

Deshidratación osmótica de la mora

¹ Olga Beatriz López Ortiz
² Liliana Serna Cock
³ Jhovanny Morales Delgado

Resumen

Se estudio a escala de laboratorio, la cinética de osmodeshidratación (D.O.) de mora de Castilla (*Rubus glaucus*), utilizando fruta en trozos y fruta entera a dos temperaturas, 25 y 30°C; y una solución osmodeshidratante de 65°Brix. Se determinó la influencia de estas variables sobre la ganancia de sólidos (GS), pérdida de agua (WL) y pérdida de peso (WR) de la fruta, hallándose gráfica y estadísticamente, el tiempo en el cual GS, WL y WR no tenían cambios significativos, tomándose este tiempo como referencia.

Se confirmó mediante cinco replicas, aplicando parámetros estadísticos, los análisis obtenidos en el tiempo de referencia.

Mediante análisis sensoriales, se determinó el tiempo de vida útil de la mora fresca y D.O., empacada en bolsas de polietileno y frascos de vidrio, almacenada a 5°C.

Las variables de respuesta no mostraron cambios significativos a las cuatro horas de proceso de D.O. y los mayores porcentajes, se encontraron en la mora troceada.

La mora D.O. refrigerada, presentó una duración mayor que la mora fresca en las mismas condiciones.

Introducción

El interés que ha despertado los procesos osmóticos en la industria alimentaria, se debe a los logros alcanzados en el pretratamiento de frutas y hortalizas para mejorar la calidad sensorial y las características nutricionales de los alimentos que se someten a procesos de conservación como secado con aire caliente, refrigeración, congelación, liofilización, etc., así como también en la elaboración de productos de humedad intermedia, que se conservan por métodos combinados (Dalla Rosa et al., 1982; Farkas y Lazar, 1969; Ponting et al., 1996).

La deshidratación osmótica (D.O.) es una operación que permite eliminar el agua contenida en el alimento al ponerlo en contacto directo con una solución concentrada de un soluto adecuado, (Pensabén et al, 1993); de modo, que la diferencia de actividad de agua entre la solución y el alimento permita la migración de agua desde éste, a través de las membranas celulares que son semipermeables, hacia la solución y, simultáneamente una difusión de soluto de la solución osmótica hacia el alimento, en menor proporción que la primera.

¹ Licenciada Química. Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Fax: (968) 810123.

² Bacterióloga. Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Fax: (968) 810123.

³ Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Fax: (968) 810123.

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*), presenta una humedad del 90%, un contenido de fibra de 0.5% y un conjunto de drupas o mórulas insertadas ordenadamente, sobre un corazón blando o tálamo (Corpoica 1996), las cuales actúan como una membrana selectiva; estas características, la hacen una fruta con condiciones óptimas, para responder al proceso de D.O.

La D.O. de frutas como la mora, unida a técnicas complementarias de conservación, ayudan a disminuir las pérdidas postcosecha y a aumentar la disponibilidad para el consumo de frutas sanas, nutritivas y agradables.

La temperatura, la presión de operación, la relación masa de fruta a volumen de solución, el tamaño de la fruta entre otros, son parámetros que determinan la velocidad de deshidratación.

Materiales y métodos.

Este estudio, hace parte del programa de investigación y desarrollo tecnológico en frutas y hortalizas, que adelanta la Universidad Nacional Sede Manizales, y fue llevado a cabo en los laboratorios de alimentos y de microbiología de este establecimiento educativo.

En el estudio se utilizó mora variedad Castilla, de las fincas Porfin, La Guayana y la Paz, pertenecientes al municipio de Villamaria.

La mora se seleccionó en estado de madurez 5 y 6 (Norma ICONTEC NTC 4106), de aspecto fresco y consistencia firme, con cáliz, exentas de materiales extraños visibles en el producto, fruta sana libre de ataque por insectos.

Se utilizó una solución osmodeshidratante de 65 ° Brix, dos tamaños de fruta, fruta troceada en rodajas de 19 - 21 mm de diámetro y 5 mm de espesor; y fruta entera de 19 - 21 mm de diámetro, calibre C (Norma ICONTEC NTC 4106), las temperaturas de trabajo fueron 25 y 30 °C a presión atmosférica.

Las moras se despitonaron, se lavaron con solución de Tego 51 de 200 p.p.m., se enjuagaron con agua y se escaldaron con vapor durante 20 segundos; a continuación se introdujeron en bolsas de polietileno que contenían solución osmodeshidratante en relación jarabe/fruta de 5:1. Los pesos utilizados de mora fueron 100 g. en cada caso.

El estudio se realizó en tres partes, resumidas así:

1. Cinética de la osmodeshidratación. Los datos obtenidos en esta parte, fueron analizados por métodos gráficos y estadísticos, con el fin de establecer el tiempo en el cual, las variables de respuesta no mostraron cambios significativos.
2. Replicas de la D.O. para el tiempo determinado en el ítem 1, con el fin de confirmar los resultados obtenidos.
3. Almacenamiento en refrigeración a 5 °C de mora D.O. y fresca.

Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y variables utilizadas: la cinética de osmodeshidratación se estudio durante un tiempo de 5 horas. Después de cada hora, las muestras se escurrieron y enjuagaron con agua por 10 segundos, con el fin de eliminar el exceso de solución adherido a la

fruta, se les retiró el agua superficial con papel secante y se pesaron. A continuación se realizaron los siguientes análisis: humedad (A.O.A.C, 1980), sólidos solubles (medición refractométrica con corrección de temperatura y ajuste de acuerdo a la acidez), pH (potenciométrico), acidez (titulación potenciométrica, medida como ácido málico), actividad de agua A_w (thermoconstanter NOVASINA).

Las variables independientes fueron el tamaño de la fruta, la temperatura y el tiempo en el cual se realiza el proceso (tabla 1).

Las variables de respuesta fueron: pérdida de agua (WL), ganancia de sólidos (GS) y pérdida de peso (WR); calculadas mediante las siguientes expresiones:

$$WL = \frac{(M_o \times \%H_o) - (M_f \times \%H_f)}{M_o} \times 100 \quad (1)$$

$$GS = \frac{(M_f \times \%S_f) - (M_o \times \%S_o)}{M_o} \times 100 \quad (2)$$

$$WR = \frac{(M_o - M_f)}{M_o} \times 100 \quad (3)$$

Donde,

M_o : Peso inicial de la fruta.

M_f : Peso final de fruta.

H_o : Humedad inicial de la fruta.

H_f : Humedad final de la fruta.

S_o : Sólidos iniciales.

S_f : Sólidos finales.

Tabla 1. Variables independientes en el estudio de D.O. de mora.

Tamaño de fruta	Temperatura (° c)	Tiempo (horas)	Empaque
Entera	25	1-5	Bolsas de polietileno y frascos de vidrio.
	30	1-5	
Troceada	25	1-5	Bolsas de polietileno y frascos de vidrio.
	30	1-5	

Se utilizó un diseño experimental multifactorial completamente al azar de $2^2 \times 5$, dos tamaños, dos temperaturas y cinco horas. Para estimar los efectos de los factores de variación, se realizó un análisis de varianza mediante el programa Statgraphics.

En la confirmación de los resultados obtenidos en el tiempo optimo de D.O. (segunda parte del estudio), los análisis fisicoquímicos se efectuaron de igual forma que para la cinética de D.O.; realizándose además un recuento de microorganismos mesófilos aerobios y un recuento de mohos y levaduras.

La variable independiente fue el tamaño de la fruta (tabla 1), y las variables de respuesta fueron las mismas de la cinética de D.O.

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño de una sola vía con cinco replicas, mediante el programa Statgraphics.

Con el fin de determinar el máximo tiempo de refrigeración que soporta la mora D.O., se colocó la fruta troceada y entera bajo este régimen, en dos materiales de empaque: bolsas de polietileno y frascos de vidrio (variables independientes).

Cada tres días se realizaron análisis de sólidos solubles, pH, acidez, análisis microbiológicos y análisis sensoriales (variables de respuesta). La correlación de estos datos, permitió determinar el tiempo de vida de la mora D.O. refrigerada y además comparar con el tiempo que soporta la mora fresca bajo las mismas condiciones.

Resultados

En las figuras 1, 2 y 3 se puede observar las curvas de cinética para las variables de respuesta obtenidas durante el proceso de D.O.

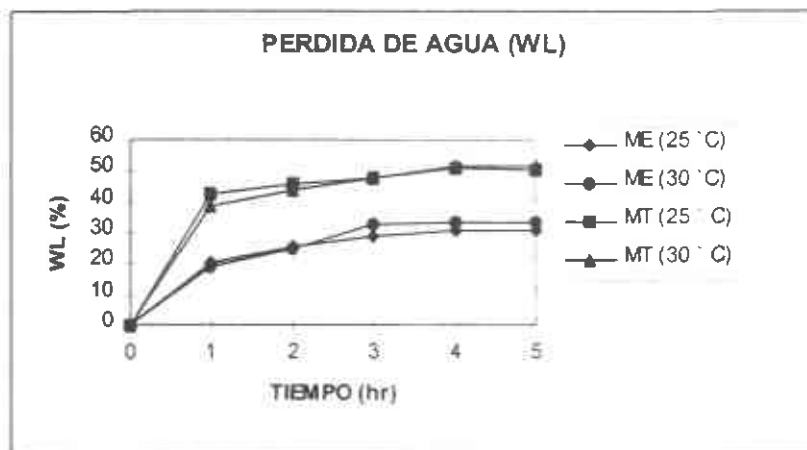


Figura 1. Pérdida de agua (WL) durante la cinética de D.O.

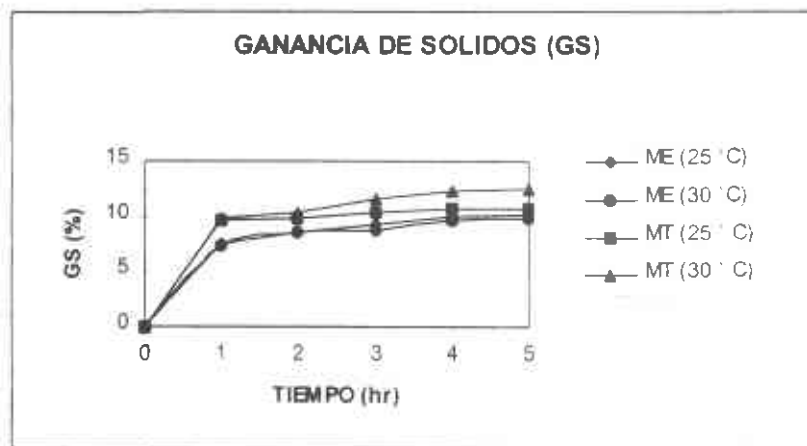


Figura 2. Ganancia de sólidos (GS) durante la cinética de D.O.

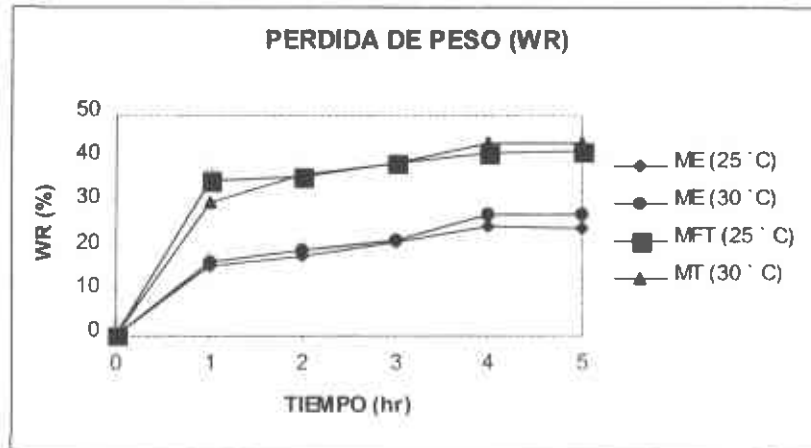


Figura 3. Pérdida de peso (WR) durante la cinética de D.O.

ME* : Mora entera.

MT** : Mora troceada

En las gráficas anteriores se observa que la pérdida de agua, la ganancia de sólidos y la pérdida de peso, son más significativas en la primera hora de proceso de D.O.; el proceso continua en forma más lenta a medida que transcurre el tiempo. Este comportamiento se presenta tanto para la mora entera, ME, como para la mora troceada, MT, a las dos temperaturas de trabajo, 25 y 30°C; sin embargo, el proceso es más significativo en la MT que en la ME.

En la tabla 2 y 3, se presentan los valores experimentales de °Brix, pH, A_w y acidez, a 25 y 30°C, obtenidos durante la cinética de osmodeshidratación.

Mediante la observación de dichas tablas puede afirmarse que los sólidos solubles aumentaron debido a la penetración de sacarosa en la fruta, el pH permaneció constante, la A_w disminuyó como consecuencia de la pérdida del contenido de agua de la fruta y la acidez se redujo ya que los ácidos de la fruta se disuelven en el medio osmodeshidratante.

Tabla 2. Análisis fisicoquímicos efectuados durante la cinética de D.O. a 25°C

Tiempo (Horas)	°Brix		pH		A_w		Acidez	
	ME *	MT**	ME	MT	ME	MT	ME	MT
0	7.0	7.0	2.91	2.91	0.966	0.966	2.615	2.615
1	12.1	22.6	2.94	2.92	0.965	0.959	2.022	2.081
2	15.1	25.3	2.90	2.87	0.963	0.952	2.003	1.846
3	19.0	27.3	2.87	2.86	0.960	0.946	1.832	1.698
4	20.6	29.2	2.86	2.89	0.959	0.941	1.729	1.420
5	21.3	29.6	2.83	2.92	0.958	0.941	1.701	1.416

Tabla 3. Análisis fisicoquímicos efectuados durante la cinética de D.O. a 30°C.

Tiempo (Horas)	°Brix		pH		A _w		Acidez	
	ME *	MT**	ME	MT	ME	MT	ME	MT
0	7	7	2.93	2.93	0.963	0.963	2.615	2.615
1	12	22.67	2.95	2.99	0.961	0.959	2.022	2.081
2	17	25.4	2.94	2.99	0.960	0.953	2.003	1.846
3	18.3	27	2.98	2.98	0.958	0.945	1.832	1.698
4	21.33	28.5	2.95	2.95	0.957	0.940	1.729	1.420
5	21.4	30.5	2.97	2.97	0.958	0.941	1.701	1.416

ME* : Mora entera.

MT** : Mora troceada.

Los resultados del análisis de varianza para la cinética de la D.O., muestran que la temperatura, el tamaño y el tiempo, son factores que tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la ganancia de sólidos, pérdida de agua y pérdida de peso, con un 95% de confiabilidad. La tabla 4, muestra los resultados del análisis de la varianza obtenido para la pérdida de agua.

Tabla 4. ANOVA para la pérdida de agua.

Efecto	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	F	P
A: temperatura	0.42436	1	0.42436	0.31	0.5824
B: tamaño	3686.78	1	3686.78	2714.58	< 0.05
C: Tiempo	766.664	4	191.666	141.12	<0.05
Interacciones					
AB	15.3264	1	15.3264	11.28	<0.05
AC	34.7392	4	8.68479	6.39	<0.05
BC	19.0263	4	4.75657	3.5	<0.05
ABC	2.23168	4	0.557921	0.41	0.7987
Residual	27.1628	20	1.35814		
Total	4552.36	39			

Los resultados gráficos, fueron confirmados por análisis estadísticos, en los cuales los datos obtenidos entre la tercera y cuarta hora presentaron en el estudio del análisis de la varianza diferencias estadísticamente significativas entre si, y los obtenidos entre la cuarta y quinta hora, no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Si bien, las diferencias de los valores obtenidos en las variables de respuesta a 25 y 30 °C, fueron estadísticamente significativas, no lo fueron químicamente; por lo cual se escogió la temperatura de 25 °C, como temperatura de trabajo para la segunda parte del estudio. El promedio de los análisis fisicoquímicos en esta etapa, se muestra en la tabla 5. De esta tabla se resalta que la MT presentó

una A_w menor que la ME, y que de igual forma los porcentajes de WL, GS y WR fueron mayores para la MT.

Tabla 5. Promedio de los valores experimentales de D.O. a las 4 horas.

Tratamiento	°Brix	pH	A_w	Acidez	WL (%)	GS (%)	WR (%)
D.O. *	22.10	2.989	0.959	1.50	28.703	8.876	26.628
D.O. **	29.30	2.998	0.941	1.57	48.445	9.566	43.317

D.O.* : Mora entera a 25 ° C.

D.O.** : Mora troceada a 25 °C.

Los coeficientes de variación de las variables de respuesta para la fruta troceada fueron de 2.09 para WL, de 2.7 para GS y de 0.3 para WR.

El comportamiento de sólidos solubles, pH y acidez para la mora D.O. durante el almacenamiento a 5 °C, se pueden observar en la Figura 4, 5 y 6.

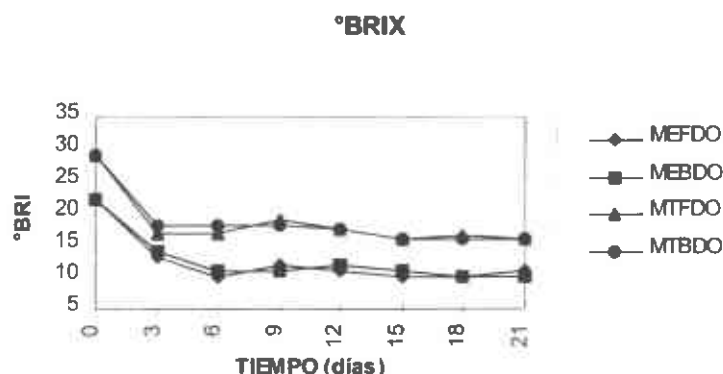


Figura 4. Sólidos solubles de la mora D.O. almacenada a 5 °C.

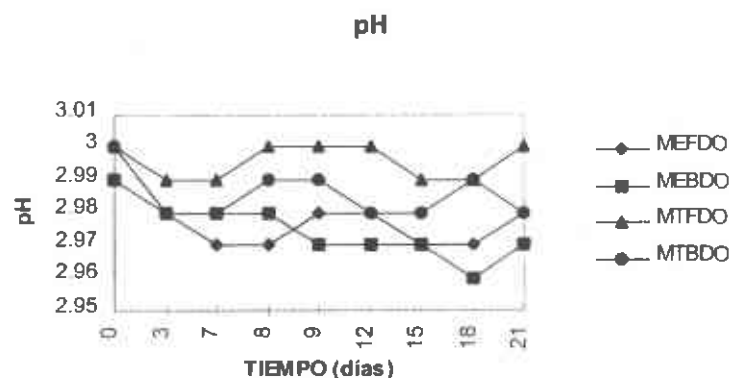


Figura 5. PH para la mora D.O. almacenada a 5 °C.

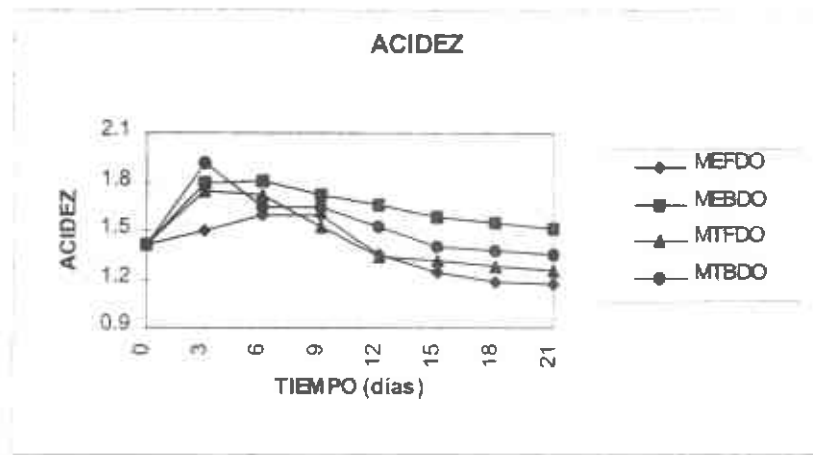


Figura 6. Acidez para la mora D.O. almacenada a 5 °C.

MEFDO: Mora entera D.O. , empacada en frascos de vidrio.

MEBDO: Mora entera D.O, empacada en bolsa de polietileno.

MTFDO: Mora en trozos D.O., empacada en frascos de vidrio.

MTBDO: Mora en trozos D.O, empacada en bolsas de polietileno.

La mora D.O. presentó al tercer día de almacenamiento en refrigeración, un descenso en los sólidos solubles, debido a la flora microbiana acompañante; a partir de este día, tuvo un comportamiento estable. El pH se presentó estable durante todo el almacenamiento y la acidez mostró variabilidad en los primeros días, comportándose posteriormente constante. Las variaciones en la acidez, se deben al crecimiento de levaduras como *Torulopsis* y *Geotrichum*, las cuales pueden disimilar los ácidos presentes de modo natural o los ácidos formados por fermentación (Mossel).

Con respecto a los análisis microbiológicos, el recuento de mesófilos y de levaduras de la mora D.O., comparados con la mora fresca, fue considerablemente menor para la fruta D.O. Durante el tiempo de almacenamiento el recuento de mesófilos, tanto en mora fresca como D.O. fue disminuyendo, mientras que los recuentos de levaduras fue aumentando.

La fermentación de la mora fresca, se presentó cuando alcanzó un recuento de levaduras promedio de 57×10^6 UFC por g., La MT D.O. empacada en bolsa, se fermentó con un recuento de levaduras de 47×10^7 UFC por g. y la ME D.O. empacada en bolsa, cuando registró un recuento de levaduras de 35×10^7 UFC por g. El recuento de levaduras, de la mora empacada en frascos de vidrio, a los 18 días fue de 27×10^5 UFC por g.

La disminución en los recuentos de microorganismos mesófilos y de levaduras en el tratamiento osmótico de la mora, se debe al incremento en la presión osmótica, que hace que las células microbianas se plasmolícen y el metabolismo se detenga; pero las levaduras y los mohos son relativamente resistentes a los cambios osmóticos (Peczar 1981).

De otro lado la microflora natural de las frutas, esta formado principalmente por levaduras y mohos y en menor grado por bacterias; esto se debe a los bajos valores de pH de las frutas, como consecuencia de los ácidos que posee, y a que las bacterias prefieren un pH neutro, mientras las levaduras y los mohos se desarrollan mejor en medios ácidos (Muller).

En cuanto a la evaluación sensorial realizada durante el almacenamiento, se encontraron los siguientes resultados relevantes:

En el momento de almacenamiento, a la mora fresca y la D.O, se les observó buena textura, olor, color y sabor característico. La mora fresca presentó deshidratación.

Al tercer día la mora fresca presentó olor a fermento, sabor ácido y abundante deshidratación.

En el día 12 la MT D.O. empacada en bolsa, mostró buena textura, olor a fermento y sabor ácido.

En el día 15 la ME D.O. empacada en bolsa, presentó buena textura, olor a fermento y sabor ácido.

A los 18 días de almacenamiento la mora D.O. empacada en frascos de vidrio, presentó olor a fermento, sabor ácido y cambio en el color.

Conclusiones

La mora troceada presenta una pérdida de agua, una ganancia de sólidos y una reducción de peso significativamente mayor frente a la mora entera, cuando se someten a D.O.

La elevación de la temperatura del sistema, acelera el proceso de D.O.

La actividad acuosa no disminuye significativamente en el proceso de D.O, por lo cual se requiere de un método complementario de conservación.

El tiempo en el cual las variables de respuesta WL, GS y WR no muestran cambios significativos, es a las cuatro horas de tratamiento.

La evaluación sensorial demuestra que la mora entera y en trozos D.O, tienen una buena calidad frente a los trozos de mora fresca.

La mora D.O. refrigerada, tiene una duración significativamente mayor, que la mora fresca refrigerada.

La mora D.O. refrigerada empacada en frascos de vidrio, presenta mayor durabilidad que la mora D.O. refrigerada empacada en bolsas plásticas.

Bibliografía

- Corpoica. Regional Nueve. Primer seminario. Frutales de clima frío moderado. 1996.
- DALLA, Rosa M; Pinnavaia G, Lericci CR. La disidratazione della frutta mediante osmosi diretta. Nota. II Esperienze di laboratorio su alcuni generi di frutta. Ind conserve (Parma) 57:3-7. 1982.
- Farkas FD, Lazar, ME. *Osmotic dehydration of apple pieces: effect of temperatura and syrup concentration on rates.* Food technol 23:90-92.
- GARCIA, M. Cristina; RIAÑO, Campo Elías. Influencia de algunas variables sobre el proceso de deshidratación osmótica de mango, banano y aguacate. Cenicafé 48:110-111. 1997.
- MOSSEL, D. A.A; MORENO GARCIA B. Microbiología de los alimentos. Acribia. Zaragoza: España. 1985.
- MULLER, Gunther. Microbiología de los alimentos vegetales. Acribia. Zaragoza: España.
- PELCZAR, Michael J. Microbiología. Mc Graw Hill. México 1981.
- PENSABEN, E; FERRER, A; FITO P. Cinética de secado de la piña deshidratada osmóticamente a vacío. En II Congreso Latinoamericano y del Caribe. México, DF. 1993.
- PONTING, D. Osmotic dehydration of fruits – recent modification and applications. Process Biochem 8:18. 1973.