

# **Influencia de la concentración de la sacarosa sobre la osmodeshidratación de la fresa (*fragaria chiloensis duch*) entera variedad chandler**

## ***The influence of the sucrose concentration on the osmotic dehydration of the whole chandler strawberry (fragaria chiloensis duch)***

**Rivero Lara, R.**

*Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento de Alimentos, Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia*

Recibido 10 de Junio 2010; aceptado 28 de Septiembre de 2010

### **RESUMEN**

---

*El objetivo de la presente investigación es estudiar el efecto de la concentración de la sacarosa sobre la osmodeshidratación de la fresa entera variedad Chandler, con el fin de presentar una posibilidad de alargar la vida útil a un producto de humedad intermedia y facilitar su utilización en la industria alimentaria. Para ello se tomaron fresas de tamaño pequeño (5 y 15 gramos de peso), a las cuales se les sometió a un proceso de osmodeshidratación con jarabes de sacarosa (50, 60 y 70 °Brix) y a las temperaturas de 25 y 35°C. El proceso se monitoreo durante 24 horas tomando mediciones cada hora. La relación fruta:jarabe fue de 2:1. Se analizaron parámetros fisicoquímicos (% humedad, °Brix, pH y acidez) iniciales y finales de la fresa y a partir de ellos se determino la cinética de la osmodeshidratación. Los resultados obtenidos indicaron que la temperatura de 25°C es más efectiva en la reducción de la humedad de la fresa que la temperatura de 35°C. Mientras que la temperatura de 35°C permite mayor ganancia de sólidos por parte de la fresa. El pH y la acidez inicial de la fresa no fueron afectados por el proceso de osmodeshidratación en las diferentes*

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-rrivero@hotmail.com

condiciones, Dando como resultado óptimo un tratamiento con 50 °Brix a una temperatura de 25°C por un tiempo de siete horas.

**Palabras claves:** °Brix, cinética, fresa, osmodeshidratación, sacarosa.

## ABSTRACT

---

*The objective of this research is to study the effect of the sucrose concentration on the osmotic dehydration of the whole Chandler strawberry, with the purpose of presenting an opportunity to extend the lifespan of a product of intermediate moisture and facilitate its use in the food industry. For this, small strawberries were taken (5 and 15 grams of weight), which underwent a process of osmotic dehydration with sucrose syrups with (50, 60 and 70 °Brix) and temperatures of 25 and 35°C. The process was monitored for 24 hours taking measurements every hour. The fruit syrup ratio was 2:1. Initial and final physiochemical parameters (% humidity, °Brix, pH and acidity) were analyzed in the strawberry and from them it was determined the kinetics of the osmotic dehydration. Results showed that the temperature of 25°C is more effective in reducing the strawberry moisture than the temperature of 35°C; while the 35°C temperature allowed the strawberry to gain more solids. The pH and the initial acidity of the strawberry were not affected by the process of osmotic dehydration in different conditions, resulting in an optimal treatment with 50°Brix at a temperature of 25°C during seven hours.*

**Keywords:** °Brix, kinetic, strawberry, osmotic dehydration, sucrose.

## INTRODUCCIÓN

---

La fresa es un fruto grande y voluminoso, ordinariamente de forma irregular, tan ancho como largo, de color rojo anaranjado, ligeramente veloso, carne fina, sabrosa, perfumada, y semillas negras y prominentes

La fresa que conocemos actualmente fue introducida en Europa por los primeros colonos de Virginia en el siglo XIX (*Fragaria virginiana*). A partir de ésta se obtuvieron nuevas variedades que ganaron en tamaño

pero perdieron en sabor. Posteriormente, éstas fueron cruzadas con una variedad chilena (*Fragaria chiloensis*) lo que implicó la producción de fresas grandes y aromáticas, híbrido antepasado de todas las variedades actuales (Anónimo, 2003).

En comparación con el resto de frutas, la fresa contiene una cantidad moderada de hidratos de carbono y un valor calórico bajo. Destaca su aporte de vitamina C, sustancias

de acción antioxidante y un alto contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico (de acción desinfectante), málico, oxálico y salicílico (de acción anticoagulante y anti-inflamatoria). También es rica en minerales como potasio y magnesio. Su contenido en fibra es moderado (Anónimo, 2003). Como compuestos activos presenta pigmentos, aceite esencial, vitamina C, taninos y flavonoides (Murcia y Hoyos, 2001).

La Universidad de California señala la variedad Chandler como la más productora de todas las que ha producido esta institución. Todas estas variedades mencionadas son conocidas como plantas típicas de día corto, esto es que su producción de fruta se estimula cuando los días son de menos de 12 horas de luz. Por tanto, en un futuro la variedad Chandler, dominarán el mercado mundial de fruta fresca. Ha dado buenos resultados a diferentes altitudes, desde los 1300 hasta 2000 msnm. La producción anual está entre 30 y 50 toneladas. Con buen manejo y época de siembra adecuada la producción puede aumentar considerablemente. Entre 70 y 80% de la fruta cumple con las normas de exportación.

La fresa constituye una de las principales frutas cultivadas en la región norte santandereana especialmente en el municipio de Pamplona, donde se cuenta con más de doce

veredas y municipios productores, los cuales aportan al comercio de la región un promedio mensual de 3400kg. En la actualidad esta fruta presenta grandes pérdidas poscosecha, las cuales oscilan entre un 25 – 30%; encontrándose dentro de las principales causas de este hecho la humedad del fruto, que puede ser controlada utilizando procesos como la deshidratación (Estudio realizado al CAP 2006).

Entre los diferentes procesos para reducir la humedad en frutas esta la deshidratación osmótica (DO) es una técnica de remoción de agua que consiste en sumergir frutas u hortalizas, troceadas o enteras, en una solución hipertónica compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, lo cual permite aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales del producto (Enachescu Dauthy, 1995; Molano, Serna y Castaño, 1996; Zapata Montoya y Castro Quintero, 1999; Matusek y Meresz, 2002). En el proceso ocurre una salida importante de agua desde el producto hacia la solución, una entrada de soluto desde la solución hacia el alimento y una mínima pérdida de solutos propios del alimento. Estos flujos ocurren a través de la membrana celular que posee permeabilidad diferencial regulando en cierto grado la entrada y salida de solutos, en el cual el agua se elimina sin cambio de fase (Morales, Serna y López Ortiz, 1999).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

---

La investigación se desarrolló en el Instituto en Ciencia, Ingeniería y Tecnología de Alimentos ICITAL de la Universidad de Pamplona, en el laboratorio de Bebidas Fermentadas el cual presentó una temperatura promedio de 18 °C y una humedad relativa de 75%.

### ***Materiales***

#### ***Fresas***

La fresa utilizada fue de la variedad Chandler, cultivada en la vereda Chichira, la cual se adquirió en el centro de acopio de la ciudad de Pamplona. La fresa seleccionada

fue la mas pequeña con un peso entre 5 y 15 gramos.

#### *Jarabes de sacarosa*

Los jarabes fueron elaborados utilizando agua potable y azúcar refinada de alta pureza de grado comercial. Se elaboraron tres jarabes de diferentes concentraciones (50, 60 y 70%). Los jarabes fueron llevados a temperatura de ebullición durante 5 minutos con el fin de eliminar los posibles hongos y levaduras procedentes del azúcar y asimismo, facilitar la disolución del soluto.

#### **Métodos**

##### *Determinaciones analíticas*

A las fresas antes y después del proceso de osmodeshidratación se le determinaron los siguientes parámetros:

##### *Sólidos solubles*

Por lectura refractométrica (Método AOAC 932.12/90), adaptado por Bernal en 1993.

##### *Humedad inicial*

Se empleó unar balanza humidimétrica marca OHAUS MB 35 con  $\pm 0.001$ g de precisión. Para este análisis se coloco a punto la técnica, el cual se comparo con el método tradicional de determinación de humedad por mufla (método determinación de humedad AOAC, 1990)

##### *pH*

Evaluado por potenciómetro METER, cg-840b (Schott), (método AOAC 981.12/90) adaptado por Bernal en 1993.

##### *Acidez*

Determinado por titulación potenciométrica (método AOAC 942.05/90) adaptado por Bernal en 1993.

Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

#### **Ensayos de osmodeshidratación**

Los ensayos se realizaron a temperaturas de 25 y 35°C con volúmenes pequeños de 200 gramos de muestra en vasos de precipitado de vidrio. La relación utilizada de fresa:jarabe fue de 1:2. Los ensayos fueron monitoreados durante 24 horas y se determino los Grados °Brix de los jarabes con una frecuencia de cada media hora hasta las seis primeras. Posteriormente se hizo cada hora hasta completar 12 horas y finalmente cada seis horas hasta completar las 24 horas del ensayo. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

Con el monitoreo de lo °Brix se determinaron las siguientes variables: concentración del jarabe, pérdida de agua de la fruta (ganancia de sólidos) según los descrito por Giraldo Bedoya *et al*, (2004).

##### *Concentración del jarabe*

$$M_1 * C_1 = M_2 * C_2$$

Donde:

M<sub>1</sub>: peso inicial de jarabe

C<sub>1</sub>: concentración inicial del jarabe

M<sub>2</sub>: peso final de jarabe

C<sub>2</sub>: concentración final de jarabe

##### *Cantidad de agua retirada de la fresa (CAR)*

$$CAR = M2 - M1$$

Donde:

M3: Peso inicial de la fresa

M4: Peso final de la fresa

##### *Peso final de la fresa*

$$M4 = M3 - CAR$$

Donde:

M<sub>4</sub>: Peso fina de la fresa

M<sub>3</sub>: Peso inicial de la fresa

CAR: Cantidad de agua retenida

### **Porcentaje de pérdida de peso de la fresa**

$$\% \text{ p.p. fresa} = [(M_3 - M_4) / M_3] * 100$$

Donde:

M<sub>3</sub>: Peso inicial de la fresa

M<sub>4</sub>: Peso fina de la fresa

Es importante aclarar que la ganancia de sólidos en la fruta debida a la entrada de solutos provenientes del jarabe no se estimó debido a la pérdida de muestra lo cual impide el efecto de la concentración del soluto,

por lo tanto los cálculos que se desarrollaron involucraron esta aproximación.

A partir de la determinación de las anteriores variables se procedió a la determinación de la cinética de la osmodeshidratación. Para ello, se calculó la velocidad de porcentaje de pérdida de peso de la fresa, la velocidad de descenso de la concentración de sacarosa de los jarabes y la velocidad de descenso del porcentaje de humedad de la fresa.

### **Análisis de resultados**

Los resultados obtenidos se analizaron a través del paquete estadístico SPSS 13.0, utilizando la técnica del análisis de la varianza.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla 1 se muestran los resultados de las principales propiedades fisicoquímicas que intervienen en el proceso de osmodeshidratación. En ella se puede observar que el porcentaje de humedad es alto correspondiendo con lo encontrado en la literatura. De otra parte, los grados °Brix son inferiores a los reportados en la bibliografía (9,5 – 10,6).

Tabla 1  
Parámetros iniciales de la fresa

	°Brix	Humedad	Acidez	pH
Promedio	7,45 ± 0,354	90,685 ± 0,955	1,024 ± 0,211	3,395 ± 0,148

n = 4

Al comparar los resultados de la tabla 2 y 3 se puede observar que la temperatura de 25°C es más efectiva en la reducción de la humedad de la fresa que la temperatura de 35°C. Por otra parte, la temperatura de 35°C permite que haya mayor ganancia de sólidos

por parte de la fresa, pero proporcionando mucho dulzor, a diferencia de la muestra tratada a 50°Brix y 25°C que proporciona un dulzor más admisible característico de productos cotidianos. En cuanto al pH se observa que las muestras no presentan mucha variabilidad entre tratamientos con respecto a la inicial a diferencia de la tratada a 70 °Brix y 25°C en la cual hay diferencia significativa. La acidez no se ve afectada por ninguno de los tratamientos a diferentes concentraciones.

Al realizar el análisis estadístico de la varianza entre las temperaturas y tomando como variables los diferentes parámetros fisicoquímicos obtenidos de la fresa a las diferentes concentraciones de jarabe, se pudo constatar que entre las temperaturas utilizadas en la osmodeshidratación existen diferencias estadísticamente significativas del 95% para los parámetros de Humedad y °Brix de las

fresas tratadas a las diferentes concentraciones de sacarosa. Mientras que para los parámetros de pH y acidez no existen tales diferencias significativas, exceptuando el pH de la fresa cuando esta fue osmodeshidratada a la concentración de 70 °Brix.

Tabla 2  
Parámetros finales de la fresa osmodeshidratada a 25°C.

Concentración (°Bx)	50	60	70	p-valor
Humedad (%)	68,75 ± 0,537	65,45 ± 0,530	59,90 ± 0,156	0,0006
°Brix	14,85 ± 0,212	22,15 ± 0,070	24,65 ± 0,490	0,0002
pH	3,71 ± 0,063 <sup>a</sup>	3,59 ± 0,021 <sup>a</sup>	4,35 ± 0,240 <sup>b</sup>	0,0245
Acidez (%)	1,12 ± 0,091	1,06 ± 0,045	1,15 ± 0,015	0,3802

n=4. p-valor ≤ 0,05. Letras iguales en fila no hay diferencia significativa

Tabla 3  
Parámetros finales de la fresa osmodeshidratada a 35°C.

Concentración (°Bx)	50	60	70	p-valor
Humedad (%)	82,85 ± 1,678	77,16 ± 0,318	69,53 ± 1,541	0,0049
°Brix	22,45 ± 0,777	27,60 ± 0,707	31,75 ± 1,060	0,0040
pH	3,56 ± 0,035	3,62 ± 0,280	3,54 ± 0,000	0,1038
Acidez (%)	0,90 ± 0,029	1,05 ± 0,075	1,07 ± 0,045	0,0815

n=4. p-valor ≤ 0,05.

Al comparar los parámetros fisicoquímicos iniciales de la fresa con respecto a los finales y aplicando el análisis de la varianza se pudo determinar que existen diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de la humedad, los °Brix cuando la fresa fue osmodeshidratada a las diferentes concentraciones. Mientras que para los parámetros de pH y acidez de la fresa no hay tales diferencias significativas, nuevamente con la excepción del pH a la concentración de 70 °Brix. Por consiguiente, estos últimos parámetros de la fresa no son afectados en el proceso de osmodeshidratación a las condiciones en que la fresa fue sometida.

Las curvas de descenso de la concentración de °Brix a 25 y a 35°C de los jarabes con respecto al tiempo de proceso se puede observar en la figura 1. Se puede observar que el comportamiento de este descenso de °Brix es muy similar entre la diferentes concentraciones y las diferentes temperaturas de osmodeshidratación, excepto para el jarabe a 50 °Brix y 25°C de temperatura, en donde el descenso es menos inclinado y casi una recta.

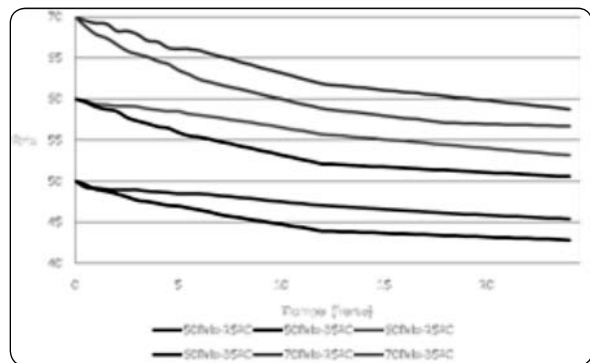


Figura 1. Descenso de la concentración de °Brix de los jarabes.

Asimismo, se puede apreciar que el tratamiento con mayor eficiencia de deshidratación es el de 70°brix a una temperatura de 35°C, presentando la mayor disminución en su concentración debido a la mayor absorción de agua de la fresa a través del tiempo y experimentando una cinética de deshidratación elevada en las primeras once horas del proceso, lo cual concuerda con lo observado por Pereda O. *et al.*, (1998).

El porcentaje de pérdida de peso de la fresa a temperaturas de 25 y 35°C y a las tres concentraciones diferentes de sacarosa con respecto al tiempo se puede ver en la figura 2. En primera instancia se puede observar que el comportamiento de la pérdida de peso de la fresa es muy similar para todas las concentraciones y temperaturas excepto para la fresa tratada a 70 °Brix y 35°C de temperatura. En

este comportamiento se puede destacar que se presentan dos ascensos de forma casi lineal, uno que va desde el inicio de la osmodeshidratación hasta las once horas del proceso y el otro que va desde las once horas de haber comenzado el proceso hasta su finalización (24 horas). Mientras que para la fresa tratada a 70 °Brix y 35°C el primer ascenso termina hacia las diecisiete horas. De igual forma, en el primer ascenso se presenta como una curva y el segundo se presenta como una línea casi recta.

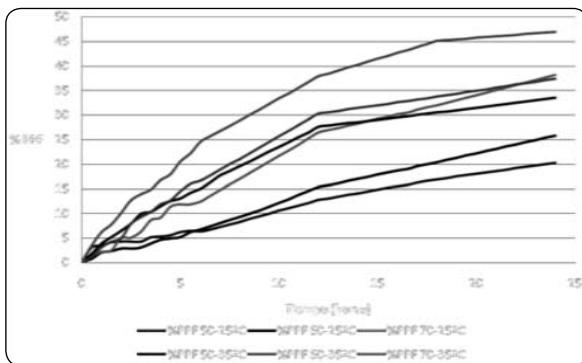


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso de la fresa

También se puede ver que existen tres grupos similares: un grupo superior conformado por la fresa osmodeshidratada con el jarabe a 70 °Brix y a 35°C, el cual presenta una cinética mas elevada. Un segundo grupo conformado por la fresa osmodeshidratada a 50 y 60 °Brix a 35°C y a 70 °Brix a 25°C, el cual presenta una cinética media y el ultimo grupo conformado por la fresa osmodeshidratada a 50 y 60 °Brix a 25°C.

Retomando el segundo grupo la pérdida de peso de la fresa es muy similar cuando esta fue tratada a 60 °Brix a 35°C y a 70 °Brix a 25°C, indicando que la concentración de sacarosa del jarabe y la temperatura de estos tratamientos se compensa la una a la otra para alcanzar la similar pérdida de peso de la fresa.

El comportamiento de los °Brix y el porcentaje de pérdida de peso de la fresa (%PPF) durante la osmodeshidratación a 50, 60 y 70 °Brix a temperaturas de 25 y 35°C, puede observar en las figuras 3, 4 y 5 respectivamente.

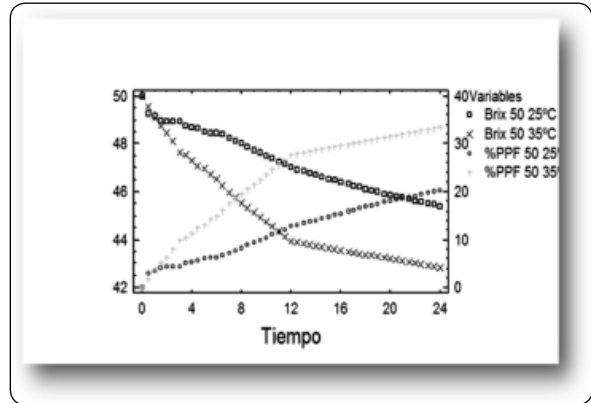


Figura 3. Comportamiento de los °Brix y %PPF durante la osmodeshidratación a una concentración de 50 °Brix

El comportamiento de los grados °Brix y el porcentaje de pérdida de peso de la fresa es de manera similar, en donde se observa que los tratamientos con mayor temperatura y mayor concentración en un margen de 5 a 7 horas tienen mayor incidencia en la deshidratación del fruto, periodo en el cual la transferencia de soluto desde el jarabe hacia la fresa y la transferencia de agua desde la fresa hacia el jarabe son mayores.

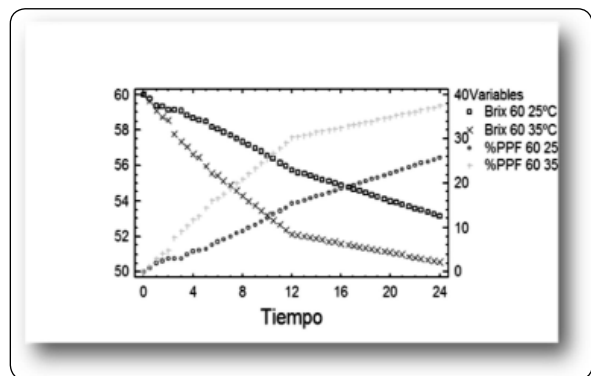


Figura 4. Comportamiento de los °Brix y %PPF durante la osmodeshidratación a una concentración de 60 °Brix

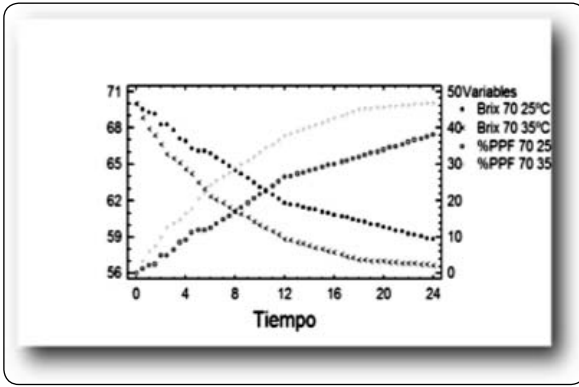


Figura 5. Comportamiento de los °Brix y %PPF durante la osmodeshidratación a una concentración de 70 °Brix.

Con el fin de conocer mejor el comportamiento de la osmodeshidratación de la fresa a las diferentes concentraciones de sacarosa del jarabe y a las diferentes temperaturas de tratamiento, se procedió a determinar la velocidad de descenso de °Brix de los jarabes, la velocidad de porcentaje de pérdida de peso de la fresa y la velocidad de pérdida de humedad de la fresa, tal como se muestra en las figuras 6, 7 y 8. Se puede observar que estos tres gráficos que el comportamiento es muy similar, en donde la diferencia esta dada en el eje de las Y teniendo diferentes valores numéricos debido al parámetro que se figura.

En estos gráficos se puede ver que en las primeras 7 horas se presenta una variabilidad de la velocidad, esto debido a que en las primeras horas hay mayor intercambio de sólidos y mayor difusibilidad. En las siguientes seis horas la velocidad es constante siendo mayor para las mayores concentraciones de sacarosa y mayor temperatura. Posteriormente se presenta un descenso en la siguiente hora, para nuevamente tomar una velocidad constante siguiendo el mismo comportamiento antes mencionado hasta terminar el proceso de osmodeshidratación. En el caso de la velocidad del tratamiento a 70 °Brix y 35°C de temperatura se presenta un

segundo descenso hacia las diecisiete horas del proceso y así continuar con la velocidad de forma constante hasta la finalización del proceso.

Se puede decir entonces, que la cinética de la osmodeshidratación de la fresa es elevada en las primeras siete horas, media en las siguientes seis horas y mínima en las restantes once horas.

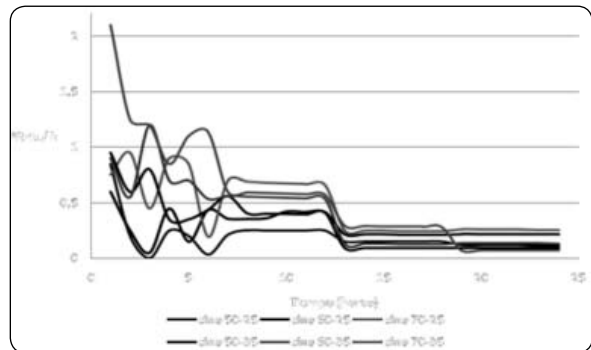
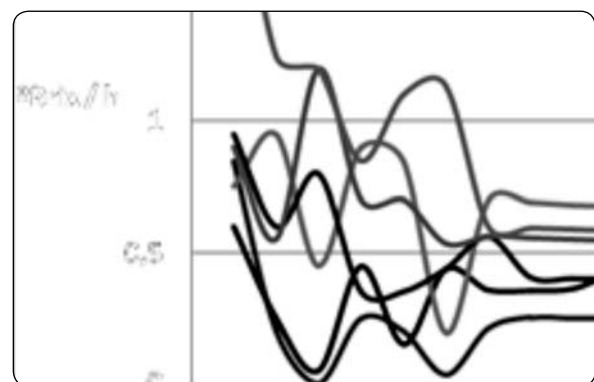
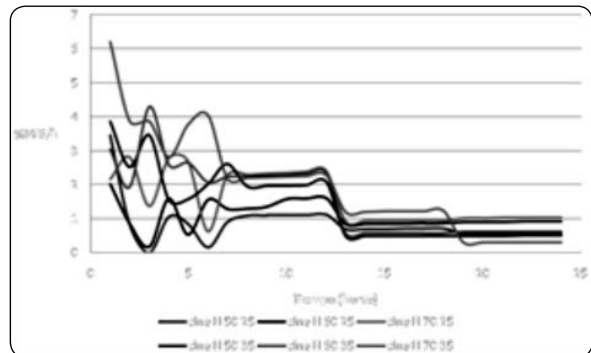


Figura 6. Velocidad del descenso de la concentración de °Brix en el jarabe



Figuras 7 y 8 Velocidad del porcentaje de pérdida de Peso y pérdida de humedad de la fresa



---

## CONCLUSIONES

---

Las mejores condiciones para obtener una osmodeshidratación efectiva es realizarse a 50 °Brix y 25°C, por un tiempo de 7 horas. La temperatura de 25°C resulto ser más efectiva en la reducción de la humedad de la fresa que la temperatura de 35°C. Mientras que la temperatura de 35°C permitió mayor ganancia de sólidos por parte de la fresa.

La osmodeshidratación de la fresa presentó una cinética elevada en las primeras siete horas, media en las siguientes seis horas y mínima en las restantes once horas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Anónimo (2003). Las fresas y fresones. Dulces, refrescantes, aromáticas y más ricas en vitamina C que algunos cítricos. En: [http://www.consumer.es/web/es/nutricion/aprender\\_a\\_comer\\_bien/guia\\_alimentos/frutas\\_y\\_derivados/2003/04/01/59601.php](http://www.consumer.es/web/es/nutricion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/frutas_y_derivados/2003/04/01/59601.php). Fecha de consulta: 21/01/2008.
- Enachescu Dauthy, Mircea. Fruit and vegetable processing. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 382 p. (FAO Agricultural Services Bulletin; no.119).
- Giraldo Bedoya, D., Arango Velez L y Márquez Cardozo C. (1999). Osmodeshidratación de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) con tres agentes edulcorantes. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía. Vol. 52, No 1, p. 451-466.
- López Ortiz, Olga Beatriz y Galeano Huertas, Alejandra. Deshidratación osmótica de la fresa (*Fragaria chiloensis*). En: NOOS. Vol. 4 (1998); p. 131-135.
- Matussek, A. and Meresz, P. (2002). Modeling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots. En: Periódica Polytechnica. Serie Chemical Engineering. Vol. 46, No. 1-2 p. 83-92.
- Molano, L., Serna, C, y Castaño, C. (1996). Deshidratación de piña variedad Cayena Lisa por métodos combinados. En: Revista Cenicafé. Vol. 47, No. 3 p. 140-158.
- Morales, J., Serna, L. y Lopez Ortiz, O. (1999). Métodos combinados de conservación de papaya hawaiana. En: Revista NOOS. Vol. 9; p. 53-59.