

Obtención de un polvo de ají dulce (*Capsicum chinense*) producido mediante deshidratación por aire forzado

Production of sweet pepper (*Capsicum chinense*) powder using air-forced dehydration

Aimed GONZÁLEZ¹, Aurora ESPINOZA ESTABA¹, Adolfo Enrique CAÑIZARES CHACÍN² y Jesús Rafael MÉNDEZ NATERA³

¹Programa de Tecnología de los Alimentos, Escuela de Zootecnia, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Avenida Universidad, *Campus* Los Guaritos, Maturín, 6201, Venezuela, ²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Monagas (INIA). Laboratorio de Poscosecha y ³Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas. Universidad de Oriente.

E-mails: acanizares@inia.gob.ve y acanizares2@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 15/04/2008 Fin de primer arbitraje: 18/06/2008 Primera revisión recibida: 19/08/2008
Fin de segundo arbitraje: 27/09/2008 Segunda revisión recibida: 03/10/2008 Aceptado: 25/10/2008

RESUMEN

Una de las variables de proceso más importantes, en el secado por aire caliente, es la temperatura, influyendo no solo en el tiempo de secado sino que también en las reacciones de degradación de los componentes del alimento. En este trabajo se analizaron las condiciones de secado para el ají dulce. Un mismo lote de ajíes, cortados simétricamente, se secaron por aire caliente a tres temperaturas (50, 60 y 70 °C). Los resultados obtenidos indicaron que las temperaturas de secado de 60 y 70 °C permitieron obtener polvo mientras que a 50 °C no se logró por ser una temperatura muy baja de secado para este producto. Las muestras de ají tuvieron una pérdida de humedad de 90 y 91% a 60 y 70 °C, respectivamente, ambos tratamientos presentaron valores bajos de actividad de agua de 0,3599 a 60 °C y de 0,3484 a 70 °C. Se compararon las variables físico-químicas (*aw*, pH, color, granulometría) para los tratamientos en estudio, donde se observó diferencia significativa entre ellos ($p \leq 0,05$) obteniéndose valores más bajos a 70 °C. En relación al color, ambos polvos presentaron variación en comparación con el ají fresco, dando como resultado productos de colores rojo oscuro y opacos. En cuanto a la granulometría, los polvos no presentaron uniformidad entre sus partículas, debido a que se obtuvieron partículas de diferentes diámetros. Se aplicaron pruebas sensoriales para los atributos de color, olor y sabor a los polvos de los dos tratamientos, donde los panelistas detectaron diferencias entre ellos, resultando mejor el polvo obtenido a 60 °C.

Palabras Clave: *Capsicum chinense*, ají dulce, deshidratación, temperatura

ABSTRACT

Temperature is one of the most important process variables in the hot air drying, which influence not only the drying time but also the degradation reactions of the food components. This paper analyzed the conditions for the drying of sweet pepper. A batch of sweet peppers, cut symmetrically, were dried by hot air at three temperatures (50, 60 and 70 °C). The results indicated that drying temperatures of 60 and 70 °C allow get powder while at 50 °C is not achieved because it is a very low temperature drying for this product. Samples of sweet pepper had a water loss from 90 to 91% at 60 and 70 °C, respectively, both treatments had low water activity of 0.3599 at 60 °C and 0.3484 at 70 °C. Physico-chemical variables (*aw*, pH, color, size) for the treatments under study were compared, where there were significant differences among treatments ($p \leq 0.05$), lower values were obtained at 70 °C. In relation to color, both powders showed variation in staining compared with fresh sweet pepper, resulting in products of dark red and opaque colors. In terms of granulometry, the powders showed no uniformity among the particles, which were obtained from different particle diameters. Sensory tests were applied to the attributes of color, flavor and taste of the powders of the two treatments, where the panelists detected differences between them, resulting the better powder obtained at 60 °C.

Key words: *Capsicum chinense*, sweet peper, dehydration, temperature

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaría tiene como objetivo principal el prolongar la vida útil de los productos elaborados. De esta forma, se llevan a cabo procesos

y operaciones unitarias en la que los alimentos son transformados a su forma de comercialización intermedia o final. Los productos deshidratados, ofrecen variadas ventajas sobre los productos frescos, por ejemplo, reducción de masa, volumen y aumento

de la vida útil. Al tener una actividad de agua mucho más baja que el producto fresco, se reduce el desarrollo de microorganismos y la actividad enzimática.

Durante el secado de las frutas y hortalizas se produce una serie de cambios en sus componentes originales, los cuales afectan en la calidad del producto final. Una de las variables más importantes, en el secado por aire caliente, es la temperatura, influyendo no sólo en el tiempo de secado sino en las reacciones degradativas que afectan las propiedades organolépticas y el valor nutricional de los mismos. Con tiempos de secado prolongados se obtienen productos de baja calidad por caramelización de azúcares, reacciones de Maillard, reacciones enzimáticas, degradación de pigmentos y oxidaciones de ácidos (Potter y Hotchkiss, 1999).

El sabor, color, textura, aroma y propiedades de rehidratación, son los atributos de calidad más importantes en los alimentos deshidratados. La selección de las condiciones de secado apropiadas son necesarias para minimizar el choque térmico, eliminar el resecado y mantener los componentes que determinan la calidad del producto final (Barbosa Canovas y Vega Mercado, 2000).

La producción de ají dulce en Venezuela es de gran importancia, muy especialmente en la región Nororiental donde se le considera un elemento casi esencial en la elaboración de las comidas, por su sabor particular y contenido de vitaminas B₁, B₂ y C; su rendimiento se estima en 8000 Kg/ha (Gil, 1988). El ají dulce es una hortaliza de amplio uso en el arte culinario, debido a su fragancia y sabor típico lo hacen más preferido que el pimentón en la preparación casera de guisos, salsas y sopas. Además, se usa en la preparación de salsas envasadas y potencialmente es un producto que se puede deshidratar y moler para aprovecharse como condimento. Este cultivo es de gran popularidad en el Oriente del país específicamente en los estados Monagas, Sucre y en la Isla de Margarita. Sin embargo, existen épocas del año donde la oferta es mayor que la demanda, lo que provoca una caída en los precios, y otras donde la demanda es mayor que la oferta. A fin evitar pérdidas y en la búsqueda de alternativas de conservación y mantener la oferta del producto durante todo el año se utilizó el proceso de deshidratación en estufa de aire forzado para obtener un polvo de ají dulce (*Capsicum chinense*) y evaluar

el efecto de la temperatura sobre las características del producto obtenido.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Poscosecha del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA) ubicado en San Agustín de la Pica, vía Laguna Grande, Estado Monagas y en el laboratorio de Análisis de alimentos, del Programa de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Oriente Núcleo Monagas "Campus los Guaritos" Municipio Maturín, Estado Monagas. Los frutos de ajíes dulces utilizados en el experimento procedían de cultivos de la zona de producción de Caicara, Municipio Cedeño, Edo. Monagas

Fase 1. Determinación del tiempo de deshidratación de muestras de ají a 50, 60 y 70 °C.

Se realizó un primer experimento para determinar el tiempo requerido para que las muestras de ajíes mantuvieran un peso constante. Se utilizaron 2 Kg. de ajíes frescos y cortados, los cuales se colocaron en bandejas de aluminio (5 en total) con 400 g de ají. Las muestras fueron sometidas a secado utilizando tres temperaturas 50, 60 y 70 ° C en una estufa de aire forzado WTC Binder serie BD/ED/FD, la cual posee una velocidad de aire entre las bandejas que varía con el producto oscilando normalmente entre 1 y 10 m seg.⁻¹, durante un período de tiempo, el necesario hasta que las muestras alcanzaron una actividad de agua $a_w < 0,60$. Se tomaron muestras (tres ajíes) cada media hora durante las primeras cuatro horas y luego cada hora para determinarles actividad de agua (a_w). De igual manera para determinar la pérdida de peso y la reducción de agua disponible. El tiempo establecido para cada tratamiento fue de 16 horas a 50° C, 13 horas a 60° C y 10 horas a 70° C.

Fase 2. Deshidratación de muestras de ají

Determinado el tiempo de deshidratación, se procedió a deshidratar 2 kg. de ajíes frescos y cortados de acuerdo al tamaño y dimensiones de 5-6 cm aproximadamente, los cuales debían estar sanos con ausencia de daños causados por golpes, microorganismos e insectos. Las muestras fueron deshidratadas a 50, 60 y 70° C durante 16, 13 y 10 horas respectivamente, tiempo después del cual fueron retiradas de la estufa y colocadas en un

desecador, posteriormente se empaclaron en bolsas de polietileno de baja densidad (bolsas ziploc) para su almacenamiento y posterior molienda y análisis.

Es importante resaltar que para el tratamiento correspondiente a 50° C y 16 horas no se obtuvo polvo de ají debido a que las muestras no lograron un secado suficiente, es decir, permanecieron húmedas ya que requerían de tiempos muy prolongados para su secado.

Una vez deshidratadas las muestras de ajíes se realizó la molienda, la cual se llevo a cabo en un molino marca Wiley el cual trabaja a 1.200 revoluciones/ minutos con un tamiz 1 mm aproximadamente.

Determinaciones analíticas

Humedad

La determinación de humedad se realizó por el método de calentamiento directo en estufa convencional de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC, 1990. El porcentaje de humedad en las muestras se calculo utilizando la siguiente fórmula:

Pérdida de peso = Peso cápsula bandeja - (Peso de la bandeja + muestra)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Con los datos obtenidos se construyó la gráfica de humedad en función del tiempo.

pH

La determinación de pH se realizó usando la metodología descrita por la norma COVENIN 1315-79. Se determinó el pH con un potenciómetro 1.S01 selecta, 2001 modelo Optic System, calibrado previamente con buffer estandarizado (4 y 7) apropiados para el análisis.

Color

La determinación de color se realizó por el sistema de CIELAB (1971) para lo cual se utilizó un colorímetro triestímulo COLOR TEE PCM/PSM; la respuesta es procesada por el equipo a valores triestímulo a, b y L, coordenadas de claridad o brillantez (L) y cromaticidad(a). Se realizaron

mediciones tanto en el ají fresco como al polvo de ají con la finalidad de observar la coloración inicial y final de las muestras.

Actividad de agua (aw)

La actividad de agua de las muestras frescas y deshidratadas se determinó mediante un hidrómetro eléctrico AQUALAB Decagón de la serie 3.

Granulometría

Para la determinación de granulometría se utilizó el método propuesto por Alvarado y Aguilera (2001) el cual mide la uniformidad de las partículas del polvo de ají. Para ello se utilizó un set de cinco (5) tamices, colocando el más grueso en la parte superior y el más fino en la parte inferior; al final se colocó una bandeja que, recoge las partículas más finas. Se colocó la muestra en el tamiz más grueso (parte superior), se procedió a agitar manualmente el set de tamices, cinco veces cada vez. Los tamices fueron previamente pesados ante de colocar las muestras y después de la agitación. Se calculó el porcentaje de muestra retenido en cada tamiz, los tamices utilizados fueron el número 20, 40, 60, 80 y 100.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó de la siguiente manera.

Fase 1. Selección del panel

Se utilizó el análisis secuencial de Wald (Amerine *et al.* 1965), uno de los más usados, el cual permite mediante pruebas sucesivas rechazar un panelista, aceptarlo o continuar evaluándolo, hasta que sea aceptado o rechazado.

Pruebas aplicadas para la selección del panel

Se realizaron pruebas de sensibilidad (vista, olfato y gusto) para conocer la capacidad discriminativa de cada panelista.

Prueba de sensibilidad a la vista

Para la prueba de sensibilidad a la vista se les presentaron a los candidatos una serie de tubos que contenían líquidos de diferentes colores (rojo, verde, y amarillo) para el ordenamiento e identificación.

Prueba de sensibilidad al olfato

Consistió en presentarles a los participantes varias muestras de olores diferentes para su identificación.

Prueba de la sensibilidad al gusto

Se les presentaron a los participantes los cuatro sabores básicos (dulce, salado, amargo y ácido) para su detección. Posteriormente se seleccionaron 50 panelistas, los cuales fueron sometidos a un entrenamiento.

Fase 2. Entrenamiento del panel

La fase dos de la evaluación sensorial consistió en el entrenamiento del panel seleccionado, a través de pruebas de diferencia como la prueba de Duo-Trio y Triángulo.

Prueba de Duo-Trio

A cada panelista se les entregaron tres muestras, una de las cuales se identificó con la letra R (paprika) y las otras dos fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos (polvo de ají), los panelistas debían identificar cual era la muestra diferente y emitir su juicio por escrito a través de una planilla de evaluación, donde el mayor número de los panelistas acertaron la prueba. La prueba se realizó por triplicado.

Prueba de Triángulo

A cada panelista se les entregaron tres muestras, una de las muestras era diferente (paprika) de las otras dos, todas las muestras estaban codificadas con números aleatorios de tres dígitos, los panelistas tenían que identificar si existía diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras a la vez, de las cuales dos son iguales entre si y la otra diferente y emitir su juicio por escrito de una planilla de evaluación. La prueba se realizó por triplicado.

Fase 3. Pruebas sensoriales orientadas al producto final

Se evaluaron las dos muestras de polvo de ají resultantes de los diferentes tratamientos (60 y 70° C). Se utilizaron pruebas orientadas al producto para evaluar las características color, sabor, olor.

Prueba de diferenciación

A cada panelista se le entregaron tres planillas de comparación de pares para evaluar y comparar en cuanto a los atributos color (intensidad de rojo), sabor (característico del ají fresco) y olor (característico del ají fresco). Una de las muestras era ají fresco y las otras dos (polvo de ají 60 y 70° C) codificadas con números aleatorios de tres dígitos; se les solicitó que probarán, observarán dependiendo del caso, cada una de las muestras y las compararán con el ají fresco e indicarán su respuesta calificando en una escala de 15 puntos (1= menor, 15= mayor) la intensidad de los atributos a evaluar (Pedrero y Pangborn, 1997).

Diseño Experimental

Fase 1

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado teniendo como efectos fijos a las temperaturas aplicadas (60 y 70° C) y los distintos tiempos de secado con cinco repeticiones. Las observaciones fueron analizadas a través de un análisis de varianza (ANAVA) (SAS, 1998).

Se utilizó el modelo lineal aditivo:

$$y = \mu + \alpha_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

y = Observaciones de las variables (actividad de agua y % de humedad)

μ = Media poblacional

β_i = Efecto del tiempo

α_i = Efecto de la temperatura

ϵ_{ij} = Error experimental

Las interacciones entre los efectos simples fueron no significativas, por lo tanto se excluyeron del modelo lineal.

Fase 2

Los resultados obtenidos para las variables evaluadas de aw, % de humedad, pH, granulometría, color fueron analizados mediante una prueba de medias de t.

Para las observaciones obtenidas en la evaluación sensorial se analizaron mediante el

método estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. Determinación de la actividad de agua (Aw) en función del tiempo de muestras de ají deshidratadas a 60 y 70° C.

Los resultados del análisis de varianza para la actividad de agua (aw) en las muestras de ajíes deshidratadas por aire forzado a 60 y 70° C, mostró diferencias significativa entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), lo que refleja el efecto de la temperatura sobre las muestras de ajíes procesadas en función del tiempo.

En las Figuras 1 y 2 se muestran el descenso de la aw en las muestras de ajíes sometidas a dos temperaturas de deshidratación (60 y 70 ° C) en función del tiempo, los ajíes presentaron un comportamiento similar. Durante las primeras 4 horas de deshidratación ocurre un periodo de velocidad constante, observándose un descenso de la aw, con un valor aproximado de 0,9419 a 60°C y de 0,9501 a 70°C. En el intervalo de secado entre 5 a 8 horas se puede observar la disminución progresiva de la aw, los valores varían entre 0.9 y 0.6 aproximadamente para ambos tratamientos, estos cambios ocurren en un periodo de velocidad decreciente.

Culminado el proceso de deshidratación de 13 horas a 60°C y de 10 horas a 70°C las muestras de ajíes presentaron una aw de 0,3599 y 0,3484, respectivamente. A esta aw, las muestras de ajíes se consideran un producto de baja humedad, donde no hay crecimiento bacteriano y el pardeamiento

enzimático es disminuido. Estos valores difieren de los reportados por Álvarez *et al* (2007) quienes señalan valores de aw de 0,972 y 0,975 para ajíes rojos y amarillos deshidratados.

Arthey (1992) reporta que un producto alimenticio al tener una actividad de agua (aw) mucho más baja que el producto fresco se reduce el desarrollo de microorganismos y la actividad enzimática, aumentando de esta manera su vida útil.

Contenido de humedad (%) en muestras de ajíes deshidratadas a 60 y 70 ° C

El análisis de varianza del porcentaje de pérdida de humedad en las muestras de ají deshidratadas por aire forzado a dos temperaturas de 60 y 70° C encontró diferencias significativa ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos, lo que revela que hubo efecto de la temperatura sobre el contenido de humedad del ají en función del tiempo.

En las Figuras 3 y 4 se muestra la pérdida de humedad en los ajíes sometidos a dos tratamientos (60 y 70 ° C) durante 13 y 10 horas, respectivamente, observándose que la mayor pérdida de humedad se obtuvo en los ajíes deshidratados a 70° C, durante las primeras 4 horas de secado se produce una reducción importante del contenido de agua, la cual se eliminó por flujo másico. En este período se ha eliminado el 50 % del agua que se encontraba en las muestras de ajíes. En intervalo de secado de 5 a 8 horas se observa una la disminución progresiva del contenido de humedad, los valores varían entre 40 y 20% aproximadamente para ambos tratamientos, el agua que se encontraba en las muestras de ají estaba débilmente ligada, ya que la evacuación de la misma

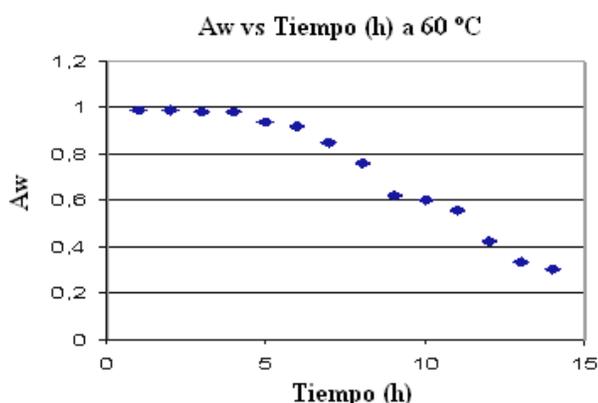


Figura 1. Descenso de la aw de muestras de ají dulce (*Capsicum chinense*) deshidratadas a 60° C por un tiempo de 13 horas.

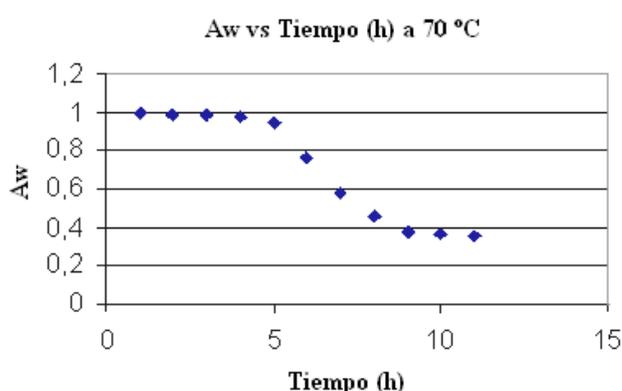


Figura 2. Descenso de la aw de muestras de ají dulce (*Capsicum chinense*) deshidratadas a 70° C por un tiempo de 10 horas

era cada vez menor. Este período de velocidad decreciente continuó hasta que las muestras presentaron una pérdida de humedad de 90 % a 60° C en 13 horas y 91 % en 10 horas para 70° C.

Fase 2.

Variables físico-químicas

Actividad de agua (aw) en polvos de ají deshidratados por aire forzado a 60 y 70° C.

La prueba de t para la actividad de agua (aw) para el polvo de ají mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores de aw para los polvos de ají deshidratados a 60 y 70° C se muestran en el Cuadro 1, se observó el efecto de la temperatura sobre la aw de los polvos, evidenciándose que los menores valores corresponden al polvo obtenido a 70° C (0,3484) y a 60° C (0,3599), es decir, se observó la disminución de la aw con respecto a las muestras frescas. Estos valores de aw para los polvos de ají

coinciden con lo señalado por Potter y Hotchkiss (1999).

Porcentaje de humedad (% H) en polvos de ají obtenidos en los diferentes tratamientos

La prueba de t para el porcentaje de humedad (% H) en el polvo de ají, mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$).

El porcentaje de humedad para el polvo de ají deshidratado por aire forzado se muestra en el Cuadro 1, observándose una disminución. El menor porcentaje de humedad 11,06% correspondió al polvo obtenido a 70° C por un periodo de de 10 horas y el mayor 11,72% para el obtenido a 60° C. Ambos polvos presentaron un contenido bajo solo que a 70° C se alcanzó en menor tiempo en comparación con el de 60° C. estos valores son diferentes a los reportados por Álvarez *et al* (2007) quienes encontraron valores de humedad de 86,11 y 88,13% en ajíes rojos y amarillos deshidratados.

De acuerdo a los valores obtenidos Larrañaga y Caraballo (1999) reportan que cuando se aplica un proceso de deshidratación a un producto tanto la actividad de agua como el porcentaje de humedad disminuyen y mientras más elevada sea la temperatura de secado la evacuación de agua es más rápida.

pH de polvos de ajíes obtenidos en los diferentes tratamientos

La prueba de t para la variable pH reveló diferencias significativas para los tratamientos ($p \leq 0,05$). En el Cuadro 1, se muestra la disminución del pH de los polvos de ají obtenidos de los diferentes tratamientos. La comparación entre los tratamientos reveló que existía diferencia de pH entre los polvos de ají provenientes del tratamiento T₁ (5,04) y del tratamiento T₂ (4,91), esto se debe a la acción del calor y la temperatura aplicada a las muestras, es

Cuadro 1. Efecto de la temperatura de secado sobre las variables físicas de polvos de ají (*Capsicum chinense*).

Variables físicas	Ají fresco	Polvo de ají (T ₁ = 60 °C)	Polvo de ají (T ₂ = 70 °C)
Aw	0,999	0,3599	0,3484
Humedad (%)	86,60	11,72	11,06
pH	5,74	5,04	4,91

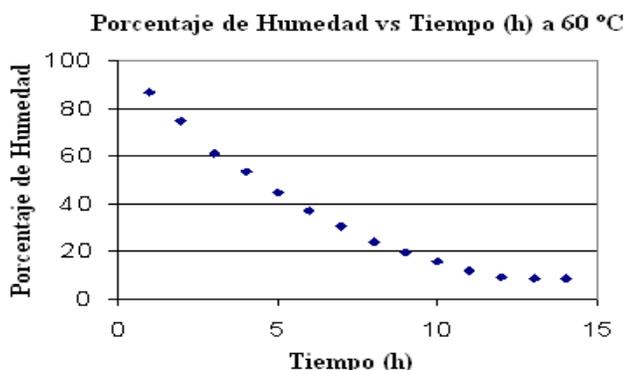


Figura 3. Contenido de humedad (%) en muestras de ají (*Capsicum chinense*) deshidratadas a 60 °C durante 13 horas.

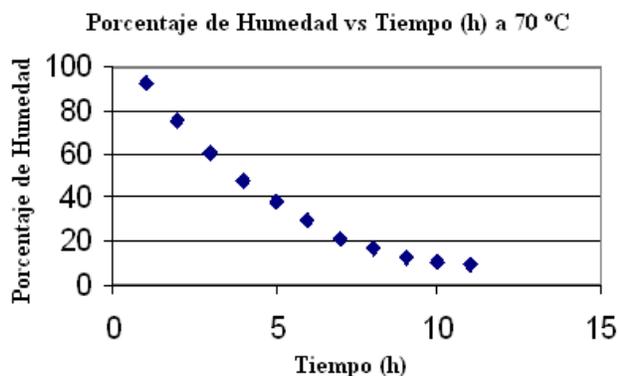


Figura 4. Contenido de humedad (%) en muestras de ají (*Capsicum chinense*) deshidratadas a 70 °C durante 10 horas.

decir, que durante el proceso de deshidratación se produce eliminación de agua y se concentran otras sustancias tales como ácidos que provocan la disminución del pH. Barbosa Canovas y Vega Mercado (2000) reportan que esto se debe principalmente a la acción del calor, ya que en los alimentos deshidratados hay pérdida o disminución en algunos de sus componentes y características físicas (pH, vitaminas, color, carbohidratos, entre otros).

Color

La prueba de t para la medición del color en el polvo de ají, reveló diferencias significativas para los tratamientos ($p \leq 0,05$). En el Cuadro 2, se muestra de los valores de las coordenadas del color a, b, L, observándose diferencias para los tratamientos en estudio en comparación con el ají fresco. Con respecto a las coordenadas a y b del ají fresco presentó valores de 21,568 y 28,522, lo que permite ubicar al producto fresco dentro de la gama de rojos, en cuanto a los valores de L de 53,168, lo que revela el grado de luminosidad el ají fresco poseía un color rojo brillante.

Comparando los valores del polvo de ají obtenido a diferentes a 60 y 70° C, se pudo observar que los valores de las coordenadas a y b los ubican dentro de los colores rojos, al igual que las muestras frescas, sin embargo difieren de anteriores por ser más oscuro y sin brillo.

En relación a la coordenada L para ambos polvos se obtuvieron valores por debajo de los del ají fresco, evidenciándose de esta forma que con la deshidratación se obtiene un producto con poco brillo. Esto se debe principalmente al efecto del secado que ocasiona alteraciones en los colorantes naturales de los alimentos, los carotenoides que son los pigmentos

Cuadro 2. Efecto de la temperatura sobre la variable física color medida con el colorímetro en polvos de ají dulce (*Capsicum chinense*).

VARIABLES	Ají fresco	Polvo de ají ($T_1 = 60^\circ \text{C}$)	Polvo de ají ($T_2 = 70^\circ \text{C}$)
a	21,568	24,506	24,048
b	28,522	36,844	35,848
L	53,168	49,924	49,948

a: Coordenada a (componente rojo-verde); b: Coordenada b (componente amarillo-azul) y L: Coordenada L (claridad)

presente en el ají fresco. En la Figura 5 se muestra gráficamente la ubicación de las coordenadas del color para el ají fresco y los polvos.

Casp y Abril (1999) señalan que las alteraciones de los carotenoides son mayores cuanto más alta es la temperatura, lo que confirma que el polvo obtenido a 70° C sea más oscuro que el obtenido a 60° C. Vega y Fito (2002) determinaron color en pimentones deshidratados y reportan que cuando las temperaturas de secado exceden los 65° C la pérdida de color sobrepasa el 70 %, es decir, los carotenoides, pigmentos encargados de la coloración de los pimentones, se degrada y se obtiene un producto de coloración oscura.

Granulometría

Los resultados de la prueba de t para la granulometría de los polvos de ají obtenidos de los dos tratamientos, mostró diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al porcentaje de polvo retenido en los tamices ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 3, se observan las medias de los porcentajes de muestra retenida en cada tamiz, encontrándose diferencia entre los polvos ($p \leq 0,05$). Las muestras no presentaron uniformidad entre sus

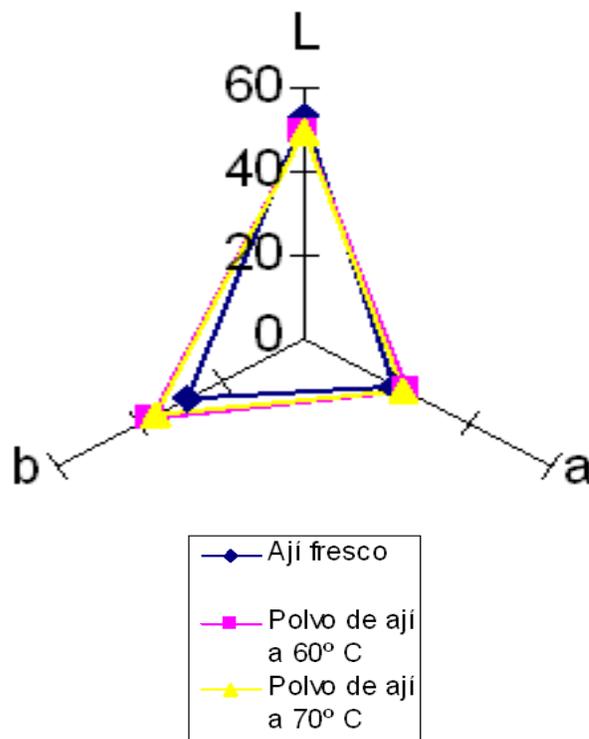


Figura 5. Coordenadas de color para el ají fresco y los polvos de ají dulce (*Capsicum chinense*).

partículas, ya que se obtuvieron partículas de diferentes diámetros. La mayor cantidad de polvo fue retenida en el tamiz o malla 60, el cual tiene una abertura de 0,250 mm. El mayor valor lo obtuvo el polvo deshidratado a 60° C por 13 horas, para un porcentaje de 35,78% y de un 29,17% para 70°C, lo que quiere decir, que el mayor número de partículas tienen un diámetro de 0,250 mm aproximadamente. Cabe destacar que se obtuvieron partículas mayores y menores a 0,250 mm aunque en menor proporción.

Alvarado y Aguilera (2001) reportan que el tamaño de la partícula es una de las características más importantes de un polvo, ya que las medidas del tamaño, así como de su distribución, es uno de los métodos para caracterizar polvos más ampliamente utilizado en la industria de alimentos. Es por ello que se determinó granulometría a los polvos de ají obtenidos en los dos tratamientos, para caracterizar sus partículas, ya que características como: velocidad de disolución, adecuación para la mezcla, fluidez, entre otras, dependen implícitamente de la granulometría.

Atributos Sensoriales

Color (Prueba de diferenciación)

El análisis de varianza para el atributo color, mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), los panelistas detectaron variaciones del color en los polvos de ají atribuible a postratamientos (60 y 70°C). Cabe destacar que los panelistas catalogaron al polvo de 60° C como el de mejor color.

Cuadro 3. Porcentaje de muestras retenidas en los diferentes tamices utilizados en la granulometría de polvos de ají dulce (*Capsicum chinense*).

Tratamientos	Tamiz 20	Tamiz 40	Tamiz 60	Tamiz 80	Tamiz 100	Plato
Polvo de ají ($T_1 = 60^\circ\text{C}$)	1,42	20,28	35,78	19,30	19,32	3,89
Polvo de ají ($T_2 = 70^\circ\text{C}$)	5,95	24,70	29,17	18,75	12,59	8,81

Cuadro 4. Efecto de la temperatura sobre el atributo sabor en polvos de ají dulce (*Capsicum chinense*) (prueba de diferenciación)

Tratamientos	Medias
Polvo de ají ($T_1 = 60^\circ\text{C}$)	30,3
Polvo de ají ($T_2 = 70^\circ\text{C}$)	10,7

Sabor

El análisis de varianza para el atributo sabor, reportó diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), lo que reveló que los panelistas detectaron diferencias en el sabor de los polvos de ají. La mayor media la obtuvo el polvo de ají deshidratado a 60°C señalándolo como el de mejor sabor, es decir que mantenía el sabor característico del ají fresco (Cuadro 4).

Olor

El análisis de varianza para el atributo olor de la prueba de diferenciación mostró que existe diferencias significativas ($p \leq 0,05$), los panelistas encontraron diferencias en el olor de los polvos de ají. La mayor media la obtuvo el polvo obtenido a 60°C, indicando que los panelistas calificaron a dicho polvo con mejor olor (Cuadro 5).

CONCLUSIONES

- Las condiciones de temperatura - tiempo de 60°C y 70°C durante 13 y 10 horas respectivamente fueron adecuadas para la obtención de polvos de ají de buena calidad.
- Los valores más bajos de actividad de agua ($a_w = 0,3484$), porcentaje de humedad (%H = 11,06) y pH = 4,91 se obtuvieron a 70°C en un tiempo de 10 horas.
- Los polvos presentaron variación en su coloración evidenciándose el efecto de la deshidratación.

Cuadro 5. Efecto de la temperatura sobre el atributo olor en polvos de ají (*Capsicum chinense*).

Tratamientos	Medias
Polvo de ají ($T_1 = 60^\circ\text{C}$)	30,0
Polvo de ají ($T_2 = 70^\circ\text{C}$)	11,0

- La granulometría de los polvos de ají no presentaron uniformidad entre sus partículas, debido a diferencias en el diámetro, obteniéndose los mayores porcentajes de muestra retenida en el tamiz N° 60 (35,78 % a 60°C y 29,17% a 70°C).
- En la evaluación sensorial los panelistas calificaron al polvo de ají obtenido a 60°C como el de mejor color, sabor y olor con características similares al ají fresco

LITERATURA CITADA

- Amerine, M. A.; R. M. Pangborn y E. B. Roessler. 1965. Principios de la evaluación sensorial de alimentos. Academia Press, Nueva York. EE.UU.
- Alvarado, J. y J. Aguilera. 2001. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza-España, pp. 31-33.
- Alvarez, C.; J. García, J. Leon y N. Fermín. 2007. Obtención y estudio de un producto deshidratado a base de ají dulce de la variedad Rosa (*Capsicum annum*) secado en un secador de bandejas. Trabajo de Grado para Licenciado en Tecnología de los alimentos. Universidad de Oriente. 180 p.
- AOAC, 1990. Methods of Analysis of Analytical Chemistry. Ed.For Hortwiz. Washington, DC. USA.
- Arthey, D. 1992. Procesado de hortalizas. Acribia, S. A. Zaragoza- España, p. 175
- Barbosa Canovas, G. y H. Vega Mercado. 2000. Deshidratación de alimentos. Acribia, S. A. Zaragoza-España, pp. 1, 2.
- Casp, A. y J. Abril. 1999. Proceso de conservación de los alimentos. Mundi prensa, Madrid, pp. 326–338.
- CIELAB, 1971. Colorimetry Oficial Recommendations of the Internacional Comisión on Ilumination. Publication CIE N° 15 (E: 1.3.1). Bureau. Paris.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. (COVENIN). 1979. Determinación de pH. Norma Venezolana N° 1.315-79. FONDONORMA. Caracas. Venezuela.
- Gil, L. 1988. Evaluación agronómica y caracterización morfológica de 10 selecciones de ají (*Capsicum chinense*) en la localidad de Jusepín. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente. Maturín. Venezuela. p. 110.
- Larrañaga, I. y J. Caraballo. 1999. Control e higiene de los alimentos. Interamericana de España, S.A. Madrid. España. pp. 203-205.
- Pedrero, D. y R. Pangborn. 1997. Evaluación sensorial de los alimentos. Longman, S.A. México, D.F. p 251.
- Potter, N. y J. Hotchkiss. 1999. Ciencia de los alimentos. 5ª Ed. Acribia, S. A. Zaragoza-España. p 221.
- Statistical Analysis System (SAS). 1998. S.A.S, User Guider Statistics. SAS. Inst.INc, Cory, N.C, USA.
- Vega, A y P. Fito. 2002. Influencia de la temperatura de secado en la cinética de secado por aire caliente de pimiento (*Capsicum annum* L). Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.