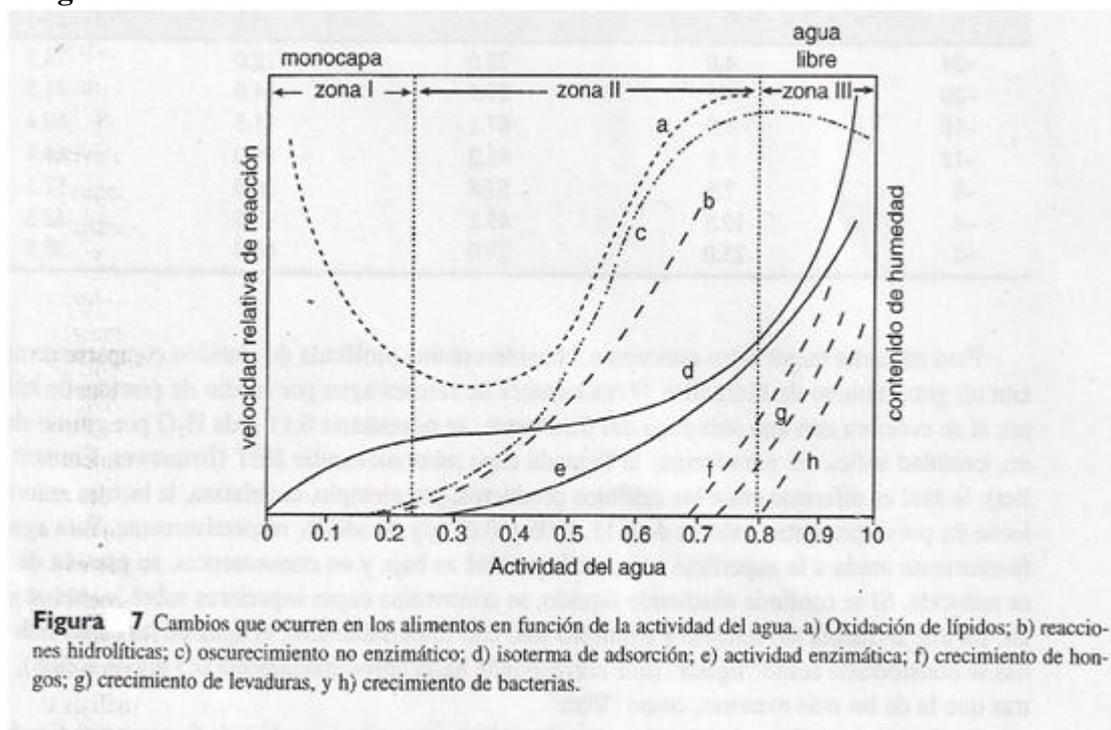


Figura 7 Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua. a) Oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras, y h) crecimiento de bacterias.

La figura 7 muestra la influencia de la actividad de agua en varias de las reacciones químicas y enzimáticas que ocurren en los alimentos (oscurecimiento, rancidez, otros), así como el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Esta figura varía mucho entre los distintos productos, de acuerdo con la composición, la homogeneidad de la distribución de los componentes, el tipo de reacción y otros factores, por lo que es solamente indicativa de las tendencias generales. BADUI, S (2006).

2.6.3.1 Estabilidad microbiológica

Mientras la temperatura, pH y otros factores pueden influir en el crecimiento de microorganismos en un producto, la actividad de agua puede ser el factor más importante para controlar la alteración. BEUCHAT, (1999).

Los microorganismos no crecen a actividades de agua bajas, el crecimiento puede ocurrir en alimentos de humedad intermedia.

Existe actividad de agua que limita el crecimiento de mohos. Levaduras y bacterias. Es así, que la mayoría de las bacterias, no crecen en A_w debajo de 0.91, la mayoría de mohos y levaduras dejan de crecer a A_w menores de 0.70 y las levaduras a un mínimo de A_w de 0.62, midiendo la actividad de agua es posible que microorganismos son o no potenciales de alteración, la actividad de agua, no la cantidad de agua determina el limite mas bajo de agua disponible para crecimiento microbiano. ROOS, (2000).

2.6.3.2 Estabilidad físico-química

Durante el proceso de secado de alimentos, ocurren fenómenos físicos y químicos que modifican la calidad y las características del producto. BRENMAN, (981).

La actividad de agua es un importante factor que afecta la estabilidad de los productos secos y deshidratados durante el almacenamiento, los productos secos y deshidratados tienen un alto poder de popularidad en los consumidores diarios. Las mezclas de alimentos cuya actividad de agua en productos secos es menor permiten mantener una apropiada estructura, textura, estabilidad densidad y propiedades de rehidratación. AQUALAB, (2002).

Las reacciones químicas pueden dividirse en general en tres categorías: hidrolítica, oxidativa y peroxidativa. Investigaciones para la ciencia de alimentos en literatura, indican que todas estas reacciones son influenciadas por niveles de hidratación a varios grados. WALTERS, (1998)

La probabilidad de reacciones de Maillard que producen pardeamiento de un producto aumenta, cuando aumenta la actividad de agua, alcanzando un máximo a actividad de agua en el rango de 0.6 a 0.7. En algunos casos, sin embargo, incrementos extensos de actividad de agua impedirían la reacción de Maillard. Así en algunas muestras, al medir la actividad de agua es una buena forma de controlar los problemas de pardeamiento. ROOS, (2000).

2.6.4 Retención de sabor

La retención del sabor y aroma es relativamente alta a actividad de agua bajas. Componentes volátiles deben difundirse a la superficie. La difusión es dependiente de la temperatura y el contenido de humedad. En estos componentes volátiles frecuentemente son encapsuladas las matrices de los alimentos a bajas actividades de agua. La pérdida de componentes volátiles, sabores y aroma pueden provocar cambios estructurales y cristalización de componentes encapsulados ROOS, (2000).

“En resumen, la actividad de agua influye en las cualidades organolépticas y la estabilidad en almacenamiento, determina la seguridad de un producto con respecto al crecimiento microbiano, es el mejor indicador de la perecibilidad de un producto”. ALVARADO, (1996).

2.7 ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios de las plantas por lo que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites. En un aceite esencial pueden encontrarse hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, así como sus derivados oxigenados (alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres), sustancias azufradas y nitrogenadas.

“Los aceites constituyen la fracción volátil de los principios activos contenidos en una planta, y por tanto, se obtienen mediante técnicas de destilación, en la que se volatilizan los principios por calor, se condensan en frío y se recogen. Se determinan por cromatografía de gases (CGL) y espectrometría de masas si es necesario, tras extracción por destilación de arrastre de vapor a presión atmosférica”. PALOMINO, O. (2001).

DOMINGUEZ, X (1973) dice: Los aceites esenciales o esencias vegetales son mezclas de un número variable de sustancias orgánicas olorosas. Respecto a su

distribución, un aceite esencial puede localizarse en un determinado órgano vegetal, flores, hojas, frutos, y hasta raíces o en toda la planta.

El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento del peso vegetal hasta 1-3%. La composición de una esencia puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico o pequeños cambios genéticos. (p. 229).

Según ALBORNOZ, A (1980) “Debido a que se evaporan por exposición al aire a temperatura ambiente, se denominan: aceites volátiles, aceites etéreos, aceites esenciales o esencias. Son responsables de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales. Están constituidos por terpenos, hidrocarburos alifáticos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, fenoles, lactonas, etc. Los aceites esenciales son generalmente líquidos aromáticos, miscibles con lípidos y solventes lipófilos; incoloros, particularmente cuando están frescos”.

Los componentes de los aceites volátiles pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

- a) Hidrocarburos terpénicos y sus derivados oxigenados
- b) Hidrocarburos alifáticos y sus derivados oxigenados
- c) Derivados del benceno
- d) Compuestos misceláneos.

Las esencias hallan aplicación en numerosísimas industrias, algunos ejemplos son los siguientes:

- Industria cosmética y farmacéutica: como perfumes, conservantes, saborizantes, principios activos, etc.
- Industria alimenticia y derivadas: como saborizantes para todo tipo de bebidas, helados, galletitas, golosinas, productos lácteos, etc.
- Industria de productos de limpieza: como fragancias para jabones, detergentes, desinfectantes, productos de uso hospitalario, etc.
- Industria de plaguicidas: como agentes pulverizantes, atrayentes y repelentes de insectos, etc. (p. 205, 207, 221).

La demanda de composiciones aromáticas ha crecido en el sector agroindustrial a razón de un 10% anual desde 1960, sus principales destinos son las industrias de bebidas, las lácteas, las de golosinas, de cosméticos y sabores. Las tres primeras representan el 75% de la demanda (*Fuente: Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales del Ministerio de la Producción Bonaerense*).

Los aceites volátiles generalmente se obtienen mediante algunos de los siguientes procesos:

- a) Expresión
- b) Destilación
 1. Destilación con agua
 2. Destilación con agua y vapor
 3. Destilación con agua directo
 4. Destilación destructiva
- c) Enfleurage
- d) Extracción con solventes
- e) Hidrólisis

La técnica operativa debe escogerse de acuerdo a la naturaleza del aceite y al rendimiento esperado, para evitar afectar la naturaleza física y química del mismo.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente proyecto se realizó en la empresa comunitaria Sumak Jambina, cuya ubicación geográfica y condiciones ambientales se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 4. Ubicación geográfica y condiciones ambientales

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Cotacachi
Parroquia:	San Francisco
Sitio:	Comunidad de Turucu
Temperatura promedio:	18°C
Altitud:	2357 msnm
Humedad relativa:	65%
Precipitación:	500 a 1000mm.año

Fuente: Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, equipo KESTREL 2500. Ciudad de Cotacachi, 2009

3.2 MATERIALES Y SUMINISTROS

3.2.1 Materia prima e insumos

- Orégano (*Origanum vulgare*)
- Menta (*Mentha piperita*)
- Alcohol potable
- Hipoclorito de sodio
- Agua potable

3.2.2 Materiales y equipos

- Secador de bandejas con caldero incorporado
- Balanza electrónica
- Balanza infrarrojo
- Mesa de selección y lavado
- Termo higrómetro
- Selladora de impulso
- Cronómetro
- Anemómetro
- Estufa marca MEMMERT
- Desecador
- Medidor de actividad de agua marca Aw-WERT-MESSER
- Destilador
- Material de vidrio (pipetas, tubos, vasos, probeta, cajas petri, balón, etc.)
- Crisoles
- Placas petrifilm
- Kavetas plásticas
- Recipientes plásticos
- Tina para lavado
- Cilindro con gas
- Estantería de metal
- Fundas polietileno 10000 con cierre hermético
- Equipo para lavado
- Materiales de oficina
- Papel aluminio

3.3 MÉTODOS

El ensayo se realizó con dos especies aromáticas menta y orégano, provenientes de las parcelas de Sumak Jambina.

3.3.1 Factores en estudio

FACTORES

NIVELES

A: Temperatura de secado:	30°C	A1
	35°C	A2
	40°C	A3
B: Espesor del material:	3cm	B1
	5cm	B2

3.3.2 Tratamientos

CUADRO 5. Tratamientos

Tratamientos	Temperatura de secado A	Espesor del material B	Combinaciones A x B
T1	30°C	3cm	A1B1
T2	30°C	5cm	A1B2
T3	35°C	3cm	A2B1
T4	35°C	5cm	A2B2
T5	40°C	3cm	A3B1
T6	40°C	5cm	A3B2

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.4.1 Tipo de diseño:

Diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B

3.4.2 Características del experimento

Número de repeticiones:	(3)
Número de tratamientos:	(6)
Número de unidades experimentales:	(18)

3.4.3 Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 500g para cada una de las especies (menta y orégano).

3.4.4 Análisis de variancia

CUADRO 6. Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Tratamientos	5
Factor A (Temperatura de secado)	2
Factor B (Espesor del material)	1
A x B	2
Error experimental	12

3.5 Análisis funcional

Detectada la diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de TUKEY para tratamientos; DMS para factores (A y B); y, gráfico para interacciones.

Para las variables no paramétricas se realizó la prueba de Friedman al 1% y 5% Este diseño se lo realizó para cada planta aromática, teniendo al final dos diseños experimentales uno para la menta y otro para el orégano.

3.6 VARIABLES EVALUADAS:

VARIABLES CUANTITATIVAS

- Porcentaje de Humedad final
- Tiempo de secado
- Actividad del agua
- Porcentaje de aceites esenciales
- Rendimiento
- Mohos y Levaduras (UML/g)
- Recuento total de aerobios (UFC/g)

Variables cualitativas (análisis organoléptico)

- Color
- Aroma
- Sabor(sin azúcar, con azúcar)

3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Para la deshidratación de las dos especies de plantas aromáticas menta y orégano, las materias necesarias se consiguieron en la propiedad de la organización; y, los demás insumos, en el supermercado.

A continuación se detalla cada uno de los análisis que se realizó en cada una de las etapas del proceso, en la materia prima, en proceso de deshidratación y producto terminado de las dos especies en estudio.

3.7.1 Materia prima

Las primeras variables medidas son la humedad y la actividad del agua de la materia prima fresca, estas se determinaron al inicio del proceso.

3.7.1.1 Determinación de humedad.-Se empleó una mufla marca MEMMERT, con el siguiente procedimiento:

1. Lavado de los materiales a utilizar (crisoles)
2. Enjuague con agua destilada
3. Introducción de los crisoles a la mufla a 550 °C por 4 horas
4. Ubicación en el desecador y tarado
5. Pesado de los crisoles y de 5g de muestra (planta fresca)
6. Llevado a la estufa a 105 °C por 12 horas y pesaje.
7. Repetir el procedimiento hasta obtener un peso constante.
8. Los resultados se expresan en porcentaje mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de humedad: } \left[\frac{(Pm-Ps)}{m} \right] (100)$$

3.7.1.2 Actividad del agua.- Para el análisis de dicha variable se realizó en el equipo marca Aw-WERT-MESSER, para cada especie.

El método se detalla a continuación:

1. Calibrar el equipo con cloruro de sodio (0,76Aw)
2. Pesar 1 a 5g de muestra de planta fresca.
3. Realizar la medición después de un tiempo de 2 horas, requerido por el equipo para que el aire presente en dicha atmósfera se encuentre en equilibrio con las plantas.
4. Repetir el proceso hasta obtener un valor aproximado al anterior, para luego realizar la lectura de la muestra. Y a continuación medir el valor de actividad que presenta la planta fresca.

La actividad de agua tendrá un valor máximo de 1 y mínimo de 0.

3.7.2 Durante el proceso

Durante el proceso de deshidratación se determinó la humedad, el peso y el tiempo de secado para cada especie aromática.

3.7.2.1 Determinación de humedad.- Se empleó una mufla marca MEMMERT, para medir el porcentaje de humedad inicial al ingreso del secador de bandejas para cada una de las especies aromáticas (menta y orégano), con el siguiente procedimiento:

1. Lavado de los materiales a utilizar (crisoles)
2. Enjuague con agua destilada
3. Introducción de los crisoles a la mufla a 550 °C por 4 horas
4. Ubicación en el desecador y tarar
5. Pesado de los crisoles y colocar 5g de muestra (planta fresca)
6. Llevado a la estufa a 105 °C por 12 horas y pesaje.
7. Repetir el procedimiento hasta obtener un peso constante.
8. Los resultados se expresan en porcentaje mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de humedad: } \left[\frac{(P_m - P_s)}{m} \right] (100)$$

Adicionalmente en el proceso de secado se determinó el peso

- Se tomó muestras para cada especie en estudio (menta y orégano)
- Con la ayuda de una balanza electrónica se procedió a tomar datos del peso de la siguiente forma: si la temperatura es 30°C, cada 20 minutos; si la temperatura es 35°C, cada 15 minutos; y, si la temperatura es 40°C, cada 10 minutos.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar las respectivas curvas de secado para cada especie (menta y orégano).

3.7.2.2 Determinación del tiempo de secado.- Para determinar esta variable se utilizó un cronómetro con el cual se midió el tiempo transcurrido desde que las plantas ingresaron al secador hasta conseguir un peso constante de las mismas. El tiempo de secado para cada planta aromática, correspondió al tiempo transcurrido desde la determinación de la humedad inicial hasta la obtención de la humedad final.

3.7.3 Análisis del producto terminado

Al producto terminado se realizó los siguientes análisis; humedad, actividad del agua, extracción del porcentaje de aceites esenciales, análisis microbiológicos (mohos, levaduras y recuento total de aerobios) y organolépticos para las dos especies aromáticas.

3.7.3.1 Determinación de humedad.- Se empleó una mufla marca MEMMERT con el siguiente procedimiento:

1. Lavado de los materiales a utilizar (crisoles)
2. Enjuague con agua destilada

3. Introducción de los crisoles a la mufla a 550 °C por 4 horas
4. Ubicación en el desecador y tarar
5. Pesado de los crisoles y de 5g de muestra (planta fresca)
6. Llevado a la estufa a 105 °C por 12 horas y pesaje.
7. Repetir el procedimiento hasta obtener un peso constante.
8. Los resultados se expresan en porcentaje mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de humedad: } \left[\frac{(P_m - P_s)}{m} \right] (100)$$

3.7.3.2 Actividad del agua.- Para el análisis de dicha variable se realizó en el equipo marca Aw - WERT-MESSER, para cada especie.

El método se detalla a continuación:

1. Calibrar el equipo con cloruro de sodio (0,76Aw)
2. Pesar 1 a 5g de muestra de planta seca.
3. Realizar la medición después de un tiempo de 2 horas, requerido por el equipo para que el aire presente en dicha atmósfera se encuentre en equilibrio con las plantas.
4. Repetir el proceso hasta obtener un valor aproximado al anterior, para luego realizar la lectura de la muestra. Y a continuación medir el valor de actividad que presenta la planta seca.

La actividad de agua tendrá un valor máximo de 1 y mínimo de 0.

3.7.3.3 Extracción del porcentaje de aceites esenciales.- Para el análisis de esta variable se la realizó por arrastre de vapor para cada especie en estudio (menta y orégano).

El método se describe a continuación:

1. Pesar entre 75g y 65g de la muestra a extraer (hojas secas de menta y orégano).
2. Depositar la muestra seca en un balón.
3. Armar el equipode arrastre de vapor como muestra la figura 8 (se adicionan algunas piedras de ebullición).



Figura 8. Aparato de arrastre de vapor

4. Calentarel balón con el agua utilizando el mechero; el vapor formado pasará a través de la muestra a ser destilada por arrastre con vapor por un tiempo de 6 horas a 90°C. Manteniendo el calentamiento hasta que ya no haya más desprendimiento de aceite.
5. El siguiente paso es una extracción discontinua líquido-líquido empleando un solvente orgánico como cloruro de metileno o cloroformo, este paso se realizó con una ampolla de decantación.
6. Finalmente se determinó el rendimiento de aceite esencial en cada una de las plantas y se reportó en P/P y P/V.

3.7.3.4 Análisis organolépticos.- Se realizó mediante la prueba de Friedman con la intervención de un panel de degustadores que calificó todos los tratamientos. Se evaluó: color, aroma y sabor.

Procedimiento:

- Se utilizó un panel de 10 catadores, los cuales con la ayuda de una guía instructiva para evaluar color, sabor y aroma se encargaron de calificar según sus preferencias.

- Con los resultados obtenidos a partir de las degustaciones se procedió a hacer los análisis estadísticos utilizando la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b.t. (t+1)} (\sum R^2) - 3b(t+1)$$

Donde: X^2 = Chi-cuadrado
R = Rangos
b = Degustadores o Jueces
t = Tratamientos



Fotografía 2. Análisis sensorial del agua aromática

3.7.3.5 Análisis microbiológicos.- Se determinó según el método AOAC 997.02, con la finalidad de establecer la presencia de mohos, levaduras y aerobios totales, a través del sistema petrifilm para todos los tratamientos.

- **Método AOAC 997.02: Recuento de mohos y levaduras**

Las placas petrifilm para recuento de mohos y levaduras son un medio listo para usar, contienen nutrientes suplementados con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador para realizar la visualización del cultivo en la placa. El procedimiento se detalla a continuación:

1. Esterilizar agua de peptona en el autoclave a 121 °C y 15 PSI por un tiempo de 15 min, la misma que se utilizó para la dilución de la muestra.
2. Colocar las placas Petrifilm sobre una superficie de trabajo totalmente plana, (Figura 1.)
3. Levantar el film superior y depositar con cuidado 1ml de la dilución de cada tratamiento a controlar, en el centro del film inferior (Figura 2.)
4. Recubrir delicadamente con el film superior, teniendo cuidado de no introducir burbujas de aire (Figura 3.)
5. Levantar el difusor plástico por la manija circular. Colocar el centro del difusor en línea con el centro del film superior. Distribuir la muestra en forma pareja, ejerciendo una ligera presión sobre el difusor, (Figura 4.).
6. Evitando que se desborde la dilución fuera del límite circular, se quitó el difusor y se dejó reposar el film durante un minuto, para permitir la solidificación del gel.
7. Una parte de las diluciones se incubó, a una temperatura de 39 °C por un tiempo de 24 horas, con el fin de determinar la presencia de aerobios totales. Mientras que la otra parte se colocó en un lugar oscuro a temperatura ambiente durante tres días con la finalidad de determinar mohos y levaduras.

GRÁFICO 1. Análisis microbiológico

Figura 1.

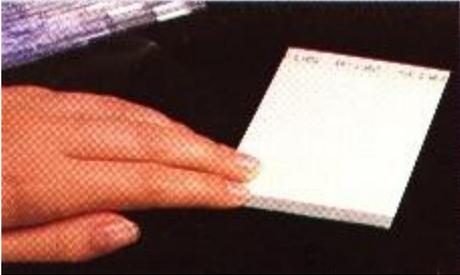


Figura 2.

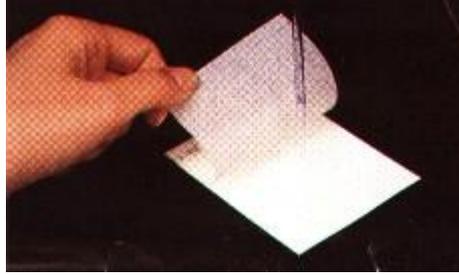


Figura 3.

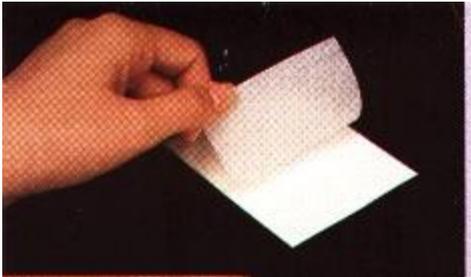


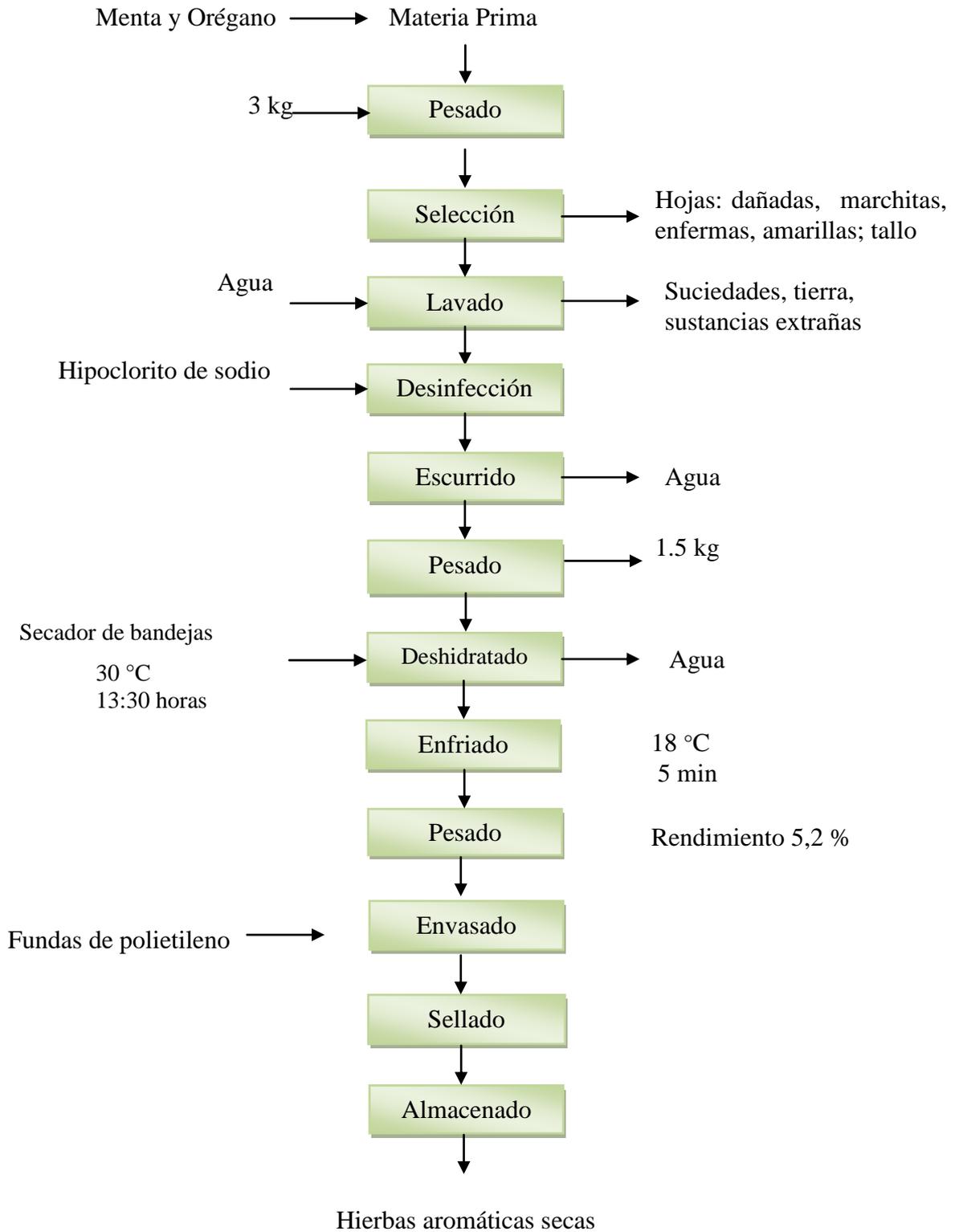
Figura 4.



3.7.3.6 Determinación del rendimiento.- Esta variable se la determinó una vez obtenido el producto final, para ello se realizó un balance de materiales del proceso de deshidratación para cada planta.

3.8 MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.8.1 Diagrama de bloques para la deshidratación de plantas aromáticas: menta (*Mentha piperita*), orégano (*Origanum vulgare*)



3.8.2 Descripción del proceso de deshidratación para menta y orégano

A continuación se detalla cada uno de las actividades que se realizaron para el proceso de deshidratación de las dos especies aromáticas (menta y orégano).

3.8.2.1 Materia prima (menta y orégano): Las plantas utilizadas en el proceso de deshidratación tienen que estar en estado fresco.

3.8.2.1 Pesado: Se pesó la materia prima para obtener rendimientos de cada especie con la ayuda de una balanza digital.



Fotografía 3. Pesado de la materia prima 2009-10-22

3.8.2.3 Selección: Luego de obtener el peso de la materia prima se procedió a realizar la selección tomando en cuenta el color, se prefirió hojas verdes, sin materias extrañas, partes sanas, que no tengan problemas fitosanitarios. Esta actividad se la realizó en la mesa de selección y lavado para las dos especies.



Fotografía 4. Selección de la materia prima 2009-10-22

3.8.2.4 Lavado: Las hojas seleccionadas fueron sometidas a un lavado por aspersión e inmersión con la ayuda de un equipo de lavado y tinas de plástico, con el fin de eliminar las suciedades, sustancias extrañas las cuales se encuentran adheridas a las superficies del producto, teniendo cuidado que las hojas no sufran daños.



Fotografía 5. Lavado por inmersión y aspersión de la materia prima 2009-10-22

3.8.2.5 Desinfección: Las hojas lavadas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 10% para las dos especies. 10 ppm o 10 mg por litro de agua.

3.8.2.6 Escurrido: Las especies se colocaron en kavetas plásticas perforadas con el objeto que fluya el agua que queda después del lavado, para luego someter las hojas a un oreado a la sombra con el fin de que reduzcan en porcentaje de agua.



Fotografía 6. Escurrido de las plantas aromáticas 2009-10-22

3.8.2.7 Pesado: Se pesó el material seleccionado de cada especie con la ayuda de una balanza digital para ver el peso después del lavado y obtener rendimientos.

3.8.2.8 Deshidratado: Las especies se introdujeron al equipo de secado (secador de bandejas con caldero incorporado), con humedades iniciales de 89,6 % para las hojas de menta y 84,8 % para las hojas de orégano, con espesores del material de 3 y 5 cm dependiendo del tratamiento. Se tomó nota del tiempo y peso que fue perdiendo el producto durante el proceso, con intervalos de 20 min, si la temperatura es 30 °C; 15 min si la temperatura es 35 °C; y, 10 min si la temperatura, es 40 °C. Se uso un cronómetro y una balanza electrónica, llegando a obtener un peso constante para cada especie. Este proceso se lo realizó manteniendo constantes: humedad relativa (62 %), velocidad del aire (4 m/s). las humedades finales para cada tratamiento se indican en el anexo 15 y 16.



Fotografía 7. Secador de bandejas 2009-10-22

3.8.2.9 Enfriado: Las especies deshidratadas se enfriaron a temperatura ambiente antes de envasar y sin demoras en el tiempo para que no absorban humedad.



Fotografía 8. Enfriado al ambiente 2009-10-22

3.8.2.10 Pesado: Las hojas deshidratadas se pesaron con la ayuda de una balanza electrónica con el fin de determinar rendimientos a través del balance de materiales.

3.8.2.11 Envasado: Se utilizaron fundas de polietileno N° 10000, los cuales nos brindan una máxima impermeabilidad posible, conservándose de buena forma. Esta actividad se realizó de manera manual con la ayuda de guantes. Se hicieron fundas con 30 gr de plantas secas tanto para la menta como para el orégano. Luego de envasado el producto se procedió a etiquetar manualmente.



Fotografía 9. Envasado en fundas de polietileno 2009-10-22

Se tomó muestras de cada especie para realizar análisis al producto terminado, tales como: físico químicos (actividad del agua, porcentaje de aceites esenciales),

microbiológicos (mohos, levaduras y recuento total); y, organolépticos (color, aroma y sabor), estos se los realizó al primer día y 30 días de almacenamiento.

3.8.2.12 Sellado: Se lo realizó con la ayuda de una selladora de impulso con el objeto de que exista mayor seguridad para que la planta no capte humedad del ambiente.



Fotografía 10. Sellado del producto terminado 2009-10-22

3.8.2.13 Almacenado: Las plantas secas se almacenaron en un lugar limpio, fresco, aireado, evitando el contacto directo con la luz solar y separado entre las plantas para evitar que estas intercambien olores.



Fotografía 11. Almacenado del plantas deshidratadas 2009-10-22

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación “Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos especies aromáticas; menta (*Mentha piperita* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.)”

4.1 HUMEDAD FINAL (MENTA)

Esta variable se midió al final del proceso de secado de las hojas de la menta, de donde se obtuvo los siguientes resultados:

CUADRO 7. Humedad final de la menta expresado en porcentaje (%)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	5,890	5,870	5,830	17,590	5,863
T2 A1B2	6,100	6,120	6,090	18,310	6,103
T3 A2B1	5,840	5,870	5,850	17,560	5,853
T4 A2B2	6,020	6,000	5,990	18,010	6,003
T5 A3B1	5,810	5,800	5,790	17,400	5,800
T6 A3B2	6,010	5,980	6,000	17,990	5,997
SUMA	35,670	35,640	35,550	106,860	5,937

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

CUADRO 8. Análisis de varianza para la humedad final de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,2044				
Tratam.	5	0,2005	0,0401	122,319**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0223	0,0111	34,017**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,1721	0,1721	525,017**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0061	0,0030	9,271**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0039	0,0003			

Fuente: La autora

CV=0,3050

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No Significativo

En el cuadro 8, el análisis de varianza de la variable humedad final de la menta determina alta significación estadística para tratamientos, factor A y factor B e interacción AxB.

Por lo tanto se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores y gráfica para interacción.

El coeficiente de variación fue de 0,3050 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5 % para variables de laboratorio.

CUADRO 9. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable humedad final de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	6,103	A
T4	6,003	B
T6	5,997	B
T1	5,863	C
T3	5,853	C
T5	5,800	D

Fuente: La autora

Realizada la prueba de tukey se puede observar que existen cuatro rangos diferentes. En donde las medias han sido ordenadas de mayor a menor por que así lo establece la prueba de tukey. Para fines de la investigación se ha considerado el mejor tratamiento T5 (40 °C, 3 cm) con un promedio de 5,80 % de humedad el cual se encuentra en el rango D, por tener menor porcentaje de humedad.

CUADRO 10. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable humedad final de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A1 (30 °C)	5,983	A
A2 (35 °C)	5,928	B
A3 (40 °C)	5,898	C

Fuente: La autora

Según los resultados del cuadro 10, se establecen tres rangos para el factor A (temperatura de secado) en función de la variable humedad final de la menta, el nivel de temperatura que alcanzó mayor porcentaje de humedad 5,983 % es A1 (30 °C), y se ubica en el rango A, el nivel de temperatura A2 (35 °C) ocupa el rango B con el promedio que es 5,928 %, mientras que el nivel de temperatura que tiene menor porcentaje de humedad A3 (40 °C) se encuentra en el rango C con 5,898 % de humedad.

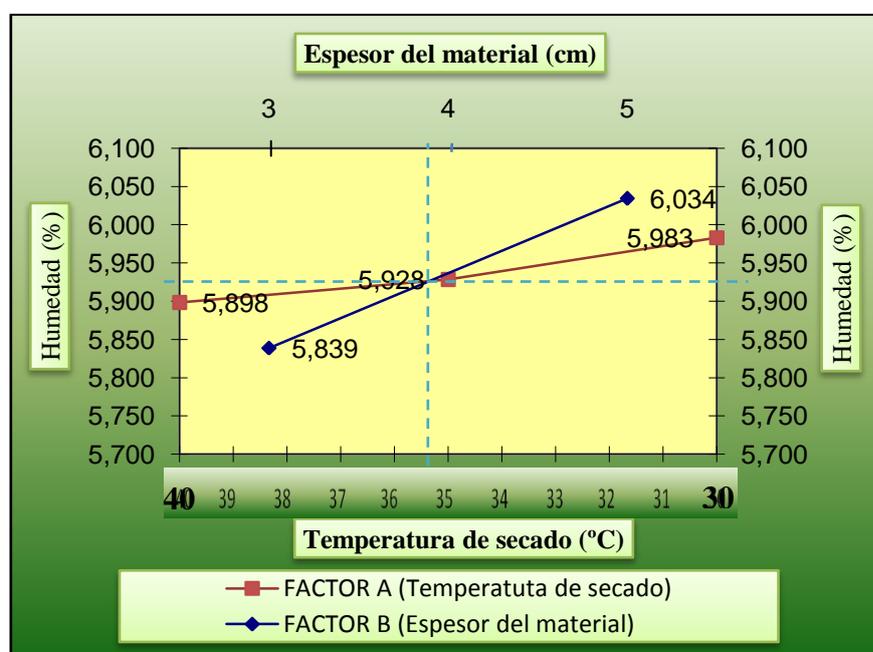
CUADRO 11. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable humedad final de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	6,034	A
B1 (3 cm)	5,839	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor B (espesor del material), se observa dos rangos, los cuales reaccionan de diferente manera. El espesor del material B1 (3 cm) presenta el promedio más bajo que es 5,839 % de humedad, para fines de la investigación se lo considera como el mejor tratamiento y se encuentra en el rango B. También se puede observar que el espesor B2 (5 cm) presenta el porcentaje mayor que es 6,034 % y se ubica en el rango A.

GRÁFICO 2. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable humedad final de la Menta



Fuente: La autora

En el gráfico 2, se representa la interacción de los factores estudiados factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable humedad final para la menta, en el que se observa que la temperatura de secado es inversamente proporcional con la humedad, es decir a mayor temperatura de secado corresponde menor porcentaje de humedad y viceversa; en cambio que el espesor del material es directamente proporcional a la humedad final de la menta

deshidratada, es decir a menor espesor corresponde menor porcentaje de humedad y viceversa.

Además se observa en el mismo gráfico, que existe una intersección para los factores, los cuales tienen un punto en común que corresponde a la temperatura de secado y el espesor del material, a 35,2 °C de temperatura a la que se debe someter las hojas de la menta con un espesor del material de 3,9 cm se obtiene una humedad óptima de 5,93 %, manteniendo constantes la humedad relativa y la velocidad del aire.

Este resultado tiene relación con lo que manifiesta Muñoz, es preferible secar las plantas aromáticas a temperaturas bajas para que se conserven ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos de las plantas, porque a mayor temperatura se volatilizan estos componentes.

GRÁFICO 3. Humedad final de la menta



Fuente: La autora

Gráficamente se demuestra el comportamiento de la deshidratación de las hojas de la menta para la variable humedad final, en el cual se puede observar que el contenido de humedad depende de la temperatura de secado y del espesor del material, demostrando que la temperatura de secado es inversamente proporcional a la humedad final, es decir que a mayor temperatura de secado se obtiene menor porcentaje de humedad y viceversa, en cambio el espesor del material es directamente proporcional a la humedad final, es decir a menor espesor se obtiene menor porcentaje de humedad y viceversa.

Del mismo gráfico se puede observar comportamientos similares entre los espesores de 3 y 5 cm, estableciendo que la humedad final de las hojas de la menta tiene un nivel de 5,8 % en promedio para un espesor de 3 cm de producto y así mismo un promedio de 6,03 % de humedad final para un espesor de 5 cm de producto.

Esto concuerda con lo que manifiesta Brenman, la composición estructural de la planta y el contenido de agua es determinante en el comportamiento de secado.

Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua, es así, que Geankoplis, dice: los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso, sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso, para preservar el sabor y su valor nutritivo.

Además se puede observar que a temperaturas bajas de secado se elimina sólo el agua en cambio a altas temperaturas de secado se evapora el agua y ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros.

También se observa, que cuando aumenta el espesor del material en 66,7 %, se obtiene un incremento del 3,2 % de la humedad final de la menta.

En el secado, los alimentos pierden su contenido de humedad, dando como resultado el aumento en la concentración de nutrientes; vitaminas, proteínas,

carbohidratos, están presentes en mayor cantidad en los alimentos secados que en los frescos.

4.2 TIEMPO DE SECADO (MENTA)

Esta variable se midió en el proceso de secado de las hojas de la menta, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 12. Tiempo de secado de la menta expresado en (h)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	13,30	13,10	13,50	39,90	13,300
T2 A1B2	15,20	15,00	14,98	45,18	15,060
T3 A2B1	10,10	10,50	10,30	30,90	10,300
T4 A2B2	12,00	12,20	11,98	36,18	12,060
T5 A3B1	7,17	7,15	7,13	21,45	7,150
T6 A3B2	8,27	8,23	8,25	24,75	8,250
SUMA	66,04	66,18	66,14	198,36	11,020

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

Cuadro 13. Análisis de varianza del tiempo de secado de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	137,5302				
Tratam.	5	137,3094	27,4619	1492,49**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	126,2016	63,1008	3429,39**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	10,6722	10,6722	580,01**	4,75	9,33
I (Ax B)	2	0,4356	0,2178	11,84**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,2208	0,0184			

Fuente: La autora

CV=1,2309

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No Significativo

En el cuadro 13, el análisis de varianza de la variable tiempo de secado de la menta se determina que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B, y para la interacción AxB.

Por tanto se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores A y B, y finalmente gráfico para la interacción AxB.

El coeficiente de variación fue de 1,2309 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5% para variables de laboratorio.

CUADRO 14. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable tiempo de secado de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	15,060	A
T1	13,300	B
T4	12,060	C
T3	10,300	D
T6	8,250	E
T5	7,150	F

Fuente: La autora

La prueba de tukey al 5% demuestra que los tratamientos actuaron de diferente manera en la variación del tiempo de secado, donde las medias han sido ordenadas de mayor a menor por que así lo determina la prueba de tukey. Para fines de la investigación se prefiere el menor tiempo de secado, el cual corresponde al tratamiento T5 (40 °C, 3 cm), por ende es considerado el mejor tratamiento que es 7,15 horas, el cual reduce costos en energía.

CUADRO 15. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable tiempo de secado de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A1 (30 °C)	14,18	A
A2 (35 °C)	11,68	B
A3 (40 °C)	7,70	C

Fuente: La autora

En la prueba de significación D.M.S para el factor A (temperatura de secado) en función al tiempo de secado se observa tres rangos diferentes. Para fines de la investigación se consideró el menor tiempo de secado; por lo tanto, el nivel de temperatura A3 (40 °C) ubicada en el rango C con una media que es 7,70 horas, es la que tiene menor tiempo de secado en el proceso de deshidratación. En relación a las otros dos niveles de temperaturas A2 (35 °C) y A1 (30 °C) que presentan medias altas.

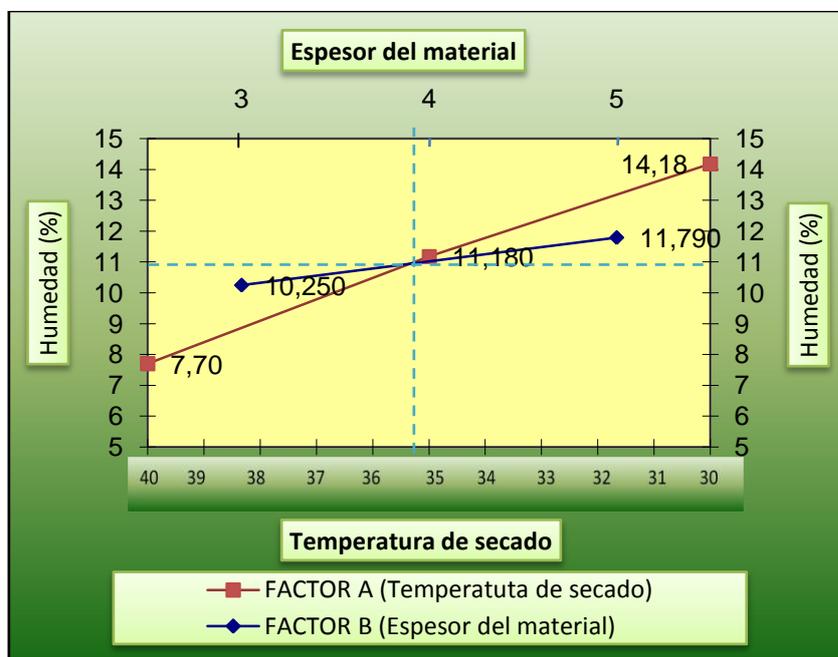
CUADRO 16. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable tiempo de secado de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	11,79	A
B1 (3 cm)	10,25	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor B (espesor del material) se observa dos rangos, los cuales se comportan de diferente manera, el espesor B1 (3 cm) presenta una media baja que es 10,25 horas y ocupa el rango B, mientras que el espesor B2 (5 cm) tiene una media alta que es 11,79 horas y se encuentra en el rango A.

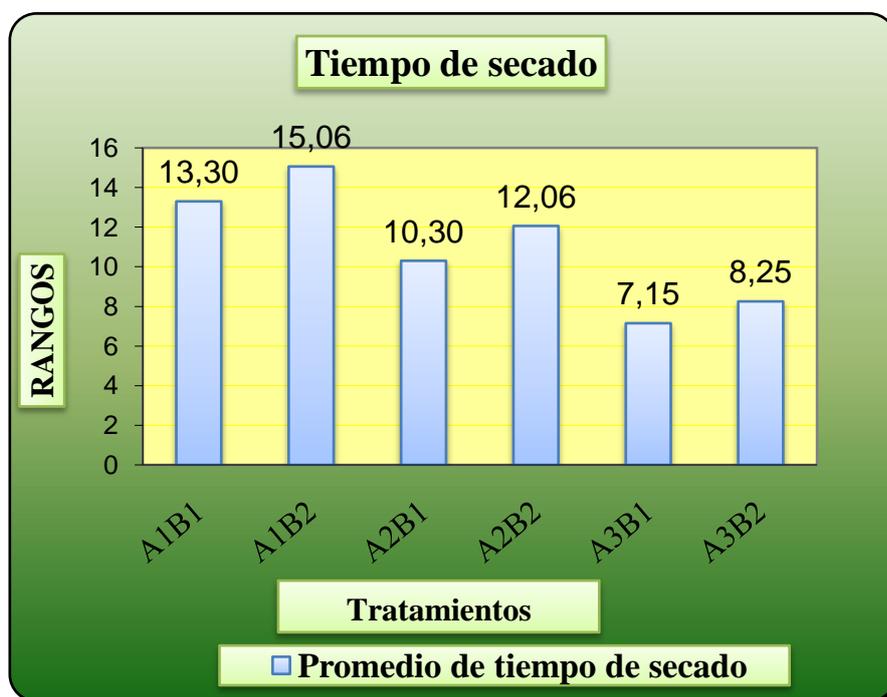
GRÁFICO 4. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable tiempo de secado de la menta



Fuente: La autora

En el gráfico 4, se representa la interacción de los factores en estudio factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable tiempo de secado para las hojas de la menta, en el que se observa que la temperatura es inversamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a menor temperatura de secado corresponde mayor tiempo de secado y viceversa, en cambio que el espesor del material es directamente proporcional al tiempo de secado, a mayor espesor corresponde mayor tiempo de secado y viceversa.

También en el mismo gráfico se puede observar la intersección de los factores, los cuales se cruzan en un punto en común, a una temperatura de secado de 35,1 °C y un espesor del material de 3,9 cm se obtienen un tiempo óptimo de secado de 11 horas para el proceso de deshidratación de las hojas de la menta.

GRÁFICO 5. Tiempo de secado de la menta

Fuente: La autora

Gráficamente se demuestra el comportamiento de la deshidratación de las hojas de la menta para la variable tiempo de secado, en el cual se puede observar que el tiempo de secado depende tanto de la temperatura como el espesor del material, teniendo que a un nivel de temperatura de 30 °C del aire de secado se obtiene un promedio de 14,18 horas, a nivel de 35 °C de temperatura se consigue un promedio de 11,18 horas y finalmente a nivel de temperatura de 40 °C se tiene un promedio de 7,70 horas.

De acuerdo a la investigación, se puede observar que al incrementar un nivel de 5 °C de temperatura del aire, el tiempo de secado se reduce en un 10 %.

Es comprobado que de acuerdo a lo que dice Brenman, la composición estructural de la planta y el contenido de agua es determinante en el comportamiento de secado.

También en el mismo gráfico se demuestra que la temperatura de secado para las hojas de la menta es inversamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a mayor temperatura se obtiene menor tiempo de secado y viceversa, en cambio con el otro factor espesor del material es directamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a menor espesor del material corresponde un tiempo menor de secado y viceversa.

Además se puede observar que a temperaturas bajas de secado se elimina solo el agua en cambio a altas temperaturas de secado se evapora el agua y ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros.

Esto concuerda con los resultados obtenidos en diferentes procesos de deshidratación de productos alimenticios en los que se establece que, la cantidad de agua a eliminarse de los alimentos es determinante para establecer un tiempo de secado.

4.3 ACTIVIDAD DE AGUA (MENTA)

Esta variable se midió al final del proceso de secado de la planta de menta, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 17. Actividad de agua de la menta expresado en porcentaje (%)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	0,450	0,430	0,410	1,290	0,430
T2 A1B2	0,560	0,520	0,540	1,620	0,540
T3 A2B1	0,430	0,450	0,470	1,350	0,450
T4 A2B2	0,610	0,570	0,590	1,770	0,590
T5 A3B1	0,500	0,520	0,540	1,560	0,520
T6 A3B2	0,580	0,620	0,580	1,780	0,593
SUMA	3,130	3,110	3,130	9,370	0,521

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

CUADRO 18. Análisis de varianza de actividad de agua de la menta

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,0761				
Tratam.	5	0,0710	0,01421	33,64**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0154	0,00771	18,25**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,0523	0,05227	123,80**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0033	0,00167	3,96*	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0051	0,00042			

Fuente: La autora

CV=3,9473

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No Significativo

Realizando el ADEVA de actividad de agua de la menta se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B y para la interacción AxB.

Por lo tanto se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores y gráfica para interacción.

El coeficiente de variación fue de 3,9473 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5 % para variables de laboratorio.

CUADRO 19. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable actividad de agua de la menta

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6	0,593	A
T4	0,590	A
T2	0,540	A
T5	0,520	A
T3	0,450	B
T1	0,430	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de tukey se observa dos rangos, donde las medias han sido ordenadas de mayor a menor porque la prueba de tukey así lo requiere, para fines de la investigación se consideró el menor contenido de actividad de agua, en este caso el tratamiento T1 y T3 son considerados los mejores tratamientos y se encuentran en el rango B, mientras que T5, T2, T4 y T6 se encuentran en el rango A con porcentajes mayores.

CUADRO 20. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable actividad de agua de la menta

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A3 (40 °C)	0,560	A
A2 (35 °C)	0,520	B
A1 (30 °C)	0,485	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) se puede observar que existen dos rangos, donde los niveles de temperatura A1 (30 °C) con una media de 0,485 y A2 (35 °C) con 0,52, se encuentran en el rango B, mientras que el nivel de temperatura A3 (40 °C) ocupa el rango A y tiene una media de 0,56. Para fines de la investigación se considera el menor porcentaje de actividad de agua, por lo tanto el nivel de temperatura A1 es el mejor tratamiento.

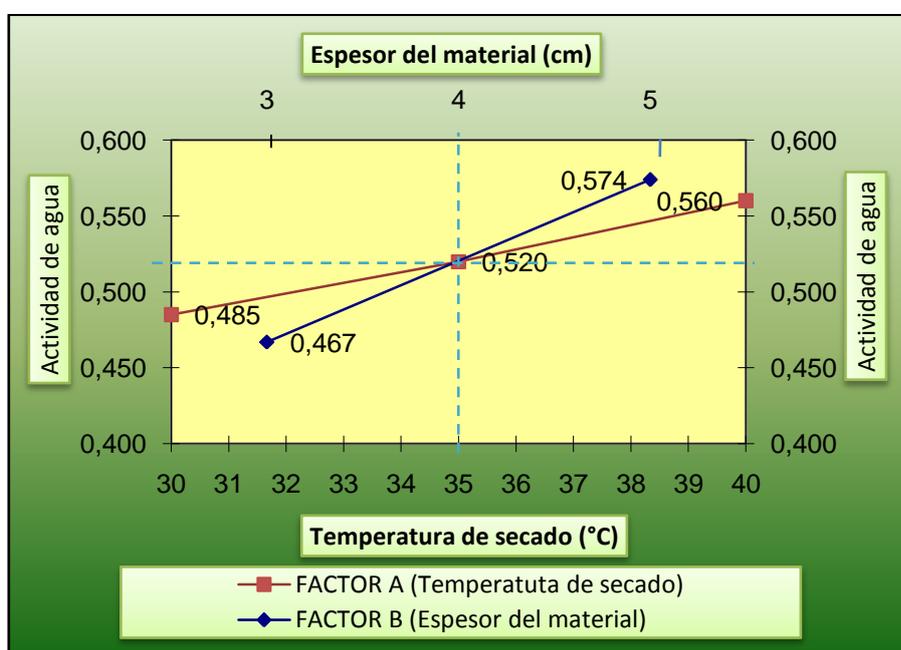
CUADRO 21. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable actividad de agua de la menta

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	0,574	A
B1 (3 cm)	0,467	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor B (espesor del material) se observa dos rangos diferentes, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el espesor B1 (3 cm) se obtiene un porcentaje de actividad de agua de 0,467, para fines de la investigación se lo considera el mejor tratamiento por tener menor actividad de agua y ocupa el rango B, mientras que el espesor B2 (5 cm) tiene una actividad de agua de 0,574 y se encuentra en el rango A.

GRÁFICO 6. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable actividad de agua de la menta



Fuente: La autora

En el gráfico 6, se representa la interacción de los factores en estudio; factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable actividad de agua para las hojas de la menta, en el que se observa que existe una relación directamente proporcional entre el espesor del material y la temperatura de secado con la actividad del agua, es decir, a menor temperatura y menor espesor del material corresponde un porcentaje menor de actividad de agua y viceversa.

Además se observa en el mismo gráfico, un punto en común que corresponde a la interacción de la temperatura de secado y el espesor del material, a 35 °C de temperatura a la que se debe someter las hojas de menta con un espesor del material de 4 cm obteniendo una actividad de agua óptima de 0,52, manteniendo constantes la humedad relativa y la velocidad del aire.

GRÁFICO 7. Actividad de agua de la menta



Fuente: La autora

El gráfico 7, representa la variable actividad del agua de las hojas de la menta, en función de los tratamientos, se observa que el mejor tratamiento T1 corresponde a la combinación (30 °C, 3 cm) al tener un valor promedio de 0,43 de actividad de agua.

Del mismo gráfico se puede observar comportamientos similares, pero con niveles diferentes de la actividad del agua entre los espesores de 3 y 5cm; estableciéndose que la actividad del agua tiene un nivel de 0,466 en promedio para un espesor de

3 cm de producto y así mismo un promedio de 0,574 de actividad de agua para un espesor de 5 cm de producto. Adicionalmente en cuanto a niveles de temperatura con respecto a la variable actividad de agua se puede indicar que para temperaturas de 30 °C la actividad del agua promedio es de 0,485 correspondiendo a espesores de 3 y 5 cm de producto, a 35 °C de temperatura la actividad de agua promedio es de 0,52 correspondiendo a 3 y 5 cm de producto y finalmente a 40 °C de temperatura la actividad de agua promedio es de 0,55 igualmente correspondiendo a 3 y 5 cm de producto.

Producto de la investigación se puede constatar con lo que menciona Badui, el valor de actividad de agua se incrementa cuando se eleva la temperatura, ya que igualmente lo hace la presión de vapor. Los productos deshidratados van aproximadamente de 0,3 a 0,6 de actividad de agua.

El crecimiento de mohos, levaduras y bacterias se dan en actividades de agua de 0,7 a 0,8 esto se debe a que contienen agua libre en el producto.

De acuerdo a la investigación, se puede observar que al incrementar un nivel de 5 °C de temperatura del aire de secado, se mantiene el contenido de actividad del agua.

Al mismo tiempo se demuestra que la temperatura de secado y el espesor del material son directamente proporcionales con la actividad de agua, es decir, a menor temperatura de secado y menor espesor del material corresponde menor contenido de actividad de agua y viceversa.

La actividad de agua influye en las cualidades organolépticas y la estabilidad en almacenamiento, determina la seguridad de un producto con respecto al crecimiento microbiano, es el mejor indicador de la perecibilidad de un producto.

AQUALAB dice la baja actividad del agua en productos secos permite mantener una apropiada estructura, textura, estabilidad y propiedades de rehidratación.

4.4 HUMEDAD FINAL (ORÉGANO)

Esta variable se midió al final del proceso de secado de la planta de orégano, de donde se obtuvo los siguientes resultados:

CUADRO 22. Humedad final del orégano expresado en porcentaje (%)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	5,790	5,750	5,770	17,310	5,770
T2 A1B2	6,690	6,730	6,710	20,130	6,710
T3 A2B1	5,630	5,650	5,670	16,950	5,650
T4 A2B2	6,530	6,550	6,510	19,590	6,530
T5 A3B1	5,570	5,590	5,550	16,710	5,570
T6 A3B2	6,120	6,080	6,100	18,300	6,100
SUMA	36,330	36,350	36,310	108,990	6,055

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

CUADRO 23. Análisis de varianza para la humedad final del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	3,4163				
Tratam.	5	3,4114	0,6823	1705,72**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,5031	0,2516	628,87**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	2,7613	2,7613	6903,12**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,1471	0,0735	183,87**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0048	0,0004			

Fuente: La autora

CV= 0,3303

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No Significativo

En el cuadro 23, el análisis de varianza de la variable humedad final de la menta determina alta significación estadística para tratamientos, factor A y factor B e interacción AxB.

Por lo tanto se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores y gráfica para interacción.

El coeficiente de variación fue de 0,3303 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5 % para variables de laboratorio.

CUADRO 24. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable humedad final del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	6,71	A
T4	6,53	B
T6	6,10	C
T1	5,77	D
T3	5,65	E
T5	5,57	F

Fuente: La autora

Realizada la prueba de tukey se encontró seis rangos diferentes para la variable humead final del orégano. En este caso las medias han sido ordenadas de mayor a menor porque así lo requiere la prueba de tukey. Para fines de la investigación se considera el mejor tratamiento T5 (40 °C, 3 cm) porque tiene menor porcentaje de humedad de 5,57 % y se ubica en el rango F.

CUADRO 25. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable humedad final del orégano

FACTOR A (Temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A1 (30°C)	6,240	A
A2 (35°C)	6,090	B
A3 (40°C)	5,835	C

Fuente: La autora

Según los resultados del cuadro 25, se establecen tres rangos para el factor A (temperatura de secado) en función de la variable humedad final del orégano, el nivel de temperatura que alcanzó mayor porcentaje de humedad 6,24 % es A1 (30 °C), y se ubica en el rango A, el nivel de temperatura A2 (35 °C) ocupa el rango B con el promedio que es 6,09 %, mientras que el nivel de temperatura que tiene menor porcentaje de humedad A3 (40 °C) se encuentra en el rango C con 5,835 % de humedad.

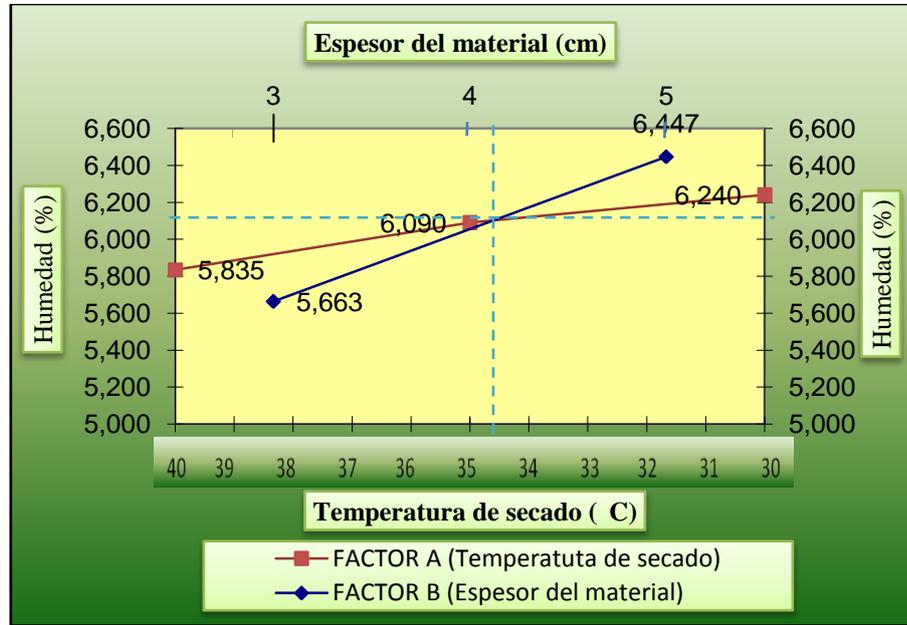
CUADRO 26. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable humedad final del orégano

FACTOR B (Espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2 (5 cm)	6,447	A
B1 (3 cm)	5,663	B

Fuente: La autora

Para el factor B (espesor del material) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. El espesor del material B1 (3 cm) presenta el promedio más bajo que es 5,663 % de humedad, para fines de la investigación se lo considera como mejor tratamiento y se encuentra en el rango B. también se puede observar que el espesor B2 (5 cm) presenta el porcentaje superior que es 6,44 % y se ubica en el rango A.

GRÁFICO 8. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable humedad final del orégano



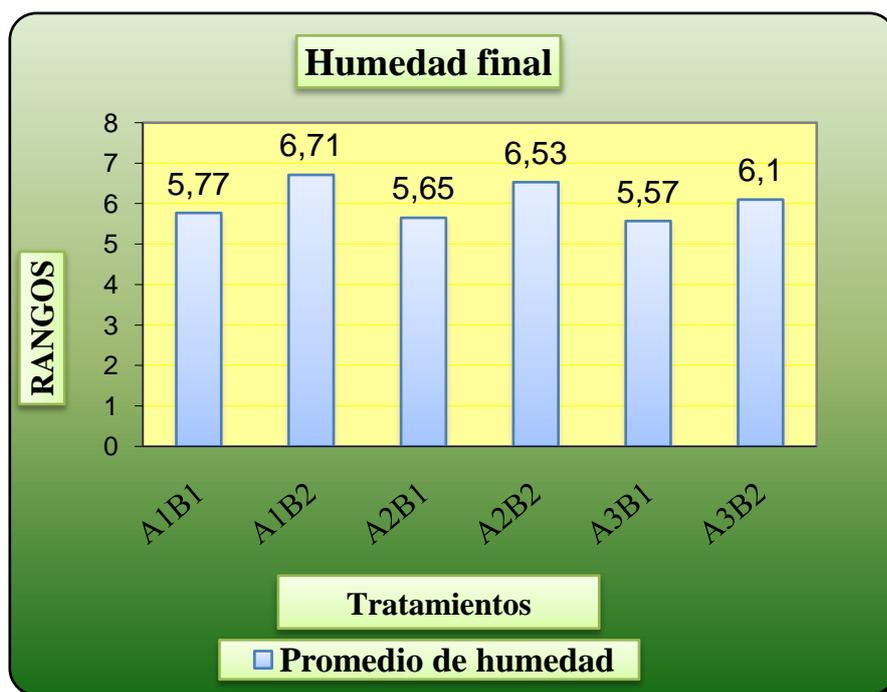
Fuente: La autora

El gráfico 8, se representa la interacción de los factores estudiados factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable humedad final para el orégano, en el que se observa que la temperatura de secado es inversamente proporcional con la humedad, es decir a mayor temperatura de secado corresponde menor porcentaje de humedad y viceversa; en cambio que el espesor del material es directamente proporcional a la humedad final del orégano deshidratado, es decir que a menor espesor corresponde menor porcentaje de humedad y viceversa.

Además se observa en el mismo gráfico, que existe una interacción para los factores, los cuales tienen un punto en común que corresponde a la temperatura de secado y el espesor del material, a 34,6 °C de temperatura a la que se debe someter las hojas de orégano con un espesor del material de 4,1 cm se obtiene una humedad óptima de 6,1 %, manteniendo constantes la humedad relativa y la velocidad del aire.

Este resultado tiene relación con lo que manifiesta Muñoz, es preferible secar las plantas aromáticas a temperaturas bajas para que se conserven ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos de las plantas, porque a mayor temperatura se volatilizan estos componentes.

GRÁFICO 9. Humedad final del orégano



Fuente: La autora

Gráficamente se demuestra el comportamiento de la deshidratación de las hojas de orégano para la variable humedad final, en el cual se puede observar que el contenido de humedad depende de la temperatura de secado y del espesor del material, demostrando que la temperatura de secado es inversamente proporcional a la humedad final, es decir que a mayor temperatura de secado se obtiene menor porcentaje de humedad y viceversa, en cambio el espesor del material es directamente proporcional a la humedad final, es decir a menor espesor del material se obtiene menor porcentaje de humedad y viceversa.

Del mismo gráfico se puede observar comportamientos similares entre los espesores de 3 y 5 cm, estableciendo que la humedad final de las hojas del orégano tiene un nivel de 5,66 % en promedio para un espesor de 3 cm de producto y así mismo un promedio de 6,44 % de humedad final para un espesor de 5 cm de producto.

Esto concuerda con lo que manifiesta Brenman, la composición estructural de la planta y el contenido de agua es determinante en el comportamiento de secado.

Los microorganismos que provocan la descomposición de los alimentos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua, es así, que Geankoplis, dice: los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso, sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso, para preservar el sabor y su valor nutritivo.

Además se puede observar que a temperaturas bajas de secado se elimina sólo el agua en cambio a altas temperaturas de secado se evapora el agua y ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros.

También se observa, que cuando aumenta el espesor del material en 66,7 %, se obtiene un incremento del 13,78 % de la humedad final para el orégano.

En el secado, los alimentos pierden su contenido de humedad, dando como resultado el aumento en la concentración de nutrientes; vitaminas, proteínas, carbohidratos, están presentes en mayor cantidad en los alimentos secados que en los frescos.

4.5 TIEMPO DE SECADO (ORÉGANO)

Esta variable se midió durante el proceso de secado de la planta de orégano, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 27. Tiempo de secado del orégano expresado en (h)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	8,15	8,45	8,30	24,90	8,300
T2 A1B2	10,30	10,10	10,20	30,60	10,200
T3 A2B1	5,40	5,30	5,45	16,15	5,383
T4 A2B2	7,25	7,30	7,10	21,65	7,217
T5 A3B1	4,25	4,30	4,10	12,65	4,217
T6 A3B2	5,30	5,17	5,35	15,82	5,273
SUMA	40,65	40,62	40,50	121,77	6,765

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

Cuadro 28. Análisis de varianza del tiempo de secado del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	75,100				
Tratam.	5	74,963	14,993	1310,66**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	62,831	31,416	2746,38**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	11,472	11,472	1002,90**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,659	0,330	28,82**	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,137	0,011			

Fuente: La autora

CV=1,5810

*: Significativo

** : Altamente
significativo

NS: No Significativo

En el cuadro 28, el análisis de varianza de la variable tiempo de secado del orégano determina que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B, y para la interacción AxB.

Por lo tanto se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores A y B, y finalmente gráfico para la interacción AxB.

El coeficiente de variación fue de 1,5810 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5 % para variables de laboratorio.

CUADRO 29. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable tiempo de secado del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	10,200	A
T1	8,300	B
T4	7,217	C
T3	5,383	D
T6	5,273	D
T5	4,217	E

Fuente: La autora

La prueba de tukey al 5 % determinó que los tratamientos actuaron de diferente manera en la variación del tiempo de secado, donde las medias han sido ordenadas de mayor a menor porque así lo establece la prueba de tukey. Para fines de la investigación se considera el menor tiempo de secado, el cual corresponde al tratamiento T5 (40 °C con 3 cm), por ende es considerado el mejor tratamiento que es 4,217 horas, el cual reduce costos de energía.

CUADRO 30. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable tiempo de secado del orégano

FACTORES A (temperatura de secado)	MEDIAS	RANGO
A1(30°C)	9,250	A
A2(35°C)	6,300	B
A3(40°C)	4,745	C

Fuente: La autora

En la prueba de significación D.M.S para el factor A (temperatura de secado) en función al tiempo de secado se observa tres rangos diferentes. Para fines de la investigación se consideró el menor tiempo de secado; por lo tanto, el nivel de temperatura A3 (40 °C) ubicada en el rango C con una media que es 4,745 horas, es la que tiene menor tiempo de secado en el proceso de deshidratación. En relación a las otros dos niveles de temperaturas A2 (35 °C) y A1 (30 °C) que presentan medias altas.

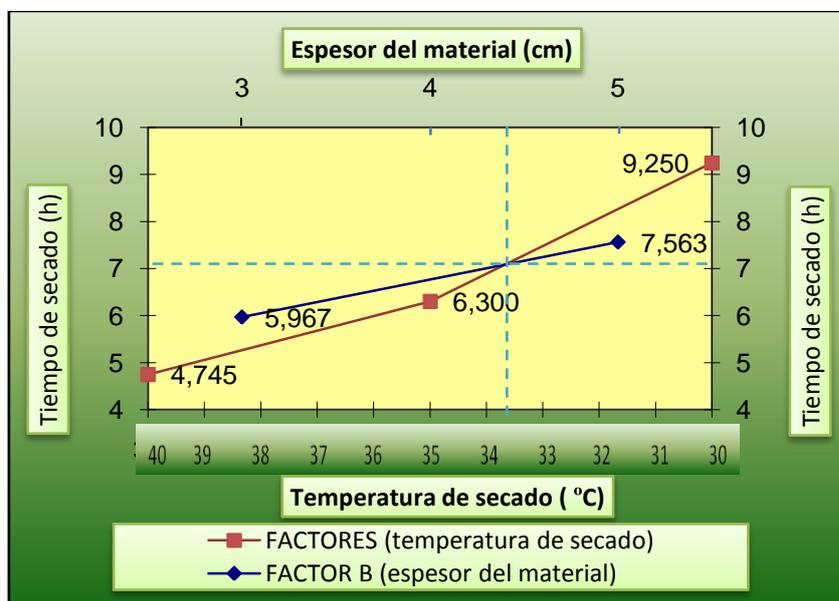
CUADRO 31. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable tiempo de secado del orégano

FACTOR B (espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2(5 cm)	7,563	A
B1(3 cm)	5,967	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor B (espesor del material) se observa dos rangos, los cuales se comportan de diferente manera, el espesor B1 (3 cm) presenta una media baja que es 5,967 horas y ocupa el rango B, mientras que el espesor B2 (5 cm) tiene una media superior que es 7,563 horas y se encuentra en el rango A.

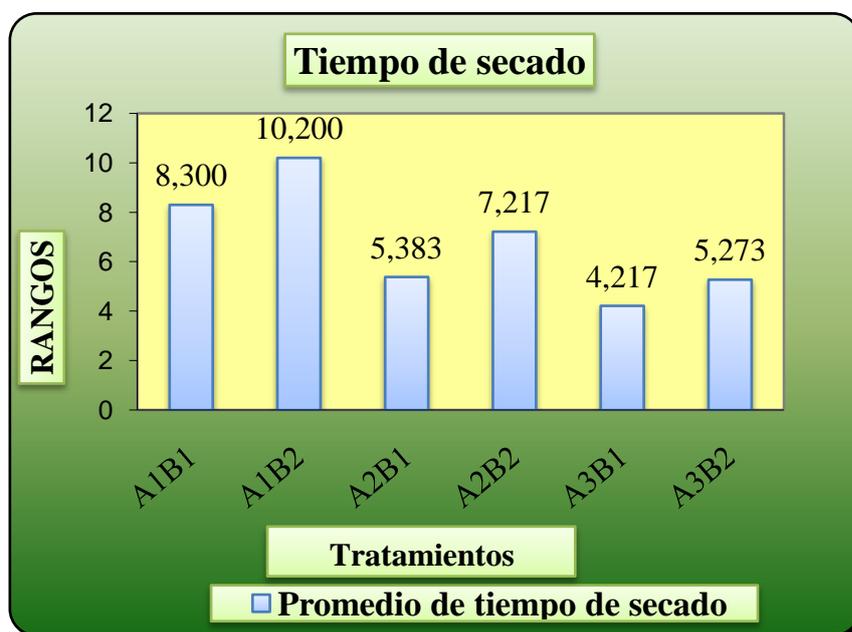
GRÁFICO 10. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable tiempo de secado del orégano



Fuente: La autora

En el gráfico 10, se representa la interacción de los factores en estudio factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable tiempo de secado para las hojas del orégano, en el que se observa que la temperatura de secado es inversamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a menor temperatura de secado corresponde mayor tiempo de secado y viceversa, en cambio que el espesor del material es directamente proporcional al tiempo de secado, a menor espesor corresponde menor tiempo de secado y viceversa.

También en el mismo gráfico se puede observar la intersección de los factores, los cuales se cruzan en un punto en común, a una temperatura de secado que es 33,6 °C y un espesor del material de 4,4 cm se obtiene un tiempo óptimo de 7,1 horas para el proceso de deshidratación de las hojas del orégano.

GRAFICO 11. Tiempo de secado del orégano

Fuente: La autora

Gráficamente se demuestra el comportamiento de la deshidratación de las hojas del orégano para la variable tiempo de secado, en el cual se puede observar que el tiempo de secado depende tanto de la temperatura como el espesor del material, teniendo que a un nivel de temperatura de 30 °C del aire de secado se obtiene un promedio de 9,25 horas, a nivel de 35 °C de temperatura se consigue un promedio de 6,3 horas y finalmente a nivel de temperatura de 40 °C se tiene un promedio de 4,74 horas.

De acuerdo a la investigación, se puede observar que al incrementar un nivel de 5 °C de temperatura del aire, el tiempo de secado se reduce en un 7,2 %.

Es comprobado que de acuerdo a lo que dice Brenman, la composición estructural de la planta y el contenido de agua es determinante en el comportamiento de secado.

También en el mismo gráfico se demuestra que la temperatura de secado para las hojas de la menta es inversamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a

mayor temperatura se obtiene menor tiempo de secado y viceversa, en cambio con el otro factor espesor del material es directamente proporcional al tiempo de secado, es decir, a menor espesor del material corresponde un tiempo menor de secado y viceversa.

Además se puede observar que a temperaturas bajas de secado se elimina solo el agua en cambio a altas temperaturas de secado se evapora el agua y ciertos compuestos volátiles como: alcaloides, compuestos aromáticos y otros.

Esto concuerda con los resultados obtenidos en diferentes procesos de deshidratación de productos alimenticios en los que se establece que, la cantidad de agua a eliminarse de los alimentos es determinante para establecer un tiempo de secado.

4.6 ACTIVIDAD DE AGUA (ORÉGANO)

Esta variable se midió al final del proceso de secado de la planta de orégano, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 32. Actividad de agua del orégano expresado en porcentaje (%)

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 A1B1	0,45	0,43	0,47	1,35	0,450
T2 A1B2	0,53	0,57	0,55	1,65	0,550
T3 A2B1	0,50	0,54	0,52	1,56	0,520
T4 A2B2	0,54	0,58	0,56	1,68	0,560
T5 A3B1	0,52	0,56	0,54	1,62	0,540
T6 A3B2	0,59	0,57	0,55	1,71	0,570
SUMA	3,13	3,25	3,19	9,57	0,53

Fuente: La autora

A = Temperatura de secado

B = Espesor del material

CUADRO 33. Análisis de varianza de actividad de agua del orégano

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F. 1%
Total	17	0,0332				
Tratam.	5	0,0285	0,00569	14,23**	3,11	5,06
FA(Temp)	2	0,0097	0,00485	12,13**	3,89	6,93
FB(Espesor)	1	0,0145	0,01445	36,13**	4,75	9,33
I (AxB)	2	0,0043	0,00215	5,38*	3,89	6,93
ERROR EXP.	12	0,0048	0,00040			

Fuente: La autora

CV=3,7618

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No Significativo

En el cuadro 33, del análisis de la varianza para la variable actividad de agua del orégano se observó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B y para la interacción AxB.

Por lo tanto se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factores y gráfica para interacción.

El coeficiente de variación fue de 3,7618 % mismo que indicó la eficiencia de la investigación, cuyo valor esta dentro del 5 % para variables de laboratorio.

CUADRO 34. Prueba de Tukey para tratamientos de la variable actividad de agua del orégano

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6	0,570	A
T4	0,560	A
T2	0,550	A
T5	0,540	A
T3	0,520	A
T1	0,450	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de tukey se observa dos rangos, donde las medias han sido ordenadas de mayor a menor porque así lo determina la prueba de tukey, para fines de la investigación se consideró el menor contenido de actividad de agua, en este caso el tratamiento T1 (30 °C con 3 cm) es el mejor tratamiento por tener menor porcentaje de actividad de agua que es 0,45 y ocupa el rango B, mientras que los demás tratamientos T3, T5 T2, T4 y T6 tienen un porcentaje superior, y se encuentran en el rango A.

CUADRO 35. Prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) de la variable actividad de agua de orégano

FACTOR A (temperatura de secado)	MEDIAS	RANGOS
A3(40°C)	0,550	A
A2(35°C)	0,540	A
A1(30°C)	0,500	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor A (temperatura de secado) se puede observar que existen dos rangos, donde el nivel de temperatura A1 (30 °C) con una media de 0,50, se encuentran en el rango B, mientras que los niveles de temperatura A2 (35 °C) y A3 (40 °C) ocupan el rango A y tiene una media superior. Para fines de la investigación se considera el menor porcentaje de actividad de agua, por lo tanto el nivel de temperatura A1 es el mejor tratamiento.

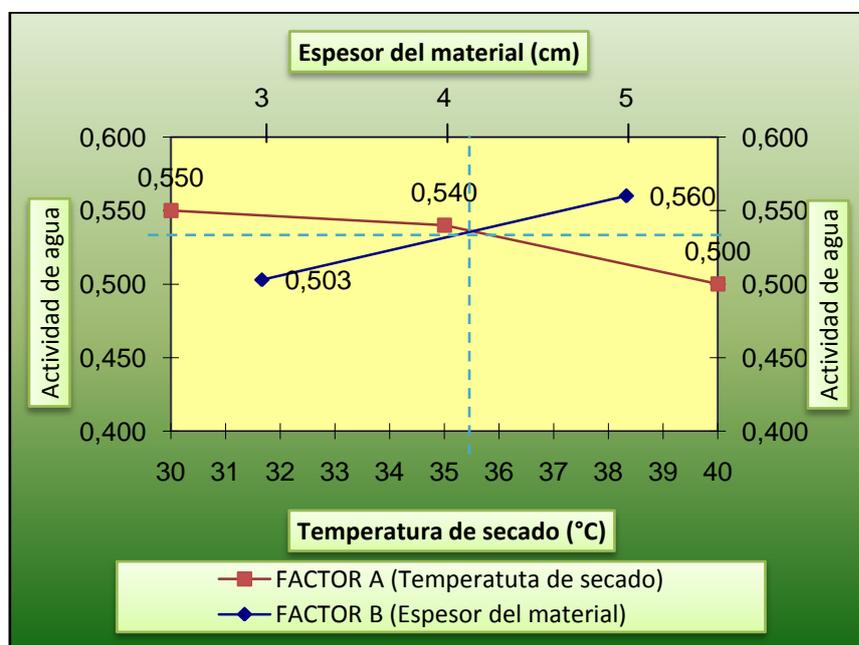
CUADRO 36. Prueba de DMS para el factor B (espesor del material) de la variable actividad de agua del orégano

FACTOR B (espesor del material)	MEDIAS	RANGOS
B2(5 cm)	0,560	A
B1(3 cm)	0,503	B

Fuente: La autora

Realizada la prueba de DMS para el factor B (espesor del material) se observa dos rangos diferentes, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el espesor B1 (3 cm) se obtiene un porcentaje de actividad de agua de 0,50, para fines de la investigación se lo considera el mejor tratamiento por tener menor actividad de agua y ocupa el rango B, mientras que el espesor B2 (5 cm) tiene una actividad de agua de 0,56 y se encuentra en el rango A.

GRÁFICO 12. Interacción de los factores: A (temperatura de secado) y B (espesor del material) para la variable actividad de agua del orégano

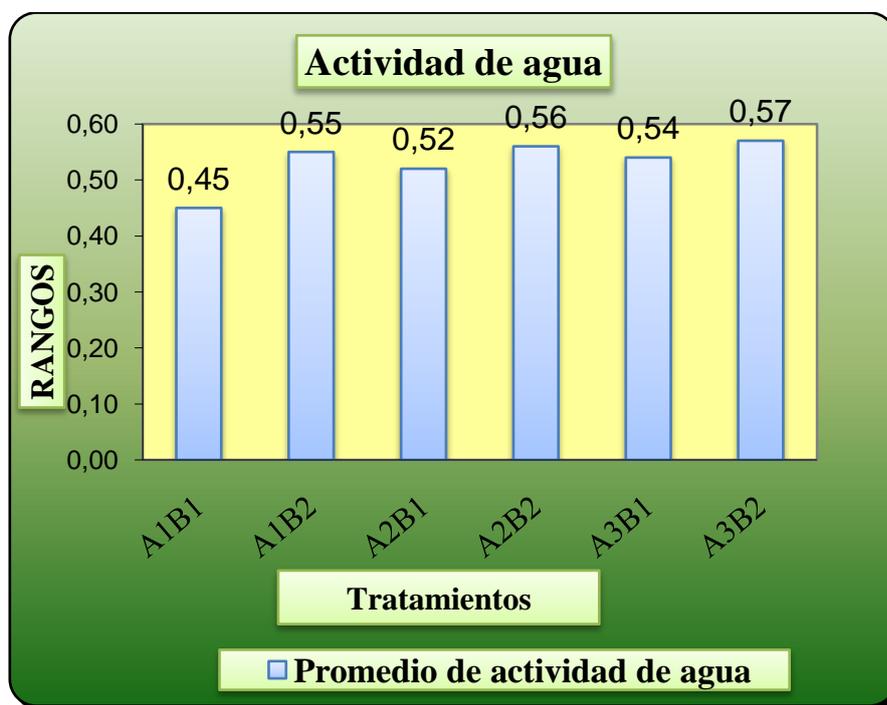


Fuente: La autora

En el gráfico 12, se observa la interacción de los factores en estudio; factor A (temperatura de secado) y factor B (espesor del material) en función de la variable actividad de agua del orégano, en el que se observa que existe una relación directamente proporcional entre el espesor del material y la temperatura de secado con la actividad del agua, es decir, a menor temperatura y menor espesor del material corresponde un porcentaje menor de actividad de agua y viceversa.

Además se observa en el gráfico, un punto en común que corresponde a la interacción de la temperatura de secado y el espesor del material, a 35,5 °C de temperatura a la que se debe someter las hojas del orégano con un espesor del material de 4,1 cm se obtiene una actividad de agua óptima de 0,535, manteniendo constantes la humedad relativa y la velocidad del aire.

GRAFICO 13. Actividad de agua del orégano



Fuente: La autora

Del mismo gráfico se puede observar comportamientos similares, pero con niveles diferentes de la actividad del agua entre los espesores de 3 y 5 cm; estableciéndose que la actividad del agua tienen un nivel de 0,50 en promedio para un espesor de 3 cm de producto y así mismo un promedio de 0,56 de actividad de agua para un espesor de 5 cm de producto. Adicionalmente en cuanto a niveles de temperatura con respecto a la variable actividad de agua se puede indicar que para temperaturas de 30 °C la actividad del agua promedio es de 0,50 correspondiendo a espesores de 3 y 5 cm de producto, a 35 °C de temperatura la

actividad de agua promedio es de 0,54 correspondiendo a 3 y 5 cm de producto y finalmente a 40 °C de temperatura la actividad de agua promedio es de 0,555 igualmente correspondiendo a 3 y 5 cm de producto.

Producto de la investigación se puede constatar con lo que menciona Badui, el valor de actividad de agua se incrementa cuando se eleva la temperatura, ya que igualmente lo hace la presión de vapor. Los productos deshidratados van aproximadamente de 0,3 a 0,6 de actividad de agua.

El crecimiento de mohos, levaduras y bacterias se dan en actividades de agua de 0,7 a 0,8 esto se debe a que contienen agua libre en el producto.

De acuerdo a la investigación, se puede observar que al incrementar un nivel de 5 °C de temperatura del aire de secado, se obtiene un incremento de 4,70 del contenido de actividad del agua.

Al mismo tiempo se demuestra que la temperatura de secado y el espesor del material son directamente proporcionales con la actividad de agua, es decir, a menor temperatura de secado y menor espesor del material corresponde menor contenido de actividad de agua y viceversa.

La actividad de agua influye en las cualidades organolépticas y la estabilidad en almacenamiento, determina la seguridad de un producto con respecto al crecimiento microbiano, es el mejor indicador de la perecibilidad de un producto.

AQUALAB dice la baja actividad del agua en productos secos permite mantener una apropiada estructura, textura, estabilidad y propiedades de rehidratación.

4.7 PORCENTAJE DE ACEITES ESENCIALES

Los resultados obtenidos del análisis del porcentaje de aceites esenciales para las dos especies aromáticas (menta y orégano), se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO 37. Porcentaje de aceites esenciales

ESPECIES AROMÁTICAS	TEMPERATURA DE SECADO			
	30° C		40° C	
	P/V	P/P	P/V	P/P
MENTA (hojas)	1,85	1,75	1,46	1,47
ORÉGANO (hojas)	0,67	0,63	0,53	0,54

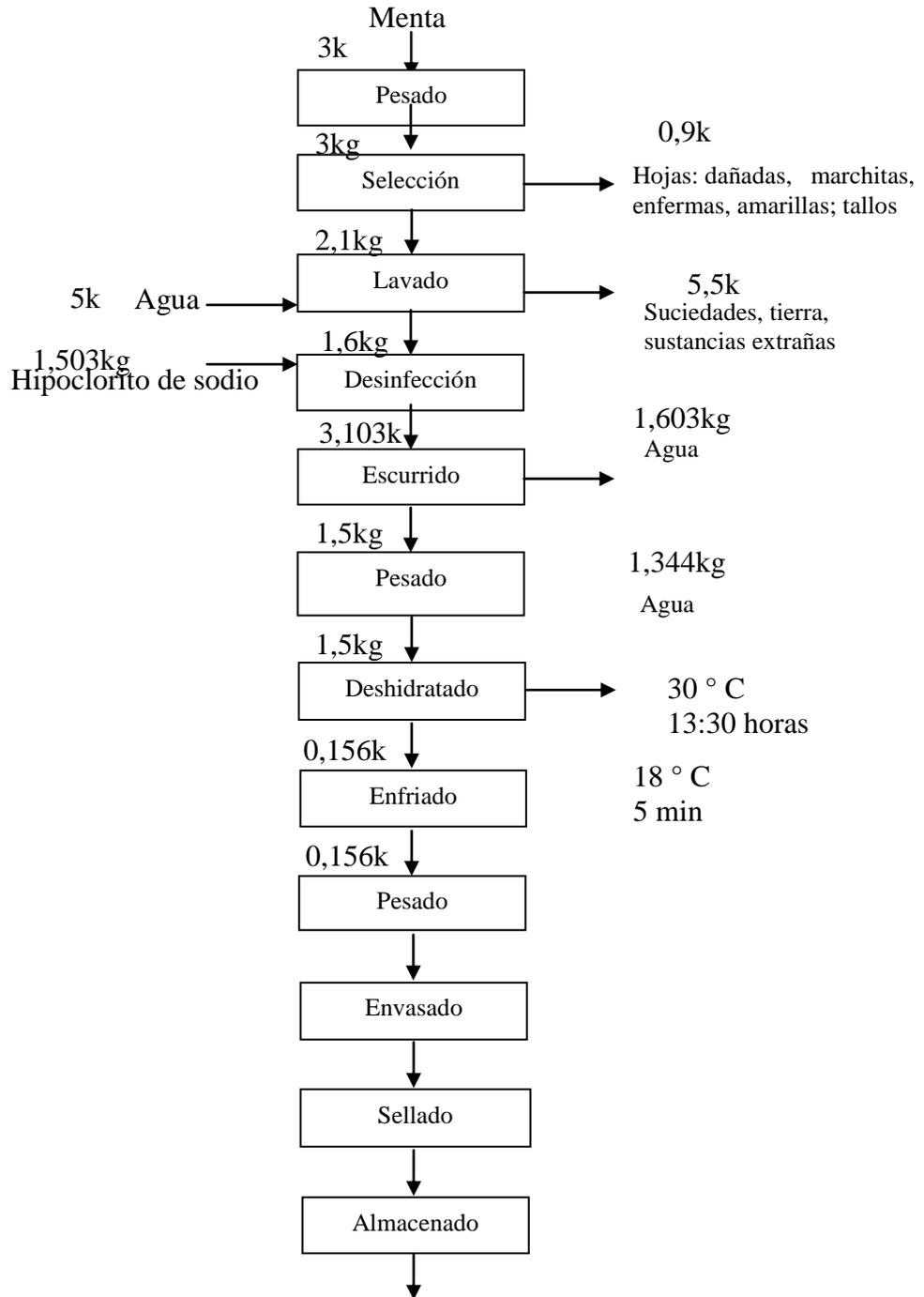
En el cuadro 37, se puede observar que el rendimiento de aceites esenciales para las dos especies aromáticas es mayor, a baja temperatura tanto para peso/peso como para peso/volumen, correspondientes al tratamiento T1 (30°C, 3cm), esto demuestra lo que dice Albornoz; para el secado de plantas aromáticas se requiere de bajas temperaturas para evitar que se volatilicen ciertos compuestos (terpenos, hidrocarburos alifáticos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, fenoles, lactonas, compuestos aromáticos y otros), los cuales son responsables en dar la fragancia a los órganos de la plantas aromáticas.

Este resultado también explica lo que dicen Roos y Alvarado; a temperaturas mayores de secado se pierde el sabor y se volatilizan ciertos compuestos (alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos), mientras que a menor temperatura se conservan estos compuestos.

4.8 RENDIMIENTO

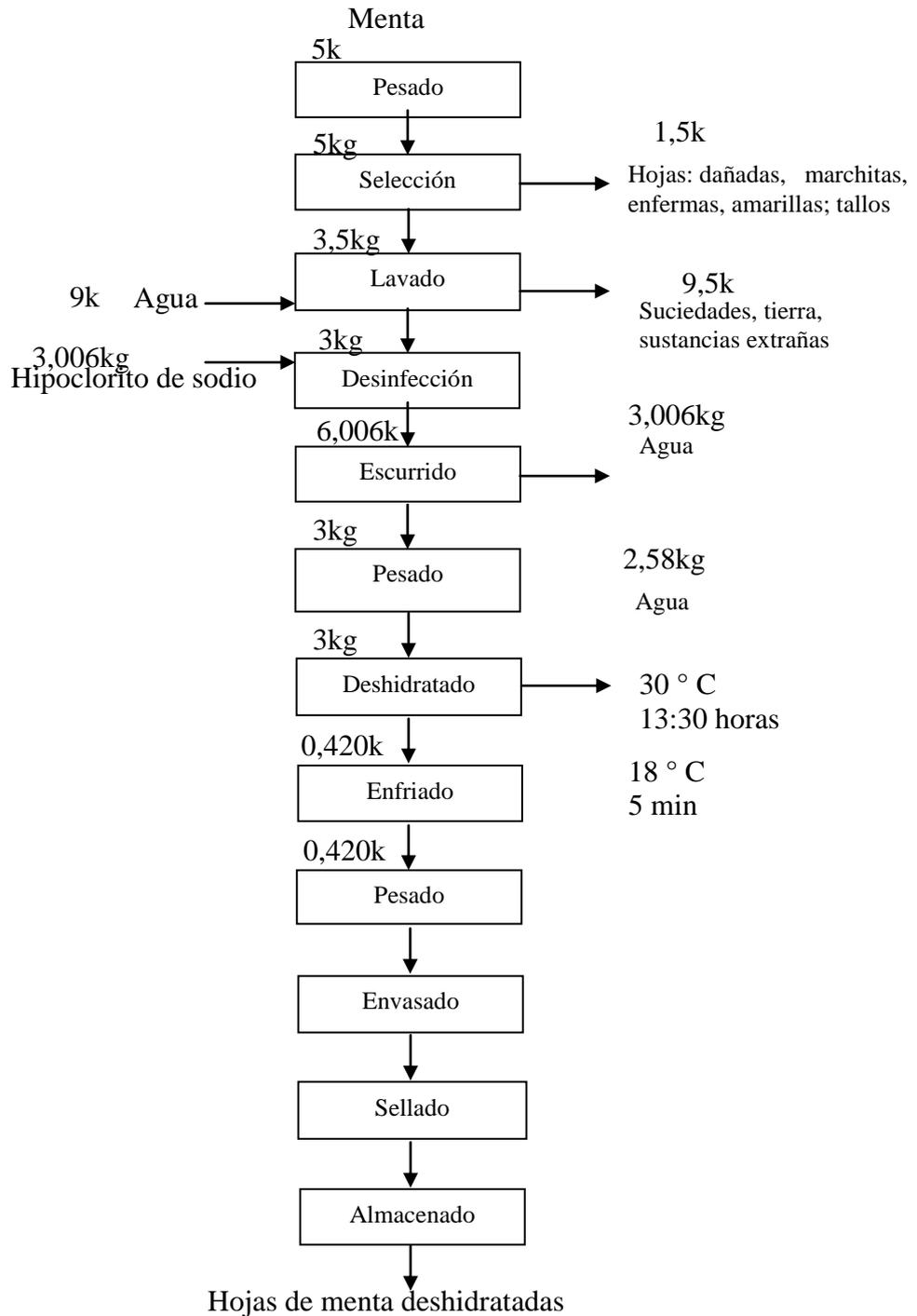
Con el objetivo de determinar el rendimiento durante el proceso, fue importante realizar el balance de materiales. Para ello se establecieron valores promedios de los tratamientos, para espesores, tanto de 3 cm (T1, T3 y T5) y para 5 cm (T2, T4 y T6). Tomando en consideración que se llevo a cabo en el deshidratador de la organización a fin de determinar la capacidad del equipo.

4.8.1 Balance de materiales para la menta (3 cm de espesor)



Hojas de menta deshidratadas

4.8.2 Balance de materiales para la menta (5 cm de espesor)



Para el cálculo del rendimiento de estas especies en estudio se tomo en consideración hacerlo en forma total y para el proceso de deshidratación, haciendo uso de la siguiente expresión, con cada una de las especies:

$$R = \frac{P \text{ final}}{P \text{ inicial}} \times 100\%$$

Espesor de 3 cm

$$R = \frac{0,156 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 5,2 \%$$

Espesor de 5 cm

$$R = \frac{0,420 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 8,4 \%$$

Con respecto a 3 cm de espesor; por cada 3 kg de planta entera de menta se obtiene alrededor de 0,156 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 5,2 % de rendimiento. Mientras que para el espesor de 5 cm; por cada 5 kg de planta entera de menta se obtiene alrededor de 0,420 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 8,4 % de rendimiento.

En cambio, para el proceso de deshidratación de las hojas de menta los rendimientos son los siguientes:

Espesor de 3 cm

$$R = \frac{0,156 \text{ kg}}{1,5 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 10,4 \%$$

Espesor de 5 cm

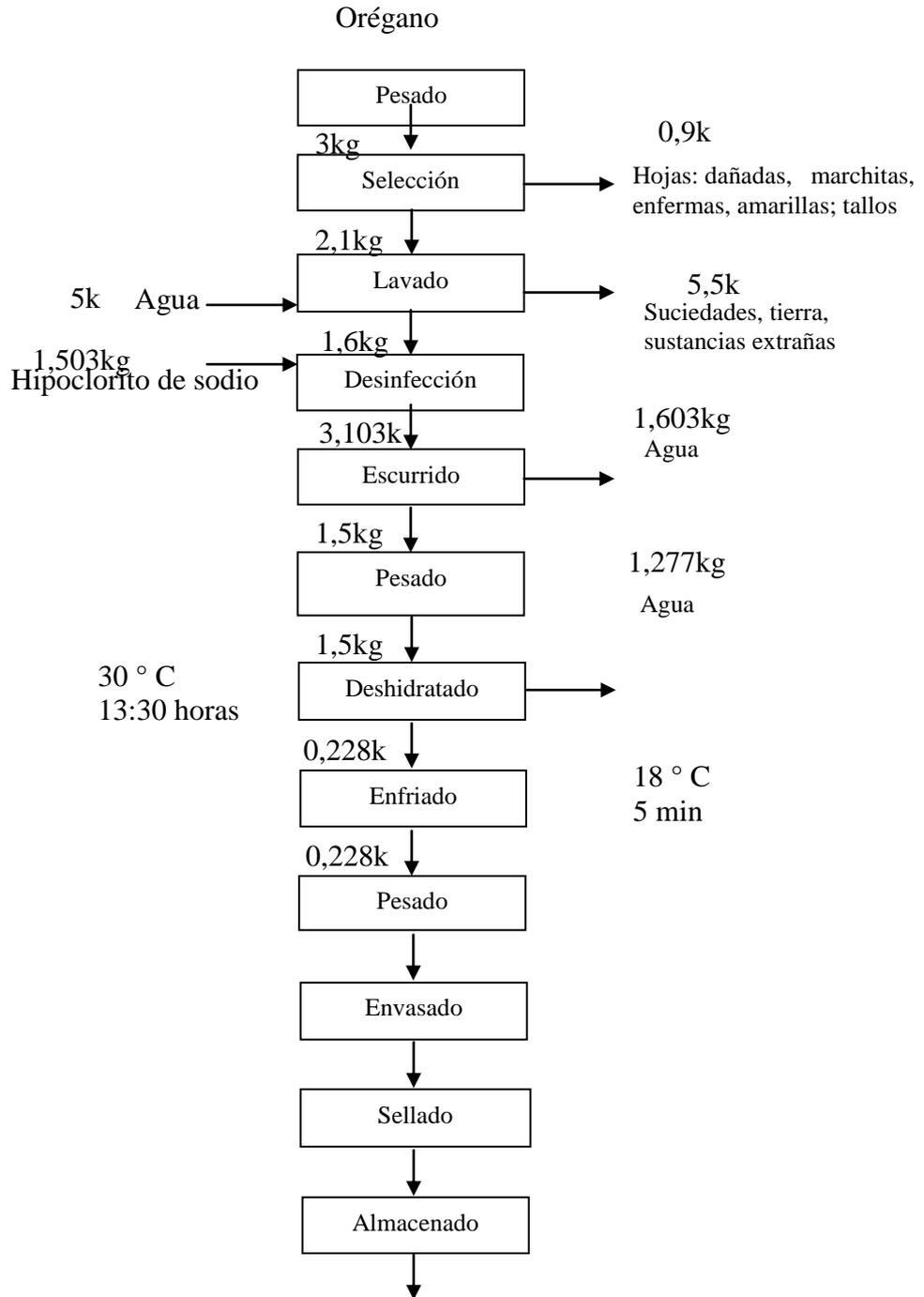
$$R = \frac{0,420 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 14 \%$$

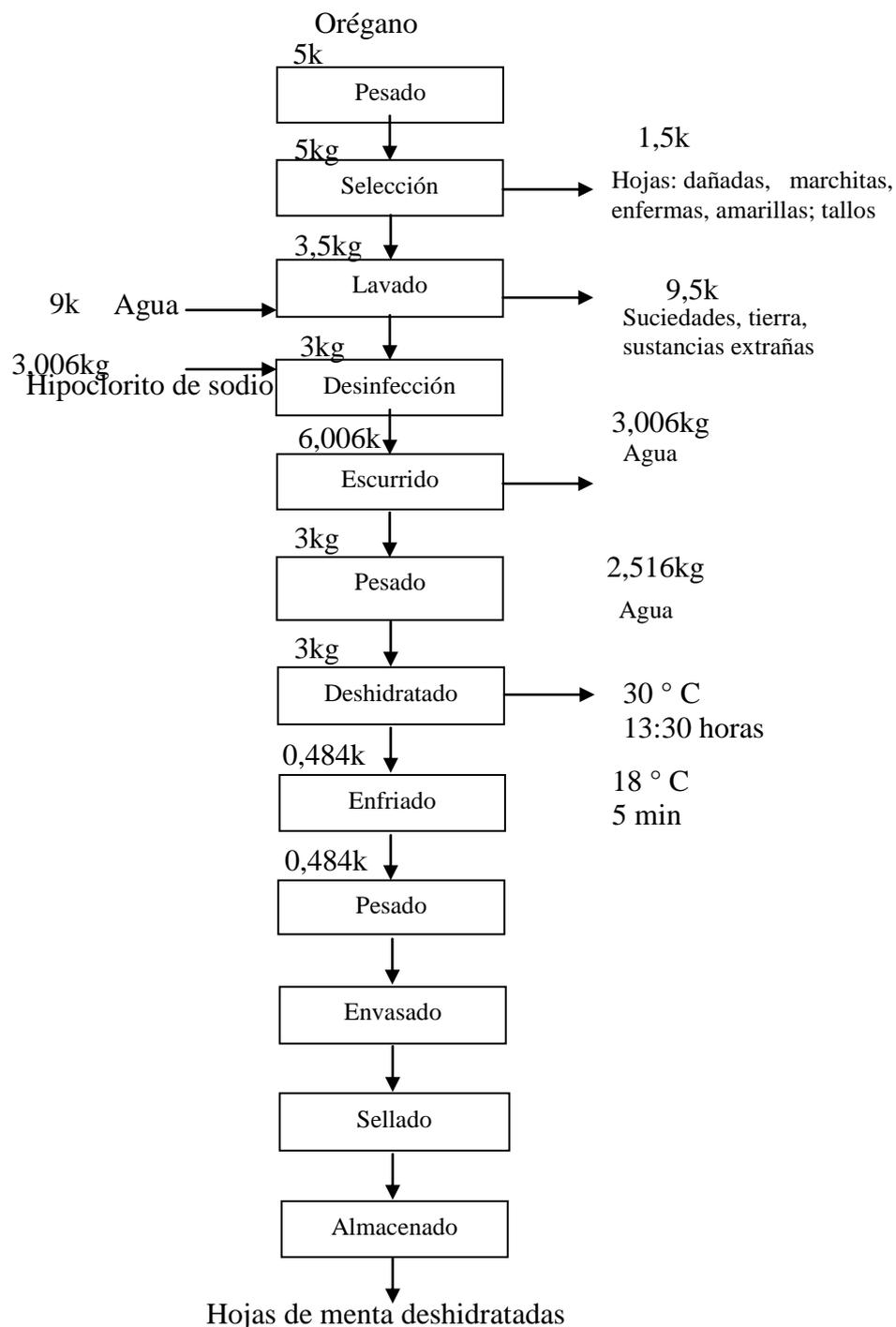
Al alimentar 3 cm de espesor; por cada 1,5 kg de hojas húmedas de menta se obtiene alrededor de 0,156 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 10,4 % de rendimiento en el proceso de deshidratación. Mientras que para 5 cm; por cada 3 kg de hojas húmedas de menta se obtiene alrededor de 0,420 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 14 % en rendimiento en el proceso de deshidratación.

De igual manera se procedió para determinar el rendimiento del orégano, para 3 y 5 cm de espesor, que se muestra en el siguiente diagrama.

4.8.3 Balance de materiales para el orégano (3 cm de espesor)



4.8.4 Balance de materiales para el orégano (5 cm de espesor)



Para el cálculo del rendimiento de estas especies en estudio se tomo en consideración hacerlo en forma total y en el proceso de deshidratación, haciendo uso de la siguiente expresión:

$$R = \frac{P \text{ final}}{P \text{ inicial}} \times 100\%$$

Espesor de 3 cm

$$R = \frac{0,228 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 7,6 \%$$

Espesor de 5 cm

$$R = \frac{0,484 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 9,68 \%$$

Con respecto a 3 cm de espesor; por cada 3kg de planta entera de orégano se obtiene alrededor de 0,228 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 7,6 % de rendimiento. También para 5 cm, se establece que por cada 5 kg de planta entera de orégano se obtiene alrededor de 0,484 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 9,68 % de rendimiento.

En cambio, para el proceso de deshidratación de las hojas de orégano los rendimientos son los siguientes:

Espesor de 3 cm

$$R = \frac{0,228 \text{ kg}}{1,5 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 15,2 \%$$

Espesor de 5 cm

$$R = \frac{0,484 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$R = 16,13 \%$$

Al alimentar 3 cm de espesor; por cada 1, 5 kg de hojas húmedas de orégano se obtiene alrededor de 0,228 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 15,2 % de rendimiento en el proceso de deshidratación. Mientras que para 5 cm; por cada 3 kg de hojas húmedas de orégano se obtiene alrededor de 0,484 kg de hojas secas equivalente a un porcentaje de 16,13 % en rendimiento en el proceso de deshidratación.

4.9 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Se determinó según el método AOAC 997.02, con la finalidad de establecer la presencia de mohos, levaduras y aerobios totales a través del sistema petrifilm.

Los resultados de los análisis microbiológicos se muestran en el siguiente cuadro para las dos especies aromáticas.

CUADRO 38. Resultados de los análisis microbiológicos

Parámetros analizados	MENTA						ORÉGANO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Recuento de mohos (UPM/g)	870	480	700	250	44	490	680	840	370	520	440	520
Recuento de levaduras (UPL/g)	60	470	150	70	32	200	200	340	120	80	110	220
Recuento estándar en placa (UFC/g)	90	20	25	25	120	90	10	80	120	2000	340	30

Como se puede apreciar en el cuadro 38, todos los resultados se encuentran dentro de los rangos establecidos de las normas INEN 2392:2007, ver anexos 15 y 16.

4.10 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

Se utilizó un panel de degustadores de 10 personas las cuales se guiaron mediante un instructivo en donde calificaron las características organolépticas de las respectivas plantas de menta y orégano tales como: color, aroma, sabor sin azúcar y sabor con azúcar, de acuerdo a los anexos (4, 5, 6, 7, 8 y 9).

4.10.1 Análisis organolépticos de la menta

Ya obtenidos los datos de la degustación de la menta se procedió a sacar los respectivos rangos y se midió estadísticamente las características organolépticas, para ello se utilizó la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t \cdot (t+1)} \sum R^2 - 3b(t-1)$$

Donde:

X² = Chi-cuadrado

b = Degustadores o Jueces

t = Tratamientos

R = Rangos

CUADRO 39: Color a 1 día de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	4,00	4	4,00	4	4,00	4	4,00	4	4,00	3	1,00	21
2	3	5,00	3	5,00	3	5,00	2	2,50	1	1,00	2	2,50	21
3	4	6,00	2	2,50	2	2,50	2	2,50	2	2,50	3	5,00	21
4	4	6,00	3	4,00	3	4,00	2	1,50	2	1,50	3	4,00	21
5	4	6,00	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	2	1,00	21
6	4	6,00	3	4,00	2	1,50	3	4,00	3	4,00	2	1,50	21
7	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
8	4	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	4	4,50	3	1,50	21
9	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	21
10	3	2,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	4	5,00	4	5,00	21
SUMA		46,5		39,5		34		28,5		33		28,5	210
CUADRADO		2162,25		1560,25		1156		812,25		1089		812,25	7592
MEDIA	3,7		3,3		3,1		2,9		3		2,9		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	6,91 NS
11,1	15,1	

En cuanto al color a un día de elaborado el producto, todos los tratamientos no tuvieron significación estadística, lo que indica que todos los tratamientos son iguales.

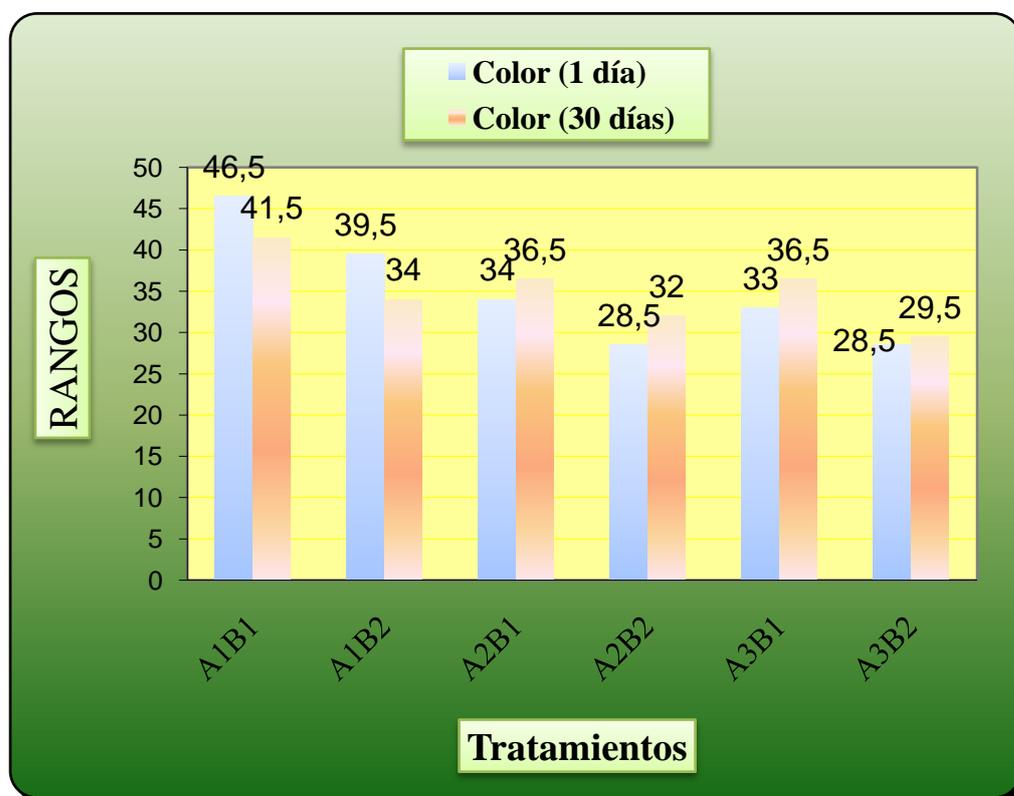
CUADRO 40: Color a los 30 días de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	2	2,00	4	5,50	4	5,50	2	2,00	2	2,00	3	4,00	21
2	4	5,50	3	3,00	4	5,50	2	1,00	3	3,00	3	3,00	21
3	4	5,00	3	2,00	3	2,00	4	5,00	4	5,00	3	2,00	21
4	4	4,00	4	4,00	4	4,00	4	4,00	4	4,00	3	1,00	21
5	4	6,00	3	3,50	3	3,50	2	1,00	2	3,50	3	3,50	21
6	2	2,50	2	2,50	4	5,50	2	2,50	2	5,50	2	2,50	21
7	2	3,00	2	3,00	2	3,00	2	3,00	2	6,00	2	3,00	21
8	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	21
9	4	5,00	3	2,00	3	2,00	4	5,00	4	2,00	4	5,00	21
10	4	5,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	4	2,00	3	2,00	21
SUMA		41,5		34		36,5		32		36,5		29,5	210
CUADRADO		1722,25		1156		1332,25		1024		1332,25		870,25	7437
MEDIA	3,3		3,1		3,3		2,9		3		2,9		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	2.486 NS
11,1	15,1	

Luego de haber realizado la prueba de Friedman a los 30 días de elaborado el producto se observa que no existe diferencia significativa para el color en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 14. Color a 1 día y 30 días de elaborado el producto (menta)



El gráfico 14, se representa la variable color de la menta a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) tiene rangos de 46,5 y 41,5 respectivamente, con un promedio de 44, demostrando que tiene un color verde claro a verde oliva, característico de la menta, equivalente a 550 nm (nanómetros) determinado según la escala colorimétrica del espectro visible por el hombre, ver anexo 11. Siguiéndole el tratamiento T2 (30 °C, 5 cm) con rangos de 39,5 y 34 respectivamente, dando un promedio de 36,75 correspondiente a 1 día y a 30 días de elaborado el producto. Mientras que los tratamientos T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a 30 días de elaborado el producto.

Este resultado demuestra con lo que dice Muñoz; a temperaturas mayores de secado se pierde el color y se volatilizan ciertos compuestos (alcaloides, componentes aromáticos y otros), mientras que a menor temperatura se conservan estos compuestos

CUADRO 41: Aroma a 1 día de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	21
2	3	5,50	3	5,50	1	2,00	1	2,00	2	4,00	1	2,00	21
3	4	6,00	3	3,50	3	3,50	3	3,50	1	1,00	3	3,50	21
4	4	6,00	3	4,00	3	4,00	3	4,00	2	2,00	1	1,00	21
5	4	5,50	3	3,50	4	5,50	1	1,00	2	2,00	3	3,50	21
6	4	6,00	3	3,50	3	3,50	3	3,50	1	1,00	3	3,50	21
7	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	21
8	4	5,00	4	5,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	3	2,00	21
9	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	21
10	4	5,50	3	2,50	4	5,50	3	2,50	3	2,50	3	2,50	21
SUMA		48,50		36,50		41,00		27,50		29,50		27,00	210,00
CUADRADO		2352,25		1332,25		1681		756,25		870,25		729	7721
MEDIA	36		31		32		26		25		26		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	10,6 NS
11,1	15,1	

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

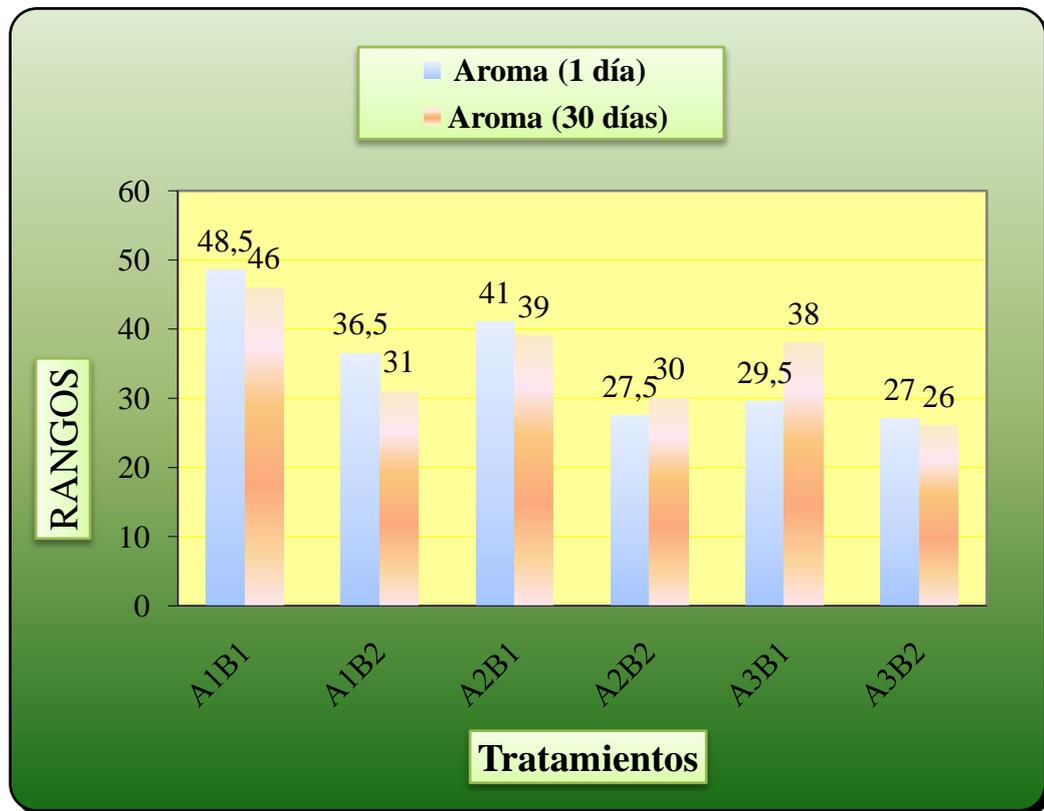
CUADRO 42: Aroma a los 30 días de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	5,50	3	3,50	1	1,50	3	3,50	4	5,50	1	1,50	21
2	4	5,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	21
3	4	5,50	3	2,50	3	2,50	3	2,50	4	5,50	3	2,50	21
4	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	21
5	4	5,50	2	1,50	4	5,50	3	3,50	3	3,50	2	1,50	21
6	3	4,00	3	4,00	3	4,00	3	4,00	1	1,00	3	4,00	21
7	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
8	4	5,50	3	2,50	4	5,50	3	2,50	3	2,50	3	2,50	21
9	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	21
10	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	21
SUMA		46		31		39		30		38		26	210
CUADRADO		2116		961		1521		900		1444		676	7618
MEDIA	3,7		3,1		3,3		3,1		3,3		2,8		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	7,657 NS
11,1	15,1	

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 15. Aroma a 1 día y 30 días de elaborado el producto (menta)



En el gráfico 15, se puede observar la variable aroma de la menta en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta rangos de 48,5 y 46 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, dando una media de 47,25, demostrando que tiene un aroma: persistente, aromático y refrescante característico de la menta. Siguiéndole el tratamiento T3 (35 °C, 3 cm) que tiene los rangos de 41 y 39 respectivamente, presentando un promedio de 36,75 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto. Mientras que los tratamientos T2 (30 °C, 5 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

Este resultado demuestra lo que sostiene Albornoz; para el secado de plantas aromáticas se requiere de bajas temperaturas para evitar que se volatilicen ciertos compuestos (terpenos, hidrocarburos alifáticos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, fenoles, lactonas, compuestos aromáticos y otros), los cuales son responsables en dar la fragancia a los órganos de la plantas aromáticas.

CUADRO 43: Sabor sin azúcar a 1 día de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	3	4,50	3	1,50	21
2	4	5,00	3	1,50	3	3,00	3	5,00	2	1,50	2	5,00	21
3	4	5,00	4	5,00	3	5,00	1	2,00	1	2,00	1	2,00	21
4	4	6,00	4	4,00	3	1,50	3	4,00	4	4,00	4	1,50	21
5	4	6,00	3	3,50	3	3,50	3	3,50	4	3,50	2	1,00	21
6	3	4,50	3	4,50	3	4,50	3	4,50	3	1,00	3	2,00	21
7	4	4,00	3	4,00	3	4,00	3	1,00	2	4,00	3	4,00	21
8	4	1,00	3	4,00	3	4,00	2	4,00	3	4,00	3	4,00	21
9	3	5,50	4	2,50	4	2,50	3	2,50	3	5,50	3	2,50	21
10	4	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	4	3,50	21
SUMA		45,00		37,00		36,00		31,50		33,50		27,00	210,00
CUADRADO		2025		1369		1296		992,25		1122,25		729	7533,5
MEDIA	37		34		32		27		28		28		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	5,24 NS
11,1	15,1	

En lo que se refiere al sabor al primer día de elaborado el producto se observa que no existe diferencia significativa para el sabor en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

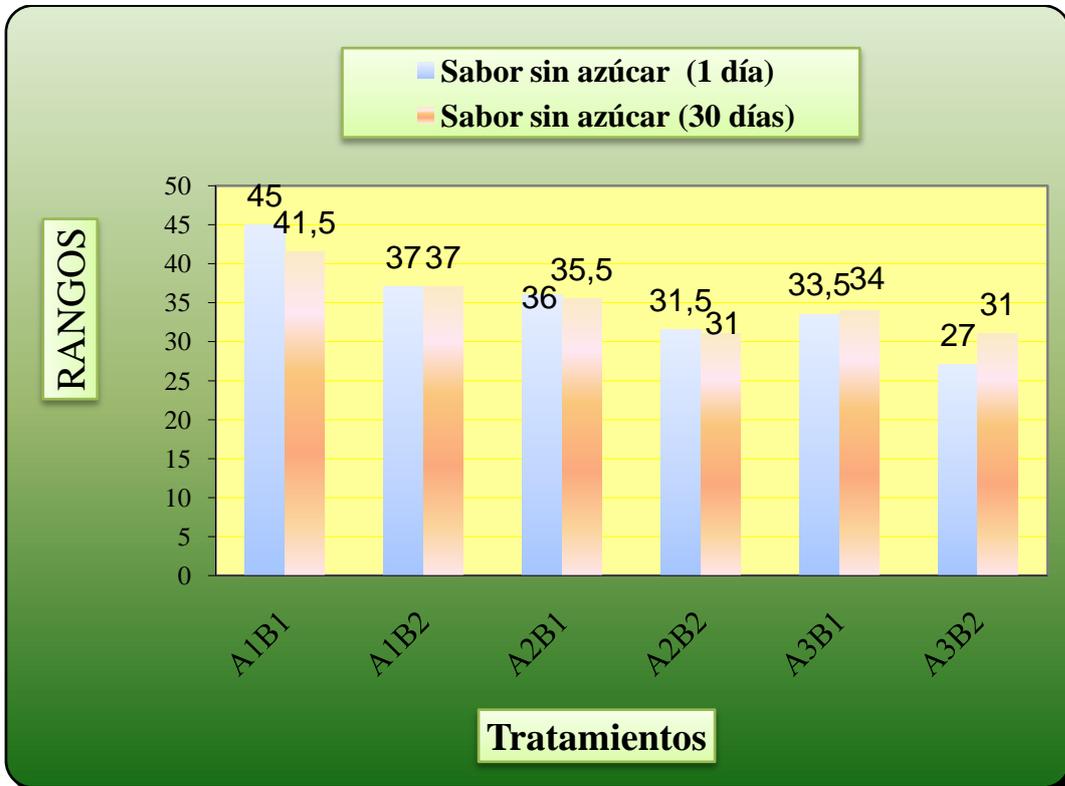
CUADRO 44: Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	6,00	3	4,50	2	3,00	3	4,50	1	1,50	1	1,50	21
2	3	5,50	3	5,50	2	2,50	2	2,50	2	2,50	2	2,50	21
3	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	21
4	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	21
5	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	21
6	4	5,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	3	2,00	4	5,00	21
7	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	21
8	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	4	6,00	3	3,00	21
9	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,50	21
10	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	21
SUMA		41,5		37		35,5		31		34		31	210
CUADRADO		1722,25		1369		1260,25		961		1156		961	7429,5
MEDIA	3,4		3,2		3,1		3		3		2,9		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	2,271 NS
11,1	15,1	

En lo que se refiere al sabor a los 30 días de elaborado el producto se observa que no existe diferencia significativa para el sabor en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 16. Sabor (sin azúcar) a 1 día y 30 días de elaborado el producto (menta)



Gráficamente se presenta la variable sabor (sin azúcar) para la menta a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta rangos de 45 y 41,5 respectivamente, dando un promedio de 43,25, demostrando que tiene un sabor agradable al paladar, fresco, dulce, no amargo. Mientras que los tratamientos T2 (30 °C, 5 cm), T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

Este resultado explica lo que dicen Roos y Alvarado; a temperaturas mayores de secado se pierde el sabor y se volatilizan ciertos compuestos (alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos), mientras que a menor temperatura se conservan estos compuestos.

CUADRO 45: Sabor con azúcar a un día de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
2	4	5,50	3	2,50	3	2,50	4	5,50	3	2,50	3	2,50	21
3	4	6,00	3	4,00	3	4,00	1	1,50	3	4,00	1	1,50	21
4	4	6,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	21
5	4	5,00	4	5,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	3	2,00	21
6	4	4,50	4	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	3	1,50	21
7	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
8	3	2,00	4	5,00	4	5,00	4	5,00	3	2,00	3	2,00	21
9	4	4,50	4	4,50	3	1,50	3	1,50	4	4,50	4	4,50	21
10	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
SUMA		44,00		39,00		36,00		33,50		30,00		27,50	210,00
CUADRADO		1936		1521		1296		1122,25		900		756,25	7531,5
MEDIA	3,7		3,7		3,3		3,6		3,7		3,3		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	5,186 NS
11,1	15,1	

En cuanto al aroma a un día de elaborado el producto, todos los tratamientos tuvieron diferente aceptabilidad, lo que indica que todos los tratamientos son diferentes.

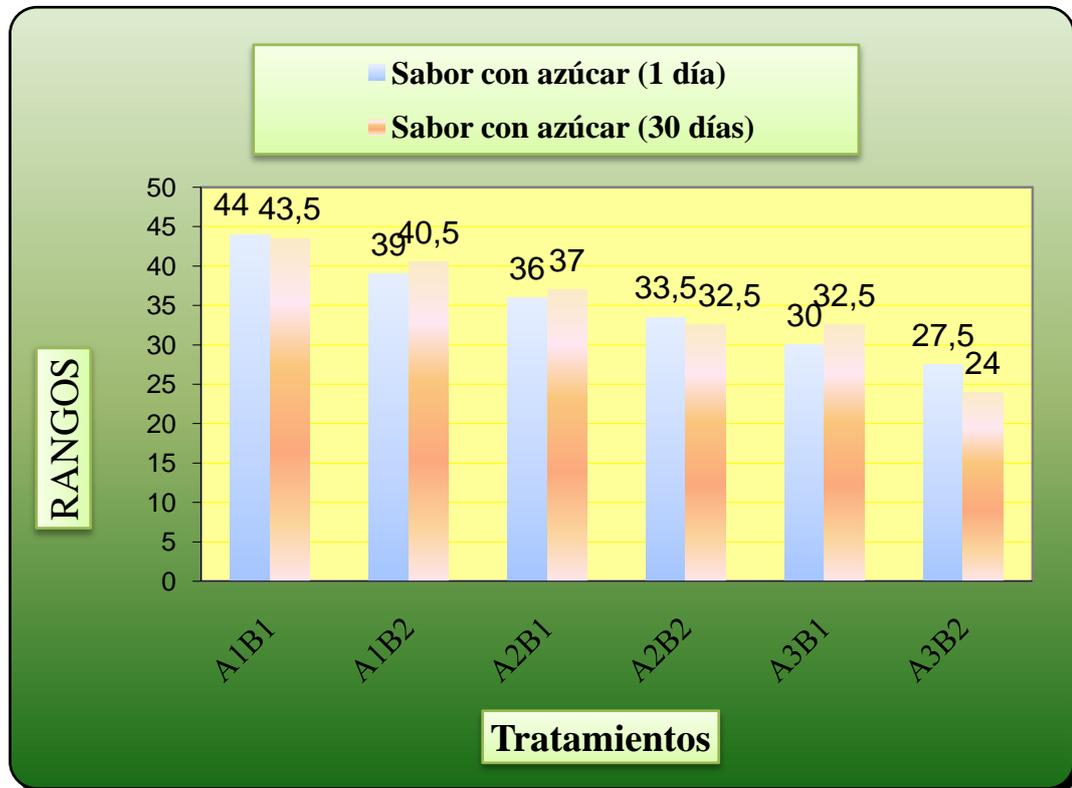
CUADRO 46: Sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto (menta)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	5,50	4	5,50	1	1,50	3	3,50	1	1,50	3	3,50	21
2	4	5,00	4	5,00	3	2,50	4	5,00	2	1,00	3	2,50	21
3	4	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	4	4,50	3	1,50	21
4	4	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	4	4,50	3	1,50	21
5	4	4,50	4	4,50	4	4,50	4	4,50	3	1,50	3	1,50	21
6	4	6,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	3	3,00	21
7	3	2,50	4	5,50	3	2,50	3	2,50	4	5,50	3	2,50	21
8	3	2,50	3	2,50	4	5,50	4	5,50	3	2,50	3	2,50	21
9	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	4	5,00	3	2,00	21
10	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	4	3,50	21
SUMA		43,5		40,5		37		32,5		32,5		24	210
CUADRADO		1892,25		1640,25		1369		1056,25		1056,25		576	7590
MEDIA	3,8		3,7		3,4		3,4		3,2		3,1		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	6,857 NS
11,1	15,1	

Después de realizada la prueba de Friedman para la característica organoléptica del sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto se encontró que no existe significación estadística, es decir que todos los tratamientos son iguales. Esto indica que en el transcurso de los 30 días no cambian sus cualidades organolépticas.

GRÁFICO 17. Sabor (con azúcar) a 1 día y 30 días de elaborado el producto (menta)



En el gráfico 17, se observa la variable sabor (con azúcar) a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta rangos de elaborado el producto, donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta rangos de 44 y 43,5 respectivamente con un promedio de 43,75 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, demostrando que tiene un sabor agradable al paladar, fresco, dulce. Mientras que los tratamientos T2 (30 °C, 5 cm), T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm) y T5 (40 °C, 3 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto. El tratamiento T6 (40 °C, 5 cm) tiene menor preferencia por los degustadores.

El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna ya que contiene glucosa y fructosa. La energía que proporciona el azúcar y la glucosa, son necesarias para el buen funcionamiento de nuestro cerebro, los ojos, el sistema nervioso, los músculos, los glóbulos rojos.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>

4.10.2 Análisis organolépticos del orégano

Ya obtenidos los datos de la degustación del orégano se procedió a sacar los respectivos rangos y se midió estadísticamente las características organolépticas, para ello se utilizó la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t \cdot (t+1)} \sum R^2 - 3b (t-1)$$

Donde:

X^2 = Chi-cuadrado

t = Tratamientos

b = Degustadores o Jueces

R = Rangos

CUADRO 47: Color a 1 día de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
2	4	5.5	3	3	4	5.5	3	3	3	3	2	1	21
3	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
4	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	21
5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	4	5.5	3	2.5	21
6	2	2	3	5	2	2	3	5	3	5	2	2	21
7	4	5.5	3	2.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
8	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
9	4	5.5	3	2.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
10	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
SUMA		41.5		33		38.5		33		36		28	210
CUADRADO		1722.25		1089		1482.25		1089		1296		784	7462.5
MEDIA	3.7		3.4		3.6		3.4		3.5		3.2		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	3.21 NS
11,1	15,1	

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

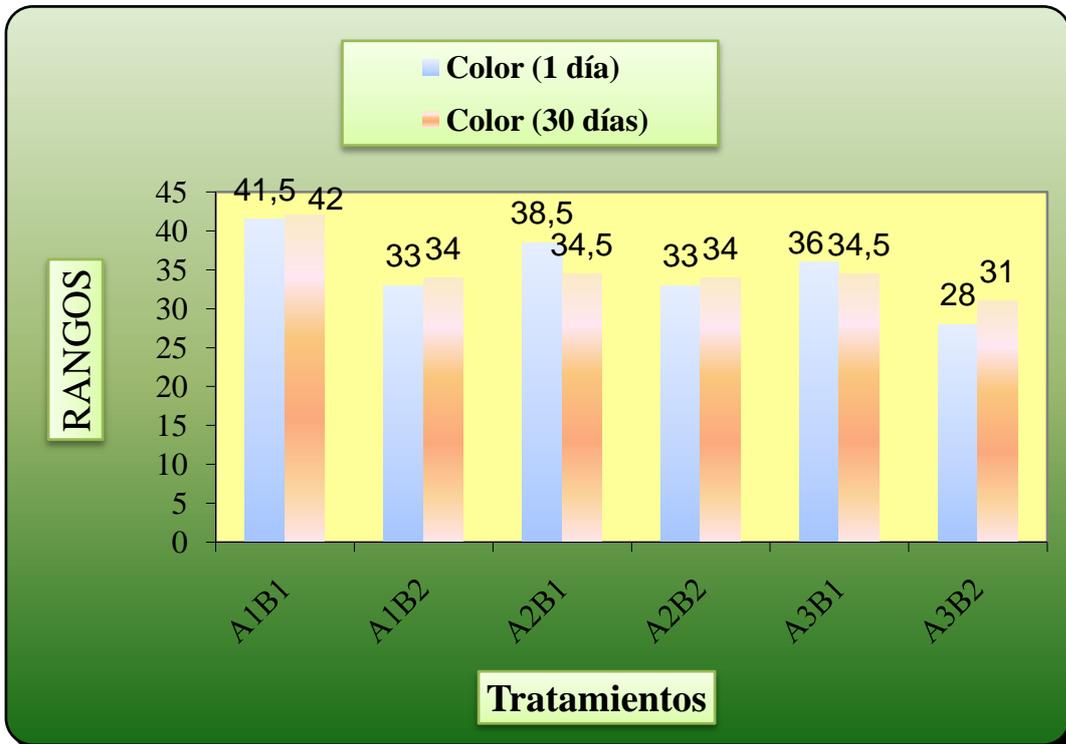
CUADRO 48: Color a los 30 días de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21
2	4	6	3	3.5	3	3.5	3	3.5	2	1	3	3.5	21
3	3	4.5	2	1.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	2	1.5	21
4	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	21
5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	4	4.5	4	4.5	3	1.5	21
6	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
7	4	4.5	3	1.5	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	21
8	4	6	3	3.5	2	1	3	3.5	3	3.5	3	3.5	21
9	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
10	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
SUMA		42		34		34.5		34		34.5		31	210
CUADRADO		1764		1156		1190.25		1156		1190.25		961	7417.5
MEDIA	3.7		3.4		3.4		3.4		3.4		3.3		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	1.93 NS
11,1	15,1	

Luego de haber realizado la prueba de Friedman a los 30 días de elaborado el producto se observa que no existe diferencia significativa para el color en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 18. Color a 1 día y 30 días de elaborado el producto (orégano)



El gráfico 18, se representa la variable color del orégano a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) tiene los rangos 41,5 y 42 respectivamente, que dan un promedio de 41,75, demostrando que tiene un color verde claro a verde grisáceo o verde oliva, característico del orégano, equivalente a 550 nm (nanómetros) determinado según la escala colorimétrica del espectro visible por el hombre, ver anexo 11. Siguiéndole el tratamiento T3 (35 °C, 3 cm) que tiene los rangos 38,5 y 34,5 respectivamente, dando un promedio de 36,5 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto. Mientras que los tratamientos T2 (30 °C, 5 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

Este resultado demuestra con lo que dice Muñoz; a temperaturas mayores de secado se pierde el color y se volatilizan ciertos compuestos (alcaloides, componentes aromáticos y otros), mientras que a menor temperatura se conservan estos compuestos.

CUADRO 49: Aroma a 1 día de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	5	4	5	3	2	3	2	4	5	3	2	21
2	4	5	4	5	3	2	3	2	4	5	3	2	21
3	4	5.5	4	5.5	3	3	3	3	1	1	3	3	21
4	4	5	4	5	4	5	3	2	3	2	3	2	21
5	4	6	3	4	3	4	3	4	1	1.5	1	1.5	21
6	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
7	4	5.5	3	3	3	3	4	5.5	3	3	2	1	21
8	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21
9	4	5	4	5	4	5	3	2	3	2	3	2	21
10	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
SUMA		54		46.5		32		28.5		27.5		21.5	210
CUADRADO		2916		2162.25		1024		812.25		756.25		462.25	8133
MEDIA	4		3.7		3.2		3.1		2.8		2.7		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	22,37**
11,1	15,1	

En cuanto al aroma a un día de elaborado el producto, todos los tratamientos tuvieron diferente aceptabilidad, lo que indica que todos los tratamientos son diferentes.

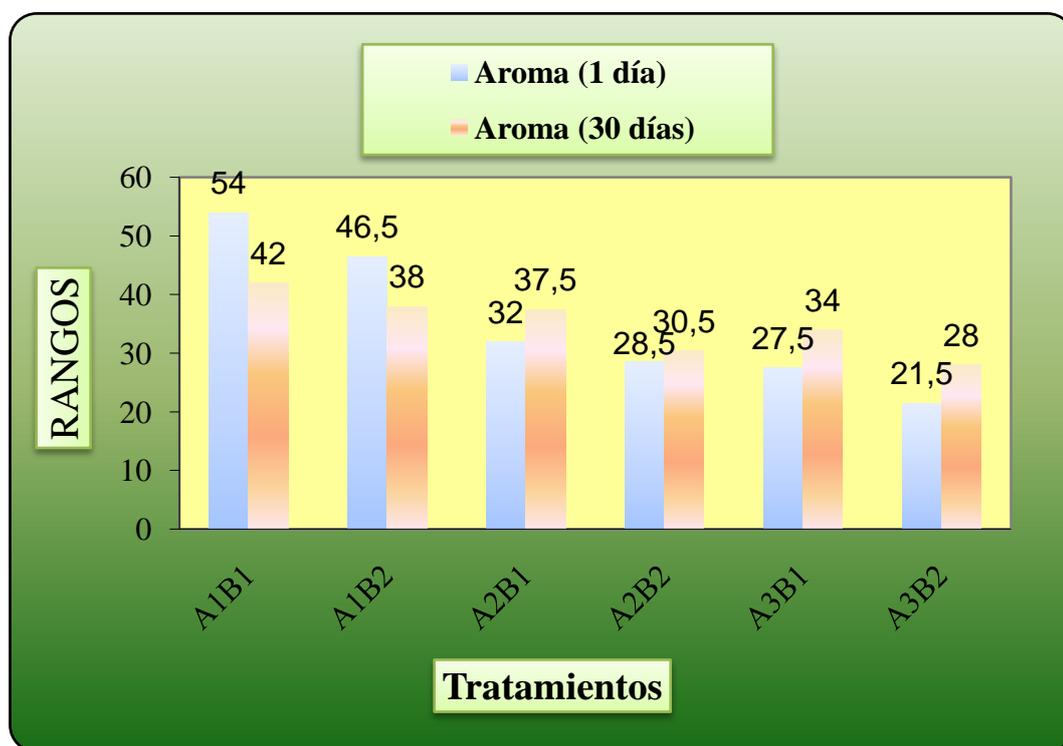
CUADRO 50: Aroma a los 30 días de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	4	3	4	3	4	2	1	3	4	3	4	21
2	3	4.5	4	6	3	4.5	1	2	1	2	1	2	21
3	3	4.5	2	2	3	4.5	1	1	3	4.5	3	4.5	21
4	4	5.5	4	5.5	1	1	3	3	3	3	3	3	21
5	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	21
6	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	21
7	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	4	4.5	3	1.5	21
8	3	2.5	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
9	3	2	4	5	4	5	4	5	3	2	3	2	21
10	4	5	3	2	3	2	4	5	4	5	3	2	21
SUMA		42		38		37.5		30.5		34		28	210
CUADRADO		1764		1444		1406.25		930.25		1156		784	7484.5
MEDIA	3.4		3.3		3.1		2.8		3		2.8		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	3.84 NS
11,1	15,1	

En lo que se refiere al aroma a los 30 días de elaborado el producto se observa que no hay significación estadística lo que indica que todos los tratamientos tienen el mismo comportamiento.

GRÁFICO 19. Aroma a 1 día y 30 días de elaborado el producto (orégano)



En el gráfico 19, se puede observar la variable aroma del orégano en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta un rango de 54 a 1 día de elaborado el producto, demostrando que tiene un aroma: fragante, persistente, aromático y refrescante característico del orégano. Siguiéndole el tratamiento T2 (30 °C, 5 cm) que tiene los rangos de 46,5 y 38 respectivamente, presentando un promedio de 42,16 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, encontrándose también el tratamiento T1 (30 °C, 5 cm) con un rango de 42 a los 30 días de elaborado el producto. Mientras que los tratamientos T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

Este resultado demuestra lo que sostiene el Protocolo de calidad para el orégano; para el secado de plantas aromáticas se requiere de bajas temperaturas para evitar que se volatilicen ciertos compuestos (terpenos, hidrocarburos alifáticos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, fenoles, lactonas, compuestos aromáticos y otros), los cuales son responsables en dar la fragancia a los órganos de las plantas aromáticas.

CUADRO 51: Sabor a 1 día de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	2.5	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
2	4	6	3	4	3	4	2	1.5	2	1.5	3	4	21
3	4	5.5	4	5.5	3	4	1	2	1	2	1	2	21
4	4	4.5	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	3	1.5	21
5	4	5.5	3	3	3	3	2	1	4	5.5	3	3	21
6	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	21
7	4	6	3	3.5	3	3.5	3	3.5	2	1	3	3.5	21
8	4	6	3	3.5	3	3.5	3	3.5	3	3.5	2	1	21
9	3	2.5	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
10	4	5.5	3	2.5	3	2.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	21
SUMA		47.5		41		36.5		30		29		26	210
CUADRADO		2256.25		1681		1332.25		900		841		676	7686.5
MEDIA	3.7		3.4		3.2		2.8		2.8		2.7		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	9.61 NS
11,1	15,1	

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa para el sabor en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

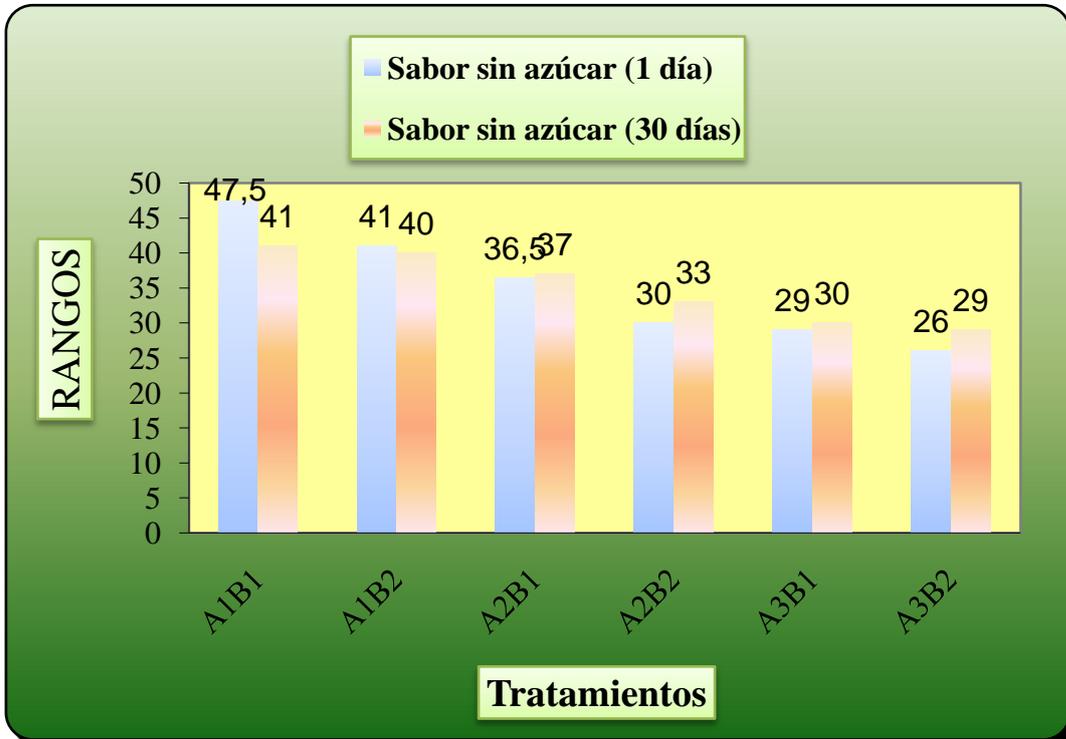
CUADRO 52: Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	3	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	21
2	4	6	3	4	3	4	3	4	2	2	1	1	21
3	4	5.5	3	3.5	4	5.5	3	3.5	1	1.5	1	1.5	21
4	4	5	4	5	3	3	1	1	2	2	4	5	21
5	4	4.5	3	1.5	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	21
6	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
7	3	1.5	4	4.5	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	21
8	4	5	4	5	3	2	4	5	3	2	3	2	21
9	4	5	3	2	4	5	4	5	3	2	3	2	21
10	3	2	4	5	3	2	4	5	4	5	3	2	21
SUMA		41		40		37		33		30		29	210
CUADRADO		1681		1600		1369		1089		900		841	7480
MEDIA	3.7		3.6		3.5		3.2		3		3		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	3.71 NS
11,1	15,1	

Con respecto al sabor a los 30 días de elaborado el producto se puede observar que no existe diferencia estadística entre los tratamientos por lo tanto son iguales.

GRÁFICO 20. Sabor (sin azúcar) a 1 día y 30 días de elaborado el producto (orégano)



Gráficamente se presenta la variable sabor (sin azúcar) para el orégano a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, en donde el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta rangos de 47,5 y 41 respectivamente, dando un promedio de 44,25, demostrando que tiene un sabor agradable al paladar, fresco, dulce, picante, ligeramente amargo. Siguiéndole el tratamiento T2 (30 °C, 5 cm) con promedios de 41 y 40 respectivamente dando un promedio de 40,5 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto. Mientras que los tratamientos T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

Este resultado explica lo que dicen Roos y Alvarado: a temperaturas mayores de secado se pierde el sabor y se volatilizan ciertos compuestos (alcaloides, compuestos aromáticos y otros compuestos), mientras que a menor temperatura se conservan estos compuestos.

CUADRO 53: Sabor con azúcar a un día de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	3	2	4	5	4	5	3	2	3	2	4	5	21
2	4	5	3	2	4	5	4	5	3	2	3	2	21
3	3	3.5	4	5.5	4	5.5	3	3.5	1	1.5	1	1.5	21
4	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
6	3	3	3	3	3	3	4	6	3	3	3	3	21
7	4	4.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	4	4.5	3	1.5	21
8	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	21
9	4	5.5	4	5.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	3	2.5	21
10	4	4.5	4	4.5	3	1.5	3	1.5	4	4.5	4	4.5	21
SUMA		38.5		37.5		37.5		35.5		30.5		30.5	210
CUADRADO		1482.25		1406.25		1406.25		1260.25		930.25		930.25	7415.5
MEDIA	3.7		3.7		3.7		3.6		3.3		3.3		

Valor tabular	Valor Calculado
0,05 0,01	1.87 NS
11,1 15,1	

En lo que se refiere al sabor con azúcar al primer día de elaborado el producto se observa que no existe diferencia significativa para el sabor con azúcar en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

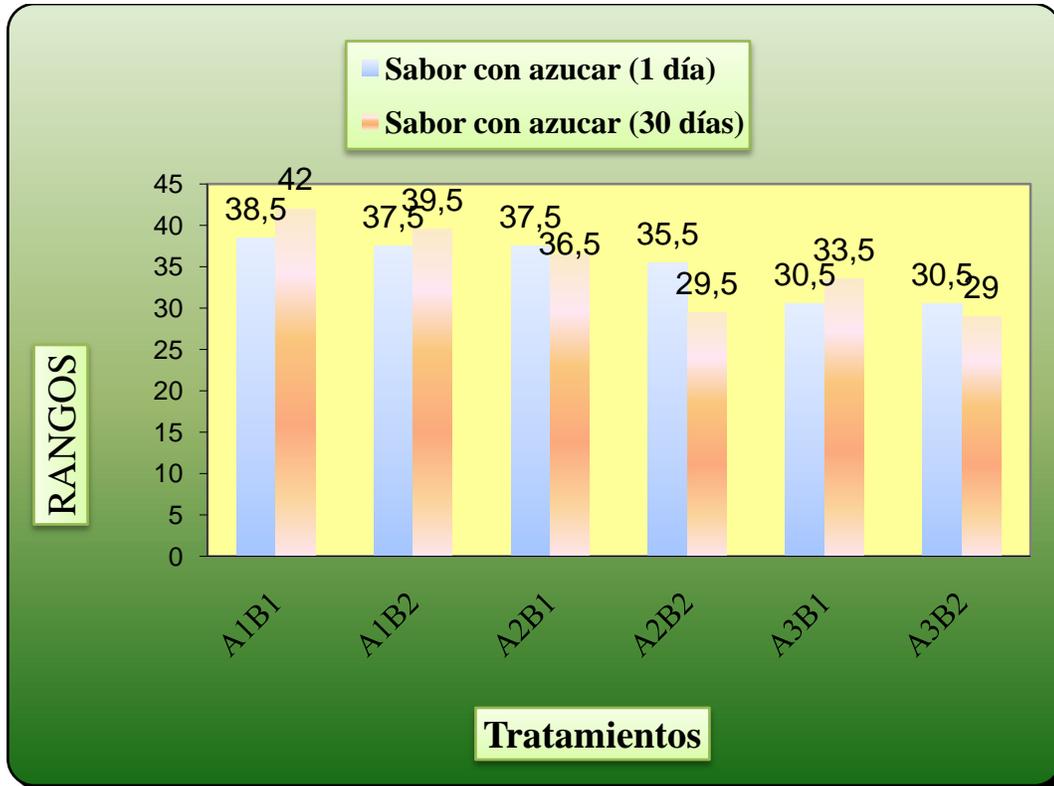
CUADRO 54: Sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto (orégano)

	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	T5	R	T6	R	SUMA
1	4	5	4	5	3	2,5	2	1	3	2,5	4	5	21
2	3	4,5	3	4,5	3	4,5	1	1,5	3	4,5	1	1,5	21
3	3	2,5	4	5	4	5	3	2,5	4	5	1	1	21
4	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	21
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	21
6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4	4	21
7	4	6	2	1	3	3,5	3	3,5	3	3,5	3	3,5	21
8	4	5,5	4	5,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	21
9	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	21
10	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	4	3,5	21
SUMA		42		39,5		36,5		29,5		33,5		29	210
CUADRADO		1764		1560,25		1332,25		870,25		1122,25		841	7490
MEDIA	3,8		3,7		3,6		3,2		3,5		3,1		

Valor tabular		Valor Calculado
0,05	0,01	4 NS
11,1	15,1	

Después de realizada la prueba de Friedman para la característica organoléptica del sabor con azúcar a los 30 días de elaborado el producto se encontró que no existe significación estadística, es decir que todos los tratamientos son iguales. Esto indica que en el transcurso de los 30 días no cambian sus cualidades organolépticas.

GRÁFICO 21. Sabor (con azúcar) a 1 día y 30 días de elaborado el producto (orégano)



el gráfico 21, se observa que el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm) presenta mayor promedio en el sabor (con azúcar) tiene un rango medio de 40,25 correspondiente a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, demostrando que tiene un sabor agradable al paladar, dulce, ligeramente amargo. Mientras que los tratamientos T2 (30 °C, 5 cm), T3 (35 °C, 3 cm), T4 (35 °C, 5 cm), T5 (40 °C, 3 cm) y T6 (40 °C, 5 cm) presentan comportamientos similares a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto.

El azúcar es una importante fuente de **calorías** en la dieta alimenticia moderna ya que contiene glucosa y fructosa. La energía que proporciona el azúcar y la glucosa, son necesarias para el buen funcionamiento de nuestro cerebro, los ojos, el sistema nervioso, los músculos, los glóbulos rojos.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar> (19-12-2009)

4.11 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Para determinar las humedades de las dos plantas aromáticas (menta y orégano) se utilizó la balanza infrarrojo del laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Este resultado nos permite conocer el porcentaje de humedad inicial del producto al entrar en el equipo de secado (secador de bandejas con caldero incorporado), cuyos resultados se indican a continuación:

CUADRO 55. Humedad inicial de las materias primas

Materias primas	Humedad de materias primas (%)	Humedad ingreso del secador (%)
Menta	80,56	89,6
Orégano	81,23	84,8

Fuente: Análisis realizados en los laboratorios de la FICAYA de la U.T.N

Del cuadro anterior se puede observar que las plantas aromáticas (menta y orégano), contienen humedades de la materia prima entre 80,56 a 81,23 %, mientras que la humedad al ingreso del secador se incrementa a 89,6 y 84,8 % respectivamente, esto se debe al incrementar agua en el proceso de lavado.

4.11.1 PÉRDIDA DE PESO

En la balanza electrónica se pesa 1,5 kg de muestra (hojas de menta y orégano) respectivamente y se colocó en las bandejas, tomando datos del peso con intervalos de 30 min, en las siguientes condiciones de secado para T1.

T = 30 °C Temperatura del aire de secado (cámara de secado)

Ve = 4 m/s (velocidad del aire a la entrada a la cámara)

Vs = 2 m/s (velocidad del aire a la salida de la cámara)

HR = 55 % (humedad relativa)

e = 3 cm (espesor del material)

p = 30 psi (presión manométrica del caldero)

14.11.1.1 PÉRDIDA DE PESO PARA LA MENTA

Se inicia con 1,5 kg de hojas frescas, mientras transcurre el tiempo de secado se va tomando datos del peso del material, en intervalos de 30 min en una balanza electrónica, hasta llegar a obtener un peso final constante de las hojas de menta con un valor de 0,156 kg en un tiempo de secado que es 13:00 horas, los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO 56. Humedad y velocidad de secado

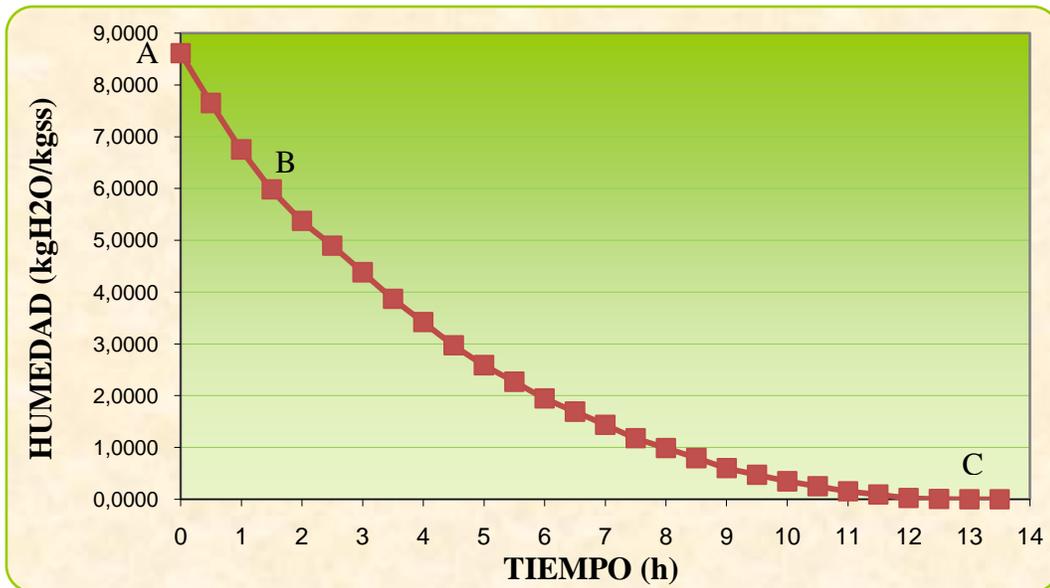
Tiempo (h)	Peso (kg)	Humedad (X) (kg _{H2O} /kg _{ss})	Humedad (x) (kg _{H2O} /kg _{ss})	Velocidad (W) (kg _{H2O} /hm ²)
0	1,500	8,6154		
0:3	1,350	7,6538	8,1346	0,4021
1	1,210	6,7564	7,2051	0,3753
1:3	1,090	5,9872	6,3718	0,3217
2	0,995	5,3782	5,6827	0,2547
2:3	0,920	4,8974	5,1378	0,2011
3	0,840	4,3846	4,6410	0,2145
3:3	0,760	3,8718	4,1282	0,2145
4	0,690	3,4231	3,6474	0,1877
4:3	0,620	2,9744	3,1987	0,1877
5	0,560	2,5897	2,7821	0,1608
5:3	0,510	2,2692	2,4295	0,1340
6	0,460	1,9487	2,1090	0,1340
6:3	0,420	1,6923	1,8205	0,1072
7	0,380	1,4359	1,5641	0,1072
7:3	0,340	1,1795	1,3077	0,1072
8	0,310	0,9872	1,0833	0,0804
8:3	0,280	0,7949	0,8910	0,0804
9	0,250	0,6026	0,6987	0,0804
9:3	0,230	0,4744	0,5385	0,0536
10	0,210	0,3462	0,4103	0,0536
10:3	0,195	0,2500	0,2981	0,0402
11	0,180	0,1538	0,2019	0,0402
11:3	0,170	0,0897	0,1218	0,0268
12	0,160	0,0256	0,0577	0,0268
12:3	0,157	0,0064	0,0160	0,0080

13	0,156	0,0000	0,0032	0,0027
13:3	0,156	0,0000	0,0000	0,0000

a) HUMEDAD Y VELOCIDAD DE SECADO

Para hacer la representación gráfica de la humedad vs tiempo, se realizaron cálculos como se indica en el anexo 3, para una humedad promedio de $8,1346 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$ con una velocidad de secado de $0,40 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{hm}^2$. Con los datos de humedad del sólido y tiempo de secado del cuadro 56 se traza el gráfico 22.

GRÁFICO 22. Humedad vs tiempo



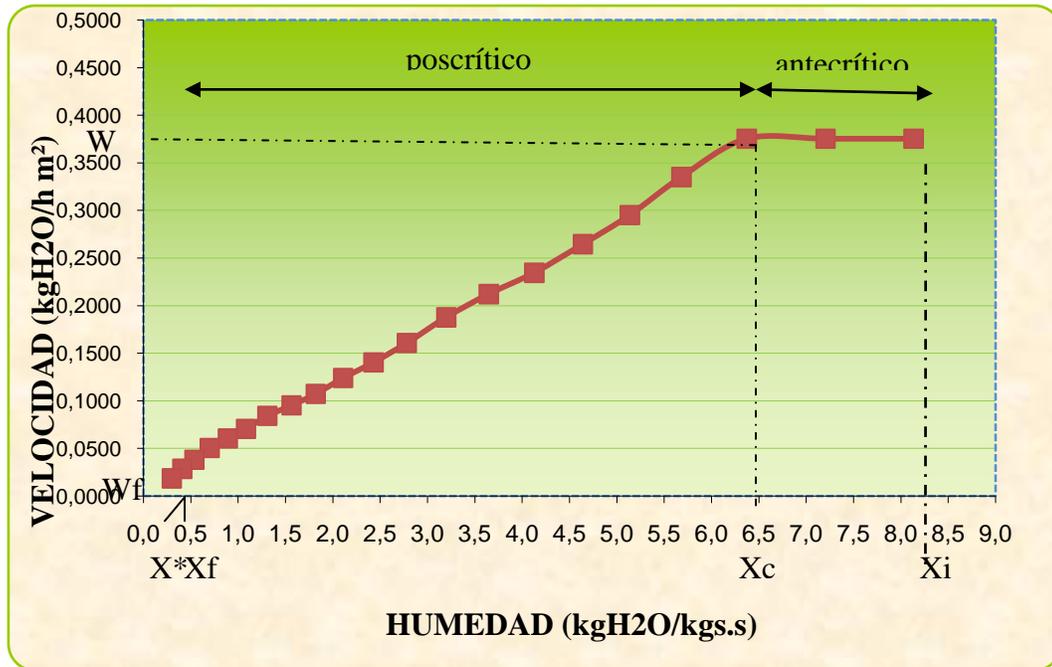
Fuente: La autora

Gráficamente se observa que en la 19 parte del gráfico tiene un comportamiento lineal hasta una humedad crítica ($X_c = 6,4487 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) y un tiempo de 1:20 horas que corresponde al período anticrítico, seguido de un comportamiento no lineal hasta una humedad final ($X_f = 0,0256 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) en un tiempo de 10:8 horas que corresponde al período procrítico, dando un tiempo total de 12 horas.

También del mismo gráfico, se puede observar que la humedad es inversamente proporcional con el tiempo, es decir que la humedad disminuye conforme avanza el tiempo.

De igual manera, se grafica la velocidad de secado en función de la humedad promedio del sólido (x), representada en el gráfico 23 (curva suavizada).

GRÁFICO 23. Velocidad vs humedad promedio (suavizada)



Fuente: La autora

En donde se visualizan los dos períodos de secado. El antecrítico que va desde una humedad inicial ($X_i = 8,3146 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) hasta la humedad crítica ($X_c = 6,4487 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) con una velocidad de secado promedio de ($W_c = 0,3887 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{hm}^2$); y el período poscrítico que va desde la humedad crítica ($X_c = 6,4487 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) hasta una humedad final de ($X_f = 0,0577 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) y una velocidad de secado final de ($W_f = 0,0268 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{hm}^2$) y por extrapolación gráfica se tiene una humedad crítica de ($X^* = 0,003 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$).

4.11.1.2 PÉRDIDA DE PESO PARA EL ORÉGANO

Se inicia con 1,5 kg de hojas frescas, mientras transcurre el tiempo de secado se va tomando datos del peso del producto en intervalos de 30 min en una balanza electrónica, hasta llegar a obtener un peso final constante de las hojas de orégano con un valor de 0,228 kg en un tiempo de secado que es 8:00 horas, los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

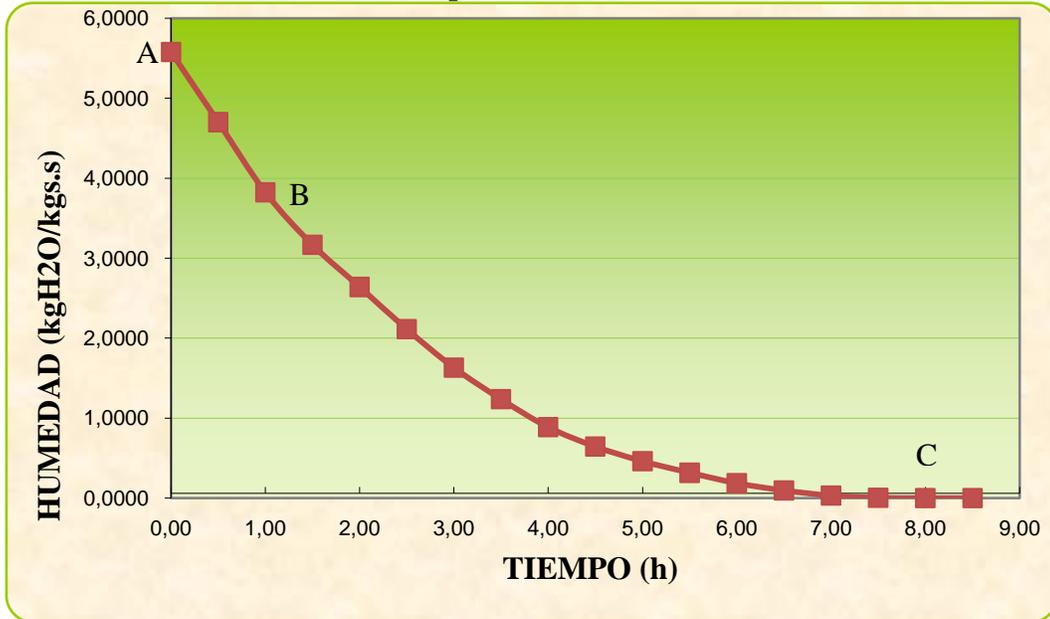
CUADRO 57. Humedad y velocidad de secado

Tiempo (h)	Peso (kg)	Humedad (X) (kg _{H2O} /kg _{ss})	Humedad (x) (kg _{H2O} /kg ss)	Velocidad (W) (kg _{H2O} /hm ²)
0	1,500	5,5789		
0:3	1,300	4,7018	5,1404	0,5363
1	1,110	3,8684	4,2851	0,5095
1:3	0,950	3,1667	3,5175	0,4291
2	0,830	2,6404	2,9035	0,3218
2:3	0,710	2,1140	2,3772	0,3218
3	0,600	1,6316	1,8728	0,2950
3:3	0,510	1,2368	1,4342	0,2413
4	0,430	0,8860	1,0614	0,2145
4:3	0,375	0,6447	0,7654	0,1475
5	0,333	0,4605	0,5526	0,1126
5:3	0,300	0,3158	0,3882	0,0885
6	0,270	0,1842	0,2500	0,0804
6:3	0,250	0,0965	0,1404	0,0536
7	0,235	0,0307	0,0636	0,0402
7:3	0,229	0,0044	0,0175	0,0161
8	0,228	0,0000	0,0022	0,0027
8:3	0,228	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: La autora

b) HUMEDAD Y VELOCIDAD DE SECADO

Para hacer la representación gráfica de la humedad vs tiempo, se realizaron cálculos como se indican en el anexo 3, para una humedad promedio de 5,1404 kg_{H2O}/ kg_{ss} con una velocidad de secado de 0,5363 kg_{H2O}/ hm², valores. Con los datos de humedad del sólido y tiempo de secado del cuadro 57 se traza el gráfico 24.

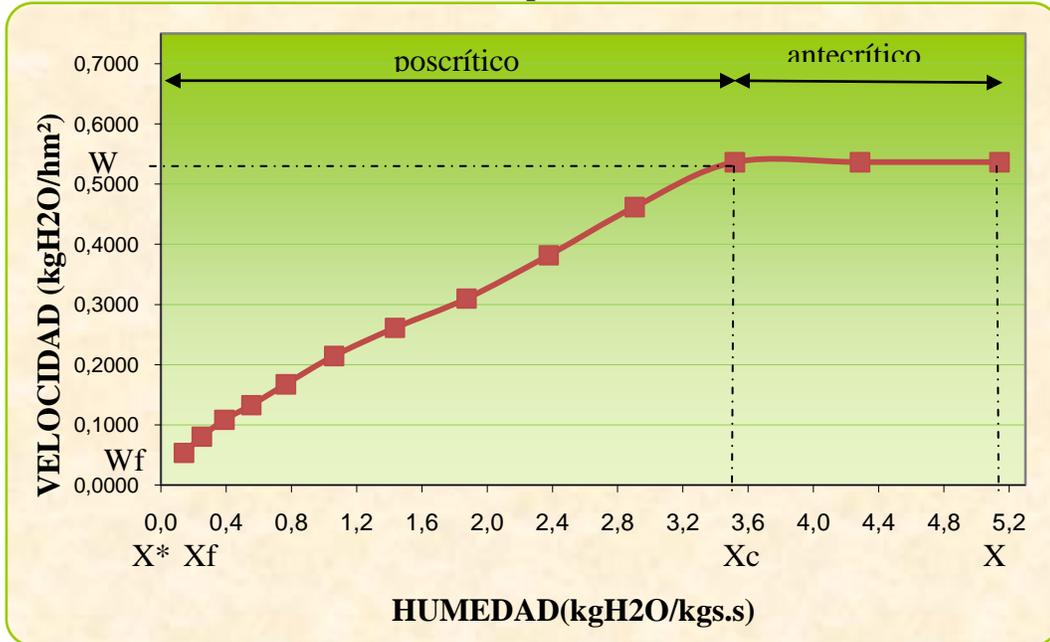
GRÁFICO 24. Humedad vs tiempo

Fuente: La autora

Del gráfico 24, se puede observar que en la primera parte del gráfico tiene un comportamiento lineal hasta la humedad crítica es ($X_c = 3,5877 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) y un tiempo de 1:20 horas que corresponde al período antecrítico, seguido de un comportamiento no lineal hasta una humedad final ($X_f = 0,0636 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) en un tiempo de 6:8 horas que corresponde al período poscrítico, dando un tiempo total de 8 horas.

También del mismo gráfico, se puede observar que la humedad es inversamente proporcional con el tiempo, es decir que la humedad disminuye conforme avanza el tiempo.

De igual manera, se grafica la velocidad de secado en función de la humedad promedio del sólido (x), representada en el gráfico 25 (curva suavizada).

GRÁFICO 25. Velocidad vs humedad promedio (suavizada)

Fuente: La autora

En donde se visualizan los dos períodos de secado. El antecrítico que va desde una humedad inicial ($X_i = 5,1404 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) hasta la humedad crítica ($X_c = 3,5877 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) con una velocidad de secado promedio de ($W_c = 0,5229 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{hm}^2$); y el período poscrítico que va desde la humedad crítica ($X_c = 3,5877 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) hasta una humedad final de ($X_f = 0,0636 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$) y una velocidad de secado final de ($W_f = 0,0402 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{hm}^2$) y por extrapolación gráfica se tiene una humedad crítica de ($X^* = 0,002 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kgss}$).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Luego de las discusiones de las variables evaluadas en la investigación “Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita L*) y orégano (*Origanum vulgare L*)”, se ha llegado a las siguientes conclusiones.

1. La hipótesis planteada, “la humedad final, la temperatura, el tiempo y el espesor de las plantas aromáticas (menta y orégano) en el proceso de deshidratación influyen en la aceptabilidad del producto final”; por lo tanto, se acepta porque la humedad final interviene en el desarrollo de microorganismos que deterioran el producto, en lo que se refiere a la temperatura del aire de secado también afecta en las características organolépticas de las plantas, de igual manera el tiempo y espesor del producto son factores que influyen en la aceptabilidad del producto final, en donde la principal característica es preservar el aroma de las plantas aromáticas.
2. De la investigación realizada se determinó el porcentaje de humedad para cada especie aromática (menta y orégano) el cual varía de la siguiente manera;
 - La humedad a la recepción corresponde 80,56 % (menta) y 81,23 % (orégano).

- La humedad de las hojas al ingreso del proceso de secado es de 89,6 % (menta) y 84,8 % (orégano).
 - La humedad final de las hojas deshidratadas pertenece a 5,8 % y 5,57 % respectivamente.
 - La pérdida de humedad en el proceso de deshidratación de las hojas de las dos plantas aromáticas corresponde a 83,8 % y 79,23 %
3. De igual manera se establece que al aumentar el espesor del producto en 66,7 % se obtiene un incremento del 3,2 % de la humedad final correspondiente a las hojas de menta y de 13,78% para las hojas de orégano.
4. En el desarrollo de la investigación se concluye que al incrementar 5 °C de temperatura del aire, el tiempo de secado se reduce en un 10 % para las hojas de menta y un 7,2 % para las hojas de orégano. De la misma manera si se incrementa 5 °C de temperatura del aire de secado, se mantiene el contenido de actividad de agua para las hojas de menta y orégano. Debido a que en actividad de agua baja hay mayor retención del sabor y aroma de las plantas aromáticas deshidratadas.
5. Después de realizada la investigación se concluye que el tratamiento T1 (30 °C, 3cm) es el mejor correspondiente para las dos plantas aromáticas (menta y orégano), esto se demuestra en los análisis realizados al producto terminado:
- El contenido de actividad de agua de las hojas corresponde a 0,43 (menta) y 0,45 (orégano).
 - Los análisis microbiológicos garantizaron la inocuidad del producto, siendo este apto para el consumo humano.

- El mayor rendimiento en aceites esenciales para las hojas de menta corresponde a 1,85 % P/V y 1,75% P/P y para las hojas de orégano el rendimiento de aceite esencial es de 0,67 % P/V y 0,63% P/P.
6. Al evaluar el grado de aceptabilidad para las dos plantas aromáticas (menta y orégano) de las variables (color, aroma y sabor con y sin azúcar) que se realizó a 1 día y a los 30 días de elaborado el producto, se determinó que el mejor tratamiento es T1 (30 °C, 3 cm) por tener mayor puntuación por parte de los degustadores. En lo que se refiere a la variable color para las dos plantas aromáticas presentan un color verde claro a verde oliva equivalente a 550 nm (nanómetros) determinado según la escala colorimétrica del espectro visible por el hombre.
7. Realizada la investigación se llegó a determinar el rendimiento para las dos plantas aromáticas (menta y orégano).
- Para un espesor de 3 cm corresponde un rendimiento general de la planta de 5,2 % y 7,6 % respectivamente.
 - Para 5 cm de espesor el rendimiento general de toda la planta es de 8,4 % para la menta y de 8,6 % para el orégano.
 - En cuanto al rendimiento de las hojas de menta en el proceso de deshidratación para 3 y 5 cm de espesor es de 10,4 % y 14 % respectivamente.
 - Para el orégano el rendimiento de las hojas en el proceso de deshidratación a 3 y 5 cm de espesor es de 15,2 % y 14,4 % respectivamente.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

De las conclusiones presentadas en base a las variables estudiadas en la presente investigación sobre la obtención de las hojas de plantas aromáticas deshidratadas (menta y orégano), se presentan las siguientes recomendaciones.

1. Para la industrialización de las hojas de plantas aromáticas y obtener características organolépticas óptimas, se recomienda que la temperatura del aire de secado este en un nivel de 30 °C con un espesor del material a secar de 3 cm, para evitar que se produzcan cambios degenerativos por la volatilización de los principios activos y no pierdan su valor nutritivo.
2. Para obtener la mayor cantidad de materia prima la cosecha debe realizarse cuando la planta presenta su mayor desarrollo foliar, esto quiere decir en su fase más activa de la fotosíntesis, poco antes de la floración, en tiempo seco y fresco.
3. Para envasar plantas aromáticas se recomienda utilizar fundas plásticas de polietileno el cual tiene la propiedad de ser resistente e inerte y no altera las características del mismo.

4. Se recomienda que el lugar de almacenamiento de producto terminado de plantas aromáticas, sea limpio, fresco, sombreado y bien ventilado por aire seco, con una humedad relativa del 45% y una temperatura de 22°C, preservándolas de la luz solar, del polvo y separadas de otras plantas con las que puedan intercambiar olores, y también para evitar que cambie su coloración.
5. Para futuras investigaciones se recomienda deshidratar otras plantas aromáticas (cedrón, hierba luisa, toronjil, otras), probando con diferentes partes de la plantan y otros niveles de temperatura y espesores.
6. Con respecto al secador de bandejas, la organización debe optimizar el equipo de secado con acondicionamiento interno incrementando el tamaño y número de bandejas, cambiar la tubería del aire de entrada por una de mayor diámetro (4") con aislamiento, un filtro para que se filtre el aire de ingreso al secador y instrumentos para controlar la temperatura de entrada y salida del aire.
7. Para obtener un mayor rendimiento en el proceso de deshidratación de las especies aromáticas, la organización deberá recibir la materia prima en buen estado, cumpliendo con buenas prácticas agrícolas, es decir; con follaje robusto y sano; y que esté libre de impurezas o materiales extraños.

CAPÍTULO VI: RESUMEN

Esta investigación se realizó, buscando una solución al desconocimiento de técnicas de deshidratación, la falta de equipos de alta tecnología, la inexistencia de un mercado sobre plantas aromáticas en fresco y procesadas, estos aspectos han mantenido al margen el desarrollo de la población rural del cantón Cotacachi. En tal sentido se planteó un objetivo general sobre la determinación de los parámetros óptimos para la deshidratación de dos plantas aromáticas como es el caso de la menta y el orégano. Esto contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida (Sumak Kawsay) en el marco de la salud preventiva e integral, seguridad alimentaria, conservación ambiental y generar ingresos para las diferentes comunidades que conforman la organización.

El desarrollo del experimento se efectuó en la UNORCAC (Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi) en la provincia de Imbabura en el cantón Cotacachi, la cual dispone de una infraestructura física para el procesamiento de las mismas constituida de un secador de bandejas con caldero incorporado, una mesa de selección y lavado, una balanza, una selladora de impulso y además tiene un área de terreno para la producción de las plantas.

Para el estudio se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B con tres repeticiones por tratamiento dando como resultado seis tratamientos para la menta y seis para el orégano, los factores en estudio fueron los siguientes: factor A) temperatura de secado y factor B) espesor del material (hojas). Las variables medidas fueron la humedad final, el tiempo de secado y la actividad del agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos la humedad final, la temperatura, el tiempo y el espesor de las hojas de las plantas aromáticas (menta y orégano), en el proceso de deshidratación intervienen en la aceptabilidad del producto final.

La humedad alta favorece el desarrollo de microorganismos que deterioran el producto, por lo tanto, es necesario reducir debajo del 10 % en peso, para preservar el

sabor y su valor nutritivo, a 40 °C temperatura del aire de secado, se evaporan ciertos componentes volátiles (alcaloides, compuestos aromáticos y otros), además se incrementa la actividad del agua de 0,57 a 0,59, estos son factores que afectan las características organolépticas y estabilidad en almacenamiento de las plantas ; mientras, el tiempo y espesor del producto influyen en la aceptabilidad del producto final, cuando la meta es preservar el aroma de las especies en estudio.

Se realizó análisis físico-químicos (actividad del agua, porcentaje de aceites esenciales) para los seis tratamientos correspondientes a las dos especies aromáticas, donde pueden constatar que el mejor tratamiento es el T1 cuya composición es 30 °C de temperatura de secado y con 3 cm de espesor del material. Además el contenido microbiológico garantiza la inocuidad del producto terminado de acuerdo a las normas INEN para hierbas aromáticas teniendo un valor de 1×10^4 .

De los resultados obtenidos en las pruebas de degustación donde se evaluaron color, aroma y sabor (sin y con azúcar) aplicando la prueba de Friedman al 5% determinó que el tratamiento T1 (30 °C, 3 cm), tiene mayor preferencia por los panelistas correspondientes a 1 y 30 días de elaborado el producto.

Se recomienda a la UNORCAC, que para obtener mayor rendimiento en el proceso de secado, la organización debe encaminarse a optimizar el equipo utilizando alternativas como: ampliar el tamaño y número de bandejas, cambiar la tubería del aire de entrada por una de mayor diámetro (4 pulgadas), con aislamiento, con esto se aumentaría en al menos el 80% su rendimiento.

CAPÍTULO VII: SUMMARY

This research aims to determine optimal parameters for the dehydration of two herbs such as Mint and oregano in order to obtain a product with features suitable for their conservation and consumption directly or for the industrial use.

The development of the experiment was conducted in UNORCAC (Union of peasant organizations and indigenous Cotacachi) in the province of Imbabura in Canton Cotacachi, which has a physical infrastructure for processing them constituted a dryer trays with built-in cauldron and a significant area of land for the production of plants. For the study required design completely at random in accordance AxB factor with three repetitions by treatment resulting in six treatments for Mint and six for oregano: Temperature of drying and factor B) material thickness. Action variables were final humidity, time of drying and water activity.

Physical and chemical analysis for six corresponding to the two species of aromatic treatments was where you can see that the best treatment is T1 whose composition is 30°C temperature of drying and 3 cm in thickness of the material. Because aromatic species high temperatures suffer from degenerative changes by volatilization losses in nutritional value and aromatic compounds.

Results obtained in tests of tasting where color is assessed, aroma and flavor (without sugar) applying Friedman test 5% of determined that T1 30 C (3 cm) treatment had greater preference by the panelists 1 and 30 days of elaborate product.

According to the results final humidity, temperature, time, and the thickness of the sheets of aromatic plants (Mint and oregano), dehydration process involved in the acceptability of the final product, when the goal is to preserve the aroma of the study species.

CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, J (1996) *Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos*. Editorial. Radio comunicaciones. Quito, Ecuador. pp. 127
2. ASTIASARÁN I, J MARTINEZ A. (2005) *Alimentos Composición y Propiedades*. Editorial Interamericana de España, S.A.U. pp. 9
3. BADUI DERGAL. S (2006) *Química de los Alimentos*. 4^{ta} Edición, Editorial Pearson Educación, México. pp. 16
4. BRENNAN, J.G. (1996) *Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Editorial. Acribia. Zaragoza, España. pp. 256-258
5. CHIFE, C. (2005) *Garantía y control de calidad de materias primas vegetales para fines farmacéuticos*. Rev. Lab Ciencia pp. 6-8, 24
6. DESROSIER, N (1991) *Conservación de alimentos*. Editorial Continental, S. A DE CV. Decimonovena reimpresión, México. pp. 177, 185
7. DOMÍNGUEZ X. (1985) *Métodos de Investigación Fotoquímica*. 3^{era} Edición. Editorial Limusa S.A México. pp. 229
8. Dr. AMÉRICO ALBORNOZ M. (1988) *Productos Naturales: Estudio de las sustancias y drogas extraídas de las plantas*. Publicaciones de la Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 640

9. Dr. Fabio, A. (2003): *Apuntes del Curso Plantas Aromáticas y Medicinales*, Nivel II. Agencia de Desarrollo Micro Regional Viedma-Patagones. pp. 38
10. F. L. HART Y H.J. FISHER (1984) *Análisis Modernos de los Alimentos*. Editorial Acriba, Zaragoza-España. pp. 69
11. FONT QUER (1981) *Plantas Medicinales*. 7^{ma} Edición. Editorial Labor, S.A, Barcelona España. pp. 51
12. FRAZIER W. C. (2003) *Microbiología de los Alimentos*; 4^{ta} Edición. Editorial Acriba, Zaragoza-España. pp. 128,181
13. GEANKOPLIS. CH. (1995) *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 2^{da} Edición. Editorial Continental, México D, F. pp.435, 454, 457
14. ITDG (1998) *Libro de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario. Técnicas de envasado y empaque*. Lima, Perú. pp. 51
15. LEES R. (S.A). (1982) *Análisis de los alimentos: Métodos analíticos y de control de calidad*. 2^{da} Edición Editorial Acribia, Zaragoza España. pp. 34, 145, 147
16. MUÑOZ F. (1996) *Plantas Medicinales y Aromáticas; estudio, cultivo y procesado*. 2^{da} Reimpresión. Editorial Mundi Prensa S.A, Madrid España. pp 15, 247, 267, 311, 312, 316, 320
17. NONHEBEL, G. y MOSS, A.D.M. (1979) *El Secado de sólidos en la Industria Química*. Editorial Reverté, S.A. España. pp. 2

18. PALOMINO, O. (2001) *Métodos analíticos para la identificación de Plantas Medicinales*. Apuntes del Curso de la Asociación Española de Farmacéuticos de la Industria (AEFI). pp. 74
19. PEGGY OTI-BOATENG, BARRIE AXTELL (1998) *Técnicas de Secado. Tecnologías aplicadas al ciclo alimentario* 2^{da} Edición Lima ITDG. Perú pp. 42
20. PEREZ ARBELAEZ. E (1996) *Plantas Útiles de Colombia*. 4^{ta} Edición, Bogotá. Colombia pp. 59
21. PERRY. R, GREEN D. (2001) *Manual del Ingeniero Químico*. 7^{ma} Edición. Volumen II. Editorial España. Pág. 12-32
22. POTTER, N. (1987) *La ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia, Zaragoza España. pp.749
23. RINGUELET, J.; BARREYRO, R.; CERIMELE, E.; HENNING, C.; RÉ, M.S.; MARI, S.; MORALES, N. Y AGRÍCOLA, S. (2000) *Producción de Aceites Esenciales y Hierbas Aromáticas Deshidratadas como Alternativa Agroindustrial*. Congreso “La Inserción de la Universidad en el Medio Rural”. La Plata. Argentina pp. 482
24. ROLFE, J. (1980) *Las Operaciones de la Ingeniería de los alimentos* Editorial Acribia Zaragoza España pp.318
25. ROSENTHAL, V. (2001) *Textura de los Alimentos Medida y Percepción*. Editorial Acribia, Zaragoza. España. S.A pp. 155-264
26. SANCHO VALLS, J. y BOTA PRIETO, ENRIC y CASTRO M, J. JOSE. (1999) *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos* 1^{era} Edición. Barcelona. España pp. 121

27. SUQUILANDA V. M. (1995) *Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro*. Ediciones Monserrat. Quito, Ecuador. pp 647
28. THOMSON WRR. (1981) *Guía Práctica Ilustrada de las Plantas Medicinales*. 2da Edición. Editorial Acriba, Zaragoza, Barcelona: Blumé, pp. 220.
29. TREYBAL R. C. (1993) *Operaciones con transferencia de masa*. 2^{da} Edición. La Habana, Cuba. Cap. XII.p. 653
30. INEN INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 392:2007 HIERBAS AROMÁTICAS. 1^{era} Edición. Quito - Ecuador.pp.1
31. WIKIPEDIA, la enciclopedia libre, *Menta piperita*. http://es.wikipedia.org/wiki/Mentha_x_piperita (7 Diciembre, 2008)
32. EURORESIDENTES. *Hierbas aromáticas (menta piperita)*. <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/hierbas/menta.htm> (11 Diciembre, 2008)
33. EURORESIDENTES. *Hierbas aromáticas (orégano)*. <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/hierbas/mejoranaoregano.htm> (11 Diciembre, 2008)
34. BOTANICAL - ONLINE. *Orégano*. <http://www.botanical-online.com/medicinalsoreganocastella.htm> (19 Diciembre, 2008)
35. WIKIPEDIA, la enciclopedia libre, *Orégano*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Or%C3%A9gano> (19 Diciembre, 2008)
36. HERBOTECNIA, *Especies Vegetales exóticas*. <http://www.herbotecnia.com.ar/exotica.html> (28 -10-2009)

37. HERBOTECNIA, *Principales métodos de deshidratación de hierbas.*
<http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-secadoMetodos.htm> (28 -10-2009)
38. <http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/06/06 Equipos.html> (11 -10-2009)
39. MONOGRAFIAS, *Envases para almacenamiento de hierbas aromáticas.*
<http://www.monografias.com/trabajos72/envases-comercializacion-manejo-oregano/envases-comercializacion-manejo-oregano.shtml#procesamia> (15-11-2009)
40. http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTO SENTI/FILE_EVENTOSENTI13435.doc (11- 10-2009)
41. LIBROS AULA MAGNA, *Hierbas aromáticas.*
<http://www.librosaulamagna.com/libro/GUIA-DE-LAS-HIERBAS-Y-ESPECIAS/162160/4524#> (5 – 06-2010)
42. LIBROS AULA MAGNA, *Propiedades organolépticas.*
<http://www.librosaulamagna.com/.../ANALISIS-SENSORIAL./4524> - España (5 – 06-2010)
43. <http://revistas.mes.edu.cu/eduniv/Members/Administrador/9789591606570.pdf> (12-01-2010)
44. TRIPOD, *Aceites esenciales.*
<http://www.members.tripod.com/aromaticas/Aceites.htm> (12-01-2010)
45. FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION), *Secado a altas temperaturas.*
<http://www.fao.org/docrep/x5059S/x5059S02.htm> (24-04-2010)

46. CUENCA RURAL, *Hierbas aromáticas (menta y orégano)*.<http://www.cuencarural.com/frutihorticultura/aromaticas/64358-consideraciones-para-comenzar-un-cultivo-de-oregano-y-menta/> (15-05-2010)
47. MEDIDORES DE ACTIVIDAD DE AGUA, *Actividad del agua*.
<http://aqualab.es/contacto.htm#> (25-06/2010)
48. TRIPOD, *Plantas aromáticas, medicinales y aceites esenciales*.
<http://aromaticas.tripod.com/aceites,htm> (08-07-2010)

CAPÍTULO X. ANEXOS

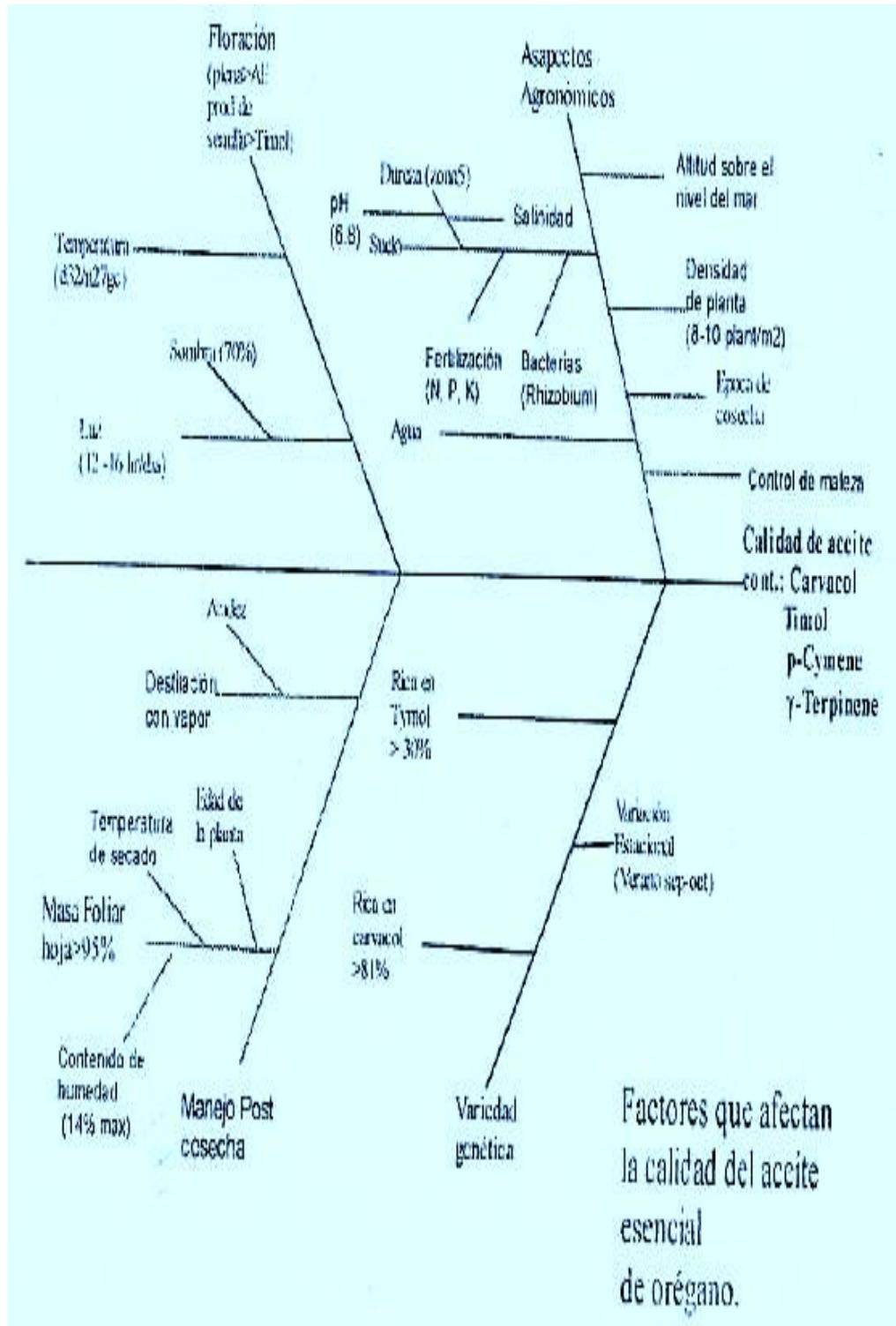
ANEXO 1. ZONAS Y CLIMAS RECOMENDADOS PARA EL CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES, HIERBAS AROMATICAS Y DE CONDIMENTO EN EL ECUADOR

Nº	ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	ZONAS (msnm)	CLIMA	PROPAGACIÓN
1	Apio	<i>Apium graveolens</i> L	2000-2900	Frío/húmedo	Semilla
2	Anís	<i>Pimpinella anisum</i> L	2000-2900	Frío/húmedo	Semilla
3	Anisillo	<i>Tagetes pusilla</i> H.B.K.	20-2900	Cálido/frío	Semilla
4	Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	20-1800	Cálido/húmedo	Semilla
5	Ajenjo ser	<i>Artemisia sodiroi</i> Hieron	2000-2900	Frío/húmedo	Esqueje
6	Ayarosa	<i>Tagetes patula</i>	20-1800	Cálido/seco	Semilla
7	Berro	<i>Nasturtium aquaticum</i> (L)	2000-2900	Frío/húmedo	Esqueje
8	Botoncillo	<i>Sphilantes americana</i>	20-500	Cálido/seco	Semilla
9	Borraja	<i>Borrago officinalis</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
10	Culantro	<i>Coriandrum sativum</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
11	Cedrón	<i>Lippia citriodora</i>	1800-2900	Temp/frío	Estaca
12	C de caballo	<i>Equisetum quitense</i> HBK	2000-2900	Frío/húmedo	Rizoma
13	Caléndula	<i>Caléndula officinalis</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
14	Cebollino	<i>Allium schoenoprasum</i>	2000-2600	Frío/seco	Semilla
15	Chulco	<i>Oxalis</i> sp	20-2900	Cálido/frío	Semilla
16	Chamico	<i>Datura stramonium</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
17	Escansel	<i>Aerva sanguinolenta</i>	20-1500	Cálido/temp	Esqueje
18	Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	1800-2900	Temp/frío	Semilla
19	Guantug	<i>Datura sanguinea</i>	20-3000	Cálido/frío	Semilla-estaca
20	Hierba buena	<i>Mentha aquatica</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla-esqueje
21	Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i> DC	20-1500	Cálido/temp	Rizoma-planta es
22	Iso	<i>Dalea mutisii</i>	1800-2900	Temp/frío	Taca

23	Linaza	<i>Linum usitatissimum</i>	1800-2900	Temp/frío	Semilla
24	Llantén	<i>Plantago major</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
25	Leng.de vaca	<i>Rumex obtusifolia</i>	2600-2900	Frío/húmedo	Semilla
26	Marigold	<i>Tagetes sp</i>	20-600	Cálido/seco	Semilla
27	Mejorana	<i>Mejorana hortensis moench</i>	20-600	Cálido/seco	Semilla-esqueje
28	Matico	<i>Piper agustifolium</i>	1800-2900	Temp/frío	Estaca
29	Menta	<i>Mentha piperita</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla-esqueje
30	Menta de C	<i>Mentha viridis</i>	1800-2900	Temp/frío	Esqueje
31	Malva olor	<i>Geranium odoratum</i>	20-600	Cálido/seco	Semilla-estaca
32	Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i>	2000-2600	Frío/seco	Semilla
33	Ortiga	<i>Urtica dioica</i>	1800-2600	Temp/frío	Semilla
34	Orégano	<i>Oreganum vulgare</i>	800-2000	Cálido/frío	Semilla-esqueje
35	Paico	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	450-2900	Cálido/frío	Semilla
36	Pacta	<i>Rumex crispus</i>	2600-2900	Frío/húmedo	Semilla-plantón
37	Perejil	<i>Petroselinum crispum mill</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla
38	Perifollo	<i>Anthriscus carefolium</i>	2400-2900	Frío/húmedo	Semilla
39	Poleo/tipo	<i>Bristopongon mollis HBK</i>	600-2900	Cálido/frío	Estaca-acodo
40	Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	20-2900	Cálido/frío	Semilla-estaca
41	Romero	<i>Rosmarinus officinalis L</i>	1800-3000	Frío/húmedo	Estaca
42	Sábila	<i>Aloe vera</i>	20-1500	Cálido/temp	Plantón
43	Sangorache	<i>Amaranthus caudatus L</i>	450-2900	Cálido/frío	Semilla
44	Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	450-2900	Cálido/frío	Semilla-esqueje
45	Taraxaco	<i>Taraxacum dens leonis L</i>	1500-2900	Temp/frío	Semilla
46	Verbena	<i>Verbena litoralis HBK</i>	20-450	Cálido/seco	Semilla
47	Violeta	<i>Violeta odorata</i>	2600-2900	Frío/húmedo	Esqueje
48	Verdolaga	<i>Portulaca olerácea</i>	20-2900	Cálido/frío	Esqueje
49	Valeriana	<i>Valeriana polemonioides</i>	2600-2900	Frío/seco	Rizoma

Fuente: SUQUILANDA V.M. (1995). Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones Monserrat. Quito, Ecuador.

ANEXO 2. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ACEITE ESENCIAL EN PLANTAS AROMÁTICAS



ANEXO 3. CALCULOS REFERENCIALES

3.1 DETERMINACION DE HUMEDAD EN BASE SECA PARA LA MENTA Y ORÉGANO

Se inicia con 1,5kg de materia fresca (menta, orégano) con las siguientes

Humedades:

	MENTA	ORÉGANO
X =	84,8% H ₂ O	89,6% H ₂ O
X =	15,2 % S.S	10,4% S.S

$$S = \frac{Mh \times Ms}{Mh}$$

De donde **Mh** = Materia húmeda
Ms = Materia seca
S = Peso del sólido seco

$$\checkmark S = \frac{1,5 \text{ kg.m.h} \times 10,4 \text{ kg ss}}{100 \text{ kg.m.h}} = 0,156 \text{ kgs.s} \quad \text{Menta}$$

$$\checkmark S = \frac{1,5 \text{ kg.m.h} \times 15,2 \text{ kg ss}}{100 \text{ kg.m.h}} = 0,228 \text{ kgs.s} \quad \text{Orégano}$$

$$X_{bs} = \frac{Mh - S}{S}$$

De donde **Mh** = Materia húmeda
S = Peso del sólido seco
X_{bs} = Humedad en base seca

$$\checkmark X_{bs} = \frac{1,5 \text{ kgH}_2\text{O} - 0,156 \text{ kgs.s}}{0,156 \text{ kgs.s}} = 8,6154 \text{ kgH}_2\text{O/kgs.s} \quad \text{Menta}$$

$$\checkmark X_{bs} = \frac{1,5 \text{ kgH}_2\text{O} - 0,228 \text{ kgs.s}}{0,228 \text{ kgs.s}} = 5,5789 \text{ kgH}_2\text{O/kgs.s} \quad \text{Orégano}$$

Los resultados generales se indican en el cuadro 56

3.2 CALCULO DEL ÁREA DEL SÓLIDO

Área de la superficie

$$A = l \times a$$

$$A = 0,80 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$$

$$A = 0,56 \text{ m}^2$$

Área de la base

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,141592654 \times (2,125)^2 \text{ mm}$$

$$A = 0,7458 \text{ m}^2$$

$$A = 0,56 \text{ m}^2 + 0,1858 \text{ m}^2$$

$$A = 0,7458 \text{ m}^2$$

3.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE SECADO

$$W = \frac{S (x_2 - x_1)}{A (t_2 - t_1)}$$

De donde **W** = Velocidad de secado

S = Peso del sólido seco

A = Área de secado

x₂ = Humedad final

x₁ = Humedad inicial

t₂ = Tiempo final

t₁ = Tiempo inicial

$$\checkmark W = \frac{0,156 \text{ kgs.s} (7,6538 - 8,6154) \text{ kgH}_2\text{O}}{0,7458 \text{ m}^2 (0,50 - 1) \text{ h}} \quad \text{Menta}$$

$$W = 0,4021 \text{ kgH}_2\text{O/hm}^2$$

$$\checkmark W = \frac{0,228 \text{ kgs.s} (4,7018 - 5,5789) \text{ kgH}_2\text{O}}{0,7458 \text{ m}^2 (0,50 - 1) \text{ h}} \quad \text{Orégano}$$

$$W = 0,5363 \text{ kgH}_2\text{O/hm}^2$$

Los resultados totales se indican en el cuadro 56 y 57 respectivamente.

ANEXO 4. GUIA INSTRUCTIVA PARA LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL AGUA AROMÁTICA DE MENTA

Fecha:.....

Evaludor:.....

Hora:.....

La realización del análisis organoléptico permite conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores; así como diferenciar las características de cada muestra de agua aromática.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

COLOR: permite percibir la forma del color de los objetos a distancia.

El color del agua aromática de menta debe ser verde claro, o verde oliva característico de la planta.

AROMA: es la percepción de las sustancias volátiles por medio de la nariz.

El olor debe ser persistente, aromático y refrescante característico de la menta.

SABOR: es la impresión que nos causa un **alimento** u otra **sustancia**, y está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el **gusto** (**paladar**) así como por el **olfato** (**olor**).

El sabor debe ser agradable al paladar, fresco, dulce, no amargo.

INSTRUCCIONES:

Señor(a) catador(a) sírvase cuestionar los atributos organolépticos que corresponde a cada una de las muestras presentadas. Usted debe de enjuagarse la boca con agua después de cada muestra y esperar 2 minutos antes de iniciar con la otra.

La calificación debe hacerlo en completo silencio para no perturbar la concentración de los demás.

Se le dará a Ud. 6 muestras de agua aromática de menta. Primero mírelas y luego proceda a calificar. Coloque una **X** en la opción que Ud. considere conveniente de acuerdo a las características que se especifican.

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA	TRATAMIENTOS					
COLOR	Excelente	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Bueno						
	Regular						
	Malo						

AROMA	Característico	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Agradable						
	Desagradable						
	No tiene						

SABOR	Agradable	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Regular						
	Desagradable						
	No tiene						

- Con azúcar

SABOR	Agradable	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Regular						
	Desagradable						
	No tiene						

OBSERVACIONES:.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 5. GUIA INSTRUCTIVA PARA LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL AGUA AROMÁTICA DE ORÉGANO

Fecha:..... Evaluador:.....

Hora:.....

La realización del análisis organoléptico permite conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores; así como diferenciar las características de cada muestra de agua aromática.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

COLOR: permite percibir la forma del color de los objetos a distancia.

El color del agua aromática de orégano debe ser verde claro a verde grisáceo o verde oliva, característico de la planta.

AROMA: es la percepción de las sustancias volátiles por medio de la nariz.

El olor debe ser aromático, característico del orégano.

SABOR: es la impresión que nos causa un **alimento** u otra **sustancia**, y está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el **gusto** (**paladar**) así como por el **olfato** (**olor**).

El sabor debe ser agradable al paladar, fresco, dulce, ligeramente amargo.

INSTRUCCIONES:

Señor(a) catador(a) sírvase cuestionar los atributos organolépticos que corresponde a cada una de las muestras presentadas. Usted debe de enjuagarse la boca con agua después de cada muestra y esperar 2 minutos antes de iniciar con la otra.

La calificación debe hacerlo en completo silencio para no perturbar la concentración de los demás.

Se le dará a Ud. 6 muestras de agua aromática de orégano. Primero mírelas y luego proceda a calificar. Coloque una **X** en la opción que Ud. considere conveniente de acuerdo a las características que se especifican.

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA	TRATAMIENTOS					
COLOR	Excelente	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Bueno						
	Regular						
	Malo						

AROMA	Característico	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Agradable						
	Desagradable						
	No tiene						

SABOR	Agradable	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Regular						
	Desagradable						
	No tiene						

- Con azúcar

SABOR	Agradable	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Regular						
	Desagradable						
	No tiene						

OBSERVACIONES:.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**ANEXO 6. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE
DEGUSTACIÓN DEL AGUA AROMÁTICA DE MENTA A 1
DÍA DE ELABORADO EL PRODUCTO**

Color a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	4	4	4	3
2	3	3	3	2	1	2
3	4	2	2	2	2	3
4	4	3	3	2	2	3
5	4	3	3	3	3	2
6	4	3	2	3	3	2
7	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	3	4	3
9	3	3	3	3	3	3
10	3	4	3	3	4	4

Aroma a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	3	3	3	4	3
2	3	3	1	1	2	1
3	4	3	3	3	1	3
4	4	3	3	1	2	3
5	4	3	4	3	2	1
6	4	3	3	3	1	3
7	3	3	4	3	3	3
8	4	4	4	3	3	3
9	3	3	3	3	4	3
10	4	3	4	3	3	3

Sabor sin azúcar a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	4	3	3	3
2	4	3	3	3	2	2
3	4	4	3	1	1	1
4	4	4	3	3	4	4
5	4	3	3	3	4	2
6	3	3	3	3	3	3
7	4	3	3	3	2	3
8	4	3	3	2	3	3
9	3	4	4	3	3	3
10	4	3	3	3	3	4

Sabor con azúcar a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	4	4	4	4
2	4	3	3	4	3	3
3	4	3	3	1	3	1
4	4	3	3	3	3	3
5	4	4	4	3	3	3
6	4	4	4	4	3	3
7	4	4	4	4	4	4
8	3	4	4	4	3	3
9	4	4	3	3	4	4
10	4	4	4	4	4	4

**ANEXO 7. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE
DEGUSTACIÓN DEL AGUA AROMÁTICA DE MENTA A 30
DÍAS DE ELABORADO EL PRODUCTO**

Color a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	4	4	2	2	3
2	4	3	4	2	3	3
3	4	3	3	4	4	3
4	4	4	4	4	4	3
5	4	3	3	2	2	3
6	2	2	4	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2
8	3	3	3	3	3	3
9	4	3	3	4	4	4
10	4	4	3	4	4	3

Aroma a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	1	3	4	1
2	4	4	3	3	4	3
3	4	3	3	3	4	3
4	3	3	4	3	3	3
5	4	2	4	3	3	2
6	3	3	3	3	1	3
7	4	4	4	4	4	4
8	4	3	4	3	3	3
9	3	3	3	3	3	3
10	4	3	4	3	4	3

Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	2	3	1	1
2	3	3	2	2	2	2
3	3	3	4	3	3	3
4	4	3	4	3	4	3
5	4	3	4	3	4	3
6	4	4	3	3	3	4
7	3	3	3	3	3	3
8	3	3	3	3	4	3
9	3	3	3	3	3	3
10	3	4	3	4	3	4

Sabor con azúcar a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	1	3	1	3
2	4	4	3	4	2	3
3	4	4	4	3	4	3
4	4	4	4	3	4	3
5	4	4	4	4	3	3
6	4	3	3	3	3	3
7	3	4	3	3	4	3
8	3	3	4	4	3	3
9	4	3	4	3	4	3
10	4	4	4	4	4	4

ANEXO 8. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN DEL AGUA AROMÁTICA DE ORÉGANO A 1 DÍA DE ELABORADO EL PRODUCTO

Color a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	4	4	4	4
2	4	3	4	3	3	2
3	4	4	4	4	4	4
4	3	3	3	3	3	3
5	4	3	3	3	4	3
6	2	3	2	3	3	2
7	4	3	4	3	3	3
8	4	4	4	4	4	4
9	4	3	4	3	3	3
10	4	4	4	4	4	4

Aroma a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	3	3	4	3
2	4	4	3	3	4	3
3	4	4	3	3	1	3
4	4	4	4	3	3	3
5	4	3	3	3	1	1
6	4	4	3	3	3	3
7	4	3	3	4	3	2
8	4	3	3	3	3	3
9	4	4	4	3	3	3
10	4	4	3	3	3	3

Sabor sin azúcar a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	4	3	3	3
2	4	3	3	2	2	3
3	4	4	3	1	1	1
4	4	4	3	4	4	3
5	4	3	3	2	4	3
6	3	3	3	3	3	3
7	4	3	3	3	2	3
8	4	3	3	3	3	2
9	3	4	4	3	3	3
10	4	3	3	4	3	3

Sabor con azúcar a un día de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	4	3	3	4
2	4	3	4	4	3	3
3	3	4	4	3	1	1
4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4
6	3	3	3	4	3	3
7	4	3	4	4	4	3
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	3	3	3	3
10	4	4	3	3	4	4

**ANEXO 9. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE
DEGUSTACIÓN DEL AGUA AROMÁTICA DE ORÉGANO A
30 DÍAS DE ELABORADO EL PRODUCTO**

Color a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	3	3	3	3
2	4	3	3	3	2	3
3	3	2	3	3	3	2
4	3	4	4	4	4	4
5	3	4	4	4	4	3
6	4	4	3	3	3	3
7	4	3	4	3	4	4
8	4	3	2	3	3	3
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4

Aroma a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	3	3	2	3	3
2	3	4	3	1	1	1
3	3	2	3	1	3	3
4	4	4	1	3	3	3
5	4	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	4	3	4	4	4	3
8	3	4	4	3	3	3
9	3	4	4	4	3	3
10	4	3	3	4	4	3

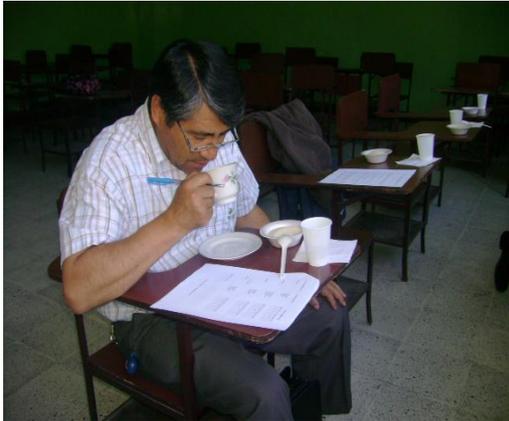
Sabor sin azúcar a los 30 días de elaborada el agua aromática

Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3	4	3	3	3	3
2	4	3	3	3	2	1
3	4	3	4	3	1	1
4	4	4	3	1	2	4
5	4	3	4	3	4	4
6	4	4	4	4	4	4
7	3	4	4	3	4	4
8	4	4	3	4	3	3
9	4	3	4	4	3	3
10	3	4	3	4	4	3

Sabor con azúcar a los 30 días de elaborada el agua aromática

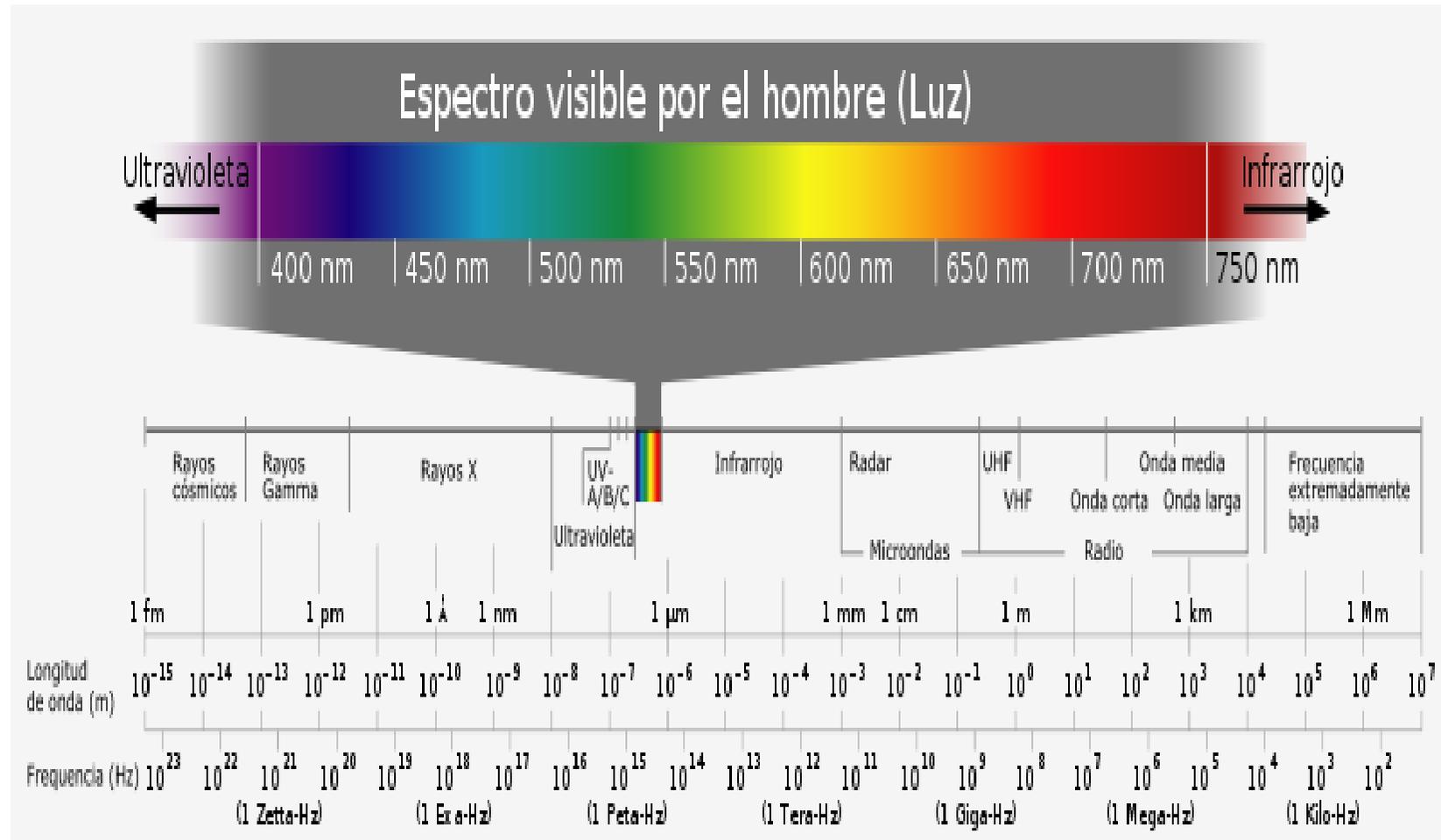
Catadores/Trat	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	3	2	3	4
2	3	3	3	1	3	1
3	3	4	4	3	4	1
4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	3
6	4	4	4	4	3	4
7	4	2	3	3	3	3
8	4	4	3	3	3	3
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4

ANEXO 10. FOTOGRAFÍAS DE LAS DEGUSTACIONES DE MENTA Y ORÉGANO





ANEXO 11. ESCALA COLORIMETRICA DEL ESPECTRO VICIBLE POR EL HOMBRE



**ANEXO 12. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE) PARA HIERBAS
AROMÁTICAS**



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 392:2007

HIERBAS AROMÁTICAS. REQUISITOS

Primera Edición

AROMATIC HERBS.

SPECIFICATIONS. First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, té, hierbas aromáticas, requisitos
AL 02.06-410
CDU: 663.85
CIIU: 3121
ICS: 67.140.10



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	HIERBAS AROMÁTICAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2 392:2007 2007-01
---	--	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las plantas aromáticas, procedentes de las diversas especies que se destinan a la preparación de infusiones para el consumo humano.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las hierbas aromáticas procedentes de las especies de plantas de las que se tiene su caracterización taxonómica, toxicológica y química (ver 6.1.1).

3. DEFINICIONES

3.1 Hierbas aromáticas. La denominación de hierbas aromáticas comprende ciertas plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) que contienen sustancias aromáticas (aceites esenciales), y que por sus aromas y sabores característicos, se destinan a la preparación de infusiones.

3.2 Té de hierbas. Con el nombre genérico de té de hierbas se conoce al procedente de especies vegetales procesadas con las que se prepara infusiones diferentes al té de las teáceas.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las hierbas aromáticas deben, corresponder taxonómicamente a la especie declarada, que cumplan condiciones higiénicas y presentar las características macroscópicas y microscópicas que les son propias.

4.2 Las hierbas aromáticas deben estar limpias y exentas de materia extraña.

4.3 No debe contener más de 15% de otras partes del vegetal exentas de propiedades aromatizantes y saborizantes.

4.4 Las hierbas aromáticas deben contener los aceites esenciales que caracteriza a cada una.

4.5 Las hierbas aromáticas pueden expendirse enteras o molidas, solas o mezcladas entre sí, adicionadas con frutas, azúcar o miel en una cantidad que no supere el 20 %.

4.6 Se permite la adición de saborizantes naturales y artificiales permitidos en la NTE INEN 2 074.

4.7 Las hierbas aromáticas se deben procesar bajo las condiciones establecidas en el Código de la Salud y sus Reglamentos que permita reducir la contaminación.

4.8 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.

4.9 No se permite la adición de colorantes.

4.10 Los procesadores de hierbas aromáticas deberán cumplir con buenas prácticas de manufactura y se exigirá paulatinamente a los productores el cumplimiento de los requisitos de Buenas Prácticas Agrícolas.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, té, hierbas aromáticas,

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 Las hierbas aromáticas, destinadas para preparar infusiones, en la etiqueta de su envase no deben declarar propiedades terapéuticas para prevenir o curar enfermedades.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos Específicos

6.1.1 Se consideran hierbas aromáticas a las siguientes ⁽¹⁾:

Nombre común	Nombre científico	Parte usada
Anís estrella	<i>Illicium anisatum</i>	Fruto
Anís verde (pan de anís)	<i>Pimpinella anisum</i>	Fruto
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Cinnamomun cassia</i>	Corteza
Cedrón	<i>Aloysia triphyllia (L Her) Britton</i>	Hojas
Clavo de olor	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Flores,
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	Tallo, hojas, flores
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Hojas
Falso tilo (sauco)	<i>Sambucus nigra L.</i>	Flores
Hierbabuena	<i>Mentha spicata,</i>	Hierba, hojas y copos florescentes
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Hojas
Jazmín	<i>Jasminum officinale</i>	Flores
Limón	<i>Citrus limonum, Citrus limetta</i>	Hojas, fruto, cáscara,
Manzanilla	<i>Matricaria camomila,</i>	Flores y planta
Mejorana	<i>Origanum majorana</i>	Partes aéreas
Menta	<i>Mentha pulegium</i> <i>Mentha piperita</i>	Partes aéreas
Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	Hojas y flores
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Partes aéreas
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Partes aéreas
Rosa	<i>Rosa spp</i>	Flores, escaramujo
Tipo	<i>Minthostachys mollis</i>	Tallo, hoja, flores
Tomillo	<i>Thymus vulgaris L.</i>	Parte aérea
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Partes aéreas

⁽¹⁾ Esta lista no excluye la utilización de otras plantas que luego de su estudio toxicológico, y contenido de aceites esenciales, hayan sido aprobadas como tales por el Ministerio de Salud a través del Instituto de Higiene.

6.1.2 Las hierbas aromáticas, deben cumplir los requisitos establecidos en las siguientes tablas:

TABLA 1. Requisitos físicos-químicos

Requisitos	Máx	Método de ensayo
Humedad, %	12	NTE INEN 1114
Cenizas insolubles en HCl al 10 %, % m/m	2	NTE INEN 1118

(Continua)

TABLA 2. Contenido de aceites esenciales

Hierba Aromática	Aceite esencial, % Min	Método de ensayo AOAC 968.20
Anís estrella*	5,0	
Anís verde*	2,0	
Canela	1,2	
Cedrón	0,2	
Clavo de Olor	13,0	
Eneldo	3,0	
Eucalipto	1,5	
Falso tilo	0,03	
Hierba buena	0,08	
Hierba luisa	3,0	
Limonero	2,5	
Manzanilla	0,2	
Mejorana	0,7	
Menta	0,25	
Naranja	0,2	
Orégano	0,5	
Romero	1,5	
Rosa	0,01	
Tipo	1,2	
Tomillo	1,5	
Toronjil	0,3	

6.1.3 Los requisitos microbiológicos que deben cumplir las hierbas aromáticas, son los que se especifican en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos Microbiológicos

REQUISITO	Máx	Método de ensayo
Aerobios totales ufc/g	1×10^7	NTE INEN 1529-5
Escherichia coli ufc/g	1×10	NTE INEN 1529-7
Enterobacteriaceas ufc/g	1×10^3	NTE INEN 1529-13
Mohos y levaduras upc/g	1×10^4	NTE INEN 1529-10
Clostridium, ufc/g	ausencia	NTE INEN 1529-18
Salmonella, en 1 g	ausencia	NTE INEN 1529-15
Shigella, en 1 g	ausencia	NTE INEN 1529-16

6.1.4 El contenido máximo de contaminantes presentes se especifican en la tabla 4.

TABLA 4. Contenido máximo de contaminantes

Contaminante	mg/kg
Arsénico, As	1,0
Plomo, Pb	0,5

(Continúa)

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo

7.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1 109.

7.2 Aceptación o rechazo

7.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, en caso contrario, se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 El material de la bolsita filtrante debe ser el adecuado para el uso al que está destinado y debe cumplir las especificaciones, para estos fines, establecidas por la legislación nacional, el Codex Alimentarius, el FDA, y otros organismos similares

8.2 El material del envase debe ser resistente e inerte a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el Código de la Salud, en el Reglamento de Alimentos, en la Ley Orgánica de Protección al Consumidor, en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, en cuanto no se contrapongan con dicho Reglamento.

9.2 En cada envase debe estar claramente indicada la manera de preparar el producto.

9.3 El peso o contenido neto de los envases debe cumplir con el peso declarado.

9.4 No debe contener leyendas relativas a efectos terapéuticos ni indicaciones terapéuticas, ni leyendas de significado ambiguo, o descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

9.5 Para efectos de comercialización, el producto se denominará "Te de hierbas o Hierbas aromáticas".

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1109:1984	<i>Café soluble. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1114:1984	<i>Café soluble. Determinación de pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1118:1984	<i>Café tostado molido. Determinación de las cenizas insolubles en ácido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1:2000	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2:2000	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:1990	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7:1990	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-13:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-16:1995	<i>Control microbiológico de los alimentos. Shigella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-18:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Clostridium perfringens. Recuento en tubo por siembra en masa</i>
Código de la Salud	<i>Decreto Ejecutivo 188. Registro Oficial 158: 22 de febrero de 1971</i>
Reglamento de Alimentos	<i>Decreto Ejecutivo 4114. Registro Oficial 984: 22 de julio de 1988</i>
Codex Alimentarius	<i>Residuos de Plaguicidas en los alimentos, Volumen 2.</i>
American Organization of Analytical Chemists, AOAC 968.20	<i>Método de Destilación (Scott), titulación.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Reglamento Chileno de los Alimentos, *Título XXIV De los Estimulantes o Fruitivos. Párrafo I Del té.* Santiago de Chile, 2003

Programa Conjunto FAO/OMS sobre *Normas Alimentarias.* Comisión del Codex Alimentarius. *Residuos de Plaguicidas en los Alimentos.* Volumen 2, Roma 1994

Organización Mundial para la Salud, OMS. *QUALITY CONTROL METHODS FOR MEDICINAL PLANT MATERIALS Revised DRAFT UPDATE* September 2005

Farmacopea Española Segunda Edición, 2002

Masson. *Fitoterapia. Vademecun de Prescripciones de Plantas Medicinales.* 3ra. Edición, 1998

Plantas del Ecuador. *Catálogo de nombres vulgares y científicos.*

(Continúa)

Mildred García González, Legislación en Ibero América sobre fitofármacos y productos naturales. Editorial Universitaria de Costa Rica. Costa Rica

Roberto Chiej. *Guía de Plantas Medicinales*. Editorial Grijalbo

Dr. Paúl Gireaux. *Los Remedios Naturales*. Enciclopedia Microsoft Encarta 2000

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815

Dirección General: [E-Mail:furresta@inen.gov.ec](mailto:furresta@inen.gov.ec)

Área Técnica de Normalización: [E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de de Certificación: [E-Mail:certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de de Verificación: [E-Mail:verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)

Área Técnica de Servicios Tecnológicos: [E-Mail:inencati@inen.gov.ec](mailto:inencati@inen.gov.ec)

Regional Guayas: [E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)

Regional Azuay: [E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)

Regional Chimborazo: [E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)

URL:www.inen.gov.ec

**ANEXO 13. ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE ACEITE ESCENCIALES
DEL PRODUCTO TERMINADO PARA LA MENTA Y EL
ORÉGANO, A NIVEL DE 30 °C DE TEMPERATURA**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
INSTITUTO SUPERIOR DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE RESULTADOS

PEDIDO: EXTRACCION y RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL

SOLICITA: SEÑORITA MARIA ISABEL TONGUINO BORJA

MUESTRA: OREGANO y MENTA

FECHA: 21- 01 - 2010

INFORME

Se realizó una destilación por arrastre de vapor de las hojas secas de orégano y menta respectivamente para extraer y determinar el rendimiento de aceite esencial en cada una, obteniéndose los siguientes resultados:

De 75 gramos de orégano seco se obtuvo 0,5 ml de aceite esencial lo que equivale a un rendimiento de 0.67 % PN

Equivalencia en peso de aceite:

De 75 gramos de orégano seco se obtuvo 0,4759 gramos de aceite esencial lo que equivale a un rendimiento de 0.63 % P/P

De 65 gramos de menta seca se obtuvo 1,2 ml de aceite esencial lo que equivale a un rendimiento de 1,85 % PN

Equivalencia en peso de aceite:

De 65 gramos de menta seca se obtuvo 1,1375 9 de aceite esencial lo que equivale a un rendimiento de 1,75 % P/P

Atentamente

Doctora Rita Urgilés de Alarcón MSc.
INVESTIGADORA



**ANEXO 14. ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE ACEITES ESCENCIALES
DEL PRODUCTO TERMINADO PARA LA MENTA Y EL
ORÉGANO, A NIVEL DE 40 °C TEMPERATURA**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
INSTITUTO SUPERIOR DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE ANÁLISIS

FECHA DE RECEPCIÓN: 05 - 03 - 2010

FECHA DE ENTREGA: 05 - 03 - 2010

PEDIDO: EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL

SOLICITA: SEÑORITA MARIA ISABEL TONGUINO BORJA

PRODUCTO: HOJAS DE OREGANO y HOJAS DE MENTA

EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES DE OREGANO y MENTA:

Luego de haber realizado la extracción del aceite esencial, mediante arrastre de vapor, de las hojas de orégano y de las hojas de menta se obtuvo los siguientes resultados:

Rendimiento de aceite de orégano:

Se pesó 75 gramos de hojas de orégano y se obtuvo 0.4052 gramos de aceite, (0,4 mi); lo que equivale a 0,54 % P/P o 0.53 % PN de rendimiento.

Rendimiento de aceite de menta:

Se pesó 65 gramos de hojas de menta y se obtuvo 0.9583 gramos de aceite, (0,95 mi); lo que equivale a 1,47 % P/P o 1,46% PN de rendimiento.

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.

INVESTIGADORA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

ANEXO 15. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS PARA MENTA

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

INFORME: 11 - 2010

Fecha: 02 de febrero del 2010

Análisis Solicitado por: María Isabel Tonguino

Número de Muestras, Denominación y Características Físicas: Ocho, Menta seca, Menta (planta). Menta (hojas). En fundas plásticas selladas

Fecha Recepción Laboratorio: 08 de enero de 2010



Parámetro analizado	Método	Unidad	Resultados					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humedad	AOAC 14004	%	5,89	6,09	5,87	6,02	5,85	6,01
Actividad de agua	Aw - metter	-----	0,43	0,52	0,43	0,61	0,54	0,60
Recuento de mohos	AOAC 997.02	UPM/g	870	480	700	250	44	490
Recuento de levaduras		UPL/g	60	470	150	70	32	200
Recuento estandar en placa		UFC/g	90	20	25	25	120	90

Parámetro analizado	Método	Unidad	Resultados ...	
			Menta (planta)	Menta (hojas)
Humedad	AOAC 14004	%	80,56	84,80
Actividad de agua	Aw - metter	-----	0,97	0,79

Nota, Los Resultados de los Análisis Realizados, Corresponden Solo para las Muestras Entregadas a este Laboratorio

Atentamente:

Dpto. José Luis Moreno
DOCENTE - ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico Y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono:(06) 2 953-461 Cas111a 199
(06) 2609-4202640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

LABORATORIO DE USO MÚLTIPLE

INFORME: 11 - 2010

ANEXO 16. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS PARA ORÉGANO

Fecha: 02 de febrero del 2010

Fecha Recepción: 08 de enero de 2010
 Análisis Solicitado por: María Isabel Tonguino
 Laboratorio:

Número de Muestras: Ocho, Orégano seco, Orégano (planta), Orégano (hojas). En fundas plásticas selladas
 Denominación y Características Físicas

08 de enero de 2010

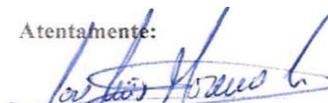


Parámetro analizado	Método	Unidad	Resultados					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humedad	AOAC 14004	%	5,77	6,71	5,65	6,53	5,57	6.10
Actividad de agua	Aw - metter	-----	0,45	0,57	0,56	0,54	0,52	0,55
Recuento de mohos	AOAC 997.02	UPM/g"	680 -	840 -	1- 370	520	440	520
Recuento de levaduras		UPL/g	200	340	120	80	110	220
Recuento estandar en placa		UFC/g	10	80	120	2000	340	30

Parámetro analizado	Método	Unidad	Resultados	
			Orégano (planta)	Orégano (hojas)
Humedad	AOAC 14004	%	81,23	89,60
Actividad de agua	Aw - metter	-----	0,95	0,85

Nota: Los Resultados de los Análisis Realizados, Corresponden Solo para las Muestras Entregadas a este Laboratorio

Atentamente:


 Bíoq. José Luis Moreno
 DOCENTE - ANALISTA



IBARRA
 ECUADOR

ANEXO 17. COSTOS DE PRODUCCION PARA LA MENTA

T1(30°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	15	kw.h	0.082	1.23
Envase	5.2	unidad	0.2	1.04

4.30

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.83

Peso final = 0.156 kg

T2(30°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	16	kw.h	0.082	1.312
Envase	14	unidad	0.2	2.8

7.75

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.55

Peso final = 0.420 kg

T3(35°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	13	kw.h	0.082	1.07
Envase	5.2	unidad	0.2	1.04

4.14

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.80

Peso final = 0.156 kg

T4(35°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	14	kw.h	0.082	1.148
Envase	14	unidad	0.2	2.8

7.59

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.54

Peso final = 0.420 kg

T5(40°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	11	kw.h	0.082	0.90
Envase	5.2	unidad	0.2	1.04

3.97

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.76

Peso final = 0.156 kg

T6(40°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	12	kw.h	0.082	0.984
Envase	14	unidad	0.2	2.8

7.42

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.53

Peso final = 0.420 kg

ANEXO 17. COSTOS DE PRODUCCION PARA EL ORÉGANO

T1(30°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	6	kw.h	0.082	0.49
Envase	7.6	unidad	0.2	1.52
				4.04

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.53

Peso final = 0.228 kg

T2(30°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	8	kw.h	0.082	0.656
Envase	14.46	unidad	0.2	2.892
				7.19

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.50

Peso final = 0.434 kg

T3(35°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	5	kw.h	0.082	0.41
Envase	7.6	unidad	0.2	1.52
				3.96

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.52

Peso final = 0.228 kg

T4(35°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	7	kw.h	0.082	0.574
Envase	14.46	unidad	0.2	2.892
				7.11

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.49

Peso final = 0.434 kg

T5(40°C, 3 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	3	kg	0.2	0.6
Agua	6.50	m ³	0.22	1.43
Energía	4	kw.h	0.082	0.33
Envase	7.6	unidad	0.2	1.52
				3.88

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.51

Peso final = 0.228 kg

T6(40°C, 5 cm)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	Costo.U (USD)	Costo Total (USD)
Materia prima	5	kg	0.2	1
Agua	12	m ³	0.22	2.64
Energía	5	kw.h	0.082	0.41
Envase	14.46	unidad	0.2	2.892
				6.94

Costo Unitario de Producción (30 gr) = (Costo Total/Nro. Envases)

0.48

Peso final = 0.434 kg

