

# EFECTO DE LA ADICIÓN DE HOJAS DE *Azadirachta indica* A. Juss Y *Stevia rebaudiana* Bertoni EN LA CALIDAD SENSORIAL DE UN PAN DULCE

EFFECT OF THE ADDITION OF *Azadirachta indica* A. Juss AND *Stevia rebaudiana* Bertoni LEAVES ON THE SENSORY QUALITY OF SWEET BREAD

Salgado-Cruz, M. de la P.<sup>1-2</sup>, Calderón-Domínguez, G.<sup>2</sup>, Díaz-Ramírez, M.<sup>3\*</sup>, Cortés-Sánchez, A. de J.<sup>4</sup>, Tellez-Medina, D. I.<sup>2</sup>, Tapia-Ochoategui, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Benito Juárez, México, D.F., 03940, México. <sup>2</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Plan de Ayala y Carpio s/n. Col Santo Tomas. C.P. 11340. México, D.F. <sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Alimentación. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma. Av. Hidalgo Poniente 46, Col. La Estación, Lerma de Villada, Estado de México. 52006. México. <sup>4</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Nayarit. Tepic, Nayarit. México.

\*Autor de correspondencia: marea131079@hotmail.com

## RESUMEN

En la actualidad se han buscado fuentes naturales que contengan sustancias con actividad biológica para incorporarlas en la alimentación y coadyuvar en la disminución de padecimientos como la diabetes o la hipertensión; entre ellas se encuentran el Neem (*Azadirachta indica*) y la Stevia (*Stevia rebaudiana*), por lo que el objetivo de este trabajo fue elaborar pan dulce "tipo concha" adicionado con hojas de Neem (NM) y Stevia (SV) con características organolépticas aceptables. Se realizó un diseño de experimentos para variar la cantidad de azúcar, SV y NM; las respuestas fueron emitidas mediante la evaluación sensorial del producto con un panel de jueces entrenados. Los resultados mostraron que la formulación óptima emplea 8.99 g de azúcar, 0.05g de NM y 0.946g de SV, es importante destacar que el sabor amargo del NM no se enmascara con la intensidad de sabor de SV.

**Palabras clave:** pan, estevia, neem, evaluación sensorial.

## ABSTRACT

At present, there is a search for natural sources that contain substances with biological activity to incorporate them into the diet and contribute to the decrease of illnesses like diabetes or hypertension; among them, there is Neem (*Azadirachta indica*) and Stevia (*Stevia rebaudiana*). Therefore, the objective of this study was to elaborate a sweet bread of "concha" type with acceptable organoleptic characteristics, to which Neem (NM) and Stevia (SV) leaves were added. An experimental design was used to vary the amount of sugar, SV and NM, the responses were obtained through the sensory evaluation of the product with a panel of trained judges. The results showed that the optimal formulation uses 8.99 g of sugar, 0.05g of NM and 0.946g of SV; it is important to highlight that the bitter taste of the NM is not masked with the intensity of flavor of the SV.

**Keywords:** bread, stevia, neem, sensory evaluation.

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 11, noviembre. 2017. pp: 121-127.

**Recibido:** agosto, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.



## INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de edulcorantes se ha incrementado y por ende la búsqueda de nuevas sustancias. En 2011 la EC (The European Commission) aprobó el uso de glucósidos de esteviol (Rebaudiósido A (Reb-A) y el esteviósido (ST), los cuales se encuentran en la planta *S. rebaudiana*; estos exhiben propiedades funcionales y sensoriales superiores a otros edulcorantes además de ser no tóxicos, naturales, no calóricos, potenciadores del sabor, no adictivos (Chatsudthipong y Muanprasat, 2009). Los principales componentes de la hoja son esteviósidos (5-10% peso total), rebaudiósido A (2-4%), rebaudiósido C (1-2%) y dulcósido A (0.4-0.7%) (Wood *et al.*, 1955); estos componentes en estado puro y cristalino tienen un poder edulcorante que puede ser 300 veces mayor que el del azúcar de caña; además de presentar propiedades terapéuticas poseen actividad antioxidante, antimicrobiana y antifúngica (Lemús-Mondaca *et al.*, 2011). También se han utilizado otras plantas, como el Neem (*Azadirachta indica*), la cual contiene nimbidina, principal componente al que se atribuye capacidad antiinflamatoria, hipoglucémica, antiartrítica; sin embargo, el extracto obtenido de las hojas es amargo. Estas plantas han sido investigadas, ya que se cree suprimen la producción y/ o absorción de glucosa en el intestino (Shori y Baba, 2011). La búsqueda de ingredientes funcionales ha crecido junto con los cambios en los hábitos nutricionales y las exigencias de los consumidores hacia alimentos que puedan proporcionar además del valor nutritivo, otros componentes con actividad fisiológica que permitan un mejor estado tanto físico como mental, reduciendo así el riesgo de enfermedades, al tiempo que mantienen su calidad (Cortés *et al.*, 2005; Ares *et al.*, 2009). No obstante, en muchos casos la incorporación de sustancias funcionales es la responsable de sabores desagradables como el amargo, astringente o pungente, limitando su uso en alimentos (Villegas-Ruiz, 2010), por lo que el objetivo de este trabajo fue elaborar pan dulce "tipo concha" adicionado con NM (*Azadirachta indica*) y SV (*Stevia rebaudiana*) con características organolépticas aceptables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del pan tipo concha. Se siguió la metodología de Tlapale-Valdivia *et al.* (2010), con algunas modificaciones. Se colocaron 300 g de harina de trigo, 6.9 g de levadura seca (Nevada oro, Safmex), 3.6 g de sal (La Fina; sales del Itsmo), 36 g de leche descre-

mada en polvo (Svelty, Nestle), 61.5 g de huevo fresco (Bachoco), 48 g de margarina (Primavera; Unilever) y azúcar (Great Value; Walmart) o NM (Cuadro 1) en batidora (KitchenAid, EUA) a 63 rpm durante el tiempo óptimo de amasado (TOA). El agua y TOA se determinaron mediante análisis farinográfico (500 unidades Brabender). Para la masa madre se emplearon 10 g de harina refinada de trigo, 0.6 g de levadura y 6 g de agua; esta esponja se fermentó durante 30 minutos a 37 °C con humedad de saturación y después se colocó con los demás componentes de la fórmula para la elaboración de la masa final. Esta se fermentó 120 min a 37 °C, con humedad relativa constante (saturación). Posteriormente se pesaron porciones de 50 g, se bolearon, aplanaron y se colocaron en charola para una segunda fermentación durante 30 minutos a 37 °C. Después cada muestra se cubrió con 14 g de una capa dulce circular que es preparada mezclando azúcar glas, SV ("Truvia"; Cargill), manteca vegetal (Inca; ACH Foods México) y harina refinada de trigo a una proporción 0.6:0.4:1:1, respectivamente, la cubierta se marca con un molde para obtener el patrón tipo concha y se fermentó nuevamente durante 55 minutos a 37 °C y humedad constante (saturación). Las muestras se hornearon a 180 °C /15 minutos en un horno rotatorio (Henry Simon Limited, Cheshire, Reino Unido). Se utilizó un diseño de experimentos D-optimal (Design Expert 9.0) con 14 formulaciones y tres variables. Los límites mínimos y máximos de NM, SV y azúcar se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Diseño experimental para la sustitución de NM, SV por azúcar.

Corrida	Neem (g)	Stevia (g)	Azúcar (g)
1	0.28	9.23	0.49
2	0.1	6.7	3.2
3	1	6.7	2.3
4	0	7.38	2.62
5	1	6.7	2.3
6	0	10	0
7	1	7.8	1.2
8	0	8.25	1.75
9	0	10	0
10	1	9	0
11	0.56	7.53	1.92
12	1	9	0
13	0.51	8.51	0.99
14	0.1	6.7	3.2

## Evaluación sensorial del pan tipo Concha

Selección de jueces. Se realizó una encuesta a 50 alumnos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas para determinar el estado de salud, disponibilidad de tiempo, motivación e interés en realizar pruebas de evaluación sensorial; no se otorgó ningún pago por su participación y 16 personas contestaron afirmativamente a cada uno de los cuestionamientos realizados (International Standard, 8586:2012). Estas realizaron la prueba de identificación de sabores básicos, la cual consistió en presentar soluciones de NaCl (0,20 %), ácido cítrico (0,07 %), sacarosa (2,00 %), cafeína (0,07 %) y agua para determinar su capacidad de detectar e identificar los sabores dulce, amargo, ácido y salado, fueron seleccionados solo aquellos que presentaron un porcentaje de aciertos de 70% o superior. Además se realizó una prueba de ordenamiento para color para observar su capacidad de reconocer diferentes intensidades y, por lo tanto, desarrollar la habilidad de jerarquizar según una característica dada. Se le presentó a cada juez una serie de 10 tubos de un mismo color,

pero en distintas diluciones, y se les pidió que los ordenaran de manera creciente según su intensidad de color, de izquierda a derecha, con un descanso de 20 minutos entre cada evaluación (Anzaldúa, 2005). Terminada la fase de entrenamiento básico se realizaron sesiones de entrenamiento específico en análisis sensorial para evaluar, determinar y establecer la terminología descriptiva; se unificaron las características del pan dulce tipo concha mediante un análisis descriptivo cuantitativo, se utilizó una escala no estructurada de 10 cm, se determinaron los atributos positivos de sabor (dulce, resabio dulce, afrutado) y textura (suave, crujiente, esponjosa) así como los descriptores negativos (Amargo, resabio amargo, herbal, go-

moso, apelmazado y duro).

El análisis de los datos se realizó mediante el software informático Design Expert versión 10; se optimizó la respuesta para obtener la mejor formulación de acuerdo con las respuestas sensoriales del panel de jueces.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra los TOA y la cantidad de agua para obtener masa con una consistencia de  $500 \pm 20$ UB. Para todas las formulaciones se consideró el contenido de humedad de los componentes. Del cuadro se observa que las formulaciones 3 y 5, las cuales tienen mayor sustitución de azúcar por NM y SV, requieren mayor cantidad de agua debido probablemente a la fibra presente de estos materiales (Kučerová *et al.*, 2013). Se observa también una relación inversa entre la cantidad de hoja añadida y el TOA, ya que las formulaciones 6 y 9 (testigo) presentan un TOA de 12 minutos, mientras que las formulaciones 3 y 4 añadidas con NM y SV presentan un TOA de 5.5 minutos.

**Cuadro 2.** Parámetros farinográficos de TOA y % de agua para cada formulación.

Formulación	Porcentaje de absorción de agua (%)	TOA (min)
1	52	10
2	62.6	6
3	63	5.5
4	62.2	5.5
5	63	6
6	52	12
7	61.6	7
8	61.2	7.3
9	52	12
10	59.8	8.5
11	62	6.6
12	59.8	8.5
13	61	7.7
14	62.6	6

Las Figuras 1 y 2 muestran el pan con los parámetros establecidos en el Cuadro 2.

Las Figuras 3 y 4 muestran los descriptores analizados por los jueces, de los cuales se determinó que los más importantes fueron el sabor dulce de los parámetros positivos, así como el amargo y herbal de los parámetros negativos. La evaluación con el valor más alto para el primer descriptor fue la muestra No 6, elaborado solo con azúcar como edulcorante. El valor más cercano es el experimento número 8 y 4; no obstante, se observa que presenta un sabor herbal intenso de 5.78 y 7.57, respectivamente, enmascarando el sabor amargo de NM, obte-



**Figura 1.** Concha obtenida de la formulación No. 4 y 5.



**Figura 2.** Concha obtenida de la formulación No. 9.

niendo puntuaciones de 0,67 y 1,52, respectivamente. Es importante destacar que aun cuando el sabor amargo disminuye, el resabio herbal de SV es un descriptor negativo para el pan.

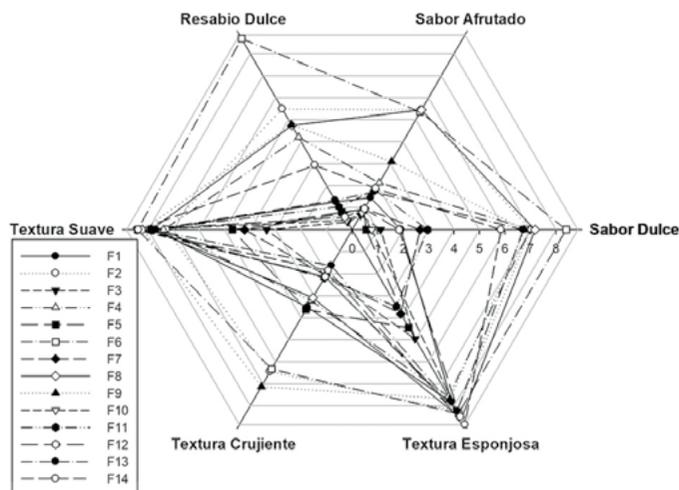
En la Figura 4 se observa que la formulación 5 y 10 presentaron los valores más altos de los descriptores negativos del sabor amargo y herbal con valores de 8.38, 9.03, 5.98 y 0.87, respectivamente, denotando un producto que no genera agrado para los jueces, así que la sustitución de NM y SV no es una buena opción para este tipo de producto.

Evaluación del diseño de experimentos. Para evaluar e identificar la significancia de las variables de estudio se realizó un análisis de varianza por cada respuesta obtenida, usando el valor-F de Fisher para determinar si las variables evaluadas describen adecuadamente la varia-

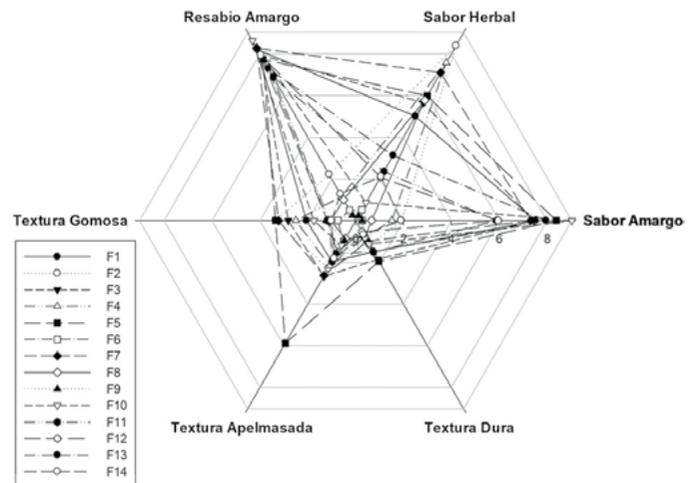
ción de los datos sobre su medida. El Cuadro 3 muestra que la distribución de los puntos experimentales en el área de evaluación se ajusta a modelos lineales, cuadráticos y cúbicos. No obstante el valor de  $R^2$  ajustada, así como la  $R^2$  predicha de algunas respuestas son bajos, por lo que se evaluó el valor de la precisión adecuada del modelo, el cual compara la gama de valores predichos en los puntos del diseño con la predicción media del error, los valores mayores de cuatro indican una adecuada discriminación del modelo, el cual se puede utilizar

para navegar por el espacio de diseño y predecir la respuesta. Es importante destacar que las tres variables estudiadas afectan las respuestas emitidas por los jueces, contribuyendo de manera significativa.

En la Figura 5 se muestra la superficie de respuesta del a) sabor dulce y b) amargo, parámetros representativos de la calidad sensorial del pan. Se puede observar que para a) existen dos regiones bien definidas que representan un sistema de respuestas múltiples en las que los requisitos satisfacen simultáneamente las propiedades críticas que son buscadas en cuanto a la respuesta de sabor dulce. Los valores predichos más bajos para este parámetro se encuentran en el contorno definido por el área azul, donde la SV se incrementa y el contenido de azúcar disminuye. Esto puede ser atribuido a los esteviósidos y rebaudiósido A, que generan sabor amargo y herbal debido a la presencia de clorofilas A,



**Figura 3.** Resultados del análisis descriptivo cuantitativo para atributos positivos de las 14 formulaciones.



**Figura 4.** Resultados del análisis descriptivo cuantitativo para atributos negativos de las 14 formulaciones.

**Cuadro 3.** Resultados del ANOVA para cada una de las respuestas evaluadas.

Respuesta Evaluada	Modelo	F-Value	p-Value Prob>F	R <sup>2</sup> (Ajustada)	R <sup>2</sup> (Predicha)	Precisión adecuada
Sabor dulce	Cúbico	16.97	0.0076	0.9745	0.9170	9.68
Resabio dulce	Lineal	7.68	0.0082	0.5828	0.5070	5.477
Sabor afrutado	Lineal	12.25	0.016	0.6901	0.6338	7.618
Textura suave	Cuadrático	9.65	0.0031	0.8578	0.7690	8.738
Textura crujiente	Cúbico	4.18	0.0365	0.7230	0.5499	6.216
Textura esponjosa	Cuadrático	37.98	0.016	0.9884	0.9624	15.998
Sabor amargo	Cuadrático	13.98	0.0009	0.8973	0.8331	7.867
Sabor herbal	Lineal	4.28	0.0421	0.4377	0.3355	4.808
Resabio amargo	Cúbico	100.32	0.0002	0.9956	0.9857	22.096
Textura Gomosa	Lineal	3.91	0.0521	0.4156	0.3094	5.347
Textura apelmazada	Lineal	5.65	0.0205	0.5069	0.4172	6.485
Textura dura	Cuadrático	6.02	0.0133	0.79	0.6587	6.178
Aceptación de color	Especial cúbico	17.19	0.0007	0.936	0.8820	11.32

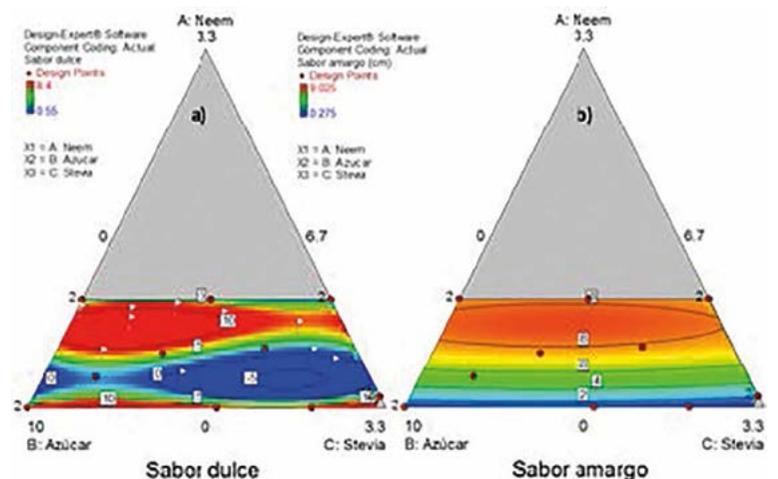
B, C (Rios-Cortés *et al.*, 2017) en contribución de los compuestos NM: la nimbidina y los limonoides (Data *et al.*, 2017), lo cual se comprueba en la Figura 5-b), donde se muestra que a menor contenido de SV y NM se encuentran las respuestas con el menor valor con respecto a este parámetro evaluado. Es importante destacar que la intensidad del sabor dulce no reduce la amargura que generan estos fitonutrientes, provocando un efecto perjudicial sobre el perfil de sabor del pan.

En el Cuadro 4 se muestran los modelos matemáticos que permiten predecir el comportamiento para las variables respuestas, como el sabor dulce o amargo del pan; en las ecuaciones el signo positivo está asociado con los efectos combinados o de interacción, sugiere sinergia, es decir, que respuestas mayores resultan cuando se mezclan esos componentes. Por el contrario, el signo negativo implica efecto antagónico entre los componentes, o sea, que se producen respuestas menores (Kamairudin *et al.*, 2014), mostrando que el NM tiene un efecto negativo en el sabor y la textura.

La Figura 6 a)-b) muestra la superficie de respuesta para el resabio dulce y amargo. Estas características son importantes porque es el sabor que deja el alimento después de ser ingerido, generando aceptación o rechazo de un producto. Es por ello que se buscan tecnologías de enmascaramiento (Villegas-Ruiz *et al.*, 2010; Ares *et al.*, 2008) como la adición de endulzantes

artificiales, sabores e inclusive otros compuestos ácidos, amargos o astringentes. No obstante, el SV y NM contienen compuestos que generan resabio herbal y amargo, observándose que a mayor concentración de azúcar y SV predomina el resabio dulce y de forma inversa para el amargo. Esta información es corroborada por las ecuaciones de predicción (Cuadro 4) donde la variable NM es aditiva para las características negativas; sin embargo, la SV es sustractiva, generando enmascaramiento del sabor amargo, pero resaltando el resabio herbal.

Optimización del diseño de mezcla. Los criterios de optimización para obtener las mejores características sensoriales se muestran en la Figura 7. Esta combina-



**Figura 5.** Gráfica de contornos de la superficie de respuesta del sabor a) dulce y b) amargo.

**Cuadro 4.** Ecuaciones de predicción para las variables respuesta.

**Sabor dulce** =  $-14852.18 \cdot NM + 0.76 \cdot AZ + 176.73 \cdot SV + 2341.86 \cdot NM \cdot AZ + 2348.49 \cdot NM \cdot SV - 30.76 \cdot AZ \cdot SV - 174.98 \cdot NM \cdot AZ \cdot SV + 86.53 \cdot NM \cdot AZ \cdot (NM - AZ) + 91.49 \cdot NM \cdot SV \cdot (NM - SV) + 1.45 \cdot AZ \cdot SV \cdot (AZ - SV)$ .

**Resabio dulce** =  $-2.69 \cdot NM + 0.38 \cdot AZ + 0.33 \cdot SV$

**Sabor afrutado** =  $-4.24 \cdot NM + 0.53 \cdot AZ + 0.25 \cdot SV$

**Textura suave** =  $-47.39 \cdot NM + 0.82 \cdot AZ + 2.99 \cdot SV + 5.33 \cdot NM \cdot AZ + 3.57 \cdot NM \cdot SV - 0.33 \cdot AZ \cdot SV$

**Textura crujiente** =  $+24.38 \cdot NM + 0.66 \cdot AZ + 5.57 \cdot SV - 3.13 \cdot NM \cdot AZ - 2.09 \cdot NM \cdot SV - 0.83 \cdot AZ \cdot SV$

**Textura esponjosa** =  $-7181.75 \cdot NM + 0.80 \cdot AZ + 141.16 \cdot SV + 1129.64 \cdot NM \cdot AZ + 1161.11 \cdot NM \cdot SV - 24.7 \cdot AZ \cdot SV - 88.43 \cdot NM \cdot AZ \cdot SV + 41.44 \cdot NM \cdot AZ \cdot (NM - AZ) + 45.92 \cdot NM \cdot SV \cdot (NM - SV) + 1.19 \cdot AZ \cdot SV \cdot (AZ - SV)$

**Sabor amargo** =  $-107.04 \cdot NM + 0.08 \cdot AZ - 1.51 \cdot SV + 12.66 \cdot NM \cdot AZ + 12.78 \cdot NM \cdot SV + 0.21 \cdot AZ \cdot SV$

**Sabor herbal** =  $+1.04 \cdot NM + 0.14 \cdot AZ + 1.68 \cdot SV$

**Resabio amargo** =  $+6169.19 \cdot NM + 0.04 \cdot AZ - 65.01 \cdot SV - 980.69 \cdot NM \cdot AZ - 955.73 \cdot NM \cdot SV + 11.39 \cdot AZ \cdot SV + 71.34 \cdot NM \cdot AZ \cdot SV - 37.01 \cdot NM \cdot AZ \cdot (NM - AZ) - 34.90 \cdot NM \cdot SV \cdot (NM - SV) - 0.53 \cdot AZ \cdot SV \cdot (AZ - SV)$

**Textura gomosa** =  $+1.09 \cdot NM + 0.08 \cdot AZ + 0.51 \cdot SV$

**Textura apelmazada** =  $+1.63 \cdot NM + 0.05 \cdot AZ + 0.61397 \cdot SV$

**Textura dura** =  $-17.42 \cdot NM + 0.08 \cdot AZ + 0.02 \cdot SV + 1.94 \cdot NM \cdot AZ + 2.42 \cdot NM \cdot SV + 2.65E-003 \cdot AZ \cdot SV$

**Aceptación de color** =  $-17.32 \cdot NM + 0.13 \cdot AZ + 1.84 \cdot SV + 2.05 \cdot NM \cdot AZ - 2.04 \cdot NM \cdot SV - 0.16 \cdot AZ \cdot SV + 0.58 \cdot NM \cdot AZ \cdot SV$

AZ: Azúcar; NM: Neem y SV: Stevia

ción se obtuvo de la optimización numérica, estableciendo los máximos de todas las respuestas positivas y los valores mínimos de las respuestas negativas; las proporciones de la formulación óptima son 0.055g de NM, 8.99g de azúcar y 0.946 de SV, prediciendo que esta formulación tendrá valores de sabor dulce de 6.5 y sabor amargo de 2.5.

**CONCLUSIONES**

La incorporación de SV y NM a un pan dulce tipo concha es una alternativa para enmascarar y contrarrestar los sabores generados por estas plantas, además de generar un alimento con impacto nutricional positivo; no obstante, aún faltan estudios para obtener una formulación con características sensoriales aceptables. Los modelos matemáticos permiten predecir satisfactoriamente el comportamiento de las variables respuestas, disminuyendo el trabajo de un panel de jueces entrenados para optimizar el desarrollo e incorporación de nuevos ingredientes a alimentos.

**LITERATURA CITADA**

Anzaldúa M. A. 2005. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed. Acribia S. A. Zaragoza, España. pp. 67-122.

Ares G., Barreiro C., Deliza R., Gámbaro A. 2009. Alternatives to reduce the bitterness, astringency and characteristic flavour of antioxidant extracts. Food Research International 42: 871-878.

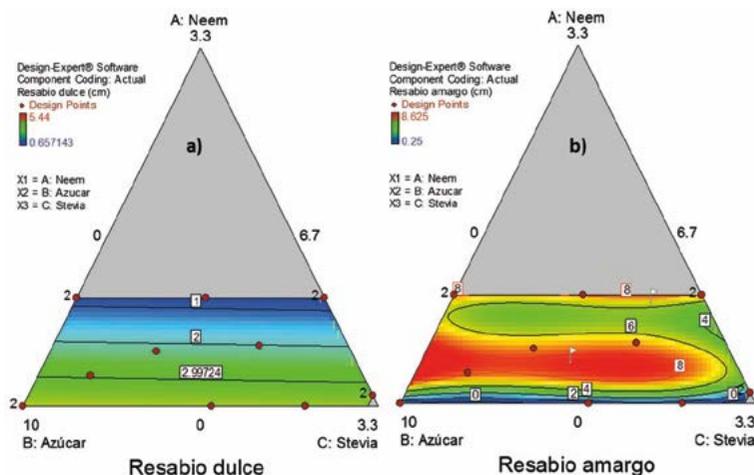
Cortés M., Chiralt B. A., Puented L. 2005. "Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro." Vitae. Vol. 12. Numero 1. Pp. 5-14.

Chatsudthipong V., Muanprasat C. 2009. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness, Pharmacology & Therapeutics 121 41-54.

Datta A., Grün I. U., Kwasniewski M. T., Fernando L. N. 2017. Comparison of Two Adsorbent Based de-Bittering Procedures for Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Tea- Effect on Polyphenols, Anti-Oxidant Capacity, Color and Volatile Profile. Plant Foods Human Nutrition 72: 88-95.

International Standard ISO 8586:2012, Sensory analysis: General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors, First Edition.

Kamairudin N., Abd Gani S. S., Masoumi H.R. F., Hashim P. 2014. Optimization of Natural Lipstick Formulation Based on Pitaya



**Figura 6:** Gráfica de contornos de la superficie de respuesta del resabio a) dulce y b) amargo.

(*Hylocereus polyrhizus*) Seed Oil Using D-Optimal Mixture Experimental Design. *Molecules* 19: 16672-16683.

Kučerová J., Šottníková V., Nedomová, Š. 2013. Influence of Dietary Fibre Addition on the Rheological and Sensory Properties of Dough and Bakery Products. *Czech J. Food Science* 31(4): 340-346.

Lemus-Mondaca R., Vega-Gálvez A., Zura-Bravo L., Ah-Hen K. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* 132: 1121-1132.

Ríos-Cortés G., Ramírez-Aguilar D., Bobadilla-Reyes C. Q., Ríos-Cortés A. M., Ramírez-Bello, M. A., Sales-Chávez, R. M., Rosas-Morales, M. 2017. Remoción de clorofilas presentes en extractos de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) por adsorción con carbón activado y precipitación con cal grado alimenticio. *Acta Universitaria*, vol. 27(1): 67-75.

Shori A.B., Baba A.S. 2011. Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by *Azadirachta indica*-yogurt. *Journal of Saudi Chemical Society* 17: 295-301.

Tlapale-Valdivia A. D., Chanona-Pérez J. J., Mora-Escobedo R., Farrera-Rebollo R. R., Gutiérrez-López G. F., Calderón-Domínguez G. 2010. Dough and crumb grain changes during mixing and fermentation and their relation with extension properties and bread quality of yeasted sweet dough. *International Journal of Food Science and Technology* 45(3): 530-539.

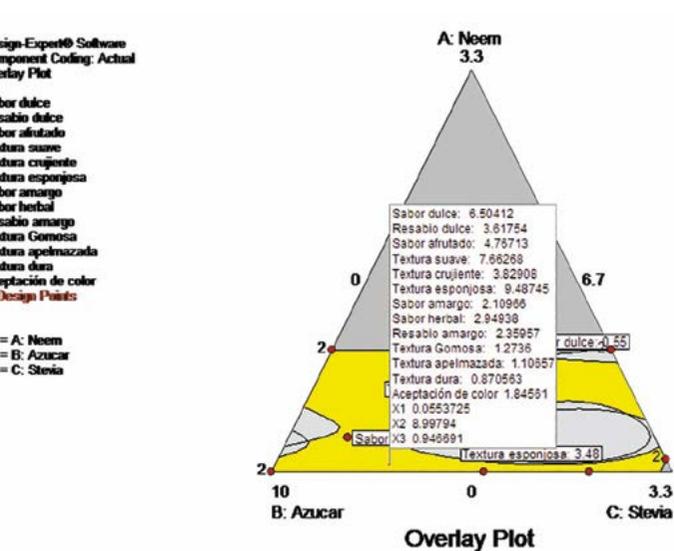


Figura 7. Optimización de la respuesta.

Villegas-Ruiz X., Ruiz-Espinoza H., Bárcenas-Pozos M.E. 2010. Tecnologías de enmascaramiento de sabor amargo en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 4(1): 27-30.

Wood H. B. Jr., Allerton R., Diehl H. W., Fletcher H. G. Jr. 1955. Stevioside. I. The structure of the glucose moieties. *The Journal of Organic Chemistry* 20: 875-883.

