



## Efecto de la concentración de albedo y sacarosa sobre las características fisicoquímicas, reológicas y aceptabilidad general en cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Effect of the concentration of albedo and sucrose in physicochemical, rheological properties and general acceptability in puree of granadilla (*Passiflora ligularis*)

**Julio Aguilar, Mario Espinoza, Jhonatan Cabanillas, Elvia Gómez, Luder Valverde, Diego Benavides**

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

Recibido 9 Febrero 2014; Aceptado 12 Mayo 2014

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la concentración de sacarosa y albedo sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y aceptación general de un cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*), y determinar los valores óptimos del edulcorante y gelificante trabajado, en donde el cremogenado presenta la mayor estabilidad y aceptabilidad general. Para cumplir con dicho objetivo, se empleó el diseño compuesto central rotacional (DCCR), realizándose 11 ensayos experimentales para evaluar las variables concentración de sacarosa en el rango de 0-15% y concentración de albedo en el rango de 15-25%. Las pruebas de aceptación general se realizaron con un panel no entrenado de 40 consumidores quienes degustaron un trago denominado “cremogenado de granadilla sour”, manifestando su aceptabilidad por medio de una escala hedónica de 9 puntos. Se determinó que la concentración de sacarosa si tiene efecto sobre la viscosidad, pH, °Brix, acidez titulable y aceptación general, mientras que la concentración de albedo no tiene efecto en ninguno de las variables estudiadas así como también que los valores de concentración de sacarosa y albedo más adecuadas para obtener un cremogenado de granadilla de mayor aceptación general son de 12.82 % y 23.85% respectivamente. Finalmente, se realizó una caracterización fisicoquímica del producto con mayor aceptabilidad general (óptimo), para comprobar su calidad nutricional y vida útil.

**Palabras clave:** Cremogenado, albedo, consistencia, azúcar, aceptabilidad general.

### ABSTRACT

This present research aimed to evaluate the effect of sucrose concentration and albedo on the physicochemical, rheological and general acceptance in the creaming of granadilla (*Passiflora ligularis*), and determine the optimal values of the sweetener and gelling worked, where creaming presents increased stability and general acceptability. To comply this objective, was used the Rotational Central Composite Design (DCCR), 11 experimental tests performed to evaluate the variables of sucrose concentration in the range of 0-15% and albedo concentration in the range of 15-25%. Was determined that the concentration of sucrose has effect on viscosity, pH, ° Brix, titratable acidity and generally accepted, while the concentration of albedo has no effect on any of the variables studied, also the concentration values sucrose and albedo more appropriated to obtain a granadilla creaming of more generally accepted are 12.82% and 23.85% respectively. Finally, we performed a physicochemical characterization of the product with the highest general acceptability (best) to check their nutritional quality and shelf life.

**Keywords:** Puree, albedo, consistence, sucrose, general acceptability.

\*Autor para correspondencia.

E-mail: julio\_agroind11@hotmail.com (J. Aguilar)

## 1. Introducción

Los cremogenados de frutas, como elaborados casi integrales (salvo huesos, semillas y otras partes duras o defectuosas) con consistencia cremosa; han alcanzado una gran importancia económica en la industria alimentaria actual, mostrando un gran futuro comercial ya que son la base a partir de la cual se elaboran una amplia gama de productos finales como son: los zumos de fruta con pulpa y los néctares de fruta, mermeladas, alimentos infantiles (Garza, 1996).

El uso de los cremogenados como base para la elaboración de los productos, presentan ventajas definidas frente al método tradicional de utilizar la fruta como materia prima (Salamanca et al., 2007).

Las operaciones básicas para la obtención del cremogenado de fruta se completa con el deshuesado, trituración, y tamizado de en malla 0.5 mm. El producto es enfriado hasta 25 °C y se somete a la cadena de frío para su conservación.

Al presentar el cremogenado de guayaba aun panel de degustadores obtuvieron las mejores puntuaciones para el color en el tratamiento que poseía 18 % de pulpa, 18.08 °Brix, 4.04 pH, 0.60 en acidez titulable y una densidad de 1.068 g/cm<sup>3</sup>; siendo estos resultados similares al tratamiento en cuya composición se encontraba 32% pulpa, 17.02 °Brix, 4.06 pH; 0.63 de acidez titulable y una densidad de 1.068 g/cm<sup>3</sup>. Para el sabor y la consistencia, el tratamiento 5 presento el nivel más alto de aceptación. Este tratamiento contenía 24% de pulpa, 17.81 ° Brix, 4.14 pH, 0.62 de acidez titulable y una densidad de 1.069 g/cm<sup>3</sup> (Proaño, 2010).

Garza (1998) y Salamanca (2011) estudiaron el comportamiento reológico en cremogenados de melocotón y frutas tropicales (guanábana, lulo, papaya, maracuyá, guayaba, mango, mora y tomate de árbol) respectivamente ante el efecto del contenido de sólidos solubles

en la muestra. A su vez Vitali y Rao (1984), Ilicali (1985) y Gunjal y Waghmare (1987) evaluaron la pseudoplasticidad en pulpas concentradas de naranja, puré de manzana y mango respectivamente.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que existe entre la concentración de albedo y sacarosa sobre la aceptabilidad general, las características fisicoquímicas y reológicas del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*).

## 2. Materiales y métodos

### Extracción de la Pulpa

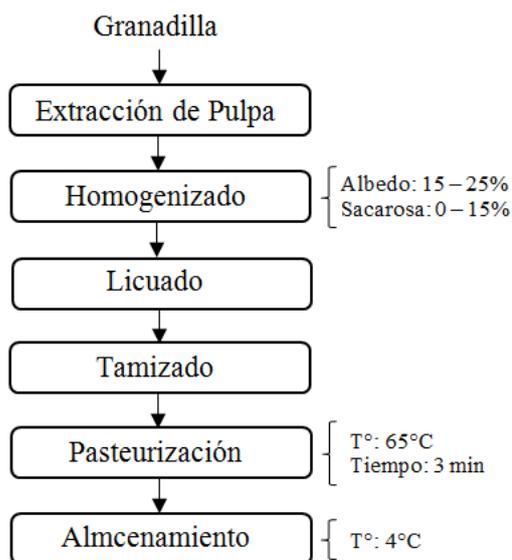
Se utilizaron granadillas (*Passiflora ligularis*) procedentes del distrito de Virú, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad. Esta etapa se realizó en una máquina despulpadora marca "VULCANO". Luego de la extracción, la pulpa se caracterizó midiendo parámetros tales como °Brix, acidez titulable, pH, contenido de vitamina C, % azúcares reductores, parámetros colorimétricos (L\*, a\*, b\*), humedad, densidad y su temperatura de congelación.

### Extracción del Albedo

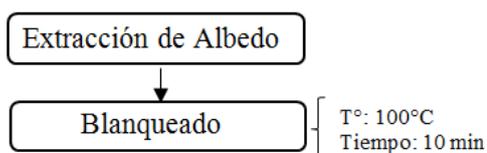
La extracción de albedo se realizó mediante un blanqueado a 100°C durante 10 minutos, cuyo diagrama de flujo se visualiza en la figura 2.

### Elaboración del cremogenado

Una vez obtenido el albedo y la pulpa, se mezclaron utilizando una licuadora semi-industrial "OSTER", en la cual se varió las concentración de sacarosa y albedo, cuyos rangos se encontraron entre 0 – 15 % y 15 – 25 % respectivamente. El procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Trujillo. Para una mayor comprensión, dicho procedimiento se detalla en el diagrama de flujo de la Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de elaboración de cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*).



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la extracción de albedo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

### Análisis Físicoquímicos

Las siguientes determinaciones fueron realizadas sobre todos los tratamientos en estudio, siguiendo los siguientes métodos: Acidez Titulable, (Método Acidez Titulable COVENIN, N° 1151-77), pH (Método Acidez Iónica (COVENIN, N° 1315-79), Sólidos solubles (Método Refractometría, COVENIN, N° 924-83), % Humedad (Método A.O.A.C., 1984), Azúcares reductores iniciales (Método: NMX-F-312-78), Determinación de Vitamina C. (Método: The United States Pharmacopeia, 23), Análisis Colorimétrico (Método Variación de color ( $\Delta E$ )- Muñoz, 2012), Temperatura de Congelación (Método Según Rojas y Arteaga (2013), Tensión superficial (Método: Según Rojas y Arteaga, 2013).

### Características Reológicas

Se utilizó un Viscosímetro rotacional SELECTA ST-DIGIT-R y husillo TR-9. Los mismos están especialmente diseñados para trabajar con muestras pequeñas. Cada una de las mediciones empezó a 1 rpm, esta velocidad se incrementó cada 3 segundos. En cada uno de estos cambios de velocidad de giro, se realizó la recolección y almacenamiento de los conjuntos de datos. Para analizar las distintas muestras se utilizó la ley de la potencia (Ecuación de Ostwald de Waele, Ec. 1), por ser fluidos pseudoplásticos (Steffe, 1996), ya que sufren una disminución de la viscosidad aparente cuando se los somete a altas velocidades de deformación y por el contrario, aumenta cuando la velocidad de deformación es baja.

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^n \quad (\text{Ec.1})$$

Donde  $\sigma$  es la tensión de corte o de cizalla (Pa), K es el índice de consistencia al flujo (Pa.s<sup>n</sup>),  $\dot{\gamma}$  es la velocidad de deformación o gradiente de velocidad (s<sup>-1</sup>) y n es el índice de comportamiento al flujo (adimensional).

### Análisis Estadístico

El diseño compuesto central rotacional (DCCR) que fue utilizado en este análisis nos permitió evaluar el o los factores (Temperatura y/o Tiempo) que afectan significativamente en las características reológicas, físicoquímicas y la aceptabilidad general del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*). Las variables utilizadas son las siguientes:

$$X_1 = \text{Concentración de azúcar} = 0\text{-}15\%$$

$$X_2 = \text{Concentración de albedo} = 15\text{-}25\%$$

**Tabla 1.** Valores utilizados en DCCR para las dos variables selección

Variables (%)	Niveles				
	-1.41	-1	0	+1	+1.41
$X_1$	0	2.18	7.5	12.02	15
$X_2$	15	16.45	20	23.55	25

Los valores de la Tabla 1 son utilizados para construir el planeamiento de los 11 tratamientos con sus respectivas respuestas. Se consideraron 3 repeticiones en el punto central y 4 puntos axiales. Para obtener regiones de interés práctico del proceso, se construyeron superficies de respuesta ( $Y=f(X_1, X_2)$ ) y curvas de contorno usando STATISTICA 7.0 con la finalidad de evaluar el efecto del mejor tratamiento sobre la aceptabilidad general de cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*).

### 3. Resultados y discusión

#### Obtención de pulpa de fruta

Se procesaron 7.92 Kg de granadilla (*Passiflora ligularis*) y se obtuvo 3.005 Kg de pulpa refinada. El rendimiento de pulpa de granadilla refinada obtenida fue de 37.94%, este valor se encuentra por debajo de la investigación de Márquez et al. (2009) que arrojó un valor de  $40,03 \pm 0,01\%$  en rendimiento de la pulpa. La diferencia entre los porcentajes de rendimiento de pulpa hallado experimentalmente y reportados por Márquez et al. (2009) se atribuye a muchos factores, tales como la variedad del fruto, clima, condiciones edafológicas, prácticas agrícolas y temporadas de cosechas, que pueden influir en el rendimiento y las características físicas y organolépticas.

#### Caracterización fisicoquímica de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Sandoval et al. (1985), reportó para pH de pulpa de granadilla un valor promedio de 4.6. Jaramillo y Molina (1984), muestra para la pulpa de granadilla un valor de pH de 4.83. El pH que se obtuvo en el trabajo fue menor a los valores de la bibliografía, lo que indica el grado de acidez de la granadilla analizada.

Para la determinación de las propiedades cromáticas se utilizó un

colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR- 400.

**Tabla 2.** Propiedades fisicoquímicas de la pulpa de Granadilla.

Parámetro	Valor	
°Brix	14.35	
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0.224	
pH	3.69	
Parámetros colorimétricos	L*	17.3
	a*	6.2
	b*	18.1
	C	71.9
% Humedad (bh)	84.6441015	
% Humedad (bs)	5.51104249	
%Ms	15.3558985	
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1056	

Cabrera (2006) reporta un valor de 85.27% de humedad para la pulpa de granadilla. Jaramillo y Molina (1984), reportan para la pulpa de granadilla un valor para Hb.h. de 86.13 %. Según Gallo (1996), la humedad en base humedad para la pulpa de granadilla es 82.74 %. Estos valores de asemejan al del trabajo (84.64%).

En el proceso de congelación para zumos y cremogenados de frutas, la temperatura del producto luego del procesado, se reduce por debajo de su punto de congelación, con lo cual la fracción húmeda cambia de fase formando cristales, que origina un incremento en la concentración de solutos reduciendo ( $A_w$ ) y reducción de la temperatura del producto. Cabrera (2006), nos brindan un valor de -1.4 para la pulpa de granadilla.

#### Caracterización fisicoquímica del Cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*)

En la Tabla 2, se muestra el análisis de los coeficientes de regresión para las variables respuestas (°Brix, acidez titulable y pH), para obtener los modelos, conociendo el % azúcar y % de albedo.

**Tabla 2.** Coeficiente de regresión para los °Brix, acidez titulable y pH del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*)

	° BRIX		ACIDEZ TITULABLE		pH	
	Coefficiente	P	Coefficiente	p	Coefficiente	p
Intercepción	20,72557	0,000003	0,49592	0,000001	4,22237	0,00000
% Azúcar (L)	9,97743	0,000267	-0,05628	0,04755	0,01586	0,48460
% Azúcar (Q)	0,00272	0,998420	-0,00532	0,84419	-0,12707	0,00388
% Albedo (L)	0,13039	0,909901	-0,07090	0,02169	0,00851	0,70233
% Albedo (Q)	-0,24878	0,856565	0,04730	0,12516	-0,06168	0,05727
1L por 2L	-0,25000	0,877954	0,04555	0,19463	-0,00500	0,87282
R <sup>2</sup>	94,319		82,689		84,611	

L= Lineal, Q = Cuadrático.

En cuanto a los ° Brix y la acidez titulable; la variable (1) % azúcar (L) tiene efecto significativo; mientras que para el pH; las variables % Azúcar (Q) y % Albedo (Q) tienen efecto significativo. Los coeficientes de regresión para los ° Brix, acidez titulable y pH de la Tabla 9 permitieron elaborar un modelo matemático de segundo orden, donde fueron considerados todos los factores debido a que todos los valores son significativos.

> ° Brix

$$Y_1 = 20.72557 + 9.97743 \% A + 0.00272 \% A^2 + 0.13039 \% Alb - 0.24878 \% Alb^2 - 0.25 (\% A) * (\% Alb)$$

$$R^2 = 94.319\%$$

> Acidez titulable

$$Y_2 = 0.49592 - 0.05628 \% A + 0.99842 \% A^2 - 0.07090 \% Alb + 0.04730 \% Alb^2 - 0.0455 (\% A) * (\% Alb)$$

$$R^2 = 82.689\%$$

> pH

$$Y_3 = 4.22237 + 0.01586 \% A - 0.12707 \% A^2 + 0.00851 \% Alb - 0.06168 \% Alb^2 - 0.005 (\% A) * (\% Alb)$$

$$R^2 = 84.611\%$$

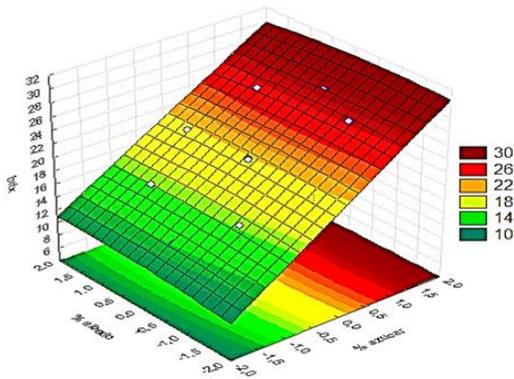
Donde: % A = % Azúcar; % Alb = % Albedo.

En la Tabla 2, muestran que los ° Brix, acidez titulable y pH tiene un R<sup>2</sup> de 94.319%, 82.689%, 84.611% respectivamente, lo cual demuestra un nivel de confiabilidad con al menos el 95%. En la Tabla 3, se muestra el análisis de varianza para los modelos obtenidos, de los cuales el modelo Y<sub>1</sub> y Y<sub>3</sub> resultan ser significativos, al poseer un F calculado mayor que el F tabulado, esto sumado a unos buenos coeficientes de regresión indica que los modelos son adecuados para predecir los °Brix y pH en función de las variables a través de superficie de respuesta. No así ocurre con la acidez titulable, la cual posee un F calculado menor al F tabulado, siendo este modelo no confiable al momento de predecir en función de las variables a través de superficie de respuesta.

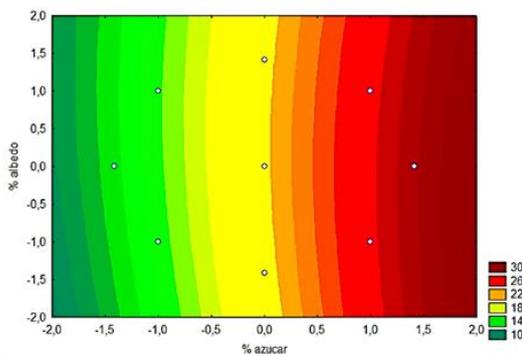
**Tabla 3.** Análisis de varianza para los ° Brix, acidez titulable y pH de cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Fuente de variables	Suma de Cuadrados	Grado libertad	Cuadrados Medios	F cal	F tab
° BRIX					
Regresión	198,689	5	39,738	16,590	5,0503
Residuos	11,976	5	2,395		
Totales	210,6655	10			
ACIDEZ TITULABLE					
Regresión	0,0216	5	0,0043175	4,194	5,0503
Residuos	0,0051	5	0,0010293		
Totales	0,0267	10			
pH					
Regresión	0,02861180	5	0,00572236	4484,130	5,05033
Residuos	0,00000638	5	0,00000128		
Totales	0,02861818	10			

En las figuras 4 y 5, se muestran las gráficas de superficie de respuesta y de contornos respectivamente obtenidas con el software STATISTICA 7.0, mostrando en los colores los rendimientos esperados para cualquier combinación de las variables independientes evaluadas (% azúcar y % de albedo). Se aprecia que a valores codificados de 0.5 – 2.0 de % azúcar los ° Brix son óptimos mientras que % albedo no afecta significativamente.

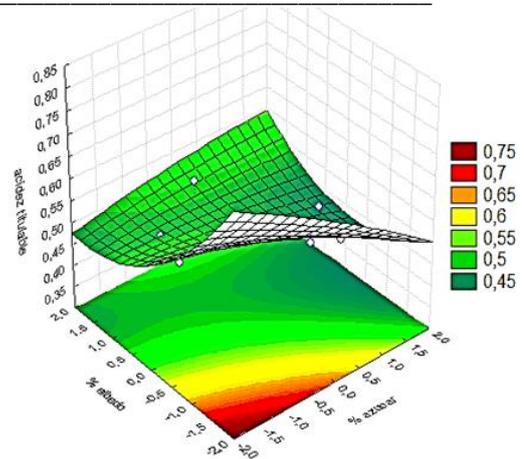


**Figura 4.** Superficie de respuesta para los ° Brix en función de % azúcar y % albedo.

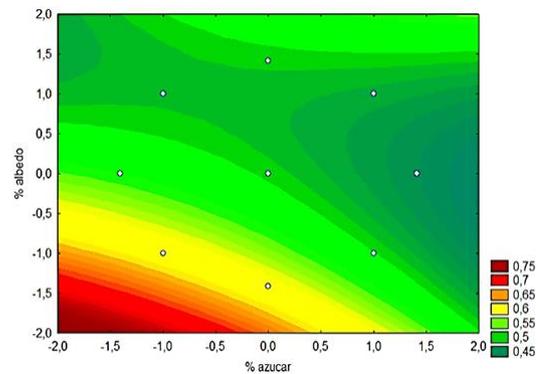


**Figura 5.** Curva de contorno para los ° Brix en función de % azúcar y % albedo.

En las figuras 7 y 8, se muestran las gráficas de superficie de respuesta y de contornos respectivamente obtenidas para la variable respuesta de la acidez titulable en función de las variables independientes evaluadas. Se aprecia que para valores codificados encontrados entre -0.5 y 0.5 de % azúcar y -1 y 1 de % albedo se obtienen los mejores resultados en cuanto al pH.

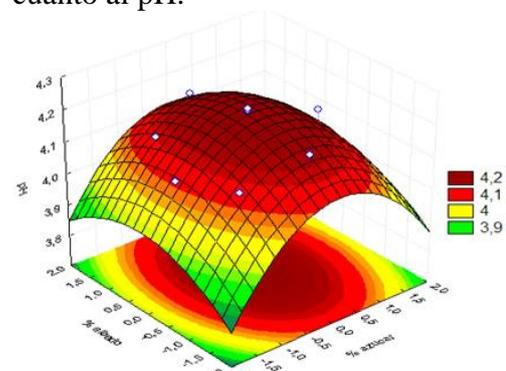


**Figura 6.** Superficie de respuesta para la acidez titulable en función de % azúcar y % albedo.



**Figura 7.** Curva de contorno para la acidez titulable en función de % azúcar y % albedo.

En las figuras 8 y 9, se muestran las gráficas de superficie de respuesta y de contornos respectivamente obtenidas para la variable respuesta de la acidez titulable en función de las variables independientes evaluadas. Se aprecia que para valores codificados encontrados entre -0.5 y 0.5 de % azúcar y -1 y 1 de % albedo se obtienen los mejores resultados en cuanto al pH.



**Figura 8.** Superficie de respuesta para el pH en función de % azúcar y % albedo.

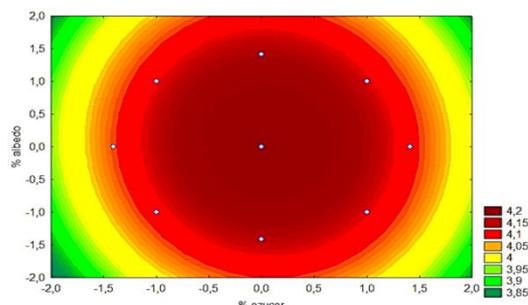


Figura 9. Curva de contorno para el pH en función de % azúcar y % albedo.

**Determinación del comportamiento Reológico del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*)**

Garza (1998) observó que los valores del esfuerzo cortante, índice de consistencia y viscosidad aparente, a las diferentes velocidades de deformación a las que ha sido calculada, experimentaron un fuerte aumento cuando la concentración de las muestras de cremogenado de melocotón pasó de 24 °Brix a 29 °Brix.

Tabla 4. Indicadores del comportamiento reológico de cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*) bajo distintas concentraciones

Tratamiento	k	n	R <sup>2</sup>
1	24.98	0.352	0.967
2	25.17	0.294	0.978
3	43.44	0.260	0.955
4	65.78	0.217	0.972
5	24.12	0.336	0.992
6	91.14	0.146	0.918
7	35.31	0.269	0.956
8	69.30	0.240	0.989
9	37.83	0.310	0.978
10	49.02	0.291	0.983
11	41.69	0.304	0.978

A su vez, Salamanca (2011) registró un aumento del índice de consistencia “k” y una disminución del índice de comportamiento “n” en cremogenados de frutas tropicales (guanábana, lulo, papaya, maracuyá, guayaba, mango, mora y tomate de árbol) cuando el fluido contenía mayor concentración de sólidos solubles (°Brix) en su composición.

De acuerdo con la Tabla 4, el tratamiento 6 que contenía la máxima concentración de sacarosa (15%) y a su vez es el que presenta el mayor índice

de consistencia “k” de todas las muestras; mientras que el tratamiento 5 presenta el menor valor de “k”, el cual no contenía sacarosa en su formulación (0%).

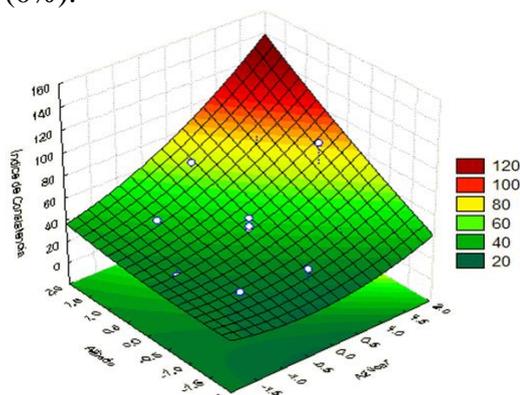


Figura 10. Superficie de respuesta del índice de consistencia de cremogenado de granadilla (*Passifloraligularis*).

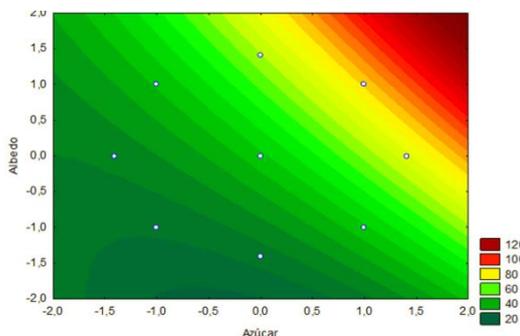


Figura 11. Gráfico de contornos de color para las muestras de cremogenado de granadilla (*Passifloraligularis*).

Se observa que la consistencia del cremogenado de granadilla es mayor en una formulación con mayor proporción de sacarosa y albedo (Figura 10 y 11). Varios factores afectan el comportamiento reológico de los purés y concentrados de fruta: temperatura, sólidos solubles totales/concentración, tamaño de partículas (Ahmed et al., 2004; Manayay e Ibarz, 2010). Mientras que Garza (1998) observó que, de forma general, para una misma concentración, el incremento de la temperatura da lugar, en todas las muestras, a una disminución del índice de consistencia. Así, para las muestras con una concentración de 11 °Brix, el índice de consistencia disminuye desde 7,5 Pa.sn, para una temperatura de 5 °C, hasta 3,86 Pa.sn a 60 °C. Para esta investigación no

se consideró la temperatura como una variable, debido al uso de un termostato con baño maría que mantuvo la temperatura de la muestra entre un rango de 23.4 a 27.2 °C.

La viscosidad o consistencia de los jugos y purés de frutas es una característica física importante, ya que influye en el desarrollo del proceso de elaboración y en la aceptación del producto por el consumidor (Costell y Durand, 1982). Ahmed et al. (2004) ha reportado que los purés de fruta se comportan como no-newtonianos como resultado de una compleja interacción entre los azúcares solubles, las sustancias pécticas y los sólidos suspendidos. La segunda variable independiente estudiada fue la concentración de albedo que se empleó como fuente de pectina. Devia (2003) logró extraer cerca del 10 % de pectina del albedo de cáscara de naranja valencia (*Citrus × sinensis*) y de toronja (*Citrus × paradisi*) en base seca. Sin embargo, aún no se ha investigado el rendimiento en la extracción de pectinas en albedo de granadilla.

Las pectinas de bajo metóxilo esta contienen una gran cantidad de grupos ácidos que son los responsables de reaccionar con la sacarosa y el ácido cítrico formando una verdadera malla o red que tiene una resistencia increíble. Esta pectina generalmente se encuentra en cítricos, como el limón, la naranja, la mandarina, etc. (DNIA, 2006).

De acuerdo a lo dicho por DNIA (2006), las pectinas del albedo dan la consistencia al cremogenado bajo una acción conjunta con la sacarosa bajo condiciones específicas de pH (relacionado con la acidez titulable),

que se comporta como un factor regulador de la viscosidad del fluido. De acuerdo con la Tabla 4, el tratamiento 7 obtuvo menor consistencia que la prueba 8, a pesar de contener la misma concentración de sacarosa en la formulación, pero distintas concentraciones de albedo, donde se aprecia claramente la relación de sacarosa-pectina en la consistencia del alimento. De acuerdo a los reogramas graficados para los 11 tratamientos, basados en la concentración de sacarosa y albedo en la elaboración de cremogenado de granadilla (*Passifloraligularis*), se reportan sus valores de índice de comportamiento “n” en la Tabla 4, cuyos resultados obtenidos tienen un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> (todos han resultado superiores a 0,910 y muchos de ellos del orden de 0,980), por lo tanto, el modelo de Ostwald-de Waale o ley de la potencia describe adecuadamente el comportamiento al flujo del cremogenado, por lo que, desde el punto de vista práctico, el flujo de este producto puede considerarse como pseudoplástico debido a que los valores de “n” oscilan entre 0.145 y 0.352, es decir, menores a la unidad y que para Mataix (1988) lo definen como tal; de lo contrario (n >1) se le denominaría fluido dilatante.

**Tabla 5.** Análisis de Regresión para el índice de consistencia “k”.

	Coefficientes	p
Mean/Interc.	42,90695	0,004845
Azúcar (L)	29,34435	0,043751
Azúcar (Q)	7,16724	0,606728
Albedo (L)	26,82879	0,057833
Albedo (Q)	1,81036	0,895154
1L y 2L	11,07500	0,505668

**Tabla 6.** Análisis de varianza de la consistencia del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*).

Fuente de variables	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F cal	F tab
Regresión	3,351,529	5	670305.8	2.81716848	5.05032906
Residuos	1,189,680	5	237936		
Total	4,541,209	10			

En la Tabla 6 se muestran los análisis de varianza para el índice de consistencia, el cual nos indica que sólo la concentración de sacarosa es significativo por tener un valor “F” calculado mayor que el tabulado ( $F_{cal} > F_{tab}$ ).

Este mismo análisis de regresión también nos permitió formular el modelo ajustado para el índice de consistencia obteniendo el siguiente:

$$k = 29.34435 Sa + 7.16724 Sa^2 + 26.82879 Al + 1.81036 Al^2 + 11.075 Sa \cdot Al$$

Dónde:

k= Índice de consistencia

Sa = Concentración de sacarosa

Al= Concentración de albedo

Sin embargo, cuenta con bajo grado de determinación ( $R^2 = 0.73704$  y Ajustado = 0.47408). Por lo tanto, nuestros resultados no son aplicables un problema de la realidad y menos ser utilizados para investigaciones futuras; debido al gran margen de error en nuestras mediciones de viscosidad, donde la calibración del viscosímetro rotacional SELECTA ST-DIGIT-R, problemas técnicos de ajuste de accesorios y la poca experiencia del grupo de trabajo fueron causantes de las desviaciones en nuestras medidas.

### Evaluación Sensorial de la Aceptabilidad General

Para la prueba de aceptación general se empleó una escala Hedónica de 0 a 9 donde 40 panelistas o jueces no entrenados expresaron su apreciación con respecto a la aceptación general del producto marcando con una equis sobre el recuadro que contenía la percepción de aceptación para cada uno de los 11 tratamientos debidamente codificados.

Este método tiene la ventaja de que no existe la necesidad de describir las características sensoriales del producto independientemente es decir el sabor, textura, color, olor, etc, sino solamente establecer la aceptación general de la evaluación. Sin embargo, se tiene la desventaja de que la asignación de la

calificación dada por el panel consumidor quede completamente a criterio suyo, lo cual confiere un cierto grado de subjetividad a las calificaciones (Andalucía y Morales, 1994).

**Tabla 7.** Análisis de Varianza de los resultados de la Aceptación general

Fuente de variables	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	Fcal	F tab
Regresión	4.039	5	0.808	1.874	5.050
Residuos	2.155	5	0.431		
Total	6.195	10			

**Tabla 8.** Coeficientes de Regresión para la Aceptación general

	Coef. de Reg.	p
Mean/Interc.	5.69	0.000
(1) Concentración Sacarosa (L)	0.67	0.032
Concentración Sacarosa (Q)	0.11	0.686
(2)Albedo (L)	-0.02	0.914
Albedo (Q)	0.00	0.973
1L by 2L	0.25	0.466

$$A = 5.6977 + 0.6799[S] + 0.1187[S]^2 - 0.0262[Al] + 0.0097[Al]^2 + 0.2583[S][Al]$$

Donde:

A: Aceptación General (puntaje).

[S]: Concentración de Sacarosa.

[Al]: Concentración de Albedo.

La ecuación, explica la aceptación general como resultado de la inclusión de sacarosa y albedo al producto. Los contenidos de estos ingredientes están expresados como concentración de Sacarosa y Albedo, que corresponden al 12.82% y 23.55% respectivamente de la formulación total, siendo el 63.63% restante de pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*).

El análisis sensorial no revela diferencias significativas dentro las muestras con relación a la concentración de albedo, observándose que para esta variable los 40 jueces no percibieron audazmente la presencia del albedo (ligero amargor en las muestras); esto se debió principalmente a que la evaluación sensorial fue realizada por jueces no entrenados, para quienes resultó nuevo el nombre de “albedo” y

que no conocían el sabor de esta parte del fruto de la granadilla principalmente.

Cabe resaltar también que para el proceso de evaluación de la aceptabilidad sensorial se formuló un trago a base de pisco el cual se dio a degustar a los 40 jueces no entrenados la cual se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9.** Formulación del trago en base a cremogenado de Granadilla

Formulación		
Cantidad	Unidad	Ingredientes
1	Onzas	Clara de Huevo
1	Onzas	Jugo de Limón
2 1/2	Onzas	Pisco
2	Onzas	Cremogenado
1	Onzas	Jarabe de Goma

Ingredientes ajenos al cremogenado no fueron significativos en el momento de la evaluación sensorial, ya que estos fueron agregados en proporciones equivalentes las cuales no permitieron que los jueces confundan la presencia del cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*) con los otros componentes.

Además, la variable aceptabilidad presenta un valor de coeficiente de determinación  $R^2$  menor al 80%, lo cual indica que su superficie de respuesta no nos puede ayudar a evaluar el efecto de las variables concentración de Sacarosa y concentración de Albedo sobre la aceptación general.

Por otro lado, la variable aceptación general, no puede ser utilizada para una optimización del proceso por no tener modelos significativos ni un coeficiente de determinación aceptable.

#### Caracterización fisicoquímica del Cremogenado óptimo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

A continuación se muestran las proporciones expresadas en porcentaje de pulpa, albedo de granadilla y sacarosa utilizada para la elaboración del cremogenado óptimo.

Este cremogenado es el resultado del análisis de Aceptabilidad General, donde se aplicó 11 tratamientos, presentando el promedio más alto el Tratamiento 4.

**Tabla 10.** Propiedades fisicoquímicas del Cremogenado Óptimo

PROPIEDADES	VALORES
°Brix	25.5
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0.437333333
pH	4.11333333
Vitamina C (mg/100g)	48.4
Azúcares Reductores Iniciales (%)	6.38720162
Tensión superficial(N/m)	0.0221897
L*	16.18
a*	3.26
b*	14.08
C	76.962
h	14.4550532
$\Delta E$	4.83056623
L*	16.18
% Humedad (bh)	72.6864093
% Humedad (bs)	4.73249621
%Ms	27.3135907
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1091.74
Temperatura de congelación (°C)	-10.22

#### 4. Conclusiones

Las proporciones de 23.55% de albedo y 12.82% de sacarosa presenta las mejores características sensoriales del cremogenado, sin embargo, el comportamiento de las variables independientes sobre la aceptabilidad general no describen la realidad por su poca confiabilidad expresada en el coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.652$ ). El cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*) tiene un comportamiento reológico de un fluido pseudoplástico, presentando valores de índice de comportamiento entre y. A su vez, la consistencia del cremogenado es proporcional a la concentración de sacarosa, siendo su punto máximo en  $k = 0.9114$  conteniendo 15 % del edulcorante. Sin embargo, nuestros modelos matemáticos para la consistencia y el índice de comportamiento, no reflejan la realidad por sus bajos

porcentajes de confidencialidad ( $R^2 = 0.73704$  y  $R^2 = 0.76428$  respectivamente). Los °Brix y la acidez titulable de cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*), son directamente proporcional a la concentración de sacarosa; mientras que el pH es dependiente de la concentración de albedo y sacarosa elevadas al cuadrado. Los modelos matemáticos resultan ser significativos, al poseer un F calculado mayor que el F tabulado, esto sumado a unos buenos coeficientes de regresión indica que los modelos son adecuados para predecir los °Brix y pH en función de las variables a través de superficie de respuesta. No así ocurre con la acidez titulable, la cual posee un F calculado menor al F tabulado, siendo este modelo no confiable al momento de predecir en función de las variables a través de superficie de respuesta.

## Referencias

- Anzaldúa y Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- BOE (Boletín Oficial del Estado). 1991. Reglamentaciones técnico sanitarias. Real Decreto 1650/1991 de 8 de noviembre. 278, 37555-37559. España.
- Cabrera, C. 2006. Caracterización de las propiedades físicas y Químicas del fruto de granadilla, *Passiflora ligularis* Juss. Tesis de Bachiller. Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Técnica del Norte. Instituto ecuatoriano de normalización (INEN). Ibarra- Ecuador.
- Comisión Mexicana de Normas Técnicas. Determinación de reductores directos y totales en alimentos. Method of test for total and direct reducing substances in food. Normas Mexicanas. N° 312 (1978). Disponible en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-312-1978.PDF>. Accesado el 02/12/2013.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1979. Alimentos. Determinación de pH (Acidez iónica). N° 1315. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1313-79.pdf>. Accesado el 02/12/2013.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1983. Frutas y productos derivados (1era Revisión). Determinación de sólidos solubles por refractometría. N° 924. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/929-83.pdf>. Accesado el 02/12/2013.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1997. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez titulable. N° 1151- 77. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sncamer/normas/1151-77.pdf>. Accesado el 02/12/2013)
- Devia, J. 2003. Proceso para producir pectinascítricas. Revista Universidad EAFIT- Colombia, 129 (39):21-29.
- Duran, L.; Jiménez, G. 1980. Evolución de las propiedades reológicas del pure de albaricoque durante la operación de concentración. Revista de Agroquímica y Tecnología de alimentos. 20, 209-219.
- Gallo, F. 1996. Manual de Fisiología Patología Post-cosecha y Control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA – Natural Resources Institute. Armenia, Quindío, Colombia.
- Garza, S. 1996. Caracterización reológica y microbiológica, y cinéticas de deterioro en cremogenado de melocotón. España.
- Garza, S. 1998. Caracterización reológica y microbiológica, y cinéticas de deterioro en cremogenado de melocotón. Universitat de Lleida. Departament de Tecnologia d'Aliments.
- Gunjal, B.B.; Waghmare, N.J. 1987. Flow characteristics of pulp, juice and nectar of “Baneshan” and “Neelum” mangoes. Journal of Food Science Technology 24: 20-23.
- Illicali, C. 1985. Correlations for the consistency coefficients of apricots and pear purees. J. Food Eng. 8, 47-51.
- Jaramillo, O. y Molina, F. 1984. El cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* J.). Seminario (Ingeniería Agronómica). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín.
- Márquez, C.; Otero, C.; Cortés, M. 2007. Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del

- tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en postcosecha. *Vitae* Vol. 14(2):9-16.
- Márquez, J. 2009. Caracterización fisiológica, fisicoquímica, reológica, nutracéutica, estructural y sensorial de la guanábana (*Annona muricata* L. cv. Elita). Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Colombia.
- Muñoz, E.; Rubio, L.; Cabeza, M. 2012. Comportamiento de flujo y caracterización fisicoquímica de pulpas de durazno. *Scientia Agropecuaria*. Perú.
- Muñoz, A. 2012. Introducción a la colorimetría. Disponible en: <http://www.yotta.com.ve/>. Accesado el 16 de julio del 2013.
- Rojas, J. y Arteaga, H. 2013. Manual de Prácticas del Curso de Fisicoquímica de los Productos Agroindustriales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo.
- Salamanca, G.; Osorio, T.; Nelson, R. y R. 2007. El diseño de mezclas en el desarrollo de cremolácteos de mango (*Mangifera indica* L.) Alimentos Ciencia e Ingeniería. Revista Facultad de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Ambato. España.
- Salamanca, G.; Osorio, T.; Nelson, R. y R. 2007. Contribución al desarrollo de productos a través de diseño de mezclas y caracterización de un cremogenado lácteo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). España.
- Salamanca, G. 2011. Propiedades fisicoquímicas termofísicas y reológicas de cremogenados de frutas tropicales. España.
- Sandoval, G.; Santacruz, R; Vera, A. 1985. La Granadilla. *Frutas Tropicales*. 6: 49-75.
- Steffe, J.F. 1996. Rheological methods in food process engineering. Second Edition. Editorial Freeman Press. East Lansing, Michigan. Estados Unidos.
- The United states Pharmacopeia XXIII. 1995. Determinación de vitamina C. NF National Formulary. Printed by Rand MacNelly.
- Viali, A.A. y Rao, M. A. 1984. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: effect of temperatura and concentration. *J. Food Sci.* 49, 882-888.

