

# Desarrollo de una bebida a partir de almendras dulces (*Prunus dulcis*)

## “Developing a drink from sweet almond (*Prunus dulcis*)”

<sup>1</sup>Bettit Salvá Ruiz<sup>a</sup>, <sup>1</sup>Xiomara Fetta Vargas<sup>b</sup>

Recibido, setiembre 2017

Aceptado, diciembre 2017

### RESUMEN

Se desarrolló una bebida a partir de almendras dulces (*Prunus dulcis*) empleando 3 factores en diferentes niveles: relación almendras: agua (1:3, 1:4, 1:5); porcentaje de sólidos solubles (7 y 10° Brix) y tiempo de esterilizado (15 y 25 minutos).

Las bebidas fueron sometidas a un análisis sensorial donde se evaluó el color, olor, sabor y consistencia, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 50 panelistas no entrenados; empleándose una escala hedónica verbal con 7 puntos.

El procesamiento de los datos se realizó en el software Statgraphics Centurión plus v.16. De esta forma, se determinó la fórmula optimizada (Dilución almendra: agua de 1:5, porcentaje de sólidos solubles de 10 °Brix y un tiempo de esterilización de 25min a 121°C), que obtuvo un mayor nivel de agrado (promedio de 5,6 sobre 7).

A dicho tratamiento, se realizó el análisis fisicoquímico, químico proximal, análisis de minerales, y por último el análisis de esterilidad comercial garantizando que se obtuvo una bebida inocua. Finalmente, se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento con bebidas de almendras de dos marcas comerciales y con la de fórmula optimizada, observándose que ésta presenta una mayor preferencia en cuanto a sabor, color y consistencia.

**Palabras clave:** almendras dulces, bebidas vegetales, optimización, esterilizado.

### ABSTRACT

A drink was developed from sweet almonds (*Prunus dulcis*) using 3 factors at different levels: almond: water ratio (1: 3, 1: 4, 1: 5); percentage of soluble solids (7 and 10° Brix)

<sup>1</sup> Universidad Le Cordon Bleu. Perú  
<sup>a</sup> Ingeniera en industrias alimentarias

and sterilization time (15 and 25 minutes). The beverages were subjected to a sensory analysis where the color, odor, taste and consistency were evaluated, for which a completely randomized block design (DBCA) with 50 untrained panelists was used; using a verbal hedonic scale with 7 points.

The data was processed in the Statgraphics Centurión plus v.16 software. In this way, the optimized formula was determined (almond dilution: water of 1: 5, percentage of soluble solids of 10 ° Brix and a sterilization time of 25min at 121 ° C), which obtained a higher level of liking (average of 5.6 out of 7).

To this treatment, the physicochemical, proximal chemical analysis, mineral analysis, and finally the commercial sterility analysis were carried out, guaranteeing that an innocuous beverage was obtained. Finally, a preference test was carried out for ordering with almond drinks from two commercial brands and with the formula optimized, observing that it presents a greater preference in terms of flavor, color and consistency.

**Keywords:** sweet almonds, vegetable drinks, optimization, sterilized.

## INTRODUCCIÓN

Las bebidas vegetales industrializadas, además de tener una considerable vida útil, contienen una serie de aditivos que, si bien podían en algunos casos enriquecer el producto, lo alejan de su consistencia y propiedades organolépticas originales; de otra parte, aunque las bebidas vegetales artesanales, comercializadas en ferias orgánicas o veganas, así como en tiendas naturistas, mantienen dichas propiedades, expiran en pocos días por la ausencia de procesos térmicos como la esterilización (Mercola, 2015).

Por lo que el presente trabajo de investigación, propone el desarrollo de una fórmula optimizada de bebidas de almendras dulces, que además de tener propiedades organolépticas agradables, tenga una considerable vida en anaquel, para lo cual se ha empleado la pasteurización en la primera fase, seguida de una esterilización, con ausencia de aditivos y/o conservantes.

El público objetivo de esta bebida es bastante amplio, incluso podría ser

consumida por atletas profesionales de alto rendimiento y deportistas aficionados, al ser ingerida como bebida energizante por su alto valor calórico y de sales minerales como potasio, magnesio y calcio, así como por el público en general que desee mejorar su calidad de vida nutricional al ingerir con esta bebida antioxidantes y grasas buenas para la salud.

Cabe agregar que esta bebida de almendras es sumamente original, ya que, en lugar de contener saborizantes artificiales como vainilla y coco, contempla en su fórmula saborizantes naturales como canela y anís estrella, con ausencia de colorantes y conservadores químicos.

En tal razón, el objetivo principal de la presente investigación es desarrollar una bebida a partir de almendras dulces, que sea estable y agradable en cuanto a color, olor, sabor y consistencia para los consumidores y evaluar el valor nutricional (proteína, carbohidratos, grasa, calcio y magnesio) de dichas bebidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Le Cordon Bleu y en la Universidad Federico Villareal (Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias) ubicadas en Miraflores, Lima, Perú.

### Población y muestra

La población fue limitada a un centro de abasto (Mercado Mayorista de Frutas, Lima) quien proveía de las almendras dulces y de donde se determinó el tamaño de la muestra utilizando un modelo aleatorio simple, consistente en una de 50 kilos para determinar los parámetros para elaborar la bebida a base de almendras, con un nivel de confianza del 95% debido a que todos los parámetros de experimento están controlados por ser a nivel de laboratorio.

### Insumos

Agua tratada, azúcar blanca Dulfina, canela, anís estrella.

### Equipos e instrumentos

Autoclave, marca: Quimis; cocina de laboratorio; Balanza marca: Accent-acs (30kg); Licuadora industrial, marca: Ecoserv (5 litros); Termómetro CDN (-40 +230°C); cintas de pH Panpeha; Potenciómetro Hanna instruments pH 210 microprocessor pH meter; Refractómetro Atago N-1α de 0-32% Brix.

### Materiales

Ollas de acero inoxidable, cuchillos, colador, tela para filtrar, cucharones, recipientes de acero inoxidable, frascos de vidrio, tapas de metal.

### Metodología experimental

La metodología aplicada para la elaboración de la bebida de almendras dulces, incluye

las siguientes etapas, que se detallan a continuación:

-Recepción de la materia prima: Se realizó un pesado de la materia prima.

-Limpieza y selección de la almendra: Se eliminó los granos dañados, material extraño como terrones y piedras, otros.

-Pesado: Se realizó el pesado de la almendra para determinar rendimientos, así como el pesado de los insumos de las formulaciones.

-Lavado y escurrido: Se realizó el lavado de las almendras con piel y posteriormente se procede a escurrirlas.

-Molienda gruesa: Las almendras con piel ya escurridas, fueron vertidas a la licuadora industrial, y se procedió a triturarlas hasta obtener partículas no muy finas (gruesas).

-Cocción: Las almendras trituradas fueron colocadas en una olla de acero inoxidable y se deja cocinar con agua según sean las diluciones en el tratamiento indicado (1:3; 1:4 o 1:5). Al llegar a los 70°C se añade canela y anís estrella.

-Molienda fina: Una vez terminado el hervido, se retiró la canela y el anís estrella de la preparación. La preparación es vertida a la licuadora industrial y es licuado hasta transformar las partículas de almendra lo más fino posible.

-Filtrado: Una vez enfriada la preparación, se filtra la preparación con la ayuda de un paño, obteniendo una fase líquida (bebida de almendras) y una fase sólida (torta de almendras).

-Estandarizado: La bebida de almendras se vertió en una olla y fue llevada a calentarla. En esta operación se procede a regular el dulzor de la bebida empleando azúcar rubia, según el tratamiento indicado (7° y 10°Brix), utilizando un refractómetro. La bebida fue pasteurizada a 85°C, para ser envasada posteriormente.

- Envasado: En este proceso se lavó las botellas y tapas y se esterilizaron. La bebida es envasada en caliente, en envases de vidrio de 300 mL a una temperatura no menor de 80° y tapadas inmediatamente.
- Proceso térmico: La bebida fue esterilizada según el tratamiento indicado (15 o 25 minutos), a una temperatura de 121 °C.
- Etiquetado: Una vez enfriadas las botellas, estas pasaron a ser etiquetadas, de acuerdo a normativas vigentes.
- Almacenamiento: La bebida de almendras dulces fue almacenada a temperatura ambiente.

El diagrama de bloques para la elaboración de la bebida de almendras se muestra en la Figura 1.

**Determinación de la Formulación óptima**

Se prepararon doce formulaciones de bebida de almendras dulces, las cuales fueron sometidas a una prueba de nivel de agrado, empleando la escala hedónica verbal, considerando como variables independientes la dilución almendra: agua (1:3, 1:4 y 1:5), porcentaje de sólidos solubles (7 y 10%) y tiempo de esterilizado (15 y 25 minutos) y teniendo como variables dependientes el color, olor, sabor y consistencia.

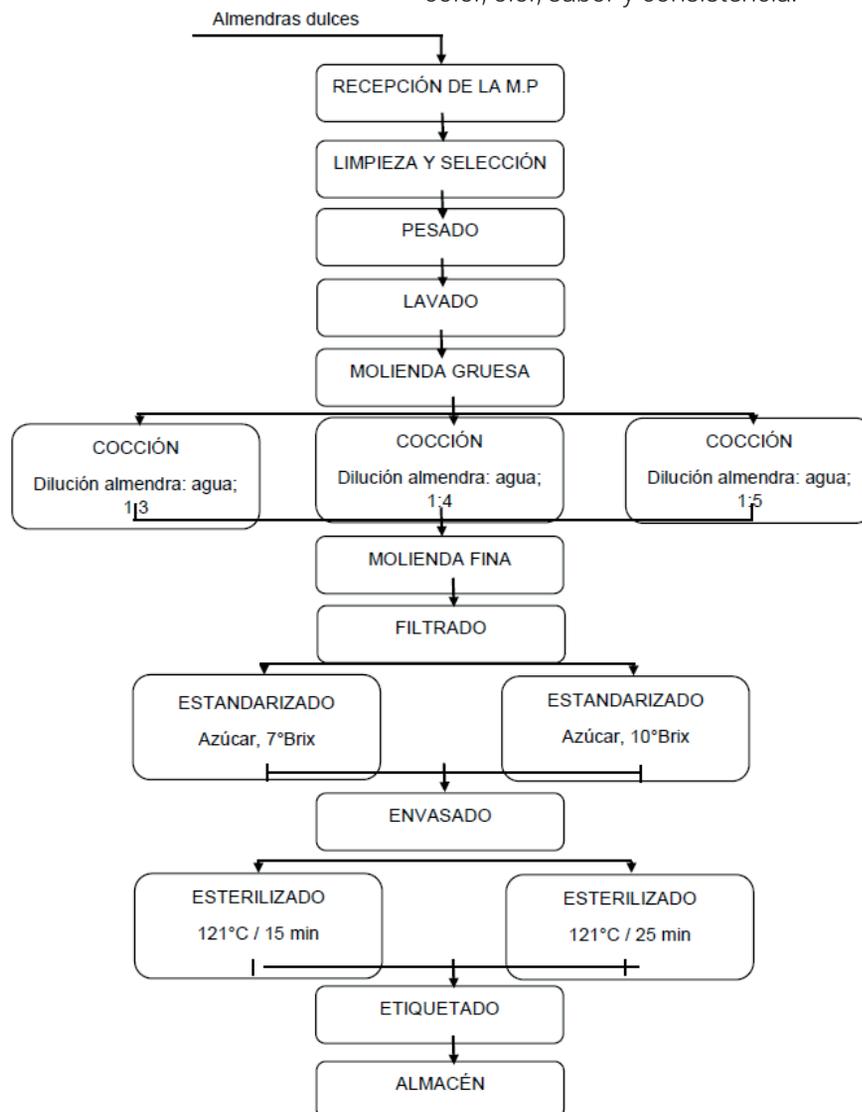


Figura 1. Diagrama de bloques para la elaboración de la bebida de almendras

**Evaluación estadística para la determinación de la formulación óptima.**

Las sumatorias de las valoraciones otorgadas por los jueces para cada tratamiento fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) multifactorial entre muestras y jueces, empleando el programa estadístico Statgraphics Centurion Plus XV.I, para cada uno de los atributos evaluados (color, olor, sabor y consistencia) de los 12 tratamientos.

La optimización por ajuste de ecuaciones de regresión cuadráticas se realizó para cada atributo que presentó diferencias entre muestras y no entre jueces.

Con el fin de maximizar la respuesta para todos los atributos que pudieron ser optimizados por separado, se realizó una optimización múltiple, en la que se graficó la superficie de respuesta estimada y los factores óptimos para lograr la deseabilidad del producto.

Se obtuvo una función de deseabilidad en escala de 0 a 1, que maximiza las variables de respuesta, en donde se busca una deseabilidad cercana a 1 para un buen ajuste del modelo.

**Determinación de preferencias entre la formulación óptima y dos bebidas comerciales.**

La bebida de almendras dulces se elaboró con la formulación óptima, para ser comparada con dos bebidas comerciales de marca "X" y "Y".

Dichas bebidas fueron sometidas a una prueba de preferencia por ordenamiento, en la cual los jueces expertos ordenan de forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a los atributos color, olor, sabor y consistencia.

**Evaluación estadística para la determinación de preferencias entre la formulación óptima y dos bebidas comerciales.**

Las sumatorias de las valoraciones otorgadas por los jueces fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA), empleando el programa estadístico SPSS Statistics v. 19., para cada uno de los atributos evaluados (color, olor, sabor y consistencia) de las 3 bebidas en estudio.

Las bebidas en estudio deberían presentar diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los inter-grupos (de manera global), para lo cual se realizó posteriormente la prueba de comparaciones múltiples para saber a detalle las diferencias significativas que se presentan entre las muestras.

**Medición de índice refractométrico (°Brix)**

Se utilizó el método recomendado por la Association of Official Analytical Chemistry (A. O. A. C.), citado por Vilá Valls (2006).

**Medición de pH.**

Se empleó el Método de acuerdo a la AOAC (2016).

**Determinación de proteína**

Se utilizó el método de Kjeldahl, siguiendo el método 920.152 indicado por la AOAC (2016). Se utilizó el factor 6.25 para el cálculo de la proteína total.

**Determinación de Carbohidratos**

Los carbohidratos en la bebida de almendra, se realizó por cálculo (Romero y Vélez, 2011).

**Determinación de Grasas**

Para determinar las grasas de la bebida de almendras, se siguió el método 920.177 indicado por la AOAC (2016).

**Determinación de Humedad**

Para determinar la humedad de la bebida de almendras, se siguió el método 920.146 indicado por la AOAC (2016).

**Determinación de Cenizas**

Para determinar las cenizas de la bebida de almendras, se siguió el método 940.26 indicado por la AOAC (2016).

**Determinación de Energía total**

La energía total de la bebida de almendra, se realizó por cálculo, en función a los componentes de la bebida (Romero y Vélez, 2011).

**Determinación de calcio**

Para determinar el calcio en la bebida de almendras, se utilizó el método de absorción atómica, siguiendo el método 985.35 indicado por la AOAC (2016).

**Determinación de magnesio**

Para determinar el magnesio en la bebida de almendras, se utilizó el método de absorción atómica, siguiendo el método 985.35 indicado por la AOAC (2016).

**Análisis de esterilidad comercial en la bebida de almendras dulces.**

El método utilizado para la prueba fue el reportado por FAO (1992) REV. 1 Capítulo 14 Pág. 153-171, excepto ítem D, 4, 5b, E1 y F (Comidas enlatadas).

Los medios de cultivo que se utilizaron para microorganismos aerobios mesófilos y termófilos fue el caldo púrpura de bromocresol y para microorganismos anaeróbios mesófilos y termófilos el caldo cooked meat. La muestra fue incubada a 14 días a 35°C.

**Medición del índice de calidad**

Para evaluar los índices de calidad de

la bebida de almendras con fórmula optimizada con dos marcas comerciales (productos similares) se aplicó el Método Diferencial, el cual consiste en la comparación de los índices simples de calidad de la bebida seleccionada con las dos marcas comerciales. La evaluación de la calidad mediante este método, se calcula por medio de los índices simples relativos de calidad por las siguientes expresiones:

$$Q_i = P_i / P_{ib}$$

Donde:

$Q_i$  = Índice relativo simple de calidad.

$P_i$  = Valor del índice simple de calidad (energía total, proteína, carbohidratos, grasas, calcio y magnesio de la bebida de almendras con fórmula optimizada).

$P_{ib}$  = Valor del índice básico simple de calidad (energía total, proteína, carbohidratos, grasas, calcio y magnesio de las marcas comerciales "X" y "Y").

**RESULTADOS****Determinación de la Formulación óptima**

En la tabla 1 se presentan los tratamientos obtenidos del diseño experimental, junto a la evaluación promediada de los jueces.

Estos resultados fueron sometidos a un análisis ANOVA multifactorial entre muestras y jueces de acuerdo a cada atributo, siendo así que el tratamiento 12 (1:5 de dilución; 10° Brix; 25 min de esterilizado) fue el que mayor promedio obtuvo en la evaluación de los cuatro atributos.

TABLA 1: Evaluación promedio por atributo de las bebidas de almendra para cada tratamiento del Diseño Experimental.

Numero de tratamiento	Variables independientes			Variables Dependientes			
	Concentración (almendra: agua)	%Sólidos solubles (° Brix)	Tiempo de esterilizado (min)	Color	Olor	Sabor	Consistencia
1	1:3	7	15	5	4.6	3.9	4.6
2	1:3	10	15	4.7	4.8	4.4	4.4
3	1:3	7	25	4.8	4.7	4.6	4.4
4	1:3	10	25	5.1	4.8	5.5	5.3
5	1:4	7	15	5	4.9	5.6	5.3
6	1:4	10	15	5.3	4.9	5.9	5.6
7	1:4	7	25	5.3	5	3.9	4.8
8	1:4	10	25	5.1	4.8	4.2	5
9	1:5	7	15	5	4.6	4	4.7
10	1:5	10	15	5.2	5	5.7	5.7
11	1:5	7	25	5.1	5.1	6	5.8
12	1:5	10	25	5.3	5.4	6	5.8

### Análisis estadístico del color de la bebida de almendras

El valor óptimo obtenido para el atributo de color corresponde a 5.3 en escala de 7 puntos, siendo la combinación de los niveles de los factores que maximizan el color: dilución (1:5), °Brix (10) y tiempo (25 minutos). De acuerdo a las Figura 2

y 3, se aprecia que el atributo color se ve influenciado mayormente por los °Brix (B) y por el tiempo (C); sin embargo, también en forma significativa se ve influenciado por la interacción cuadrática de dilución (AA), y la interacción entre dilución y °Brix (AB), y °Brix y tiempo (BC). Estos fueron significativos a un nivel de confianza del 95%

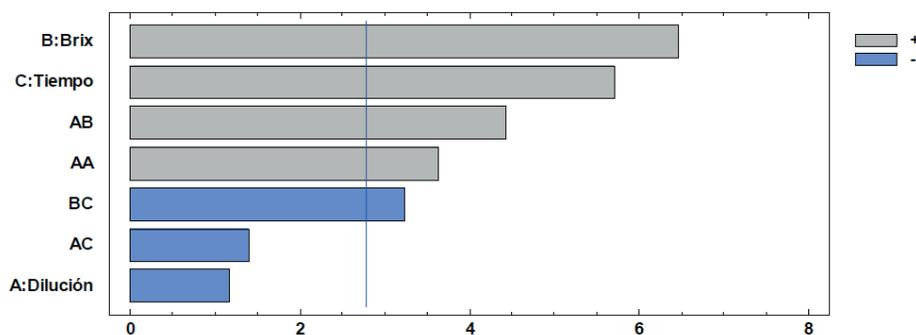


Figura 2. Gráfico estandarizado de Pareto para el color de bebida de almendras

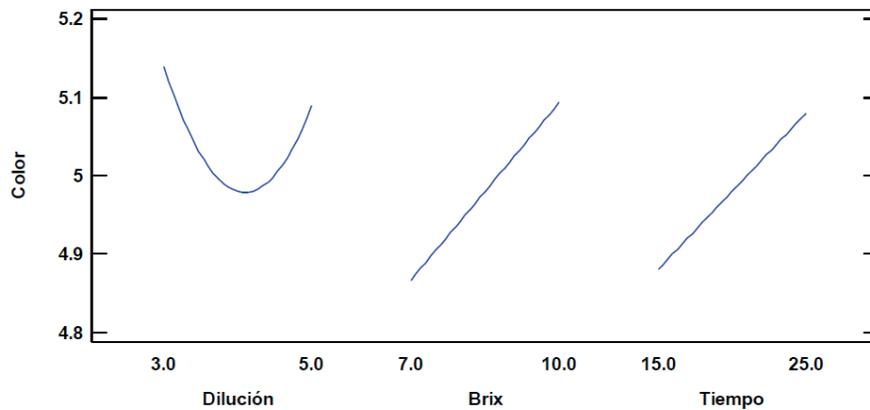


Figura 3. Gráfico de efectos principales para el color de bebida de almendras.

**Análisis estadístico del olor de la bebida de almendras**

El valor óptimo obtenido para el atributo de olor corresponde a 5.2 en escala de 7 puntos, siendo los niveles de los factores que maximizan el olor la combinación

de dilución (1:5), °Brix (10°) y tiempo (25 minutos). De acuerdo a los diagramas presentados en la Figura 4 y 5, se aprecia que el atributo olor se ve influenciado por el efecto de °Brix (B), siendo este significativo a un nivel de confianza del 95%.

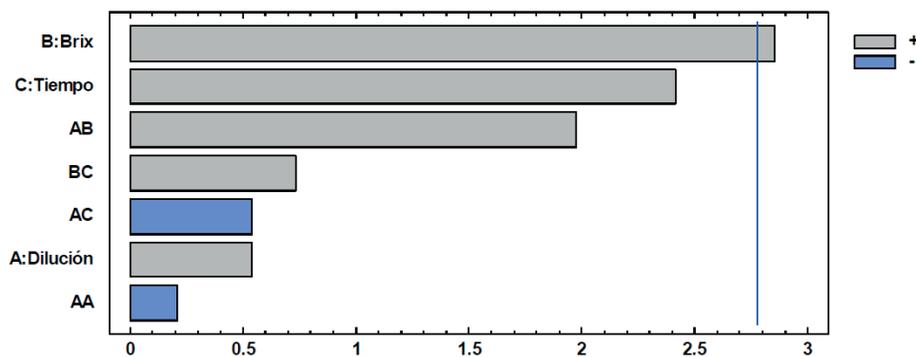


Figura 4. Gráfico estandarizado de Pareto para el olor de bebida de almendras

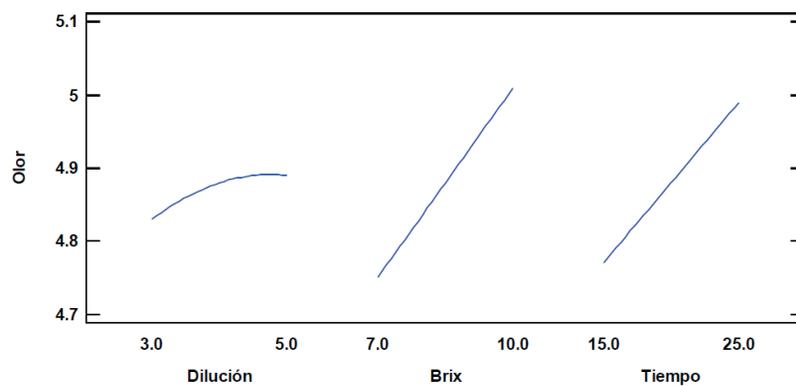


Figura 5. Gráfico de efectos principales para el olor de bebida de almendras

**Análisis estadístico del sabor de la bebida de almendras**

El valor óptimo obtenido para el atributo de sabor corresponde a 6,0 en una escala de 7 puntos, siendo la combinación de los niveles de los factores que maximizan el sabor: dilución (1:4.422), °Brix (10) y tiempo (24.999 minutos). De acuerdo a los diagramas presentados en las

Figuras 6 y 7, se aprecia que el atributo sabor se ve influenciado por el efecto de °Brix (B), el efecto Dilución (A), y también por la interacción entre °Brix y Tiempo (BC), siendo significativos a un nivel de confianza del 95%, lo cual se puede atribuir a que el dulzor y la dilución juegan un rol importante a la hora de evaluar el sabor

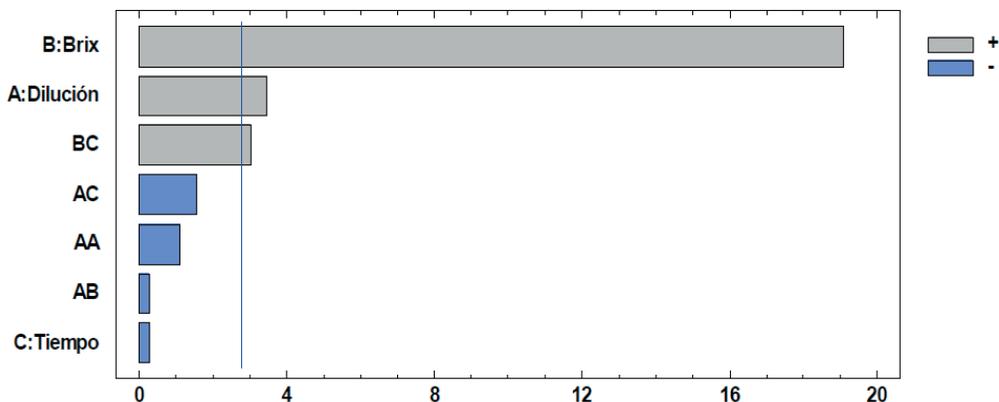


Figura 6. Gráfico estandarizado de Pareto para el sabor de la bebida de almendras

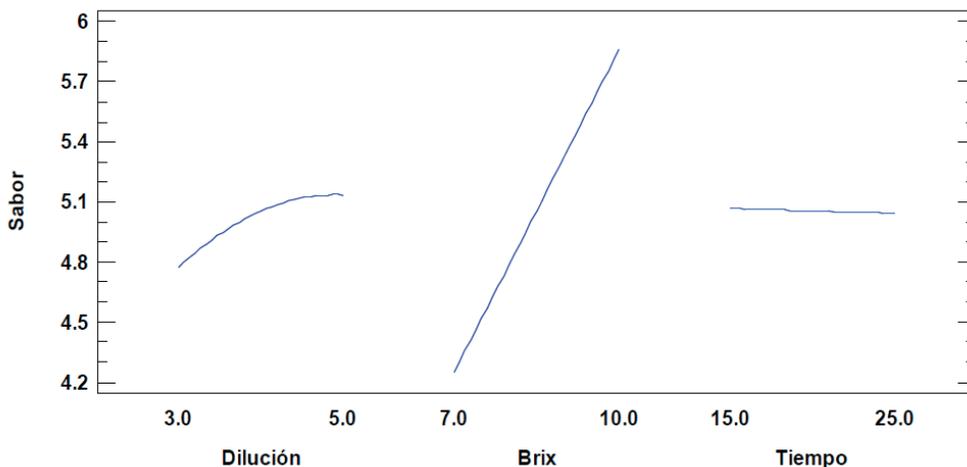


Figura 7. Gráfico de efectos principales para el sabor de la bebida de almendras.

**Análisis estadístico de la consistencia de la bebida de almendras**

El valor óptimo obtenido para el atributo de la consistencia corresponde a 5,9 en una escala de 7 puntos, siendo la combinación de los niveles de los factores que maximizan la consistencia: dilución (1:5), °Brix (10) y

tiempo de esterilizado (25 minutos). De acuerdo a los diagramas presentados en las Figuras 8 y 9. Se aprecia que el atributo consistencia se ve influenciado por el efecto de °Brix (B) y el efecto tiempo (C), los cuales fueron significativos a un nivel de confianza del 95%.

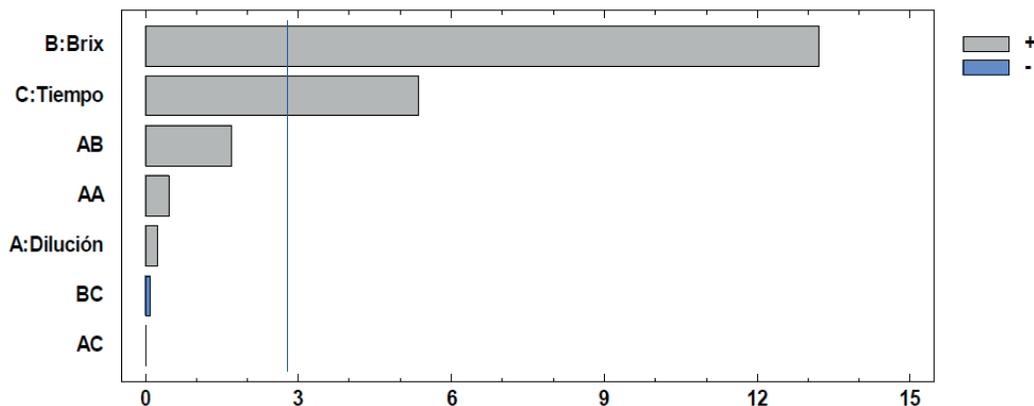


Figura 8. Gráfico estandarizado de Pareto para la consistencia de la bebida de almendras

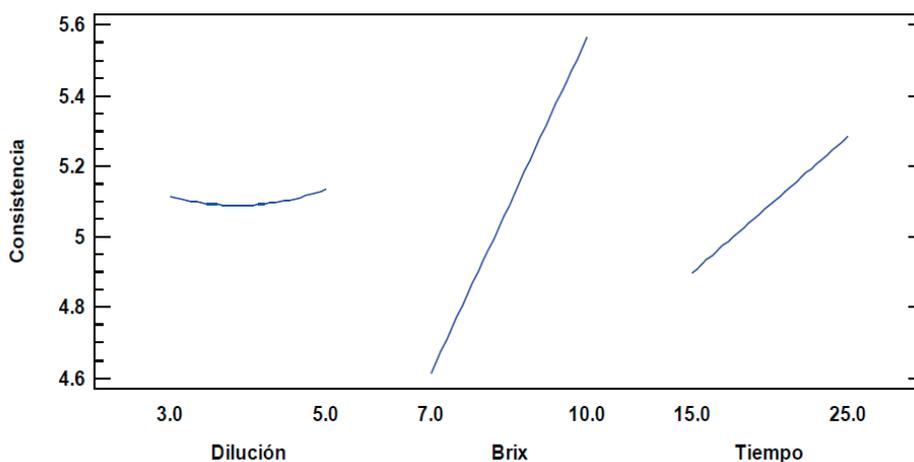


Figura 9. Gráfico de efectos principales para la consistencia de la bebida de almendras

**Análisis de la Optimización Múltiple**

Se realizó una optimización conjunta de los atributos, cuyo objetivo fue optimizar la deseabilidad del producto.

Se consideraron todos los atributos en estudio: color, olor, sabor y consistencia, obteniéndose la superficie de respuesta ilustrada en la Figura 10.

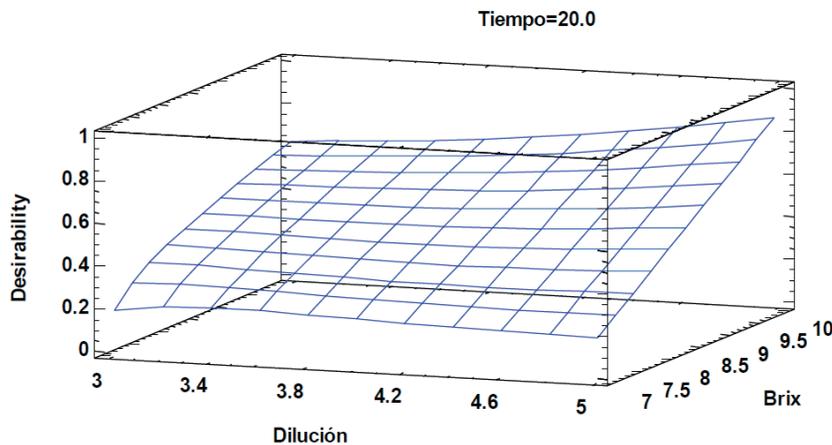


Figura 10. Gráfico de superficie respuesta estimada para la fórmula optimizada de la bebida de almendras.

En la tabla 2, se puede observar y concluir que la formulación óptima (olor, sabor y consistencia), es la de dilución (1:5), Brix (10°) y tiempo (25 minutos) referente a los cuatro atributos (color, sabor y consistencia).

TABLA 2: Combinación de niveles de factor que maximiza los cuatro atributos (color, olor, sabor y consistencia)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución (almendra:agua)	3,0	5,0	5,0
% Sólidos solubles (° Brix)	7,0	10,0	10,0
Tiempo (min)	15,0	25,0	25,0

**Análisis de esterilidad comercial de la bebida de almendras dulces**

La tabla 3 muestra los resultados del análisis

de esterilidad comercial realizado a la bebida de almendras con fórmula optimizada (1:5 de dilución; 10° Brix; 25 min).

TABLA 3: Análisis de esterilidad comercial realizado a la bebida con fórmula optimizada

PRUEBA	Vía/ Resultado
Prueba de Esterilidad comercial	Comercialmente estéril
pH antes y después de la incubación	6.31
Examen microscópico	No se observaron tipos morfológicos

### **Determinación de preferencias entre la formulación óptima y dos bebidas comerciales.**

En la prueba de preferencia por ordenamiento realizada se evidencian diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los atributos color, sabor y consistencia entre los inter grupos (de manera global).

Sin embargo, en el atributo olor no se presentaron diferencias significativas entre las muestras en estudio.

En la prueba de múltiples comparaciones de Tukey, se observó que en cuanto al atributo color, las muestras con mayor preferencia fueron la bebida de almendras con fórmula optimizada y la Marca X; no existiendo diferencias significativas entre ambos. Siendo la marca Y la menos preferida.

En cuanto al atributo sabor, entre las muestras Marca Y y la Marca X no existen diferencias significativas entre ambos.

De la misma manera se observa que entre la Marca X y la bebida de almendras con fórmula optimizada, no presentan diferencias significativas; pero si se presentan diferencias significativas entre la bebida de almendras con fórmula optimizada y la Marca Y.

En cuanto al atributo consistencia, las muestras con mayor preferencia fueron la bebida de almendras con fórmula optimizada y la Marca X; no existiendo diferencias significativas entre ambos.

Siendo la marca Y la menos preferida. Análisis fisicoquímicos de la bebida de almendras dulces con la formulación óptima y dos bebidas comerciales.

En la tabla 4 se muestran las características fisicoquímicas de la fórmula optimizada (1:5 dilución; 10 °Brix; 25 min) y de dos marcas comerciales.

TABLA 4: Características fisicoquímicas de la fórmula optimizada y de dos marcas comerciales de bebidas de almendras.

<b>CARACTERÍSTICA FISIQUÍMICA</b>	<b>BEBIDA CON FÓRMULA OPTIMIZADA</b>	<b>BEBIDA COMERCIAL X</b>	<b>BEBIDA COMERCIAL Y</b>
Sólidos solubles (°Brix)	10	5	4,8
pH	6,37	6,57	6,63

### **Medición del índice de calidad de la bebida de almendras dulces con la formulación óptima y dos marcas comerciales.**

La Tabla 5 muestra el aporte nutricional de dos bebidas de almendras comerciales

y de la bebida con fórmula optimizada (1:5 de dilución; 10° Brix; 25 min), así como, la comparación de los índices de calidad entre las dos marcas comerciales y la bebida con fórmula optimizada.

TABLA 10: Índice relativo simple de calidad de la bebida con fórmula optimizada con la Marca X y Marca Y de bebida de almendras.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	Bebida de almendras comerciales		Bebida de almendras con fórmula optimizada	Qi (Bebida seleccionada / Marca X)	Qi (Bebida seleccionada / Marca Y)
	Marca X	Marca Y			
Energía Total (kcal/100g)	24	25	105,10	4,38	4,20
Proteína (g/100g)	0,4	0,41	2,09	5,22	5,10
Carbohidratos (g/100g)	3,2	3,33	8,03	2,51	2,41
Grasa (g/100g)	1,2	1,25	7,18	5,98	5,74
Calcio (mg/100g)	156	10,4	20,44	7,63	1,97
Magnesio (mg/100g)	5,28	-	28,11	5,32	-

## DISCUSIONES

### Análisis de la Optimización Múltiple

De los factores obtenidos como óptimos, la dilución de la bebida alcanza el máximo propuesto (relación almendra: agua; 1:5), esto se debe principalmente, y de acuerdo a lo discutido con los mismos jueces, a que el consumidor siempre tiende a escoger una bebida no muy espesa pero que se perciba el sabor al fruto utilizado.

En cuanto al porcentaje de sólidos solubles (°Brix) de la bebida, el óptimo alcanza el máximo propuesto, ya que, según lo conversado con los consumidores, la gran mayoría opta por beber una bebida con gran dulzor.

Finalmente, en cuanto al tiempo de esterilizado (25 min) de la bebida, el óptimo alcanza el máximo propuesto, ya que según los consumidores lo prefiere por el color, olor y sabor que toma la bebida al esterilizarse en ese tiempo.

### Análisis fisicoquímicos de la bebida de almendras dulces

La fórmula optimizada posee casi el doble de °Brix que las bebidas comerciales, ello se

debe a que la fórmula se optimizó en función a la preferencia de los jueces evaluadores.

En cuanto al pH de las bebidas, se puede observar que tanto la fórmula optimizada como las comerciales, tienen un pH correspondiente a una baja acidez.

Al respecto, Silva (1997) señala que los alimentos potencialmente peligrosos son todos los de baja acidez, ya que estos soportan el crecimiento del *Clostridium Botulinum*, pudiéndose multiplicar y producir toxina que podría resultar fatal para los consumidores de la bebida.

Existe reducida cantidad de literatura científica y normativa sobre bebidas de almendras, sin embargo, FAO/OMS (2003) en el CODEX STAN 240-2003 señala el pH mínimo de 5,9 para la "leche de coco", siendo este un pH de baja acidez al igual que la bebida de almendras dulces, los cuales requieren un proceso de esterilización.

Es por ello, que la bebida de almendras dulces con fórmula optimizada al tener un pH de 6,37, debe ser tratada térmicamente

para destruir virtualmente a todos los microorganismos patógenos, y si en caso existiera algún sobreviviente en el proceso de esterilización serán las esporas incapaces de reproducirse bajo las condiciones de almacenamiento normal.

### **Análisis de esterilidad comercial de la bebida de almendras dulces de la bebida de almendras dulces con la formulación óptima y dos marcas comerciales.**

Para garantizar la plena inocuidad de la bebida de almendras optimizada, se realizó un análisis de esterilidad comercial, con la finalidad de determinar la presencia de microorganismos viables latentes, que resistieron el tratamiento térmico y que en determinadas circunstancias pudieran desarrollarse, produciendo alteraciones en el alimento y representando un riesgo para el consumidor.

La esterilidad comercial de un alimento tratado térmicamente es el estado que se consigue aplicando temperatura suficiente, sólo o en combinación con otros tratamientos apropiados, con el objeto de liberar a ese alimento de microorganismos patógenos y de otros microorganismos capaces de reproducirse en él en unas condiciones normales no refrigeradas en las que se mantendrá probablemente el alimento durante su distribución y almacenamiento (ICONTEC, 2015).

La bebida de almendras con fórmula optimizada fue incubada por 14 días a 35°C, sin presentar alteración, indicando que cumple con ser comercialmente estéril.

### **Medición del índice de calidad**

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal de la bebida de almendras optimizada, materia de estudio, evidencian

que en la bebida optimizada el contenido de nutrientes supera a los de las fórmulas comerciales.

Así tenemos que el contenido de las grasas totales es mucho mayor que las bebidas comerciales, lo que se deduce por la dilución más concentrada de la bebida optimizada, de igual forma, se observa con las proteínas.

En cuanto a los carbohidratos, si bien es cierto se aprecia un menor contenido en las bebidas comerciales que en la bebida optimizada, ello se debe a que el porcentaje de sólidos solubles se elevó en la misma con adición de azúcar, siendo así de mayor preferencia por los jueces.

Al comparar los índices de calidad entre la bebida de almendras con fórmula optimizada y las dos marcas comerciales (X y Y), se observa que la bebida optimizada supera en valor energético a las dos marcas comerciales, siendo así que la fórmula optimizada tiene 4,38 veces más de energía total que la Marca X, y 4,20 veces más que la Marca Y.

Si se compara una porción de bebida de almendras con leche vacuna, el aporte calórico sería similar a una porción de leche semidescremada (alrededor de 90 kcal) (Dyner et al., 2015).

Sin embargo, en la bebida de almendras la principal fuente de energía sería la grasa (que como se mencionó anteriormente, presenta perfil de ácidos grasos saludables) y las proteínas, mientras que en la leche semidescremada serían la lactosa, las proteínas y la grasa láctea. Según (Dyner et al., 2015), para el cálculo del valor energético de las almendras se toma en cuenta el contenido de grasas y proteínas, sin incluir

carbohidratos por encontrarse en muy baja proporción en las almendras, sin embargo, en la bebida de almendras si se considera la porción de carbohidratos porque en general la cantidad de almendras utilizada en la elaboración de bebidas comerciales es baja (4,5 g en 100 ml) y es frecuente el agregado de azúcares de caña o miel en la formulación.

La bebida de almendras con fórmula optimizada fue elaborada con adición de azúcar, por ende, en el cálculo de energía total si se incluye el recuento de carbohidratos por haber presencia de ellos.

Así mismo en las bebidas comerciales, según lo indicado en la etiqueta, se menciona que tienen azúcar (sacarosa).

De la misma forma, cabe mencionar que las bebidas comerciales poseen bajas cantidades de almendras en la bebida a comparación de la bebida con fórmula desarrollada en el presente estudio que, si posee mayor cantidad de almendras en la composición de la bebida, lo que se evidencia en su valor nutritivo.

En cuanto a las proteínas, se muestra que la bebida de almendras con fórmula optimizada tiene 5,23 veces más de proteínas que la Marca X, y 5,10 veces más que la Marca Y; en los carbohidratos, se muestra que la bebida de almendras con fórmula optimizada tiene 2,51 veces más de carbohidratos que la Marca X, y 2,41 veces más que la Marca Y; en cuanto a las grasas, se muestra que la bebida de almendras con fórmula optimizada tiene 5,98 veces más de grasas que la Marca X, y 5,74 veces más que la Marca Y.

En cuanto al índice de calidad en los minerales estudiados, se muestra que

la bebida de almendras con fórmula optimizada es inferior en calcio que la marca X (Marca "X" tiene 7,63 veces más calcio que la fórmula optimizada), esto se debe a que la marca X estuvo fortificada en calcio y la fórmula optimizada no, sin embargo, tiene 1,97 veces más calcio que la Marca Y, que no está fortificada.

Finalmente, en cuanto al contenido de magnesio, se muestra que la bebida de almendras con fórmula optimizada tiene 5,32 veces más de magnesio que la Marca X.

## CONCLUSIONES

- Se obtuvo una formulación óptima con una deseabilidad global de 0.94 en escala de 0 a 1 (95 % de confianza) para la elaboración de una bebida a partir de almendras dulces, con una dilución almendras: agua de 1:5; % sólidos solubles de 10 °Brix y tiempo de esterilizado de 25 minutos.

- En cuanto al olor entre las bebidas de almendras comerciales y la elaborada con la fórmula optimizada, no existe diferencias significativas; sin embargo, para los demás atributos evaluados (color, sabor y consistencia) si presenta diferencias significativas, siendo la de mayor preferencia la bebida de almendras desarrollada.

- La bebida de almendras elaborada con la fórmula óptima tiene un mayor valor calórico en comparación con las bebidas comerciales (aproximadamente cuatro veces más que las comerciales) por su mayor contenido en proteínas, carbohidratos y grasas.

- La bebida de almendras con la fórmula desarrollada en la presente investigación, tuvo 1,97 veces más contenido de calcio que la marca comercial "Y", y 5,32 veces más de Magnesio que la marca comercial "X".

**AGRADECIMIENTO**

A la Dra. Hilda Oquendo Ferrer de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz (Cuba) y al Mo. Stalein Tamara Tamariz de la Universidad Le Cordon Bleu por su invaluable apoyo en la parte estadística del presente trabajo de investigación.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AOAC. (2016). Método Oficial 990.12. Official Methods of Analysis. 20th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Madison, US.

Dyner, L., Batista, M., Cagnasso, C., Rodríguez, V. & Olivera Carrión, M. (2015). Contenido de nutrientes de bebidas artesanales a base de almendras. Actualización en Nutrición 16(1): 12-17.

FAO (1992). Manuales para el control de calidad de alimentos- La garantía de la calidad en el laboratorio microbiológico de control de los alimentos. Roma.

FAO/OMS (2003). Normas para los productos acuosos de coco. CODEX STAN 240-2003. Unión Europea.

ICONTEC. (2015). Norma Técnica Colombiana. NTC 4433. Microbiología. Método para evaluar la esterilidad comercial en alimentos. Colombia.

Mercola, J. (2015). Is Almond Milk Really Healthy?. (online) Recuperado de <http://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2015/07/29/almond-milk.aspx> (Consultada el 9 de Agosto de 2017).

Romero, T., & Vélez, M. (2011). Determinación de macronutrientes en los alimentos tradicionales de la ciudad de Cuenca. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca.

Silva C., L. (1997). Procesamiento de Conservas. Lima: Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, p.6.

Vilá Valls, M. (2006). Obtención de pectina de Caujil. Trabajo de Grado. Universidad de Zulia. Venezuela.

**CORRESPONDENCIA**

Dra. Bettit Salvá Ruiz  
[bettit.salva@ulcb.edu.pe](mailto:bettit.salva@ulcb.edu.pe)