



Efecto de la temperatura y sinergismo de sacarosa, sacarina y sugar light en la deshidratación osmótica de aguaymanto (*Physalis peruviana*)

Effect of temperature and synergism of sucrose, saccharin and sugar light in osmotic dehydration aguaymanto (*Physalisperuviana*)

Dino Rossi^a, Rober Fuentes^a, Franks Pardo^a, Diego Reyes^a, Raúl Tirado^a, Eli Urbina^a, John Vega^a.

a. *Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú*

Recibido el 11 de Julio del 2012, aceptado el 14 de Agosto del 2012

Resumen

Se investigó el efecto sinérgico de tres solutos (sacarosa, sacarina y sugar light) en distintas combinaciones de soluciones a una concentración de 30 °Brix, sobre la humedad, ganancia de sólidos solubles y aceptabilidad general en términos de sabor y apariencia, utilizando un diseño de mezclas Simplex con Centroide Ampliado. Se utilizaron aguaymantos de 1.5 cm de diámetro. Se evaluó la cinética de humedad y ganancia de sólidos en función de las temperaturas de proceso durante 3 horas. Se determinó la difusividad efectiva promedio del agua y sólidos solubles. Se encontró que las muestras pertenecientes al tratamiento 6 (0.5% sacarina y 0.5% sugar light) hay mayor ganancia de sólidos solubles y la mejor temperatura a la que se dio fue a 53 °C. En lo que se refiere a las características organolépticas como el sabor, se encontró que fue mayor en las soluciones con mayor proporción de sacarosa, y menor en la sacarina. También se percibió que en cuanto a apariencia, esta se dio de manera más considerable en los tratamientos que contienen un mayor contenido de sacarosa, así mismo en la interacción de sacarina con sugar light. Para la humedad, se aprecia en las temperaturas de 35°C y 53°C no tienen efecto estadístico significativo ($p > 0.05$) en los modelos lineal y cuadrático con valores de R^2 ajustados muy bajos que inviabilizan un análisis de superficie de respuesta en esos casos.

Palabras clave: Aguaymanto, deshidratación osmótica, sinergia, diseño de mezclas.

Abstract

We investigated the synergistic effect of three solutes (sucrose, saccharin and sugar light) in different combinations of solutions to a concentration of 30 ° Brix, on the moisture, soluble solids gain and overall acceptability in terms of taste and appearance, using a design Mixing Expanded Centroid Simplex. Cape gooseberries were used 1.5 cm in diameter. The kinetics of moisture and solid gain depending on the process temperature for 3 hours. We determined the average effective diffusivity of water and soluble solids. It was found that samples belonging to treatment 6 (0.5% sugar 0.5% saccharin and light) is no greater gain better soluble solids and the temperature at a given was 53 ° C. In regard to the organoleptic characteristics such as taste, was found to be higher in solutions with higher proportion of sucrose and saccharin lower. It was also felt that in appearance, this was more significant in the treatments containing a higher content of sucrose, likewise in the interaction of saccharin with light sugar. For moisture, can be seen in temperatures of 35 ° C and 53 ° C have no statistically significant effect ($p > 0.05$) in linear and quadratic models with adjusted R^2 values that don't let a very low response surface analysis in these cases.

Keywords: Aguaymanto, osmotic dehydration, synergy

1. Introducción

En la actualidad se hace más importante para el consumidor ingerir alimentos que además de los beneficios originales que éste le pueda

aportar, le ayude en el mantenimiento de su salud y en la prevención de enfermedades; es así que actualmente un buen porcentaje de la producción mundial de frutas está siendo utilizada en procesos de producción de

alimentos funcionales (Milacatl, 2003). Los frutos andinos que constituyen la base alimenticia del poblador andino no pueden escapar de esta tendencia y podrían ser revalorizados utilizando una tecnología adecuada para darle un valor agregado. Uno de estos frutos es el aguaymanto (Tomatillo), el cual tiene un gran potencial de transformación en productos procesados; sin embargo, no se ha hecho mucho en este sentido, ya que tradicionalmente ha sido considerada como maleza y se eliminaba. Recién desde el año 1980 ésta fruta empieza a tener un valor económico como cultivo, por sus características de buen aroma, sabor dulce, bondades medicinales y valores nutritivos considerables (75% – 85% de humedad, 11g – 16 g de hidratos de carbono, 43 mg de ácido ascórbico por cada 100 g de la parte comestible, vitaminas, proteínas, grasas y fibras (Brito, 2002).

Por otro lado, la deshidratación osmótica (DO) es una técnica que aplicada a productos hortofrutícolas permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50% – 60% en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles. Si bien el producto obtenido de la deshidratación osmótica no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o una congelación, un producto final de buena calidad organoléptica, esta técnica ha cobrado gran interés debido a las bajas temperaturas de operación usadas (20°C – 60 °C), lo cual evita el daño de productos termolábiles, además de reducir los costos de energía para el proceso, costos de transporte, distribución y almacenaje debido a la reducción de peso y volumen del producto en fresco (Masseo *et al.*, 2006).

En este trabajo se aplicó la deshidratación osmótica en aguaymanto, utilizando como solución osmótica una mezcla constituida por sacarosa, sacarina y sugar light buscando evaluar si estos compuestos tienen efectos sinérgicos positivos en la salida de agua, ganancia de sólidos y en la apariencia para así determinar la combinación correcta de estos compuestos para optimizar el proceso de osmódeshidratación; todo esto con la finalidad de revalorar una materia prima autóctona de nuestro país, como es el aguaymanto, y a partir de ella obtener una mayor aceptabilidad en los consumidores, gracias a la ganancia de

azúcares en el producto terminado, mejorando así sus características sensoriales y por ende tener un alto potencial comercial.

2. Materiales y métodos

Deshidratación osmótica

Se utilizó aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) variedad amarilla por su mayor concentración de sustancias vitamínicas y además un aroma agradable, la cual pasó por una selección y clasificación, separando aquellas que presentaron signos de mal estado y considerando como criterio de calidad, el color (amarillos intenso) y geometría (esferas de 1cm – 1.5 cm); el aguaymanto seleccionado y clasificado, pasó por un lavado y pelado químico con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% p/p a 95°C por 30 s con la finalidad de desprenderle la cutícula de impermeabilidad.

Los aguaymantos seleccionados se sometieron a deshidratación osmótica a temperaturas: 20°C, 35°C y 53°C respectivamente, las soluciones preparadas para cada tratamiento consistente en diferentes combinaciones de soluciones obtenidas a partir de mezclas de agua destilada con sacarosa, sacarina y sugar light hasta llegar a una concentración de 30 °Brix según el diseño experimental (Figura 1). Se cuantificó para cada tratamiento la humedad, ganancia de sólidos solubles, difusividad efectiva de agua tras 3 horas de operación.

Cálculos cinéticos

Humedad: La humedad se determinó usando la estufa, método AOAC 930.15, (AOAC, 1997) a 105°C hasta peso constante, aplicándose la siguiente ecuación

$$\%H = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

Donde: %H = Porcentaje de humedad; W_1 =Peso de muestra (g) y W_2 =Peso de muestra seca (g).

Ganancia de sólidos solubles: Los sólidos solubles se determinaron midiendo el índice de refracción de las frutas en un Brixómetro a 20°C.

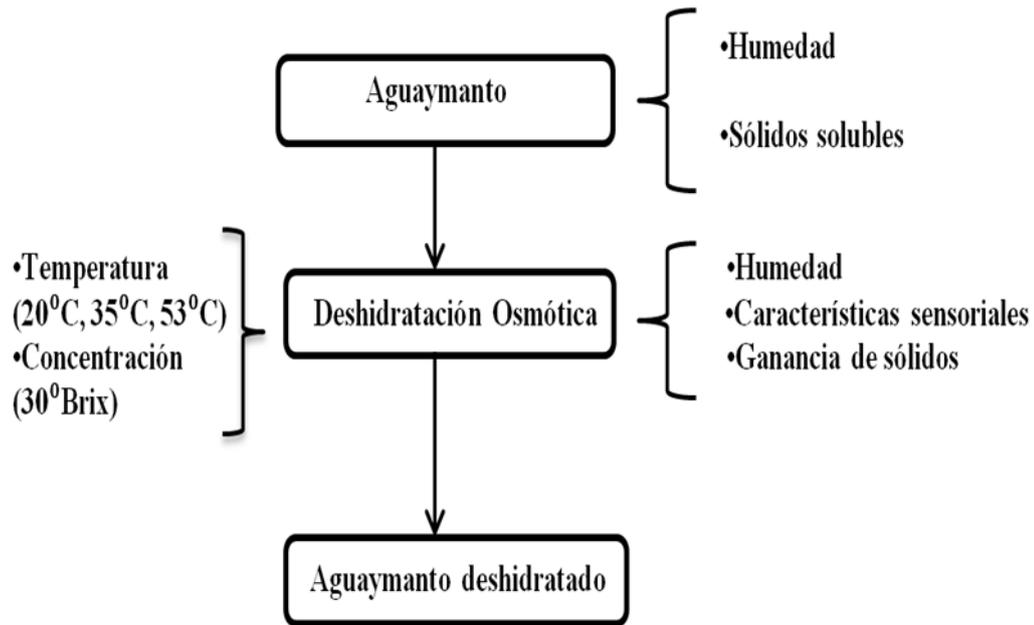


Figura 1. Esquema experimental para la deshidratación osmótica del aguaymanto.

Difusividad efectiva: Se usó el método propuesto por Crank en la solución de la ley de Fick para una esfera (Crank, 1964), según las ecuaciones 3 y 4.

$$Y = \frac{z_s^t - z_s^e}{z_s^0 - z_s^e} \quad (3)$$

$$1 - Y = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6\alpha(1 + \alpha)}{9 + 9\alpha + \alpha^2\beta_n^2} \exp[-Fo\beta_n^2] \quad (4)$$

Donde z_s^t =sólidos en el tiempo t , z_s^e =sólidos en el equilibrio, z_s^0 =sólidos en el inicio, Y =fuerza impulsora, Fo = N° de Fourier, α = coeficiente de captación fraccional, β_n =Sumatoria de las raíces positivas.

Análisis Sensorial: Se ha definido analizar pruebas no objetivas también denominadas hedónicas, en la cual el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando a través de una escala de calificación (0 – 10), si lo acepta o lo rechaza, tanto en el sabor como en la apariencia (Sancho *et al.*, 1999).

Diseño y Análisis estadístico

Se utilizó el Diseño Simplex con Centroides Ampliado que corresponde a un diseño de mezclas de la metodología de superficie

respuesta. El diseño corresponde a un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de mezcla en proporción (Figura 2), que para el caso de la deshidratación osmótica de aguaymanto (Guisande, 2006).

Son diez tratamientos con 2 repeticiones en el punto central que resultaron de la aplicación determinada de cada componente. El análisis estadístico realizado para evaluar la pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles y análisis sensorial (sabor y apariencia) consistió en determinar los coeficientes de correlación para los modelos lineal, cuadrático y cúbico respectivamente, y el análisis de varianza para cada uno de los modelos que sirvió para elegir el modelo más significativo y con mejor ajuste en el cual se construyeron las superficies de respuesta correspondientes.

3. Resultados y discusión

Caracterización del Aguaymanto

En la Tabla 1 se muestran algunas características fisicoquímicas del aguaymanto variedad amarilla determinada en esta investigación.

El aguaymanto fresco sin procesar presentó una humedad de 78.232%. Según Brito (2008) el aguaymanto alcanza un 78.9% de humedad promedio, si bien es cierto no menciona la variedad, el contenido de humedad está

razonablemente cerca al valor encontrado aquí.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del aguaymanto.

Característica	Valor	Unidades
Humedad	78.232	%
Sólidos Solubles	14.06	°Brix
Diámetro	1.5	cm

Por otro lado ICONTEC (1999), reporta por el aguaymanto un contenido de 13.4 ± 0.2 °Brix. Según Araujo (2009) el aguaymanto tiene un contenido de sólido solubles de 14.5°Brix a 14.9 °Brix, estas medidas varían en cuanto lo hace el estado madurez de un color anaranjado a anaranjado intenso. Los valores referenciados concuerdan con el valor encontrado en esta investigación. El diámetro del aguaymanto, según National Research Council (1989) es de 1.25 cm a 2.5 cm, valor concordante con el hallado en este trabajo que es de 1.5 cm.

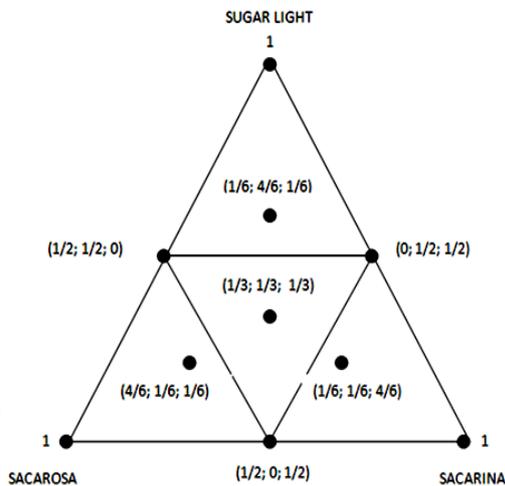


Figura 2. Triángulo de mezclas en proporciones.

Humedad y sólidos solubles después de la deshidratación osmótica

En la Tabla 2 se pueden observar los valores de humedad y ganancia de sólidos solubles, para muestras de aguaymanto procesadas a diferentes temperaturas. El sinergismo de los solutos en los procesos a temperatura ambiente y a 35°C hace que pierdan mayor cantidad de humedad, sin embargo en la temperatura de 53°C la

pérdida de agua es casi constante en cada uno de los 12 tratamientos.

Por otro lado, en la ganancia de sólidos solubles se observa que en los tratamientos T₁ y T₃, tanto la sacarosa como el sugar light que participan independientemente en la concentración incorporan menos sólidos en la muestra. Hecho que no pasa en los demás tratamientos, mostrando nuevamente el efecto sinérgico que tienen los componentes.

Casp y Abril (1999) manifiestan que la adición de sustancias de bajo peso molecular, en comparación con la sacarosa tales como, en esta investigación se han utilizado, sacarina y sugar light mejoran el proceso de deshidratación osmótica. Sin embargo Raoult-Wack (1994) precisan que un soluto de mayor peso molecular (caso de la sacarosa) favorece la pérdida de agua en desmedro de la ganancia de sólidos, mientras que un soluto de bajo peso molecular (como la sacarina y sugar light), favorece la ganancia de sólidos con una consecuente menor pérdida de agua.

Esta investigación contrasta a lo planteado por Raoult-Wack (1994), ya que al actuar la sacarina y sugar light de bajos pesos moleculares (en comparación a la sacarosa) en forma independiente tiene una mayor ganancia de sólidos solubles, pero también una mayor pérdida de agua. Sin embargo la mayor ganancia de sólidos se da en T₆ a temperatura de 53°C en la cual actúan en conjunto la sacarina y sugar light. Esto podría ocurrir por la baja viscosidad que presenta a altas temperaturas, lo que facilita la impregnación de sólidos en la muestra (Arreola y Rosas, 2007).

Raoult-Wack *et al.* (1992) recomienda realizar la DO en dos etapas, usando una solución con solutos de bajo peso molecular, lográndose un mejor control del proceso.

Análisis de Variancia

En la Tabla 3 se presenta un análisis de varianza resumido para modelos de regresión (lineal, cuadrática y cúbica), tanto para la humedad y ganancia de sólidos solubles.

Tabla 2. Humedad y ganancia de sólidos de aguaymanto tras la deshidratación osmótica.

N°	SACAROSA	SACARINA	SUGARLIGHT	T 20°C		T 40°C		T 53°C	
				°BRIX	HUMEDAD	°BRIX	HUMEDAD	°BRIX	HUMEDAD
1	250	0	0	2.84	-0.028	2.84	-0.102	7.84	-0.457
2	0	250	0	5.04	-0.019	10.24	-0.128	10.14	-0.490
3	0	0	250	8.54	-0.086	5.64	-0.150	9.54	-0.480
4	125	125	0	4.84	-0.022	6.34	-0.286	11.64	-0.501
5	125	0	125	5.64	-0.071	4.74	-0.269	9.94	-0.506
6	0	125	125	8.54	-0.109	6.14	-0.258	11.14	-0.486
7	83.333	83.333	83.333	7.74	-0.066	6.74	-0.226	7.94	-0.470
8	83.333	83.333	83.333	6.44	-0.045	4.14	-0.220	8.54	-0.469
9	83.333	83.333	83.333	6.64	-0.080	5.04	-0.240	7.64	-0.456
10	166.667	41.667	41.667	5.74	-0.052	3.74	-0.270	5.94	-0.490
11	41.667	166.667	41.667	8.94	-0.076	5.54	-0.261	9.44	-0.482
12	41.667	41.667	166.667	8.34	-0.076	4.04	-0.290	8.54	-0.492

Para la humedad, se aprecia en las temperaturas de 35°C y 53°C no tienen efecto estadístico significativo ($p > 0.05$) en los modelos lineal y cuadrático con valores de R^2 ajustados muy bajos que inviabilizan un análisis de superficie de respuesta en esos casos. Pero si es ajustable al modelo Special cubic, con un valores de R^2 ajustados relativamente altos.

Por otro lado, la humedad a temperatura de 20°C resulta ser significativo ($p < 0.05$).

Para la ganancia de sólidos solubles, en las temperaturas ambiente y 35°C resultan ser significativos ($p < 0.05$); en tanto para la temperatura a 53°C el modelo que mejor se ajusta es el Special Cubic con un R^2 ajustado mediano. Además para la ganancia de sólidos solubles a temperatura de 35°C tienen un R^2 ajustado aceptable

(mayores a 0.60) y para la humedad a temperatura de 35°C tienen un R^2 ajustado aceptable (mayores a 0.70), por lo que se pudieron establecer los siguientes modelos:

Ganancia de sólidos solubles (35°C)

$$= 2.798333x + 8.798333y + 4.698333z$$

$$R^2_{ajust} = 63.91\%$$

Humedad (35°C)

$$= -0.10822x - 0.130060y - 0.159723z - 0.701478xy - 0.604565xz - 0.4991yz + 2.346750xyz$$

$$R^2_{ajust} = 73.16\%$$

Donde x : %sacarosa, y : %sacarina y z : %sugar light.

Tabla 3. ANVA para la humedad y ganancia de sólidos para muestras osmódeshidratadas a diferentes temperaturas.

Temperaturas	Variables de respuesta	Tipo de modelo					
		Lineal		Cuadrático		Special Cubic	
		p	R^2_{ajust}	p	R^2_{ajust}	p	R^2_{ajust}
20°C	Humedad	0.02	0.470	0.108	0.690	0.916	0.693
	Ganancia Sólidos	0.00	0.612	0.199	0.717	0.527	0.659
35 °C	Humedad	0.93	0.000	0.052	0.454	0.043	0.731
	Ganancia Sólidos	0.00	0.639	0.822	0.675	0.767	0.617
53°C	Humedad	0.79	0.000	0.617	0.000	0.850	0.671
	Ganancia Sólidos	0.26	0.092	0.918	0.000	0.024	0.502

Análisis por superficie respuesta

Las superficies de respuesta de los modelos para la ganancia de sólidos

solubles y humedad a temperatura de 35°C se muestran en las figuras 3 y 4.

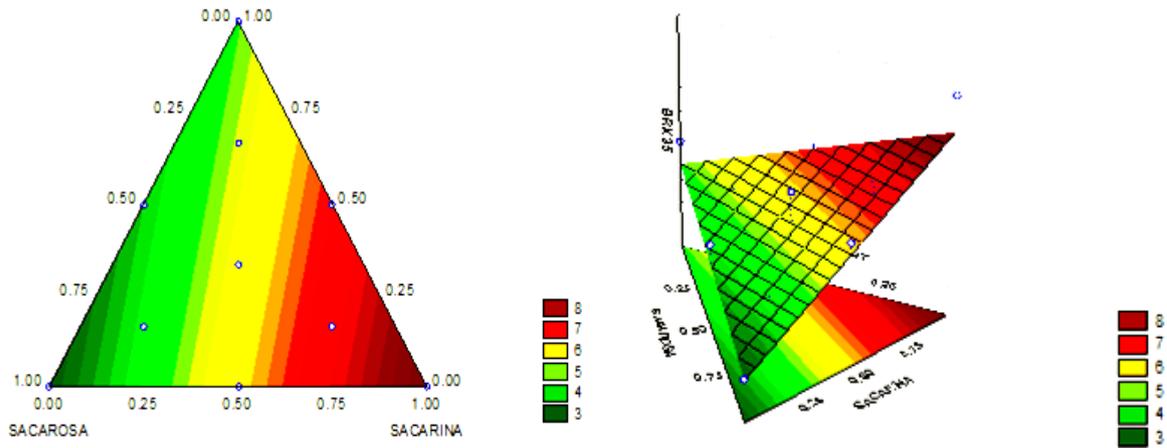


Figura 3. Superficie de respuesta para la Ganancia de sólidos de aguaymanto osmóticamente deshidratado a temperatura de 35°C.

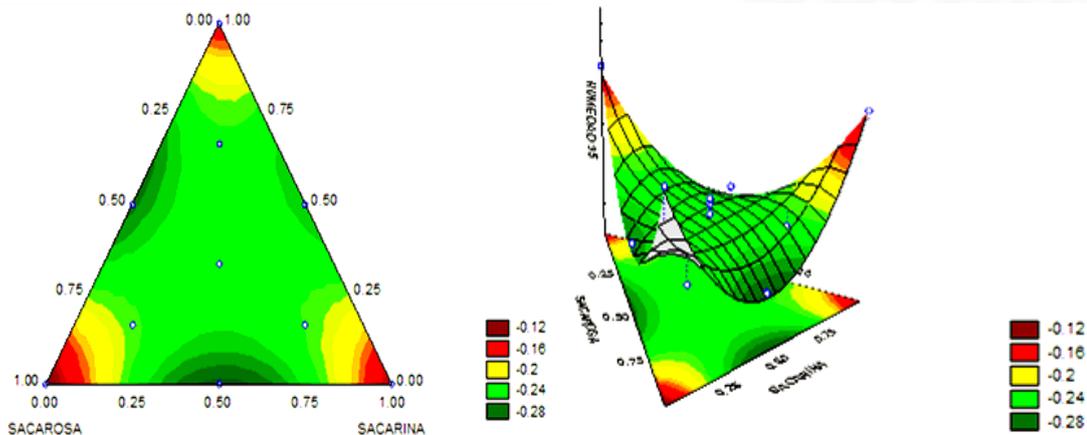


Figura 4. Superficie de respuesta para la Humedad de aguaymanto osmóticamente deshidratado a temperatura de 35°C.

Se observó en la figura 3 que la ganancia de sólidos solubles fue mayor en las soluciones con mayor proporción de sacarina, y menor en sacarosa.

lugar al mezclar dos soluciones diferentes.

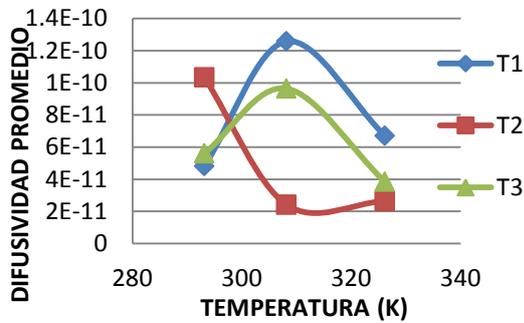
Difusividad efectiva de los sólidos

En la Figura 4 se observa que hay una disminución en la humedad considerable en los tratamientos con mezclas de dos soluciones en partes iguales. Según Lenart y Flink (1984) esto se debe al sinergismo que tiene

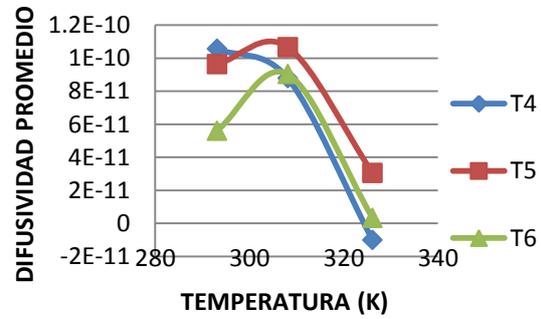
En la Figura 5_a se observa las diferencias que existen al deshidratar osmóticamente aguaymanto con las tres soluciones usadas independientemente en las diferentes temperaturas analizadas.

Siguiendo el diseño experimental se realizaron las mezclas como se puede observar en las Figuras 5_b, 5_c y 5_d ($T_4 - T_{12}$), encontrándose en 5_b y 5_c una gran similitud en las tendencias de las curvas a diferentes temperaturas.

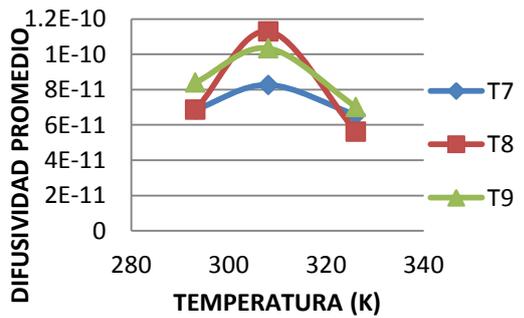
En la Figura 5_d se aprecia que tanto T_{10} como T_{12} permanecieron en la similitud, mientras el T_{11} tuvo una caída de su difusividad mientras iba aumentando la temperatura.



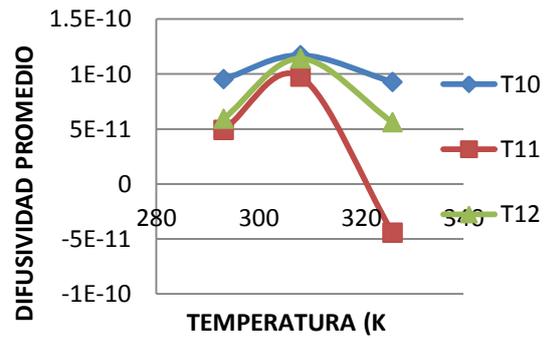
a



b



c



d

Figura 5. Difusividad efectiva de sólidos solubles en función de la temperatura en muestras de aguaymanto.

Análisis Sensorial

En la Tabla 4 se pueden observar los valores de aceptabilidad general en base a apariencia y sabor, para muestras de aguaymanto procesadas a diferentes temperaturas

Análisis de Varianza

En la Tabla 5 se presenta un análisis de varianza resumido para modelos de regresión (lineal, cuadrática y cúbica), tanto para la apariencia y sabor.

Para la apariencia, se aprecia que en las temperaturas: ambiente, 35°C y 53°C tienen efecto estadístico significativo ($p < 0.05$) en los modelos lineal y Special cubic con valores de R^2 ajustados altos.

Por otro lado, el sabor a temperatura ambiente resulta ser significativo en el modelo Special cubic ($p < 0.05$), a 35°C el modelo es lineal y a 53° es ajustable a todos los modelos, determinando así un grado alto de significancia.

Tabla 4. Datos del análisis sensorial de apariencia y sabor en aguaymanto deshidratado osmóticamente a diferentes temperaturas.

N°	SACAROSA	SACARINA	SUGARLIGHT	T 20°C		T 35°C		T 53°C	
				SABOR	APARIENCIA	SABOR	APARIENCIA	SABOR	APARIENCIA
1	250	0	0	4.85	7.9	5.7	8.2	7	8.5
2	0	250	0	0.85	6.8	2.75	2.1	1.15	2
3	0	0	250	1.4	5.9	2.75	7.3	1.1	8.8
4	125	125	0	3.25	8.8	2.5	4.3	1.8	3.5
5	125	0	125	5.4	9.6	5.2	9.3	5.25	9
6	0	125	125	3.4	9	2.4	7.9	2.7	6
7	83.333	83.333	83.333	2.95	7.3	2.3	8.5	1.7	8.9
8	83.333	83.333	83.333	3.15	7.6	3.05	6.2	2.45	5.3
9	83.333	83.333	83.333	3.15	6.9	2.95	7.5	1.6	6.6
10	166.667	41.667	41.667	3.9	8.9	4.65	9.1	5	9.3
11	41.667	166.667	41.667	1.6	7	2.25	3	1.55	2.5
12	41.667	41.667	166.667	1.7	8.3	1.45	7.8	2.2	7.1

Además para la apariencia a temperatura ambiente tienen un R^2 ajustado aceptable (mayores a 0.70) y para sabor a temperatura de 53°C tienen un R^2 ajustado aceptable (mayores a 0.90), por lo que se pudieron establecer los siguientes modelos:

$$\begin{aligned} \text{Apariencia} = & 8.0505X + 6.5869Y \\ & + 6.0505Z + 5.6749XY \\ & + 11.4022XZ \\ & + 10.4749YZ \\ & - 70.2020XYZ \end{aligned}$$

$$R^2_{ajust} = 78.05\%$$

$$\begin{aligned} \text{Sabor}(53^\circ\text{C}) = & 7.2055X + 1.1782Y \\ & + 0.9964Z - 8.6327XY \\ & + 5.0036XZ \\ & + 6.1419YZ \\ & - 36.7200XYZ \end{aligned}$$

$$R^2_{ajust} = 93.13\%$$

Donde x: %sacarosa, y: %sacarina y z: %sugar light.

Tabla 5. ANVA para la apariencia y sabor en muestras osmodeshidratadas a diferentes temperaturas.

TEMPERATURA	VARIABLES	TIPO DE MODELO					
		LINEAL		CUADRATICO		SPECIAL CUBICO	
		P	R^2_{ajust}	P	R^2_{ajust}	P	R^2_{ajust}
20°C	SABOR	0.010	0.559	0.380	0.589	0.062	0.769
	APARIENCIA	0.429	0.000	0.377	0.000	0.003	0.780
35°C	SABOR	0.011	0.544	0.143	0.705	0.517	0.678
	APARIENCIA	0.003	0.643442	0.179	0.750	0.861	0.702
53°C	SABOR	0.003	0.659796	0.045	0.854	0.038	0.931
	APARIENCIA	0.000	0.739351	0.794	0.666	0.623	0.620

Análisis por superficie respuesta

Las superficies de respuesta de los modelos para la ganancia de sólidos

solubles y humedad a temperatura de 35°C se muestran en las Figuras 6 y 7.

Se observó en la Figura 6 que el sabor fue mayor en las soluciones con mayor proporción de sacarosa, y menor en la sacarina.

los tratamientos que contienen un mayor contenido de sacarosa, así mismo en la interacción de sacarina con sugar light.

En la Figura 7 se observa que hay una mayor apariencia física considerable en

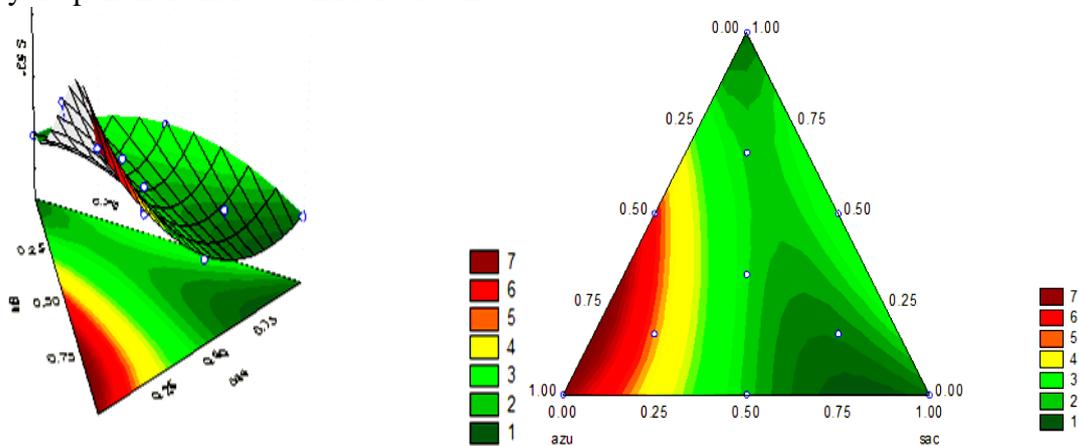


Figura 6. Superficie de respuesta para la característica organoléptica: Sabor, del aguaymanto osmodeshidratado a temperatura de 53°C.

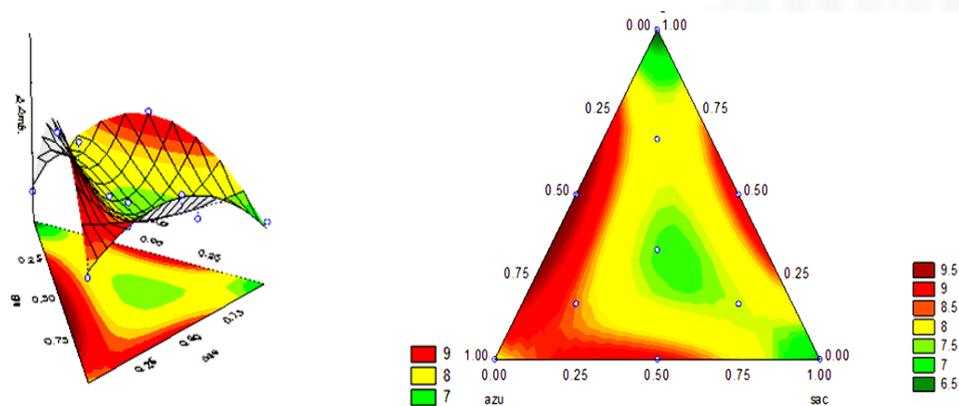


Figura 7. Superficie de respuesta para la característica organoléptica: Apariencia, del aguaymanto osmodeshidratado a temperatura ambiente.

4. Conclusiones

Se encontró que las muestras pertenecientes al Tratamiento 6 (0.5% sacarina y 0.5% sugar light) hay mayor ganancia de sólidos solubles y la mejor temperatura a la que se dió fue a 53 °C.

apariencia, esta se dio de manera más considerable en los Tratamientos que contienen un mayor contenido de sacarosa, así mismo en la interacción de sacarina con sugar light.

5. Referencias Bibliográficas

AOAC. 1997. Métodos oficiales de análisis. 16va. edición. Editorial AOAC. Internacional. Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos de América.

En lo que se refiere a las características organolépticas como el sabor, se encontró que fue mayor en las soluciones con mayor proporción de sacarosa, y menor en la sacarina. También se percibió que en cuanto a

- Araujo, G., 2009. Serie: Manejo Técnico en los andes del Perú Cultivos Andino Técnica y recopilación bibliográfica.
- Arreola, S.; Rosas, M. 2007. Aplicación de vacío en la deshidratación osmótica de higos (*ficus carica*). Información Tecnológica 18(2): 43-48.
- Brito, D. 2002 “Agro exportación de productos no tradicionales. Productores Uvilla para exportación”. Boletín 10 p. Quito, Ecuador.
- Brito, B. 2008; Uvilla. Características físicas y nutricionales de la fruta importante para la investigación y desarrollo de productos deshidratados, cristalizados y chips. Plegable N°. 295 INIAP. Pp 1-3. Quito, Ecuador.
- Casp, A.; Abril, J. 1999. Procesos y conservación de alimentos. Mundi Prensa. 1200 pp. Zaragoza, España.
- Crank, J. 1964. The Mathematics of Diffusion. University Press: Oxford. USA.
- ICONTEC, 1999. Determinación de proteína. Norma Técnica Colombiana NTC 1055. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá.
- Guisande, C. 2006; Tratamiento de datos. Ediciones Díaz De Santos, España.
- Lenart, A.; Flink, J. 1984. Osmotic concentration of potato. II Spatial distribution of the osmotic effect. J. Food Technol. 19: 85-89.
- Masseo, M.; Leon, L.; Hernandez, H.; Guapacha, H. 2006. Deshidratación osmótica de arveja (*Pisumsativum L.*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris L.*) utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. Revista Vector 1(1): 9-28.
- Milacatl, V. 2003 Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango [Trabajo de grado]. Universidad de las Américas. Puebla, México.
- National Research Council. 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press, Pag. 23-56. Washington, D.C., USA.
- Raoult-Wack, A. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Food Science & Technology 5: 255-260.
- Raoult-Wack A. L.; Lenart, A.; Guilbert, S. 1992. Recent advances in dewatering through immersion in concentrated solutions. In: MUJUNDAR A. S. (Ed.) Drying of Solids. New York: International Science Publishers. p. 211-251.
- Sancho J.; Bota E.; De Castro J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions Universitat de Barcelona, España.

