

**Efecto del tiempo de secado y de la variedad
en las características físico-químicas de la
albahaca (*Ocimum basilicum*) seca**

Pablo Andrés Díaz Castro

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Pablo Andrés Díaz Castro

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca

Presentado por:

Pablo Andrés Díaz Castro

Aprobado:

Flor Núñez Rueda, M.Sc.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Díaz, P. 2010. Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 18 p.

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una de las plantas aromáticas más consumidas a nivel mundial. El objetivo general de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca. Se evaluaron 3 tipos de albahaca: dulce (*Ocimum basilicum*), canela (*Ocimum cinnamon*) y limón (*Ocimum basilicum citriodorum*) y dos tiempos de secado (16 y 24 horas). El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar (BCA), con un 3x2 factorial; se evaluaron 6 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 18 unidades experimentales. Los análisis físico-químicos estudiados incluyeron luminosidad, color, rendimiento y humedad. Se realizó además una prueba sensorial de preferencia utilizando ordenamiento múltiple. Las albahacas frescas obtuvieron una baja luminosidad una coloración verde y amarilla, las secas obtuvieron baja luminosidad y una ligera coloración verde y amarilla respecto a las albahacas frescas. El contenido de humedad y rendimiento de las albahacas secas fueron afectados significativamente por el tiempo de secado. El rendimiento de las albahacas después del secado fue directamente proporcional al porcentaje de humedad. La albahaca limón fue la variedad más afectada debido al tiempo de secado a las 16 y 24 horas, presentando los porcentajes más bajos de humedad después del secado y la preferencia del consumidor fue por la albahaca dulce debido a que es la más común.

Palabras clave: Cambios de clorofila, humedad total, rendimiento.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN LITERARIA.....	3
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
5 CONCLUSIONES.....	14
6 RECOMENDACIONES.....	15
7 LITERATURA CITADA.....	16
8 ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Tratamientos evaluados dentro de cada bloque.....	9
2. Análisis físico de color de la albahaca fresca.	10
3. Análisis químico de humedad de la albahaca fresca.	11
4. Análisis físico de color de la albahaca seca.....	11
5. Rendimiento de la albahaca seca.	12
6. Análisis químico de humedad de la albahaca seca.	13
7. Análisis de preferencia método Friedman.	13
Anexo	Página
1. Formato de evaluación de la prueba de ordenamiento múltiple (ranking test).	18
2. Formulario de preguntas para la entrevista estructurada abierta para chef de la cafetería Zamorano.	18

1. INTRODUCCIÓN

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una de las hierbas aromáticas más consumidas a nivel mundial, pertenece a la familia de las labiadas y por sus propiedades y peculiar aroma ha sido ampliamente usada en el área fitosanitaria, jabonería, perfumería y por supuesto, en el área alimentaria (FAO 2004). Actualmente se exporta albahaca y otras hierbas medicinales y aromáticas de Centroamérica hacia Estados Unidos, México, Alemania, Francia, Reino Unido, Malasia y Tailandia. Además se utiliza para elaborar aguas destiladas y aromáticas, para fabricar soluciones acuosas y extraer aceites esenciales (Ocampo 1994).

La albahaca es una hierba aromática usada extensivamente en alimentos por su aroma y sabor. Sus hojas pueden ser frescas o secas, de este modo se puede utilizar como especia. El método más utilizado para comercializar albahaca en el área de los alimentos es la deshidratación, mediante la cual se mejora su conservación, promoviendo la disminución del crecimiento microbiano (Lee et al. 2004).

En Francia e Italia se cultivan tres variedades que son: albahaca verde fina, albahaca verde grande, utilizadas como condimento y la albahaca morada que al igual que las anteriores. Es empleada como condimento y decoración por su color violáceo. El consumo de este tipo de especias o plantas aromáticas aporta beneficios a la salud gracias a sus antioxidantes que evitan el desarrollo de células cancerígenas; entre otros beneficios del consumo de la albahaca se puede mencionar la presencia del pigmento clorofila y antocianinas, componentes muy importantes para la medicina y la industria alimentaria (FAO 2004).

En Zamorano actualmente se producen cinco variedades distintas de albahaca: dulce (*Ocimum basilicum*), morada (*Ocimum sanctum*), canela (*Ocimum cinnamon*), limón (*Ocimum basilicum citriodorum*) y criolla. La albahaca se comercializa fresca y bajo estas condiciones su vida útil es de dos a tres días. La unidad de agricultura orgánica obtiene una producción mensual total de 20 libras, con ventas que alcanzan 1,000 Lempiras al mes.

El presente estudio pretende dar una alternativa de conservación de las características físico-químicas de las distintas variedades de albahaca producidas en Zamorano, utilizando como método el secado por convección.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características físico-químicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físicas y químicas de tres variedades de albahaca fresca.
- Evaluar el rendimiento de las distintas albahacas secas.
- Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la albahaca seca.
- Evaluar la preferencia sensorial de tres variedades de albahaca.

2. REVISIÓN LITERARIA

2.2 ALBAHACA

La albahaca es una hierba aromática cultivada en zonas tropicales, la cual tiene un crecimiento bajo y sus hojas poseen una coloración verde lustroso, con forma ovalada. Existen aproximadamente 150 variedades distintas de albahaca, que se diferencian por el color de sus hojas, altura del tallo y aroma. En general, las variedades más utilizadas en la industria son la albahaca dulce y la albahaca canela o thai; en ciertos países de Europa la albahaca se conserva en aceite de oliva durante el invierno. También se puede extraer aceite a partir de sus hojas; el aceite que proviene de la albahaca dulce se utiliza específicamente en licorería; por otra parte, el aceite que proviene de la albahaca canela o thai se aprovecha para todo lo relacionado con la elaboración de alimentos (Pierre et al. 2006).

El aroma y sabor de la albahaca se debe a sus aceites esenciales (0.04 a 0.7%), que en su mayoría son estragol (65 a 85%), linalol (75%), cineol, eugenol (20%), acetato de linalilo y flavonoides, entre otros (Fonnegra et al. 2007). El linalol es un alcohol que pertenece a los terpenos y se encuentra comúnmente en flores y plantas aromáticas; posee un olor mentolado por el cual ha sido muy preferido en la industria de los productos aromáticos. Otro componente de la albahaca es el eugenol, que pertenece a los alilbencenos y se caracteriza por ser un líquido oleoso amarillento; además de extraerse de la albahaca, puede ser obtenido de los aceites esenciales de la canela, clavo de olor, nuez moscada (Graff et al. 1997).

2.3 SECADO

2.3.1 Definición

Se entiende por secado o deshidratación como la operación unitaria utilizada para extraer parcial o totalmente el agua de un producto específico; ésta es una de las técnicas más practicadas desde la antigüedad, que ayuda a la conservación de los alimentos para alargar la vida de anaquel de los mismos. Según el United States Department of Agriculture (USDA), secado y deshidratación son dos operaciones distintas: un producto deshidratado debe poseer no más del 2.5% de agua, mientras que un producto seco tiene más de 2.5% de agua. Las condiciones para que un producto sea secado o deshidratado son calor, utilizando aire caliente, bandejas, entre otros, y frío mediante liofilización.

2.3.2 Cambios en los alimentos durante el secado

El secado de los alimentos disminuye la actividad de agua (A_w), evitando el crecimiento de microorganismos como bacterias, levaduras y hongos. Durante y después del secado de los alimentos ocurren cambios químicos, físicos y organolépticos, tales como la reducción de la actividad de agua, reducción de la actividad enzimática, degradación de vitaminas hidrosolubles, oxidación de lípidos y desnaturalización de proteínas; el cambio físico más marcado es la reducción de peso y volumen, la cual facilita el transporte y almacenamiento de los alimentos (Sastre 1999).

2.3.3 Secadores

El tipo de secado varía de acuerdo al método de secado y a la cantidad de producción; se pueden encontrar desde grandes tendales, hasta secadores industriales más sofisticados. El calor que se requiere para el funcionamiento de un secador puede ser suministrado, ya sea por convección, conducción o radiación. Radiación solar es uno de los métodos más utilizados para secar granos, frutas, vegetales y carnes; éste método brinda la disponibilidad de los productos de una manera más práctica y económica durante todo el año (Maupoey et al. 2003).

Por otro lado, existen secadores por tamaño de producción, los cuales son: discontinuos y continuos. El secador discontinuo es sencillo y es utilizado cuando la cantidad de producto a secar es pequeña, mientras que el secador continuo es más complejo, pues velocidades de secado son aplicadas utilizando flujos contracorriente y equicorriente de aire; en la velocidad equicorriente de secado el aire que tiene la mayor temperatura está en contacto directo con la parte más fría del producto (Barbosa et al. 2000).

Entre los secadores discontinuos se pueden mencionar el secador de horno, secador de armario o bandeja y rotatorio; en los secadores continuos están el de túnel y cinta o correa. El secadero de horno se utiliza para procesar frutas, granos y vegetales, el cual posee dos pisos construidos con una plataforma con aberturas que separa la sección del secado de la sección de quemado en el primer piso. El secador rotatorio es también conocido como secador agitado y por lo general se utiliza para procesar sólidos que fluyen libremente o son granulares (Vega et al. 2000).

El secador de armario o bandejas está siendo muy utilizado en la industria de alimentos; funciona mediante una corriente de aire que pasa por una resistencia calentada, ya sea por electricidad u otra fuente de energía y es forzado a pasar a través de las bandejas y los productos sobre ellas; uno de los problemas más grandes con este sistema es que el secado no es uniforme en ciertos puntos en la bandeja, motivo por el que se utiliza a pequeña escala y en planta piloto para procesar cantidades de hasta 50 Kilogramos (Barbosa et al. 2000).

2.4 CLOROFILA

Se denomina clorofila al pigmento que hace que las hojas tengan una coloración verde; mediante este pigmento se absorbe la luz en longitud de onda violeta, azul y rojo, reflejando el color verde. La clorofila es esencial para el proceso de fotosíntesis en las plantas, está compuesta por un complejo de magnesio (Cava et al. 1971), el cual mantiene el color verde dentro de las estructuras vegetales.

Los tejidos vegetales pierden su pigmento o coloración verde característico cuando los mismos son procesados, ya sea por medio de un tratamiento térmico, como el escaldado o secado. Por lo general, el cambio de color que se presenta en los tejidos vegetales es de verde oliva a verde pardo. La degradación de este pigmento se puede dar por la temperatura, pH, luz y oxígeno. La clorofila también es afectada por acción enzimática de la clorofilasa, enzima se encuentra ampliamente ubicada en los tejidos vegetales y reacciona cuando la planta entra en condiciones de estrés fisiológico, como por ejemplo el almacenamiento prolongado. La clorofila se degrada en fitol y clorofilina (Barreiro et al. 2006).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2 UBICACIÓN

El estudio se realizó en las instalaciones de la Planta Hortofrutícola y los análisis físico-químicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

3.3.1 Materiales

- Albahaca dulce (*Ocimum basilicum*).
- Albahaca canela (*Ocimum cinnamon*).
- Albahaca limón (*Ocimum basilicum citriodorum*).

3.3.2 Equipos y utensilios

- Deshidratador de bandejas Harvest Saver.
- Balanza.
- Espátulas.
- Bolsas Ziploc®.
- Cuarto frío.
- Colorflex Hunter L*a* b*.
- Horno de convección.
- Crisoles.
- Disecador.
- Papel toalla.

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Obtención de la albahaca fresca

La materia prima se obtuvo de productores de albahaca ubicados en el municipio de Talanga, departamento de Francisco Morazán.

Se seleccionaron tres variedades de albahaca fresca para secar: albahaca dulce (*Ocimum basilicum*), albahaca canela (*Ocimum cinnamon*) y albahaca limón (*Ocimum basilicum citriodorum*), siendo estas variedades las más comercializadas en Zamorano.

3.4.2 Secado de albahaca

La albahaca se secó en el deshidratador de bandejas Harvest Saver, el cual tiene una capacidad de 50 Kg/h, a dos distintos tiempos (16 y 24 horas) de secado y a una temperatura de 70 °C.

3.4.3 Rendimiento

El rendimiento de secado de las muestras se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso final (albahaca seca)}}{\text{Peso inicial (albahaca fresca)}} \times 100$$

3.4.4 Análisis físico-químico

3.4.5 Análisis de color

Para la determinación del color se utilizó el ColorFlex HunterLab®, en el cual se midieron valores de L*a* b* con albahacas frescas y secas. El valor L* indica la claridad en una escala de 0-100 siendo cero (0) negro y cien (100) blanco. El valor de a* mide el espectro visible del verde al rojo, siendo a (-) verde y a (+) rojo. El valor de b* mide el valor de azul a amarillo, siendo b (-) azul y b (+) amarillo, tanto a* como b* usan una escala de -60 a 60.

3.4.6 Análisis de humedad

Para la determinación de humedad de la albahaca fresca y seca se utilizó el método de la AOAC 934.91

3.4.7 Análisis sensorial

Se realizó un análisis de preferencia (Anexo 1) evaluando solamente las tres variedades albahaca deshidratada, en una base láctea compuesta principalmente de queso Zamodelfia y crema ácida. Se hizo una prueba de ordenamiento múltiple con 70 personas mediante el

método de análisis de datos Friedman, en la cual los panelistas evaluaron las muestras ordenándolas de uno a tres, siendo uno la menos preferida y tres la más preferida.

3.4.8 Entrevista

Adicionalmente, se realizó una entrevista abierta estructurada (Anexo 2) al chef de la cafetería de Zamorano para obtener información cualitativa sobre las albahacas. La cafetería Zamorano podría ser un comprador potencial de la albahaca que produce la unidad de Agricultura Orgánica, aparte del comedor estudiantil. La recopilación de información de la entrevista tuvo como objetivo determinar frecuencia, preferencia y gustos al utilizar la albahaca, tanto fresca como seca. La entrevista fue grabada. Las repuestas por parte del señor Muñoz en cuanto al uso que le daría a la albahaca fueron las siguientes:

- Utilización frecuente, en caso de ser obtenida
- Usaría albahacas frescas y secas
- Preferencia por albahaca fresca: por el aroma y sabor
- La albahaca limón sería su preferida
- Usos:
 - Limón: platos salados
 - Canela: ensaladas
 - Dulce: postres como helados

Anteriormente se habló con chefs practicantes en el comedor estudiantil, quienes recomendaron el uso del queso o bases lácteas para evaluar la preferencia de las albahacas.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (BCA), con un arreglo factorial de 3x2, con 6 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 18 unidades experimentales. Los factores evaluados fueron el tiempo de secado (16 y 24 horas) y la variedad de albahaca (limón, canela y dulce). Los datos obtenidos fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANDEVA), con una separación de medias Duncan ($P < 0.05$). Los resultados fueron obtenidos mediante el programa “Statistical Analysis System” (SAS Version 9.1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados dentro de cada bloque.

Variedad/Tiempo(h)	16	24
Limón	Dulce/16	Dulce/24
Dulce	Canela/16	Canela/24
Canela	Limón/16	Limón/24

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2 ALBAHACA FRESCA

4.2.1 Color

El Cuadro 2 indica que las albahacas frescas de distintas variedades no presentan diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en los valores $L^*a^*b^*$. Las tres variedades presentaron una baja luminosidad y una coloración verde y amarilla. La composición química de cada tipo de albahaca puede variar, la albahaca dulce es rica en linalol y la exótica o limón contiene estragol o metilchavicol (Pierre et al. 2003), los dos compuestos anteriores poseen una coloración amarilla, lo que coincide con los resultados obtenidos para la coloración amarilla, donde no hubo diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). A pesar de que según Curtis et al. (2000), existen diferentes clorofilas que vuelven distinta cada planta, no se encontró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en cuanto a la coloración y la luminosidad.

Cuadro 2. Análisis físico de color de la albahaca fresca.

Tratamiento	Media $L^* \pm D.E.$ [▲]	Media $a^* \pm D.E.$	Media $b^* \pm D.E.$
Albahaca canela	$42.96 \pm 0.31^{a**}$	-7.73 ± 0.41^a	19.40 ± 0.72^a
Albahaca dulce	41.73 ± 0.96^a	-8.91 ± 0.86^a	22.09 ± 0.27^a
Albahaca limón	44.15 ± 0.31^a	-8.85 ± 0.37^a	22.82 ± 0.69^a

*Medias seguidas con diferente letra en cada columna indican que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

▲Desviación estándar.

4.2.2 Humedad

Según el Cuadro 3, la albahaca limón y dulce tuvieron una mayor humedad, siendo significativamente iguales ($P \leq 0.05$) entre ellas, en comparación con la albahaca canela. Según Barreño (2006), la albahaca es un tejido vegetal vivo que varía en su estructura y absorción de nutrientes, incluso entre plantas de un mismo cultivo además, las variaciones en la humedad pudieron ser influenciadas en su mayoría por la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, siendo éste un factor que no se pudo controlar en este estudio.

Cuadro 3. Análisis químico de humedad de la albahaca fresca.

Tratamiento	Humedad $\pm$ D.E. [▲]	Separación de medias [*]
Albahaca limón	90.62 $\pm$ 0.28	a
Albahaca dulce	89.88 $\pm$ 0.29	a
Albahaca canela	88.36 $\pm$ 0.79	b

^{*}Medias seguidas con diferente letra indica que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

[▲]Desviación estándar.

4.3 ALBAHACA SECA

4.3.1 Color

El Cuadro 4 muestra los valores $L^*a^*b^*$ de las albahacas secas. La luminosidad, así como las coloraciones amarilla y verde fueron bajas. Dentro de cada variedad de albahaca no hubo diferencias debido al tiempo de secado. La luminosidad para la albahaca dulce-16 y dulce-24 fue el más bajo respecto a las demás. Respecto al valor a, las tres variedades de albahacas a las 16 horas y la albahaca dulce-24 obtuvieron una tonalidad más verde que la albahaca limón-24 y albahaca canela-24. La alta variabilidad para este valor se debe al secado, ya que no hay uniformidad de aire caliente en todos los puntos dentro del horno (Barbosa et al. 2000); para el valor b todas los tratamientos presentaron la misma coloración amarilla.

Cuadro 4. Análisis físico de color de la albahaca seca.

Tratamiento	Media $L^* \pm$ D.E. [▲]	Media $a^* \pm$ D.E.	Media $b^* \pm$ D.E.
Albahaca limón-16	39.42 $\pm$ 1.21 ^{a**}	-1.22 $\pm$ 0.84 ^{abc}	12.02 $\pm$ 0.87 ^a
Albahaca canela-16	38.68 $\pm$ 2.75 ^a	-2.2 $\pm$ 2.62 ^{bcd}	12.96 $\pm$ 0.71 ^a
Albahaca dulce-16	34.68 $\pm$ 2.90 ^b	-3.31 $\pm$ 1.34 ^{cd}	13.77 $\pm$ 0.97 ^a
Albahaca limón-24	36.88 $\pm$ 4.91 ^a	-0.18 $\pm$ 0.50 ^a	12.94 $\pm$ 2.56 ^a
Albahaca canela-24	34.98 $\pm$ 4.71 ^{ab}	-0.75 $\pm$ 1.42 ^{ab}	12.58 $\pm$ 0.79 ^a
Albahaca dulce -24	31.02 $\pm$ 2.33 ^b	-2.68 $\pm$ 0.50 ^{cd}	12.47 $\pm$ 0.38 ^a

^{*}Medias seguidas con diferente letra en cada columna indican que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

[▲]Desviación estándar.

En comparación con las albahacas secas, las albahacas frescas presentaron mayor luminosidad y coloraciones verde y amarilla más altas. Según Barreiro et al 2006, la clorofila puede ser afectada por factores como temperatura, oxígeno, pH y luz; en este caso, la temperatura de secado fue 70°C, lo que causó la transformación de la clorofila en feofitina, debido a la pérdida del átomo de magnesio, haciendo que su color cambiara de verde claro a verde oscuro o pardo. La correlación entre humedad y coloración verde también fue directa (0.6621), así como la correlación entre humedad y la coloración amarilla (0.6817), es decir, a mayor coloración verde o amarilla, mayor humedad y viceversa ($P \leq 0.05$).

4.3.2 Rendimiento

Como se puede observar en el Cuadro 5, en general no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Las albahacas secadas, tanto a las 16 horas como hasta las 24 horas fueron estadísticamente iguales en las tres variedades, lo que indica que no hubo efecto del tiempo dentro de cada variedad. Sólo el rendimiento para la variedad limón-24 fue estadísticamente menor que las variedades canela-16 y dulce-16, siendo las últimas indiferentes entre ellas. Existe una correlación significativa directa (0.9862) entre la humedad y el rendimiento de las albahacas secadas, tanto a las 16, como a las 24 horas, es decir, a mayor humedad presente en las albahacas, mayores rendimientos obtenidos ($P \leq 0.05$). Según Maupoey et al. 2003, el rendimiento y humedad de los alimentos deshidratados o secos va a depender mayormente de la cantidad de producto a ser colocada en el secador, cantidad que para este estudio fue uniforme en cada bandeja y de esta manera, evitar variabilidad entre datos.

Cuadro 5. Rendimiento de la albahaca seca.

Tratamiento	Rendimiento $\pm$ D.E. [▲]	Separación de medias*
Albahaca canela-16	12.00 $\pm$ 0.50	a
Albahaca dulce -16	11.70 $\pm$ 0.90	a
Albahaca limón-16	10.30 $\pm$ 0.66	ab
Albahaca canela-24	10.90 $\pm$ 0.60	ab
Albahaca dulce-24	10.50 $\pm$ 0.23	ab
Albahaca limón-24	9.13 $\pm$ 0.13	b

*Medias seguidas con diferente letra indica que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

▲Desviación estándar.

4.3.3 Humedad

Hubo una disminución en la humedad de las albahacas después del secado. El tiempo de secado tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) en la humedad de todas las variedades de albahaca (Cuadro 6). La humedad de la albahaca dulce-16 fue una de las mayores, resultado que coincide con el obtenido para las humedades de albahacas frescas, donde la humedad de la albahaca dulce junto a la albahaca limón fueron las más altas. Barbosa et al. 2000 asegura que la variación entre humedades dependerá entre otros factores de la humedad del ambiente, que es absorbida por el secador y la albahaca. La ineficiencia del secador de bandeja es un factor que afecta, ya que el aire caliente no llega uniformemente a todos los puntos del secador (Heldman et al 1981). El United States Department of Agriculture (USDA) asegura que un producto se denomina seco si el porcentaje de humedad es mayor a 2.5%, las humedades alcanzadas después del tiempo de secado en este estudio oscilan entre 16 a 65%, por lo que estas albahacas son productos secos.

Cuadro 6. Análisis químico de humedad de la albahaca seca.

Tratamiento	Humedad$\pm$ D.E. [▲]	Separación de medias*
Albahaca canela-16	65.15 $\pm$ 4.34	a
Albahaca dulce-16	64.30 $\pm$ 4.69	a
Albahaca limón-16	54.27 $\pm$ 2.27	b
Albahaca canela-24	48.63 $\pm$ 5.21	c
Albahaca dulce -24	28.04 $\pm$ 2.12	d
Albahaca limón-24	16.49 $\pm$ 2.43	e

*Medias seguidas con diferente letra indica que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

[▲]Desviación estándar.

4.3.4 Análisis de preferencia

En la prueba de ordenamiento múltiple (Cuadro 7), los consumidores prefirieron la base láctea que contiene albahaca dulce. Las albahacas limón y canela fueron indiferentes entre sí. Según Casanova (2001), la albahaca dulce es la variedad más conocida por su aroma y sabor además, ayuda a realzar el sabor de los alimentos.

Cuadro 7. Análisis de preferencia método Friedman.

Tratamientos	Suma de ranking	Separación de medias
Albahaca limón	158	b*
Albahaca canela	150	b
Albahaca dulce	234	a

*Medias seguidas con diferente letra indica que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

5. CONCLUSIONES

- Las albahacas frescas y secas presentaron una luminosidad baja y tonalidades amarillas y verdes bajas.
- El tiempo de secado no afectó la coloración de las albahacas, sin embargo la albahaca dulce presentó una luminosidad más baja y coloración más verde que las demás variedades.
- El tiempo de secado no afectó significativamente el rendimiento de las albahacas.
- El contenido de humedad de las albahacas secas fue afectado por el tiempo de secado. La albahaca limón fue la variedad más afectada por el tiempo de secado a las 16 y 24 horas, presentando los porcentajes más bajos de humedad después del secado.
- La albahaca dulce fue la variedad más preferida sensorialmente por los consumidores.

6. RECOMENDACIONES

- Optimizar el tiempo y la temperatura de secado para obtener una albahaca deshidratada.
- Realizar un estudio de costos del proceso de secado de albahaca para la planta Hortofrutícola.
- Hacer mediciones de actividad de agua (A_w).

7. LITERATURA CITADA

Barreiro, J; Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Venezuela. Equinoccio. 365 p.

Barret, D. 2007. Maximizing the Nutritional Value of Fruits & Vegetables. Food Technology. 61(4):40-44 p.

Barreño, P. 2006. Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Colombia. UNC. 209 p.

Barbosa,V; Vega, H. 2000. Deshidratación de alimentos. España. Aspen publishers. 297 p

Casabianca, H; Graff, J; Faugier, V; Fleig, F ; Grenier C. 1997. Enantiomeric distribution studies of linalool and linalyl acetate. A powerful tool for authenticity control of essential oils. HRC J High Res Chrom 21:107-112.

Casanova, E. 2001. Diccionario Culinario Mexicano Bilingüe Español – Inglés. México. Limusa. 97 p.

Cava, A; Johnson, D; Stevens, L. 1971. Organic chemistry. Estados Unidos. Worth publishers. 1476 p.

Costenbader, C. 2001. El gran libro de las conservas. España. Paidotribo. 375 p.

Cunnif, P. 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International. Maryland, United States of America.

Deloitte & Touché. 1991. Coinversiones y comercio en la agroindustria alimentaria. Costa Rica. Bib. Orton IICA / CATIE. 63 p.

Fonnegra, R; Jiménez, S. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia 2da edición. Colombia. Universidad de Antioquia. 368p.

Green, A. 2007. El Libro de las Especies. España. Robinbook. 368 p.

Maupoey, P; Andrés, A; Barat, J; Albors, A. 2003. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. España. UPV. 202 p.

Moctezuma, J. 1994. Prácticas de Higiene y Sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994:29

Muñoz, F. 1996. Plantas medicinales y aromáticas. España. Mundi-Prensa. 365p

Ocampo, R. 1994. Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Costa Rica. Bib. Orton IICA / CATIE. 122 p.

Lee, S; Umano, K; Shibamoto, T; Lee, K. 2004. Identificación de los compuestos volátiles de la albahaca y otras hojas. Japón. Journal. 131-137.

O'Mahony, A. 1986. Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures Sensory multiple-differences testing. Marcel Deker. 487 p

Paltrinieri, G; Figuerola F.1997. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas Amazónicas nativas e introducidas.

Pierre, M; Gallouin, F. 2006. Especies, aromatizantes y condimentos. Francia. Mundi-Prensa. 413 p.

Sastre, A; Hernández, M. 1999. Tratado de nutrición. España. Díaz de Santos. 1476 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación de la prueba de ordenamiento múltiple (ranking test).

PRUEBA DE ORDENAMIENTO RANKING MÚLTIPLE		
Ordene del 1 al 4, siendo el 4 el que MÁS prefiere y 1 el que MENOS prefiere.		
454	512	001

Anexo 2. Formulario de preguntas para la entrevista estructurada abierta para chef de la cafetería Zamorano.

1. ¿Utiliza o no la albahaca? 2. ¿Por qué la utiliza y en qué platos? 3. ¿Con cuánta frecuencia utiliza la albahaca? 4. ¿Utiliza la albahaca fresca o deshidratada? ¿Por qué? 5. ¿Qué variedad utiliza? ¿Por qué?
