

## PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN OLEORRESINA DE PIMENTÓN EN DIFERENTES SISTEMAS DE SECADO

*Arjona, M<sup>1</sup>; Díaz Ricci, J.C.<sup>2</sup>; Iriarte, A.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, universidad Nacional de Catamarca Av. Belgrano 300 (4700).E-mail: milarj2002@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> INSIBIO, Universidad Nacional de Tucumán. E-mail: juan@unt.edu.ar

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca

## PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS IN PAPRIKA OLEORESIN IN DRYING SYSTEM DIFFERENT

### **SUMMARY**

The influence of the drying system in the quality of *Capsicum annuum* L. pepper oleoresins has been studied taking into account three systems: solar drying by macro-tunnel, solar drying by direct exposition, and dehydration by lyophilization. The physical-chemical parameters like colour, performance, the refraction index and density were determined according to the methods ASTA (American Spice Trade Association) and IRAM norms and presented differences in each drying system, colour and performance being the most variable. This analysis showed that macro-tunnel drying presents better colour and that lyophilization samples have higher ORP performance. In conclusion, demonstrates that the drying system influences the physical-chemical parameters and the relative concentration of the main carotenoids present in the ORP, what gives origin to major- or lower- quality products. Selecting an adequate drying system will allow to obtain products of a higher quality from the alimentary, commercial and technological viewpoints

**KEYWORDS:** drying - oleoresin paprika - Physical chemical parameters

## **RESUMEN**

La incidencia del sistema de secado en la calidad de oleorresinas, provenientes de frutos de pimiento *Capsicum annuum* L. variedad Trompa de elefante, ha sido estudiada en tres sistemas de secado: secado solar en macrotúnel, secado solar por exposición directa y deshidratación por liofilización. Los parámetros físico-químicos color, rendimiento, índice de refracción y densidad se determinaron según los métodos ASTA (American Spice Trade Association) y normas IRAM. y presentaron diferencias para cada sistema de secado, siendo los de mayor variabilidad el color y rendimiento. Este análisis mostró que el secado macrotúnel presenta mejor color y las muestras liofilizadas mayor rendimiento de ORP.

En conclusión se demuestra que el sistema de secado incide en los parámetros fisicoquímicos y en la concentración relativa de los principales carotenoides presentes en la ORP, originando productos de menor o mayor calidad. Seleccionar el sistema de secado adecuado permitirá obtener productos de la más alta calidad desde punto de vista alimenticio comercial y tecnológico

**PALABRAS CLAVE:** secado - oleorresina pimentón- parámetros-físico-químicos

## **INTRODUCCIÓN**

Los estudios sobre la toxicidad de los colorantes artificiales han orientado hacia el uso de colorantes naturales como por ejemplo la oleorresina de pimentón. La primera lista de colorantes no autorizados en la alimentación humana, data de 1925 en el Reino Unido a la que le siguieron luego otros países. Actualmente las reglamentaciones fundamentales a la que se remiten la mayoría de los países son las propuestas por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos y las establecidas por la comunidad económica europea.

La “oleorresina” es el extracto que contiene todos los componentes del pimentón, extraído en forma de aceite de viscosidad media con un intenso color rojo y aroma típico del pimentón. Recientemente el 55º informe de la FAO/ OMS de expertos en aditivos alimentarios - 2002 han aceptado el uso de la oleorresina de pimentón como especia.

La ORP (oleorresina del pimentón) es un producto típico de exportación y muy apreciado en los mercados exteriores por sus notables ventajas frente al pimentón. España una de los principales productores mundiales exporta el 80 % de su producción principalmente a países Europeos y a EE.UU. En la fabricación de la ORP se utilizan las variedades de pimiento dulce

con aplicaciones en la industria alimenticia y de las variedades picantes se extrae una oleorresina con aplicaciones en la industria farmacológica y como spray de defensa.

Diversas líneas de investigación tratan aspectos relacionados a la tecnología, biosíntesis y analítica de los pigmentos de la especie *Capsicum annuum* en el fruto, pimentón y ORP.

Estudios sobre procedimientos de extracción de la ORP en diferentes solventes, indican que el hexano es uno de los solventes más adecuado por sus propiedades fisicoquímicas (Segura Ferns, 1961).

Recientemente Jarén Galán, et al. (1999) ha reportado un nuevo procedimiento de extracción de ORP con dióxido de carbono supercrítico (SFC-CO<sub>2</sub>).

Investigaciones más recientes se han concentrado en el estudio de la composición de los carotenoides en los frutos de pimiento *Capsicum annuum* durante la maduración (Deli et al., 1992, 1996; Matus et al., 1991).

El color asociado a la calidad del pimiento, pimentón y ORP es un parámetro fundamental y se han investigado diversos métodos de análisis para su determinación tales como cromatografía HPLC cromatografía TLC y espectrofotometría UV-visible (Mínguez- Mosquera et al., 1984; 1992 y Hornero-Méndez y Mínguez Mosquera 2001).

El alcance de la destrucción del color, en gran parte, depende de la presencia de oxidantes fundamentalmente oxígeno molecular, generando cantidad suficiente de energía para que la reacción de degradación tenga lugar. La energía se suministra en forma de luz o de calor y aún cuando el calor incrementa la velocidad de todas las reacciones, las reacciones termo-oxidativas son mucho más efectivas en la degradación de carotenoides. En muestras de oleorresinas sometidas a distintas condiciones, se mostró que realmente es importante el control de la decoloración por medio de la determinación del contenido total de carotenoides para examinar la estabilidad de las oleorresinas (Domenech et al., 1997).

El estudio de la ORP plantea una serie de problemas provenientes de los procesos involucrados en su tecnología de fabricación tales como sistema de secado y método de extracción, los cuales pueden influir en la degradación de algunos de los componentes inicialmente presentes en el fruto afectando especialmente la fracción en la que están contenidos los carotenoides.

En este contexto la demanda de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías están orientadas a diseñar procesos con el propósito de lograr productos de la más alta calidad desde punto de vista alimenticio, comercial y tecnológico

Un ejemplo de lo afirmado anteriormente es el planteado en el presente trabajo sobre la incidencia del sistema de secado en los principales parámetros físico-químicos de calidad comercial de la ORP.

El color ASTA (American Spice Trade Association) expresa el contenido total de carotenoides, factor importante en el aspecto agroindustrial y comercial.

El rendimiento es un factor significativo a tener en cuenta en el aspecto agroindustrial con la finalidad de cultivar variedades de pimiento con buen rendimiento en la producción de oleorresinas.

El índice de refracción y la densidad dependen del solvente utilizado en la extracción y están relacionados con el contenido de semilla que existe en la materia prima. En oleorresinas comerciales, nos indica la proporción de aceite utilizado en la dilución del extracto.

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del sistema de secado en los principales parámetros físico-químicos de la oleorresina de pimentón y posteriormente evaluar las condiciones de secado más eficientes.

## **MATERIALES Y METODOS**

Para analizar la influencia del sistema de secado en la calidad de oleorresina se determinó los parámetros más significativos de calidad de la oleorresina desde punto de vista comercial y tecnológico.

Las muestras de frutos de pimiento de la variedad *Capsicum annuum* L. Trompa de elefante fueron recolectados en el INTA-Catamarca. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Se tomaron muestras de 5 Kg de pimiento fresco y se sometieron a los diferentes sistemas de secado: secado en macrotúnel en el INTA-Catamarca, secado solar por exposición directa y deshidratación por liofilización en el INSIBIO (Instituto Superior de Investigaciones Biológicas) dependiente de la UNT.

### **Condiciones de secado y extracción de oleorresina**

*Secado macrotúnel:* las muestras de pimiento fueron colocadas en bandejas metálicas en el secadero macrotúnel. Tiempo de secado 12 horas temperatura de secado 30° C.

*Secado solar por exposición directa:* los frutos de pimiento se esparcieron directamente en el piso. Tiempo de secado 30 días, temperatura de secado aproximadamente 30° C.

*Secado por liofilización:* las muestras de pimiento fueron trozadas y llevadas a un liofilizador Heto FD4. Tiempo de secado 7 días -temperatura de secado menor de -30° C y presión de 500  $\mu$ Torr.

Luego del deshidratado se eliminó el pedúnculo y con semilla se llevó a molienda hasta reducción a polvo en un molinillo centrífuga ORTO de 11.000 rpm.

### Determinación de parámetros físico-químicos

En las determinaciones de laboratorio se tomaron 4 muestras de cada sistema de secado y se analizaron por triplicado los parámetros determinados.

### Color extractable en oleoresina

En la determinación de color fueron realizadas de acuerdo a las especificaciones del método ASTA 20.1 de la American Spice Trade Association. Las mediciones espectrofotométricas fueron realizadas en un equipo METROLAB 1700.

Cálculo:

$$\text{Color ASTA} = \frac{A(460) \times 164 \times I_f}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

A (460): Absorbancia del extracto de acetona a 460 nm

I<sub>f</sub>: Factor de corrección Instrumental

I<sub>f</sub>: 0.600 / A<sub>s</sub>

A<sub>s</sub>: Absorbancia de la solución standard de color

### Rendimiento

El rendimiento se determinó por pesada al décimo de miligramo en una balanza Mettler Toledo AB204 y fue expresado en gramos de oleoresina en 100 g de muestra.

### Densidad

La determinación de la densidad se realizó de acuerdo a la norma IRAM-SAIPA N° 04 utilizando picnómetros de 10 mL.

Cálculo:

$$d_{25\text{ °C} / 4} = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \times 0,99707$$

d<sub>25 °C / 4</sub>: densidad del aceite a 25 °C, relativa a la densidad del agua a 4 °C

m<sub>1</sub>: masa del picnómetro lleno de aceite da 25 °C

m<sub>2</sub>: masa del picnómetro vacío en gramos

m<sub>3</sub>: masa de agua contenida en el picnómetro determinada en la calibración, en gramos

0,99707: densidad del agua a 25 °C relativa ala densidad del agua a 1°C.

### Determinación del índice de refracción

El índice de refracción se determinó según norma IRAM-SAIPA N° 185-05. Se calibró el refractómetro con agua destilada a 20 °C (1,3330). Las mediciones se realizaron en un refractómetro de Abbe ATAGO por triplicado hasta cuatro cifras decimales

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los valores promedios de 4 determinaciones independientes de los parámetros determinados en los tres sistemas de secado: (1) Macrotúnel (MT), (2) Secado solar exposición directa (ED) y (3) Deshidratación por liofilización (LF) figuran en el cuadro 1 color ASTA y densidad y en el cuadro 2 rendimiento e índice de refracción. El tratamiento estadístico de los datos determinados fue realizado por medio del análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de medias.

**CUADRO 1:** Valores promedio del color ASTA y densidad de las ORP en cada sistema de secado. (Media  $\pm$  D.S., n = 4)

<i>Muestra</i>	<i>Color ASTA</i>	<i>Densidad (g mL<sup>-1</sup>)</i>
Secado solar MT (1)	12398 $\pm$ 11	0,757 $\pm$ (2 x 10 <sup>-3</sup> )
Secado solar E.D (2)	4261 $\pm$ 5	0,734 $\pm$ (2 x 10 <sup>-3</sup> )
Deshidratación LF (3)	9419 $\pm$ 5	0,745 $\pm$ (1 x 10 <sup>-3</sup> )

**CUADRO 2:** Valores promedio del rendimiento e índice de refracción de las ORP en cada sistema de secado. (Media  $\pm$  D.S., n = 4)

<i>Muestra</i>	<i>% Rto</i>	<i>Índice de refracción</i>
Secado solar MT (1)	22,5 $\pm$ 2	1,4250 $\pm$ (2 x 10 <sup>-4</sup> )
Secado solar E.D (2)	14 $\pm$ 2	1,441 $\pm$ (2 x 10 <sup>-4</sup> )
Deshidratación LF (3)	28 $\pm$ 2	1,4286 $\pm$ (1 x 10 <sup>-4</sup> )

### Sistema de secado y color

El color rojo de los pimientos maduros (*Capsicum annuum*) se debe principalmente a la síntesis de cetocarotenoides *de novo*, principalmente de capsantina y de capsorrubina, que son peculiares en este género (Curl, 1962; Davies *et al.*, 1970; Cámara and Moneger, 1978). Además, estos frutos son también ricos en otras xantófilas, tales como zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina, violaxantina y anteroxantina y en carotenos, principalmente  $\beta$ -caroteno.

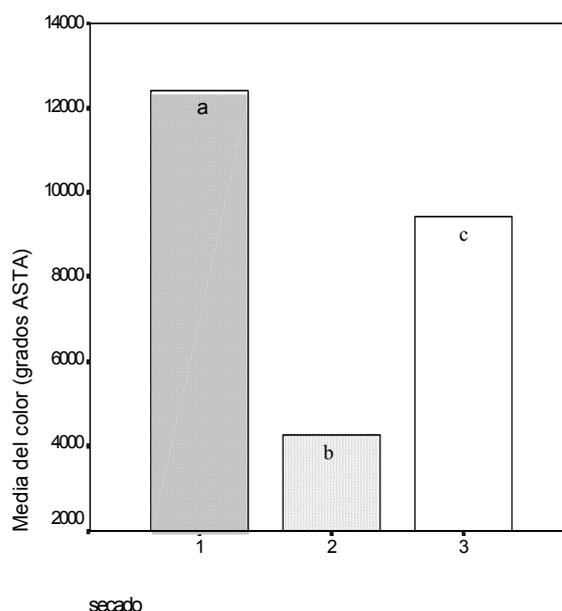
Un estudio realizado en las variedades *Bola* y *Agridulce* provenientes de Vera (Cáceres, España), en los cuales se examinó sólo los carotenos y las xantófilas esterificadas (Mínguez-Mosquera *et al.*, 1993) mostró que la estabilidad del color del pimentón dependía en gran medida de la variedad de pimiento. En este estudio se acotó la variedad, lugar de origen y se trabajó únicamente con pimiento trompa de Elefante del INTA - Catamarca. El color ASTA determinado en este trabajo representa el contenido total de carotenoides.

Considerando los resultados en la determinación del color que figuran en el cuadro 1, se observa que, para el color ASTA aplicando el Test de Tukey ( $p = 0,05$ ) existe diferencia significativa para los distintos sistemas de secado ( $F \text{ ratio} = 176,343$ ). El secado en macrotúnel es el de mayor color ASTA con una media de  $12398 \pm 11$  grados ASTA, esto podría explicarse por el corto tiempo de secado de 12 horas y una temperatura de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  en comparación con los otros dos sistemas de secado en estudio.

El secado en liofilizador muestra un color ASTA intermedio con un promedio de  $9419 \pm 5$  grados ASTA, siendo el tiempo de secado de 7 días, en condiciones de baja presión y baja temperatura, lo que protegería los carotenoides de reacciones termodegradativas pero al mismo tiempo podría influir en la inhibición de la síntesis de nuevos pigmentos. Cabe aclarar que el tiempo se extendió por la cantidad de pimiento tratado.

El secado solar por exposición directa es el que presenta el más bajo color con una media  $4261 \pm 5$  grados ASTA, ello puede explicarse como consecuencia de la variación de temperatura entre  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  aproximadamente, y a diferencia del secado en macrotúnel y liofilización, las muestras reciben directamente un gran porcentaje de radiaciones IR-UV que podrían influir produciendo reacciones termodegradativas y fotoquímicas en los carotenoides, además de estar expuestas al sol y al aire por 30 días.

En la Figura 1 puede observarse el comportamiento del color, en los diferentes sistemas de secado, de acuerdo a la comparación de medias



\* a,b,c letras diferentes indican diferencias significativas

**FIGURA 1:** Relación entre la media del color de las muestras de oleoresina y los diferentes métodos de secado (1) Secado solar invernadero macrotúnel, (2) Secado solar exposición directa, (3) Deshidratación por liofilización.

Los resultados confirman lo observado en estudios realizados sobre la degradación de los pigmentos, en el proceso tecnológico de obtención de pimentón con otras variedades de pimiento (Mínguez-Mosquera *et al.*, 1993), por otra parte en este estudio se trabajó con una sola variedad *Capsicum annuum L.* Trompa de elefante para limitar la influencia de la variedad, en el contenido total de carotenoides según lo expresado por Mínguez-Mosquera *et al.* (1993).

### Sistema de secado y rendimiento

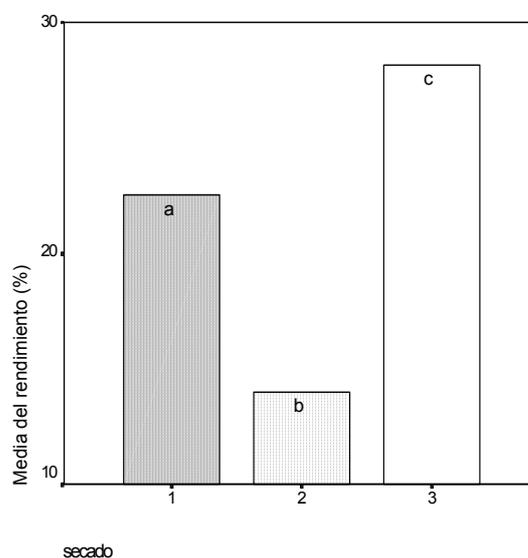
Analizando los resultados de rendimiento que figuran en el cuadro 2, se observa que el mayor rendimiento con un promedio de  $28 \pm 2\%$ , se registró para la deshidratación por liofilización, lo que también podría ser explicado por las condiciones de deshidratación (baja presión y baja temperatura) que evitarían el deterioro de los compuestos volátiles. Esto fue corroborado en parte por el hecho de que las muestras secadas por este método poseían un aroma diferente, siendo más aromáticas.

El secado en macrotúnel muestra un rendimiento intermedio con un promedio de  $22,5 \pm 2\%$  expresado en g de oleoresina por 100 g de muestra y el secado por exposición directa es el de menor rendimiento con un promedio de  $14 \pm 2\%$ . Estos resultados se justifican por lo expresado anteriormente en relación con las condiciones de secado. Se observaron diferencias

significativas con el Test de Tukey ( $p = 0,05$ ) para el tratamiento de secado macrotúnel, liofilización y exposición directa (F ratio = 46,261).

En la Figura 2 se presenta la relación del sistema de secado y el porcentaje de la media de rendimiento g de oleoresina /100 g de pimentón. En este gráfico se observa un comportamiento similar al color ASTA y los diferentes sistemas de secado, excepto que las muestras liofilizadas dieron los valores más altos.

El porcentaje de rendimiento obtenido en las muestras analizadas es muy similar al encontrado para la misma variedad por (Delfini y Zossi, 1996). El alto rendimiento en muestras liofilizadas obtenidos en nuestros resultados coinciden con estudios realizado en otras condiciones de extracción y variedad para muestras liofilizadas (Bozeta-Quispe *et al.*, 2000)



\* a,b,c letras diferentes indican diferencias significativas

**FIGURA 2:** Relación entre la media del rendimiento de las muestras de oleoresina y el sistema de secado. (1) Secado solar invernadero macrotúnel, (2) Secado solar exposición directa, (3) Deshidratación por liofilización.

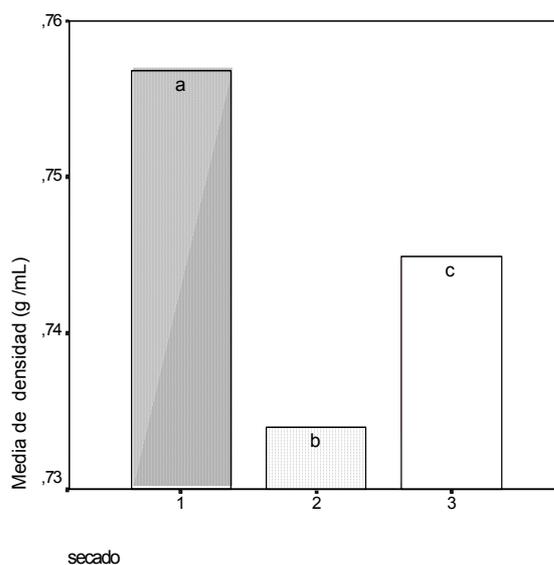
### Sistema de secado y densidad

Las extracciones se realizaron con hexano como se describe en materiales y métodos. Los datos obtenidos que figuran en el cuadro 1 muestra para el secado macrotúnel la mayor densidad media con un valor de  $0,757 \pm (2 \times 10^{-3}) \text{ g mL}^{-1}$ . La deshidratación por liofilización presenta valores de densidad intermedio con una media de  $0,745 \pm (1 \times 10^{-3}) \text{ g mL}^{-1}$  y el secado por exposición directa es el de menor densidad con una media de  $0,734 \pm (2 \times 10^{-3}) \text{ g mL}^{-1}$ . Se observaron diferencias significativas con el Test de Tukey ( $p = 0,05$ ) en el tratamiento de secado macrotúnel, liofilización y exposición directa (F ratio = 6,115).

Los valores de densidad obtenidos en las muestras analizadas fueron menores que las determinadas en otros trabajos (<biblio>), estas diferencias pueden ser debidas a la concentración de la oleorresina, variedad de pimiento y solvente utilizado en la extracción.

En este estudio la diferencia de densidad en los distintos sistemas de secado estaría correlacionada con la concentración de la ORP, lo que se puede corroborar observando las Figuras 1 y 3.

En la figura 3 se observa el comportamiento de la media de la densidad en relación con el sistema de secado, con valores mínimos de media para el secado solar por exposición directa y valores máximos de media para el secado en macrotúnel.



\*a,b,c letras diferentes indican diferencias significativas

**FIGURA 3:** Relación entre la media de la densidad de las muestras de oleorresina y el sistema de secado. (1) Secado solar invernadero macrotúnel, (2) Secado solar exposición directa, (3) Deshidratación por liofilización.

### Sistema de secado e índice de refracción

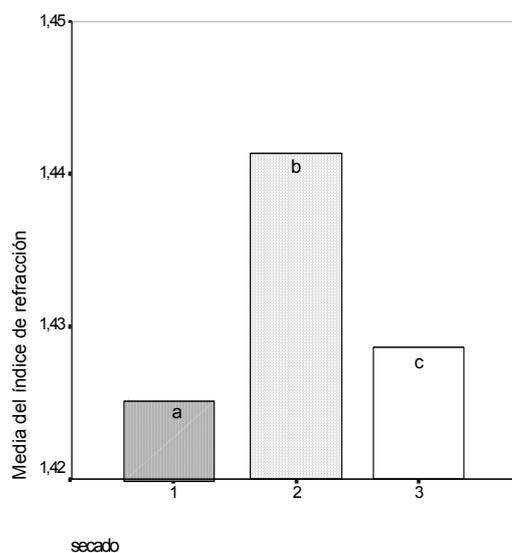
El índice de refracción depende principalmente de la concentración de la oleorresina, de la concentración de solvente residual y del porcentaje de semilla en la muestra. En oleorresinas comerciales está relacionado también con la concentración de aceite utilizado en la dilución de los extractos.

Los datos obtenidos que figuran en el cuadro 2 muestran para el secado por exposición directa el mayor índice de refracción con una media de  $1,4413 \pm (2 \times 10^{-4})$ . La deshidratación por liofilización presenta un índice de refracción intermedio con una media  $1,4286 \pm (1 \times 10^{-4})$  y el secado en macrotúnel es el de menor índice de refracción con una media de  $1,4253 \pm (2 \times 10^{-4})$ .

En el índice de refracción se observaron diferencias significativas con el Test de Tukey ( $p=0,05$ ), en el tratamiento de secado macrotúnel, liofilización y exposición directa (F ratio = 8,027). Las diferencias observadas podrían justificarse por la variación en el contenido de solvente residual en el producto final y a la diferente proporción de semilla en las muestras.

El porcentaje irregular de semilla juega un papel fundamental en el contenido de aceite de semilla que contiene la oleorresina, lo que se puede determinar a través de su índice de refracción debido a que el índice de refracción disminuye al aumentar el porcentaje de semilla (Salmeron y Romojaro, 1975). La mayor pureza de la oleorresina se pone de manifiesto en su índice de refracción. La presencia de un alto contenido de semilla y la proporción de aceite que se utilizan para diluir las oleorresinas comerciales influyen disminuyendo el índice de refracción.

En la Figura 4 se muestra el comportamiento de la media del índice de refracción, en relación con el sistema de secado, con valores mínimos de media, para el secado macrotúnel y valores máximos de media para el secado solar por exposición directa. Estas diferencias pueden ser debidas a la cantidad irregular de semillas y no tendría mucha relación con el sistema de secado.



\* a,b,c letras diferentes indican diferencias significativas

**FIGURA 4:** Relación entre la media del índice de refracción de las muestras de oleorresina y el sistema de secado. (1) Secado solar invernadero macrotúnel, (2) Secado solar exposición directa, (3) Deshidratación por liofilización.

Los parámetros físico-químicos color, rendimiento, índice de refracción y densidad analizados en este trabajo mostraron diferencias para cada sistema de secado, siendo los de mayor variabilidad el color y rendimiento, no así el índice de refracción y la densidad.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo, a estos resultados el producto obtenido a través del sistema de secado solar en macrotúnel, exhibe el mejor color, lo que indica mejor calidad desde punto de vista tecnológico y comercial.

Las muestras deshidratadas por liofilización presentan el mejor rendimiento, lo que está relacionado con las condiciones de secado sin irradiación, evitando las pérdidas de los componentes aromáticos.

Con respecto al secado por exposición directa presenta resultados poco satisfactorios que podría estar vinculado a las condiciones variables de temperatura, prolongado tiempo de exposición, y también a las condiciones climáticas del lugar donde se realiza el secado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Lic. Diana Ovejero por el asesoramiento brindado en el análisis estadístico del presente trabajo.

Al Ing. Dante Carabajal y Lic. Victor García por su valiosa y desinteresada colaboración.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ASTA. *Official Analytical Methods of the American Spice Trade Association* (1986). 2nd ed, Englewood Cliffs, NJ. 43-44.
- BENNASAR-BIBILONI C. Y FARRÉ-ROVIRA R. 1976. Estudio analítico de la oleorresina del pimentón. *Anales de Bromatología XXVIII*. : 45-56.
- BOZETA-QUISPE M.A. Y PASTOR A. 2000. Aplicación de la metodología Taguchi Genichi en la extracción de colorantes y capsaicinoides del *Capsicum pubescens*. Congreso Latinoamericano de Química-Perú. T1: 23.
- CÁMARA B. and MONEGER R.. 1996. Free and esterified carotenoid in green and red fruits of *Capsicum annum*. *Phytochemistry* 17. : 91-93.
- CURL A. L.. 1962. The Carotenoids of Red Bell peppers *J. of Agric. and Food Chem.* 10: p. 504-509.
- DAVIES D., MATTHEWS S. and KIRK J.T.O. 1970. The nature and biosynthesis of the carotenoids of different colour varieties of *Capsicum annum*. *Phytochemistry* 9: p. 797-800.

- DELFINI A. Y ZOSSI S. 1996. Posibilidades de industrialización del pimiento. Avance Agroindustrial. INTA –Tucumán. p. 31-32.
- DELI J., MATUS Z. and SCZABOLCS J. 1992. Carotenoid composition in the fruits of black paprika (*Capsicum annuum* variety *longum nigrum*) during ripening. *J. of Agric. and Food Chem.* 40: p. 2072–2076.
- DELI J., MATUS Z. and TÓTH, G. 1978. Carotenoid composition in the fruits of black paprika (*Capsicum annuum* cv. Szentesi Kosszarvu during ripening. *J. of Agric. and Food Chem.* 44: p. 711-716.
- DOMENECH M., FARRÉ R. Y DE LA TORRE M. 1997. La estabilidad de la oleoresina del pimentón. *Anales de Bromatología*, XXIX 4: p. 441-482.
- HORNERO-MÉNDEZ D. and MÍNGUEZ-MOSQUERA M.I. 2001. Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic carotenoid fractions in paprika and red pepper oleoresins. *Journal of Agric. and Food Chem.* 49: p. 3584-3588.
- JARÉN-GALÁN, M., NIENABER U. and SCHWUARTZ S. Páprika (*Capsicum annuum*) oleoresin extraction with supercritical carbon dioxide. *J. of Agric. and Food Chem.* 47: 3558-3564.
- MATUS Z., DELI J. and SCZABOLCS J. 1991. Carotenoid composition of yellow pepper during ripening: Isolation of  $\beta$ -cryptoxanthin 5,6-epoxide. *J. of Agric. and Food Chem.* 39: p. 1907-1914.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA M.I., GARRIDO-FERNÁNDEZ J. and PEREDA-MARÍN J. 1984. Ratio between the red and yellow carotenoid pigments. *Grasas y Aceites* 35: 4-10.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA M.I., JARÉN-GALÁN M. AND GARRIDO-FERNÁNDEZ J. 1992. Color quality in paprika. *J. of Agric. and Food Chem.* 40: p. 2384-2388.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA, M.I.; HORNERO MÉNDEZ, D. 1993. Separation and quantification of the carotenoid pigments in red pepper *Capsicum annuum* paprika an oleoresin by reversed - phase HPLC. *J. of Agric. and Food Chem.* 41:p. 1616-1620.
- Norma IRAM-SAIPA, N° 185-04. (1981)
- Norma IRAM-SAIPA, N° 185-05. (1981)
- SALMERON-SALMERON P. 1973. Analytical methods used for determination of color in paprika. El color en los procesos de elaboración del pimentón; Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Suroeste: Murcia, España.
- SEGURA-FERNS R. 1961. Métodos de extracción de la oleoresina del pimiento. Disolventes en la extracción adecuados. *Galernica Acta* 4: p. 381-395.