

## Análisis de la estabilidad fisicoquímica de una bebida de cacahuete con jengibre

D. Díaz-Cruz<sup>1</sup>, D.M. Hernández-Martínez<sup>1\*</sup> y T. Gallardo-Velázquez<sup>1</sup>

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Biofísica, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomás, C.P. 11340, Ciudad de México, México.  
[\\*dhernandezmar@ipn.mx](mailto:dhernandezmar@ipn.mx)

### RESUMEN

Las bebidas vegetales son una opción saludable, amigable con el planeta y se ajustan al estilo de vida de consumidores que buscan bebidas funcionales de origen no animal, pero con características organolépticas similares a la leche de vaca. El presente trabajo tuvo como objetivo elaborar una bebida vegetal a base de cacahuete (*Arachis hypogaea*) adicionada con jengibre (*Zingiber officinale*). Se elaboraron 13 bebidas con diferentes formulaciones, variando contenido de cacahuete (C), lecitina de soya (L) y goma gelana (G), pero manteniendo fija la cantidad de jengibre. Se analizó el potencial zeta y tamaño de partícula (diámetro de Sauter y diámetro de Brouckere) en un inicio y después de dos meses de almacenamiento a 4°C. Después de dos meses, el potencial zeta varió entre -18 y -32 mV; el diámetro de Sauter entre 11.46 y 27.33 µm; y el diámetro de Brouckere entre 49.17 y 99.38 µm. De acuerdo al diseño de superficie de respuesta, la formulación óptima fue 5.64 % C, 1.50% L y 0.30% G. Los resultados sugieren que la combinación de lecitina de soya y goma gelana tiene un efecto positivo en la estabilidad coloidal.

**Palabras clave:** Bebida vegetal, cacahuete, *Arachis hypogaea*, estabilidad coloidal, diámetro de Sauter, diámetro de Brouckere

### ABSTRACT

Vegetable beverages are a healthy option, friendly to the planet, and fit the lifestyle of consumers desiring functional beverages of non-animal origin but with organoleptic characteristics similar to cow's milk. The objective of this study was to elaborate a vegetable beverage based on peanut (*Arachis hypogaea*) added with ginger (*Zingiber officinale*). Thirteen beverages were prepared with different formulations, varying the content of peanut (C), soy lecithin (L), and gellan gum (G) but keeping the amount of ginger fixed. Zeta potential, and particle size (Sauter's diameter and Brouckere's diameter) were analyzed initially and after two months of storage at 4°C. After two months of storage, the zeta potential ranged from -18 to -32 mV; Sauter diameter ranged from 11.46 to 27.33 µm; Brouckere diameter ranged from 49.17 to 99.38 µm. According to the design surface response, the optimum formulation was 5.64 % C, 1.50% L, and 0.30% G. The results suggest that soy lecithin and gellan gum positively affect colloidal stability.

**Key words:** Vegetable beverage, peanut, *Arachis hypogaea*, colloidal stability, Sauter's diameter, Brouckere's diameter

## INTRODUCCIÓN

La leche ha sido parte de la dieta del ser humano, producción alimentaria y cultura por más de 8000 años, sin embargo, hoy en día, el consumidor moderno busca opciones que considera más saludables, amigables con el planeta o que concuerdan más con sus estilos de vida; prefiriendo cada vez más las bebidas vegetales.

Una opción para preparar bebidas vegetales es el cacahuete (*Arachis hypogaea*). Este es un alimento muy completo, al ser una leguminosa tiene un buen contenido de proteína (25 %), también tiene un alto contenido de grasas (50 %) que son principalmente monoinsaturadas (54 %) y poliinsaturadas (27 %) (Bonku & Yu, 2020). También contiene fibra, minerales como el selenio y el zinc, vitaminas, incluyendo las del complejo B y vitamina E, además de antioxidantes (Bonku & Yu, 2020). Una especie que también es un prometedor nutraceutico y aditivo en la industria alimentaria es el jengibre (*Zingiber officinale*), por ser rico en antioxidantes, vitaminas, minerales y con propiedades curativas (Singh *et al.*, 2022), por lo que puede ser añadida a las bebidas ya que tiene un sabor atractivo.

Las bebidas a base de plantas consisten, en general, en soluciones coloidales de grasas y/o proteínas dentro de una solución acuosa contenedora de sales y azúcares (Do *et al.*, 2018). Son sistemas inestables, ya que las gotitas de aceite en una dispersión coloidal tienen una densidad menor al agua que las rodea por lo que ascienden a la superficie (cremado), en tanto que cualquier otra partícula de fragmentos vegetales son típicamente más densas que el agua y sus movimientos son descendentes (floculación o coalescencia) (McClements, 2020).

Una bebida vegetal debe al menos tener una vida de anaquel parecida a la de la leche, así como permanecer estables durante los usos típicos que se le den a ésta, por ejemplo, al añadirlas al café o té; de ahí la importancia de conocer los factores más importantes que afectan la estabilidad de estos sistemas coloidales. De esta manera, el objetivo del trabajo fue encontrar una formulación que permita obtener la estabilidad fisicoquímica de una bebida vegetal a base de cacahuete (*Arachis hypogaea*) con jengibre (*Zingiber officinale*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materias primas

Cacahuete descascarado (*Arachis hypogaea*) adquirido a granel en la empresa Ecoksa, en la Ciudad de México, lecitina de soya en polvo marca G-EX®, goma gelana marca Ingredion®, jengibre deshidratado molido en cápsulas marca ZB Naturafilia®.

### Formulación

El diseño de mezcla de 13 corridas experimentales se propuso con el programa Minitab® versión 17, se consideró una mezcla de vértices extremos con tres componentes: cacahuete (4 % - 6 %), lecitina de soya (0.1 % - 1.5 %) y goma gelana (0.02 % - 0.30 %). Adicionalmente se añadió jengibre en polvo a la concentración de 0.085 % en las 13 formulaciones.

### **Preparación de las bebidas**

El cacahuete descascarado se pulverizó en una licuadora Oster® Xpert Series® a la velocidad 3. De acuerdo con la formulación propuesta, se mezcló el cacahuete molido, el jengibre en polvo, la lecitina de soya, la goma gelana, y agua caliente (70°C) utilizando la licuadora Oster® Xpert Series® a la velocidad 3 durante 6 min. Se envasaron las bebidas en recipientes de vidrio y se refrigeraron a 4°C.

### **Tamaño de partícula**

La distribución del tamaño de partícula se estudió a través de los parámetros diámetro de Sauter (D[3,2]) y diámetro de Brouckere (D[4,3]) medidos con un analizador de tamaño de partícula Malvern IM 026, series 2600 (Worcestershire, UK) usando un lente de 300 µm.

### **Potencial zeta**

El potencial zeta o potencial electrocinético se midió con un zetómetro ZetaPlus 21471 (Brookhaven Instruments, Holtsville, USA). Las bebidas se diluyeron con agua desionizada a la concentración de 0.125 mg/mL y se analizaron 4.5 mL de la dilución.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla I se observa el diámetro de Sauter D[3,2] para las bebidas en el primer día de almacenamiento, el menor y mayor valor se obtuvieron para la formulación 11 y 3, respectivamente. Durante el almacenamiento aumentó el diámetro de Sauter, el menor y mayor valor se obtuvieron para la formulación 4 y 10, respectivamente. A los 60 días se observa mayor estabilidad en las bebidas con mayor contenido de lecitina de soya.

Tabla I. Diámetro de Sauter en bebidas de cacahuete durante el almacenamiento.

Formulación	% Cacahuete	% Lecitina de Soya	% Goma Gelana	Día 1 [µm]	Día 60 [µm]
1	5	0.8	0.16	11.23±0.22	22.45±0.43
2	5	0.1	0.02	5.28±0.63	17.71±2.63
3	4	0.8	0.3	15.99±0.14	23.51±0.35
4	6	0.8	0.3	8.87±0.28	11.46±0.54
5	4	0.1	0.16	9.05±0.11	18.64±0.16
6	5	0.1	0.3	5.49±0.08	26.89±0.65
7	6	1.5	0.16	11.17±0.82	14.85±0.40
8	6	0.8	0.02	8.21±0.40	21.40±0.44
9	5	1.5	0.02	6.78±0.27	11.77±1.18
10	4	0.8	0.02	10.52±0.07	27.33±0.30
11	6	0.1	0.16	4.60±0.04	16.10±0.50
12	5	1.5	0.3	4.89±0.52	17.76±0.07
13	4	1.5	0.16	9.10±0.24	23.16±0.82

Los valores de diámetro de Sauter del presente estudio fueron mayores a los reportados por Jeske *et al.* (2017), quienes obtuvieron datos de este parámetro en distintas bebidas vegetales comerciales de distinta materia prima, pero ninguna de ellas tenía al cacahuete en su formulación.

En la Tabla II se presenta el diámetro de Brouckere D[4,3] de las bebidas en el día 1 y 60 de almacenamiento. En el primer día, el menor y mayor valor del diámetro de Brouckere se obtuvieron para la formulación 11 y 7, respectivamente. En el día 60, el menor y mayor valor se obtuvieron para la formulación 4 y 13. Jeske *et al.* (2017) obtuvieron para el caso del diámetro de Brouckere valores menores a 5 µm para algunas bebidas vegetales comerciales, cifra por debajo del valor obtenido para todas las bebidas de cacahuete, aunque los autores reportaron un valor promedio de 81.47 µm para una bebida de quinoa, este valor es comparable con los obtenidos en el presente trabajo.

Tabla II. Diámetro de Brouckere en bebidas de cacahuete durante el almacenamiento.

Formulación	% Cacahuete	% Lecitina de Soya	% Goma Gelana	Día 1 [µm]	Día 60 [µm]
1	5	0.8	0.16	51.54±2.69	81.26±7.47
2	5	0.1	0.02	29.52±13.14	52.39±6.51
3	4	0.8	0.3	69.01±0.53	71.76±0.78
4	6	0.8	0.3	74.45±5.71	49.17±2.20
5	4	0.1	0.16	61.14±1.24	54.25±0.26
6	5	0.1	0.3	30.24±2.28	86.85±2.70
7	6	1.5	0.16	89.10±3.76	75.76±2.71
8	6	0.8	0.02	45.48±2.52	69.03±3.39
9	5	1.5	0.02	36.88±2.67	52.70±3.67
10	4	0.8	0.02	69.64±1.05	81.94±1.10
11	6	0.1	0.16	9.88±0.16	60.42±4.78
12	5	1.5	0.3	30.91±14.19	76.09±2.02
13	4	1.5	0.16	54.06±2.62	99.38±6.93

El potencial zeta es uno de los parámetros más útiles en el estudio de las interacciones eléctricas en los sistemas alimentarios, ya que este se relaciona con la estabilidad de los sistemas dispersos (Hunter, 2013). Un valor más alto (positivo o negativo) suele asociarse con mayor estabilidad.

En la Tabla III se muestra la potencial zeta de las bebidas en el día 1 y 60 de almacenamiento. Se observan valores entre -23 y -29.8 mV para el día 1 y entre -18 y -32 mV para el día 60. Los valores obtenidos para la bebida de cacahuete son comparables con los reportados por Bernat *et al.* (2015) quienes obtuvieron para una bebida de avellana valores de  $-23.8 \pm 1.2$  mV. El potencial zeta disminuyó en la mayoría de las bebidas después del almacenamiento, aunque aumentó en 4 formulaciones.

Tabla III. Potencial zeta en bebidas de cacahuete durante el almacenamiento.

Formulación	% Cacahuete	% Lecitina de Soya	% Goma Gelana	Día 1 [mV]	Día 60 [mV]
1	5	0.8	0.16	-29.78±0.85	-27.39±4.17
2	5	0.1	0.02	-26.79±3.73	-18.03±2.00
3	4	0.8	0.3	-27.98±2.77	-26.40±2.30
4	6	0.8	0.3	-28.79±2.33	-31.54±1.28
5	4	0.1	0.16	-27.37±3.70	-27.38±0.52
6	5	0.1	0.3	-28.15±2.84	-23.36±3.67
7	6	1.5	0.16	-24.77±3.31	-27.52±1.97
8	6	0.8	0.02	-23.55±2.90	-19.32±2.19
9	5	1.5	0.02	-22.98±4.22	-21.60±2.22
10	4	0.8	0.02	-25.57±3.06	-25.65±0.45
11	6	0.1	0.16	-22.99±3.54	-20.06±2.47
12	5	1.5	0.3	-24.36±4.28	-31.88±0.94
13	4	1.5	0.16	-25.30±2.51	-29.32±0.99

En análisis de superficie de respuesta realizado en el programa Minitab ® versión 17 mostró que la formulación óptima fue cacahuete 5.64 %, lecitina de soya 1.50% y goma gelana 0.30%. También se obtuvieron las ecuaciones cuadráticas y lineales de predicción de la Tabla IV después de analizar los efectos más significativos de los ingredientes cacahuete (C), lecitina de soya (L) y goma gelana (G) sobre las variables de respuesta: diámetro de Sauter (D[3,2]), diámetro de Brouckere (D[4,3]) y potencial zeta.

Tabla IV. Ecuaciones de predicción de los parámetros estudiados al día 1 y al día 60.

Parámetro	Día 1	Día 60
<b>D[3,2]</b>	$D[3,2] = 11.49 - 1.477 A + 14.39 B + 3.97 C - 8.15 B^2$	$D[3,2] = 39.36 - 3.6 A - 211 B + 1.2 C$
<b>D[4,3]</b>	$D[4,3] = 640 - 216.9 A - 139.8 B + 20.6 C + 18.79 A^2 + 30.8 A*B$	$D[4,3] = 93.5 - 6.62 A - 8.93 B + 24.8 C$
<b>Potencial zeta</b>	$\text{Potencial zeta} = -28.03 + 0.765 A - 6.92 B - 9.27 C + 5.21 B^2$	$\text{Potencial zeta} = -24.91 + 1.29 A - 3.84 B - 25.52 C$

A=Cacahuete, B=Lecitina de Soya y C=Goma gelana

## CONCLUSIÓN

La adición de lecitina de soya y goma gelana en las bebidas de cacahuete con jengibre tuvo un efecto positivo en la estabilidad coloidal. Porcentajes de lecitina de soya altos permiten la mayor estabilidad

de las bebidas. De las bebidas analizadas, la formulación 4 es la que presentó mejores características de estabilidad después de 2 meses de almacenamiento, esto es, bajos tamaños de partícula y altos valores de potencial zeta, la formulación óptima también contiene un alto contenido de lecitina de soya y goma gelana.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bernat, N., Cháfer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., y González-Martínez, C. (2015). Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 488–496.
- Bonku, R., & Yu, J. (2020). Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. *Food Science and Human Wellness*, 9(1), 21–30.
- Do, D.T., Singh, J., Oey, I., & Singh, H. (2018). Biomimetic plant foods: Structural design and functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 46-59.
- Hunter, R.J. (2013). Zeta potential in colloid science: principles and applications. London: Academic Press
- Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E.K. (2017). Evaluation of Physicochemical and Glycaemic Properties of Commercial Plant-Based Milk Substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 26–33.
- McClements, D.J. (2020). Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. *Foods*, 9(4), 421.
- Singh, P., Mishra, G., Pottou, F. H., Singh, B., & Zeleke, M. M. (2022). Zingiber officinale: Its Ethanobotanical Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. In *Edible Plants in Health and Diseases* (pp. 1-42). Singapore: Springer.