

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 2015



Efecto de la concentración de alginato de sodio y cloruro de calcio en la textura de chicha morada esferificada

Mg. Sc. Oscar Jordan Suarez
Dr. Damián Manayay Sánchez
Mg.Sc. Miriam Ramos Ramírez

Lima, 31 de Diciembre de 2015

INDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	4
II.	MARCO TEÓRICO	5
	2.1 Gastronomía molecular	5
	2.1.1 Esferificación	5
	A) Esferificación directa	6
	B) Esferificación inversa	6
	2.2 Aditivos	6
	2.2.1 Alginato de sodio	6
	2.2.2 Cloruro de calcio	7
	2.3 Análisis sensorial de textura	7
III.	METODOLOGÍA	8
	3.1 Elaboración de chicha morada esferificada	8
	3.2 Evaluación sensorial de textura	9
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
	4.1 Determinación de la mejor formulación	10
V.	CONCLUSIONES	12
VI.	RECOMENDACIONES	13
VII.	BIBLIOGRAFÍA	14

ANEXOS

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la concentración de alginato de sodio y cloruro de calcio en la textura sensorial de chicha morada esferificada para lo cual se probaron dos niveles de alginato de sodio (0.5 y 0.75%) y dos niveles de cloruro de calcio (0.5 y 1.0%) generando cuatro (04) tratamientos que fueron analizados sensorialmente empleando como indicador la textura, encontrando que la combinación de 0.75% de alginato de sodio y 0.5% de cloruro de calcio ofrecen la mayor aceptabilidad en la textura de las esferas, a las condiciones de estudio.

I. INTRODUCCIÓN

En años recientes la gastronomía ha experimentado el surgimiento de una innovadora forma de presentar los alimentos, la gastronomía molecular, así es como se le conoce a esta relación de la química con la cocina, la cual se caracteriza por la precisión en la medición de masas, volúmenes, temperaturas y tiempos, todo ello junto a una detallada redacción de procedimientos de elaboración con el objeto de lograr una reproducibilidad de las preparaciones culinarias y su difusión a la sociedad en forma exacta (Mans y Castells, 2011).

Mediante la técnica de esferificación se logra la gelificación controlada de un líquido, el cual forma esferas una vez sumergido en un baño; Con estas técnicas se pueden obtener esferas de diferentes tamaños: caviar, huevos, ñoquis, ravioles, etc. (Lee y Rogers, 2013).

Para realizar perlas o caviar falso (bolas de líquido revestidas de una cáscara de gelatina), se utiliza alginatos; este método es uno de los procesos más científicos originados por la gastronomía molecular; depende de la reacción entre un alginato y el calcio para formar una piel que precinta una gota de líquido en una bola (Cruz, 2009).

En el proceso de esferificación de un líquido influye la disponibilidad de iones calcio otorgados por el carbonato de calcio (Cruz, 2009), el cual cumple la función de encapsulante, formando una membrana delgada alrededor del líquido. Los alginatos constituyen un ingrediente atractivo debido a que son derivados marinos de algas pardas, lo que los hace inócuos, y biodegradables; se clasifican como hidrocoloideos, debido a su capacidad de solubilizarse en agua, con un posterior aumento de la viscosidad por lo que son usados como texturizantes; este balance del hidrocoloide y el encapsulante promotor, determinan la textura de un líquido al que se desea gelificar.

La investigación se basa en la texturización de un producto tradicional de nuestro país como la chicha morada mediante esferificación directa, con la finalidad de brindar al consumidor una sensación diferente al paladar. En este contexto, se planteó determinar concentraciones de alginato de sodio y cloruro de calcio para encontrar la textura más aceptable de chicha morada esferificada.

Con esta investigación se busca también promover el avance de la gastronomía basado en un fundamento científico y del mismo modo establecer parámetros para estandarizar la técnica debido a que, dependiendo de la fuente de calcio, el proceso de gelificación puede tener resultados variables, que directamente afectan sus atributos sensoriales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Gastronomía molecular

Durante muchos años las transformaciones moleculares que ocurrían en la preparación de alimentos no fueron tomadas en cuenta por el campo de la ciencia de los alimentos. En 1988, se creó la disciplina llamada “gastronomía molecular”, y desde entonces el área se está desarrollando en muchos países (This, 2009).

Otro ámbito donde la gastronomía molecular ha dejado huella es el dominio de las texturas y efectos ligados a su percepción, gracias fundamentalmente al empleo de una serie de hidrocoloides de propiedades variadas. El punto de arranque de la popularización de estas técnicas innovadoras puede cifrarse en el proceso que Ferran Adriá bautizó como *esferificación* (Iruin, 2006).

2.1.1 Esferificación

La técnica de esferificación consiste en la gelificación controlada de un líquido, el cual forma esferas una vez sumergido en un baño. Existen dos tipos: esferificación básica o directa (la cual consiste en sumergir un líquido con alginato en un baño de calcio), y esferificación reversa (sumergiendo un líquido con gluconolactato de calcio en un baño de alginato). Con estas técnicas se pueden obtener esferas de diferentes tamaños: caviar, huevos, ñoquis, ravioles, etc. (Lee y Rogers, 2013); en ambas técnicas, las esferas producidas pueden ser manipuladas debido a que son ligeramente flexibles. Se puede introducir elementos sólidos dentro de las esferas, los cuales se mantendrán en suspensión en el líquido, con lo cual se consigue dos o más sabores en las esferas, en una sola preparación (Fu *et al.*, 2014).

Para realizar perlas o caviar falso (bolas de líquido revestidas de una cáscara de gelatina), se utiliza alginatos; este método es uno de los procesos más científicos originados por la gastronomía molecular; depende de la reacción entre un alginato y el calcio para formar una piel que precinta una gota de líquido en una bola. El líquido base no debería tener un alto nivel de pH (Cruz, 2009).

La mayoría de los cítricos están terminantemente prohibidos por su alta acidez, tampoco debería tener un alto nivel de alcohol ya que, al igual que el ácido, descompone la gelatina.

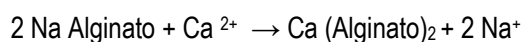
Estas perlas funcionan en una amplia variedad de cócteles pero se romperán en cualquier bebida que tenga un alto nivel de alcohol (Cruz, 2009).

A) Esferificación directa

En los procesos de esferificación directos con zumos de frutas, es importante que la fruta no sea demasiado ácida. El medio ácido transforma el alginato de sodio en ácido alginico de manera que no tiene lugar la formación de alginato de calcio, ni por lo tanto la gelificación (Guitart *et al.*, 2011).

Se emplea un medidor de pH para comprobar la acidez al comenzar; es posible regular el contenido de pH de un líquido añadiendo 0,1 g de citrato de sodio a la mezcla base. El proceso inicia con la adición de alginatos al líquido base, a continuación se prepara una solución de calcio aparte. Se usa una jeringa para absorber el líquido con el alginato y se deja caer gota a gota en la solución de calcio. Cada gota formará una perla individual cuyo tamaño variará dependiendo del tamaño de la jeringa usada (Cruz, 2009).

De acuerdo a Lee y Rogers (2013), la reacción es la siguiente:



B) Esferificación inversa

También conocida como esferificación indirecta, esta variación de la esferificación consiste en mezclar el líquido a esferificar con gluconolactato de calcio, una vez homogenizada la mezcla, es sumergida en un baño conteniendo alginato de sodio. Esta variación de la técnica consigue obtener esferas con una capa rígida y un centro líquido. Adicionalmente puede emplearse goma xantán, o maltodextrina para aumentar la consistencia (Chalco, 2013).

2.2 Aditivos

2.2.1 Alginato de sodio (GELFIN o ALGIN)

Este aditivo corresponde al código E-401; se produce a base de las paredes celulares de algas pardas. Es un gelificante, espesante y agente de recubrimiento. En esferificación, gelifica en combinación con "Calcic" o Cloruro de Calcio (Zipprick, 2014).

2.2.2 Cloruro de calcio (CALCIK)

Zipprick (2014) señala que el E-509, correspondiente a la sal de calcio del ácido clorhídrico, es un aditivo empleado como endurecedor, saborizante y estabilizador; reacciona junto al E-401 y convierte el alimento en pequeñas bolitas (ej. caviar de melón, raviolos esféricos de mango, etc.).

2.3 Análisis sensorial de textura

La textura es la propiedad de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación; el término textura es tan amplio que hasta la actualidad no se ha desarrollado un instrumento que pueda medir todas las propiedades que la definen, por lo cual la forma determinante de su análisis es mediante el análisis sensorial (Ureña *et al.*, 1999).

Sancho *et al.* (1999) señala que al llevar a cabo análisis sensorial de textura, los jueces deben tener en claro lo que deben de medir y cómo hacerlo; las características de textura pueden ser captadas digitalmente (dedos) o por los receptores bucales. Un complemento a la apreciación sensorial, sobretodo de la textura, se obtiene por el sentido del oído (ruido).

III. METODOLOGÍA

Para la determinación de la mejor combinación de Alginato de Sodio y Cloruro de Calcio, el desarrollo experimental de la investigación se realizó en dos etapas, la primera correspondiente a la elaboración de las esferas de chicha morada, y la segunda consistente en la evaluación sensorial.

3.1 Elaboración de chicha morada esferificada

Se elaboró un extracto de maíz morado con agua empleando la relación 1:8 (Peso:Peso), además de otros ingredientes mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes complementarios empleados en la elaboración del extracto

Ingredientes	Porcentaje (%)
Cáscara de piña	2.000
Cáscara de manzana	1.500
Canela	0.025
Clavo de olor	0.015
Hojas secas de higo	0.010

Fuente: Jordan (2009)

Luego de elaborar el extracto, fue incorporado el alginato de sodio y el azúcar blanca (67.5%) mezclados previamente en seco; una vez homogenizado el líquido, éste fue introducido con un gotero dentro de una solución acuosa (agua blanda) de cloruro de calcio para la formación de las esferas en las concentraciones mostradas a continuación.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Alginato de sodio (%)	Cloruro de calcio (%)
1 ¹	0.50	0.5
2 ¹	0.75	0.5
3 ¹	0.50	1.0
4 ¹	0.75	1.0
1 ²	0.50	0.5
2 ²	0.75	0.5
3 ²	0.50	1.0
4 ²	0.75	1.0

3.2 Evaluación sensorial de textura

Una vez formadas las esferas se analizó su textura empleando 30 jueces entre hombres y mujeres (17 a 28 años) mediante una prueba afectiva haciendo uso de la ficha de análisis mostrada en el Anexo 02. El experimento se realizó por duplicado.

Las valoraciones emitidas por los jueces fueron sumadas según cada tratamiento y se evaluó los resultados empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI.I mediante un diseño factorial y un diseño completamente aleatorio (DCA), para encontrar los niveles óptimos de los aditivos y las diferencias entre los tratamientos, respectivamente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de la mejor formulación

En el análisis sensorial se obtuvieron valoraciones otorgadas por los 30 jueces para cada tratamiento, las cuales fueron sumadas como se presenta a continuación:

Tabla 3. Valoraciones acumuladas para cada tratamiento

Tratamientos	Alginato de sodio (%)	Cloruro de calcio (%)	Textura
1 ¹	0.50	0.5	217
2 ¹	0.75	0.5	252
3 ¹	0.50	1.0	189
4 ¹	0.75	1.0	240
1 ²	0.50	0.5	220
2 ²	0.75	0.5	255
3 ²	0.50	1.0	187
4 ²	0.75	1.0	242

Luego de haber analizado estos datos mediante un Diseño Factorial (2^2) se obtuvo la siguiente superficie de respuesta:

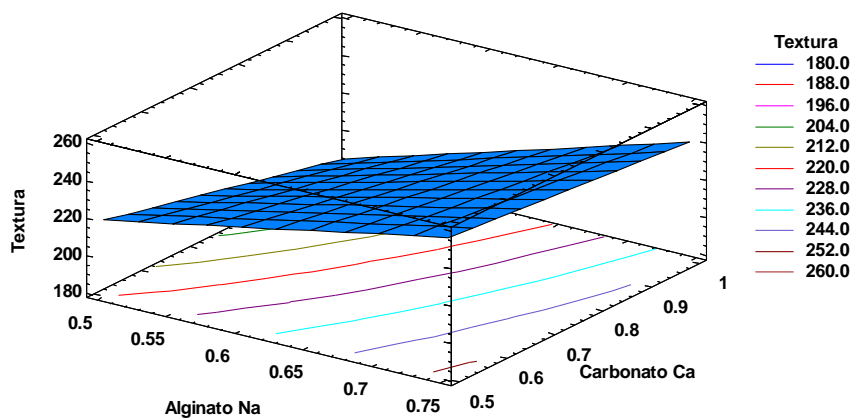


Figura 1. Superficie de respuesta para la Textura

En la Figura 1 se observa una región de máxima aceptabilidad para la textura, correspondiente a la combinación de 0.75% de Alginato de Na, y 0.5% de Cloruro de Ca (Anexo 3).

Ajustando los datos a un DCA, el análisis de comparaciones múltiples arrojó el siguiente gráfico:

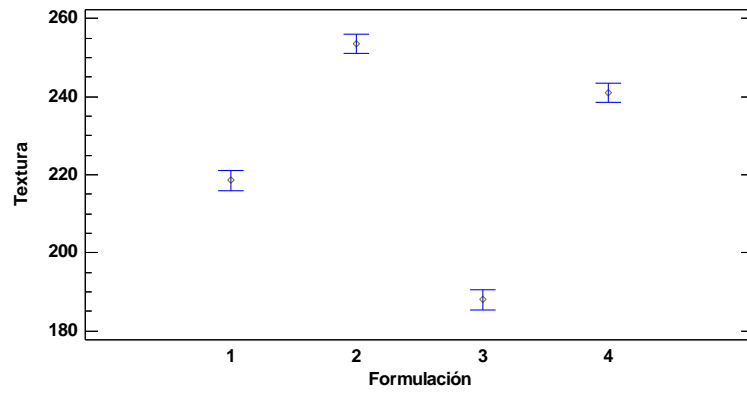


Figura 2. Gráfico de medias para la Textura

En la figura anterior se observa una diferencia significativa entre los cuatro tratamientos ensayados (Anexo 4), destacando el segundo, correspondiente a la combinación de 0.75% de Alginato de Na, y 0.5% de Cloruro de Ca.

V. CONCLUSIONES

Se encontró diferencias significativas para la Textura de la chicha morada esferificada en todos los tratamientos ensayados.

La formulación más aceptable corresponde al la combinación de 0.75% de alginato de sodio para la chicha, y 0.5% de cloruro de calcio para el agua en donde se realiza la inmersión.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis instrumental de textura (mediante un Texturómetro) para correlacionar los resultados al análisis sensorial; asimismo analizar mediante microscopia los cortes transversales de las esferas.

Realizar un análisis sensorial de tipo descriptivo para la textura de las esferas de chicha morada.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Cruz, D. 2009. Mixología Molecular: *Perlas Líquidas*. Disponible en: <http://mixologiablog.com/2009/01/23/mixologia-molecular-perlas-liquiditas/> (Consultado el 21 de enero de 2015).

Jordán, O. 2009. Elaboración de mazamorra morada baja en calorías mediante sustitución de azúcar y almidón por sucralosa y carragenina iota. Tesis para optar el título de Magister *Scientiae* en Tecnología de Alimentos. UNALM. Lima, Perú.

Lee, P.; Rogers, M. 2013. Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1(2012): 96–100.

Mans, C.; Castells, P. 2011. La nueva Cocina Científica. *Investigación y Ciencia* 57-63.

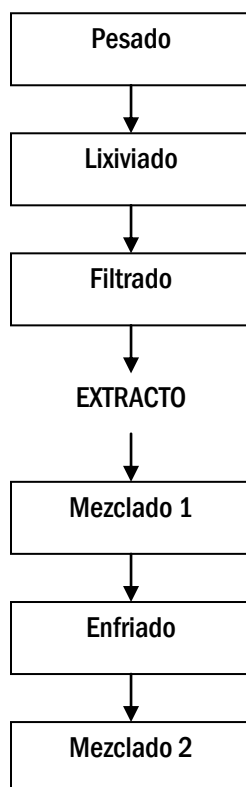
Sancho, J.; Bota, E.; de Castro, J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

Ureña, M.; D'arrigo, M.; Giron, O. 1999. Evaluación Sensorial de los Alimentos, Aplicación Didáctica. Lima: Editorial Agraria. 197p

Zipprick, J. 2014. Cocina de laboratorio químico versus cocina local, dos conceptos opuestos. Fondo Editorial de la Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú. 226p

ANEXOS

Anexo 1. Flujo de elaboración de chicha morada (Jordan, 2009)



Los parámetros del proceso serán los siguientes:

Lixiviado: Relación de maíz morado y agua de 1:8 (peso: volumen), Tiempo: 30-35min a $98\pm 1^{\circ}\text{C}$; además de ingredientes complementarios en cantidades estándares (Tabla 1).

Mezclado 1: 215g de Azúcar por litro de extracto

Enfriado: A temperatura ambiente hasta 20°C

Mezclado 2: 28.5ml de limón por litro de extracto

Anexo 2. Ficha de análisis sensorial de la textura de chicha morada esferificada

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____
EDAD: _____ **SEXO:** (M) (F) **HORA:** _____
POR FAVOR, ANALICE LA TEXTURA DE LA MUESTRA QUE SE LE OFRECE, Y MARQUE CON UN ASPA "X" DENTRO DEL RECUADRO SEGÚN LA SIGUIENTE ESCALA:

Me agrada demasiado	<input type="checkbox"/>	CODIGO <input type="text"/>
Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me agrada	<input type="checkbox"/>	
Me agrada un poco	<input type="checkbox"/>	
Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta demasiado	<input type="checkbox"/>	

Me agrada demasiado	<input type="checkbox"/>	CODIGO <input type="text"/>
Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me agrada	<input type="checkbox"/>	
Me agrada un poco	<input type="checkbox"/>	
Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta demasiado	<input type="checkbox"/>	

Me agrada demasiado	<input type="checkbox"/>	CODIGO <input type="text"/>
Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me agrada	<input type="checkbox"/>	
Me agrada un poco	<input type="checkbox"/>	
Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta demasiado	<input type="checkbox"/>	

Me agrada demasiado	<input type="checkbox"/>	CODIGO <input type="text"/>
Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me agrada	<input type="checkbox"/>	
Me agrada un poco	<input type="checkbox"/>	
Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta ligeramente	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada	<input type="checkbox"/>	
Me desagrada mucho	<input type="checkbox"/>	
Me disgusta demasiado	<input type="checkbox"/>	

OBSERVACIONES:

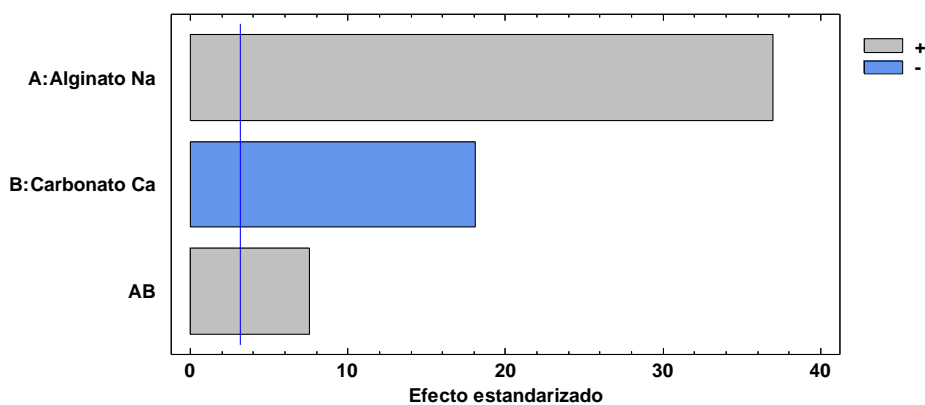
Anexo 3. Análisis estadístico de Textura por Diseño Factorial

Análisis de Varianza para Textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Alginato Na	3872.0	1	3872.0	1366.59	0.0000
B:Carbonato Ca	924.5	1	924.5	326.29	0.0004
AB	162.0	1	162.0	57.18	0.0048
bloques	4.5	1	4.5	1.59	0.2967
Error total	8.5	3	2.83333		
Total (corr.)	4971.5	7			

R-cuadrada = 99.829 por ciento
 R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 99.6011 por ciento
 Error estándar del est. = 1.68325
 Error absoluto medio = 0.875
 Estadístico Durbin-Watson = 2.52941 (P=0.6623)
 Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.301471

Diagrama de Pareto Estandarizada para Textura



Optimizar Respuesta

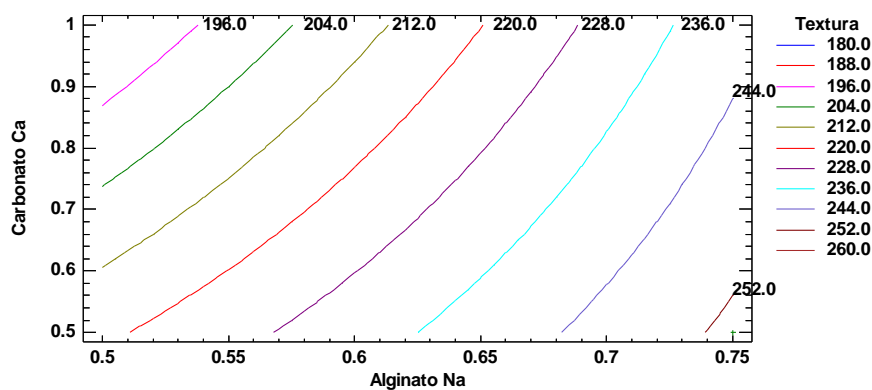
Meta: maximizar Textura

Valor óptimo = 253.5

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Alginato Na	0.5	0.75	0.75
Carbonato Ca	0.5	1.0	0.5

$$\text{Textura} = 215.0 + 68.0 \cdot \text{Alginato Na} - 133.0 \cdot \text{Carbonato Ca} + 144.0 \cdot \text{Alginato Na} \cdot \text{Carbonato Ca}$$

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada



Anexo 4. Análisis estadístico de Textura mediante DCA

Tabla ANOVA para Textura por Formulación

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4958.5	3	1652.83	508.56	0.0000
Intra grupos	13.0	4	3.25		
Total (Corr.)	4971.5	7			

Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Formulación

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	2	188.0	X
1	2	218.5	X
4	2	241.0	X
2	2	253.5	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	-35.0	5.00532
1 - 3	*	30.5	5.00532
1 - 4	*	-22.5	5.00532
2 - 3	*	65.5	5.00532
2 - 4	*	12.5	5.00532
3 - 4	*	-53.0	5.00532

* indica una diferencia significativa.

Anexo 5. Elaboración de la chicha morada esferificada

