

## EFFECTO DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CHÍA (*Salvia Hispanica L.*) SOBRE SU CALIDAD NUTRIMENTAL

Buenrostro Rodríguez, R.; Jiménez Vera, V. y Martínez- Manrique, E.\*

Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos, FES Cuautitlán, UNAM, Km 2.5 carretera Cuautitlán-Teoloyucan, Colonia San Sebastián Xhala, CP 54714, Cuautitlán Izcalli, México.  
\*tallerdecereales.fesc@yahoo.com.mx

### RESUMEN:

La chía (*Salvia hispanica L.*) fue una semilla muy importante en la dieta prehispánica, pero su cultivo se vio desplazado por los conquistadores hasta casi desaparecer, pero gracias a estudios científicos que han demostrado su alto valor nutrimental, ha resurgido el interés en años recientes. Por otra parte, los germinados son una nueva forma de alimentación, siendo considerados alimentos funcionales debido a su valor nutritivo. Por eso en el presente trabajo se evaluó la calidad nutrimental de los germinados de chía. Se probaron cuatro tiempos de germinación (3, 4, 5 y 6 días) determinándose su crecimiento, composición química, digestibilidad *in vitro* y triptófano. Se encontró un incremento de la plántula y el índice de conversión en relación directa con el tiempo de germinación, esto mismo ocurrió con el contenido de proteínas. Los lípidos disminuyeron al sexto día de germinación; la concentración de cenizas se mantiene constante durante la germinación y la fibra tiene un incremento al quinto día. La digestibilidad de la proteína del germinado es similar a la de la semilla y el contenido de triptófano decrece desde el tercer día de germinación. Por lo tanto, se puede decir que los germinados de chía tienen una buena calidad nutrimental.

### ABSTRACT:

Chia (*Salvia hispanica L.*) was a very important seed in the prehispanic diet, but its cultivation was displaced by the conquistadors to almost nothing. Fortunately, thanks to scientific studies that have shown its high nutritional value, interest about it has renewed in recent years. On the other hand, the sprouts are a new feeding form, being considered functional foods because of their nutritional value. Therefore, in this study the nutritional quality of chia sprouts was evaluated. Four different germination times (3, 4, 5 and 6 days) were tested determining its growth, chemical composition, *in vitro* digestibility and tryptophan content. Its seedlings and the conversion rate directly related to the time of germination increased, just as the protein content. Lipids decreased the sixth day of germination, ashes concentration remains constant during germination and fiber is increased by the fifth day. The protein digestibility of the germinated seed is similar to the digestibility of the seed, and tryptophan content decreases from the third germination day. Therefore, it can be said that chia sprouts have good nutritional quality.

### Palabras clave:

Chía, germinado, calidad nutrimental

### Keyword:

Chia, sprout, nutritional quality

**Área:** Cereales, Leguminosas y Oleaginosas; Frutas y Hortalizas.

## INTRODUCCIÓN

Este fue un cultivo de gran relevancia en la dieta de los Aztecas, hecho documentado históricamente en el código Florentino; la chía puede que fuese más importante aún que el maíz, ya que en el siglo XVI el código Mendoza indica que 21 de las 38 provincias aztecas ofrecían chía como tributo anual (Alonso-Calderon *et al.*, 2013).

La chía (*Salvia hispanica* L.) es una planta herbácea anual de la familia Lamiaceae, cuya semilla, contenida dentro de fructificaciones llamadas esquizocarpios (Segura-Campos *et al.*, 2014), presenta una forma ovalada, es de color gris oscuro con pequeñas líneas negras y mide aproximadamente 2mm de largo por 1 mm de ancho (Alvarado, 2011).

A pesar de ser una especie botánica domesticada por los pueblos mesoamericanos, su cultivo se vio desplazado por las nuevas especies traídas por los conquistadores hasta casi desaparecer. En los últimos años ha resurgido su popularidad gracias a estudios científicos que han revelado la calidad nutricional de esta semilla. Dentro de su composición química se ha encontrado un alto contenido de proteínas (21.5%), de lípidos totales (21.69%), y del ácido graso alfa-linolénico (544.8 mg/g de lípidos totales). Adicionalmente, la semilla de chía presenta una capacidad antioxidante intermedia (Sargi *et al.*, 2013).

Un germinado es definido experimentalmente como la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales para desarrollarse en planta normal, bajo condiciones favorables (ISTA, 1999). La palabra germen, como también se les conoce a los germinados, proviene del latín *germinis*, cuya raíz “gen” significa engendrar, haciendo referencia al primer tallo que brota de una semilla (Real Academia Española, 2001).

La importancia de los germinados radica en que en años recientes ha surgido una nueva forma de nutrición a través del consumo de estos. Siendo considerados como vegetales atípicos e inclusive como alimentos funcionales, debido a su valor nutritivo que incluye un alto contenido de aminoácidos, fibra, elementos traza y vitaminas, así como flavonoides y ácidos fenólicos (Pásko *et al.*, 2009).

Recientemente se han desarrollado diversas investigaciones para conocer la composición química de las semillas de chía (Álvarez *et al.*, 2008), del mucilago presente cuando estas se hidratan, para conocer la aplicación industrial de este mucilago (Muñoz *et al.*, 2012), entre otras, pero es nula la información acerca del germinado de chía. Con base en esta información en el presente proyecto se pretende evaluar la calidad nutrimental de germinados de chía, para saber si las cualidades nutrimentales de la semilla se mejoran o conservan en el germinado, como ocurre con otras semillas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se trabajó con chía (*Salvia hispanica* L.), para germinarla se pesaron 5 g de semillas, se colocaron sobre tela impregnada en una solución de hipoclorito de sodio al 1% en cajas plásticas de 12x19x34.5 cm, las cuales fueron perfectamente lavadas y desinfectadas. Se asperjó agua para humedecerlas y se germinaron por 3, 4, 5 y 6 días a 25 °C en ausencia de luz. Estas semillas se hidrataron con agua destilada cada 24 horas. El germinado se retiró de

la tela soporte y se tomaron 10 plántulas al azar, para establecer un promedio del tamaño de la radícula y se calculó el índice de conversión (IC) de semilla-germinado (Barrón-Yañez *et al.*, 2009). El resto se colocó en una charola de aluminio y se deshidrató en horno a 75 °C por una hora. Una vez seco se molió en un molino de cuchillas con una malla #40 USA.

A las muestras deshidratadas se les realizó un Análisis Químico Proximal (AQP) según los métodos de la AOAC (2002), realizando también una prueba de digestibilidad *in-vitro* (Hsu *et al.*, 1977) y de contenido de Triptófano (Rama, Roa, 1976).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La medición de las plántulas a los diferentes tiempos de germinación mostró, como se esperaba, un aumento gradual en el tamaño directamente proporcional al tiempo de germinado (tabla I), igual comportamiento tuvo el índice de conversión (IC). El índice de conversión (IC) hace referencia a la proporción de la semilla que se transformó en germinado, mientras mayor sea este porcentaje hay una mayor conversión y se obtiene más cantidad de germinado y por tanto de alimento.

Tabla I. Longitud de plántulas e índice de conversión de semillas de chía a diferentes tiempos de germinación

Tiempo de germinación	Tamaño de la plántula (cm)	Índice de conversión (%)
3 días	2.2 ± 0.2 <sup>a*</sup>	18.13±0.07 <sup>a</sup>
4 días	3.0 ± 0.2 <sup>b</sup>	25.23±0.01 <sup>b</sup>
5 días	4.6 ± 0.5 <sup>c</sup>	28.47±0.003 <sup>c</sup>
6 días	6.2 ± 0.2 <sup>d</sup>	35.03±0.002 <sup>d</sup>

\*Diferentes letras entre columnas indican diferencia estadísticamente significativa (P≤0.05)

Los resultados obtenidos a partir del análisis químico de las diferentes muestras se presentan en la tabla II. Puede observarse que la humedad es estadísticamente igual (P≤ 0.05) para todos los germinados, lo que significa que las condiciones de secado no afectarán a los otros componentes químicos.

Tabla II. Resultados del Análisis Químico Proximal (AQP) de las muestras de germinados en diferentes días

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
Control	6.54 ±0.23 <sup>a*</sup>	20.76±0.45 <sup>a</sup>	35.14±0.31 <sup>a</sup>	3.54±0.12 <sup>a</sup>	31.74±0.61 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>
3 días	6.98±0.15 <sup>a</sup>	22.88±2.17 <sup>a</sup>	25.99±0.08 <sup>b</sup>	5.23±0.5 <sup>b</sup>	9.65±0.13 <sup>b</sup>	35.01 <sup>b</sup>
4 días	7.02±0.11 <sup>a</sup>	22.93±0.53 <sup>a</sup>	23.44±0.25 <sup>b</sup>	5.22±0.00 <sup>b</sup>	9.24±0.06 <sup>b</sup>	38.89 <sup>b</sup>
5 días	7.25±0.12 <sup>a</sup>	25.18±0.87 <sup>b</sup>	21.78±0.19 <sup>c</sup>	5.45±0.04 <sup>b</sup>	18.27±0.24 <sup>c</sup>	28.99 <sup>c</sup>
6 días	7.34±0.08 <sup>a</sup>	25.57±0.99 <sup>b</sup>	18.30±0.18 <sup>d</sup>	5.35±0.12 <sup>b</sup>	14.08±0.21 <sup>d</sup>	36.91 <sup>b</sup>

\*Diferentes letras entre columnas indican diferencia estadísticamente significativa (P≤0.05)

Las proteínas incrementaron su concentración de manera importante y es estadísticamente significativo ( $P \leq 0.05$ ), con respecto al control, a partir del quinto día de germinación y se mantuvo así hasta el sexto día (Figura 1), por tanto, se puede decir que a partir del quinto día de germinación se obtiene un mayor contenido proteico. El incremento en el contenido de proteínas en la chíá germinada, varía de acuerdo a lo encontrado en otros germinados, por ejemplo con el de amaranto, el cual disminuye su porcentaje de proteínas con el tiempo de germinación (Colmenares de Ruiz y Bressani, 1990).

En cuanto a los lípidos totales, se aprecia un descenso en su concentración con respecto al tiempo de germinación (Figura 2). Este descenso es lógico y concuerda con lo reportado para otros germinados debido a que durante el proceso de germinación, la semilla hace uso de las reservas de nutrientes (especialmente almidón y grasas) para el crecimiento y elongación del embrión (Suárez y Melgarejo, 2011).

El mayor contenido de cenizas se encuentra al quinto día, pero estadísticamente no hay diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en su concentración entre los diferentes días de germinación.

La germinación reduce el contenido de fibra con respecto al control, sobre todo en los dos primeros días, pero se incrementa de manera importante al quinto día. La primera disminución de fibra puede explicarse por la degradación de pared celular durante la germinación; y el incremento en el quinto día, puede atribuirse al mayor tamaño de la plántula y por ende a la mayor presencia de celulosa.

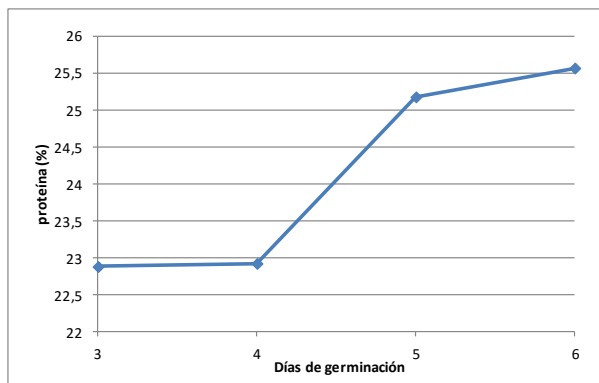


Figura 1. Variación del porcentaje de proteína conforme al tiempo de germinación de la semilla de chíá.



Figura 2. Variación del porcentaje de lípidos totales conforme al tiempo de germinación de la semilla de chíá.

La digestibilidad del germinado de chíá no presenta diferencia significativamente ( $P \leq 0.05$ ) entre los días de germinación, ni con el control. Esto sugiere que la proteína presente en el germinado y en la semilla tendrá la misma absorción y aprovechamiento.

El contenido de triptófano disminuyó desde el tercer día de germinación con respecto a la semilla, lo cual afecta negativamente la calidad de la proteína (tabla III).

Tabla III. Resultados de digestibilidad *in vitro* y contenido de triptófano de germinados de Chíá (*Salvia hispánica L.*).

Muestra	Digestibilidad (%)	Triptófano (g aa/ 100 g proteína)
Control	77.19±0.03 <sup>a*</sup>	1.46±0.01 <sup>a</sup>

3 días	71.30±0.19 <sup>a</sup>	1.04±0.03 <sup>b</sup>
4 días	72.83±0.40 <sup>a</sup>	1.20±0.02 <sup>b</sup>
5 días	71.12±0.20 <sup>a</sup>	0.76±0.03 <sup>c</sup>
6 días	70.29±0.14 <sup>a</sup>	0.69±0.03 <sup>c</sup>

\*Diferentes letras entre columnas indican diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0.05$ )

El triptófano es usado por las plantas para sintetizar auxinas, compuestos orgánicos conocidos como fitohormonas las cuales influyen sobre su desarrollo (López *et al.*, 2012). Las auxinas específicamente estimulan la germinación de las semillas (Arellano *et al.*, 2008) al incrementar la extensibilidad de la pared celular favoreciendo la elongación celular del tallo. La diferencia significativa encontrada del cuarto al quinto día de germinación puede estar relacionada con que la plántula presenta un incremento importante de tamaño de los 4 a los 5 días, utilizando el triptófano para producir auxinas y lograr el crecimiento del tallo.

## CONCLUSIONES

El germinado de chía se logró obtener de manera adecuada, bajo las condiciones experimentales propuestas en este trabajo, como lo muestra el incremento de su plántula y el índice de conversión.

El mejor tiempo de germinación para la semilla de chía sería a los cinco días, pues en este tiempo se obtuvo el mayor porcentaje de proteína, fibra y cenizas, y también un buen porcentaje de lípidos. La digestibilidad fue igual en los diferentes días de germinación pero el porcentaje de triptófano fue bajo en comparación con los primeros cuatro días.

Por lo tanto, se puede concluir que los germinados de chía mantienen su buena calidad nutricional con respecto a las semillas.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del programa PIAP/IVC13-2014, de la FES-Cuautitlán, UNAM.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (2002). Official Methods of Analysis. Association Official Analytical Chemistry. Eds Howitz W., Washington. (Métodos empleados: 925.09, 923.03, 920.39 y 954.01).
- Alonso-Calderón A, Chavez E, Rivera A, Montalvo C, Arroyo T, Monterrosas M, Jiménez T, & Tapia A. 2013. Characterization of black chia seed (*Salvia hispanica* L.) and oil and quantification of  $\beta$ -sitosterol. International Research Journal of Biological Sciences. 2(1):70-72.
- Álvarez-Chávez LM, Valdivia-Lopez MA, Aburto-Juarez ML, & Tecante A. 2008. Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). International Journal of Food Properties, 11(3): 687-697.
- Arellano Y, García E, & Vázquez J. 2008. Estimulación de la síntesis de ADN y de proteína del ciclo celular por auxinas durante la germinación del maíz. Agrociencia. 42(8): 637-644.
- Barrón-Yañez *et al.*, 2009. Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huazontle, calabacita, canola y amaranto. Revista Chapingo Serie Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México.

- Colmenares de Ruiz AS. & Bressani R. 1990. Effect of Germination on the Chemical Composition and Nutritive Value of Amaranth Grain. *Cereal Chemistry*. 67(6): 519-522.
- Hsu, H. W., D.L. Vavak, I. D. Satterlee and G.A. Miller.,1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journal Food Science*. 42(5):1269-1273.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. & Technology*. 27, Supplement. Zurich, Switzerland. p. 333.
- López M, López C, González V & Cárdenas S. 2012. Desarrollo floral del maíz *in vitro* durante la inducción y multiplicación de brotes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(6): 1171-1185.
- Muñoz LA, Aguilera JM, Rodríguez-Turienzo I, Cobos A, & Diaz O. 2012. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. *Journal of Food Engineering*, 111(3): 511-518.
- Pásko P, Bartón H, Zagrodzki P, Gorinstein S, Folta M, & Zachwieja Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*. 115(2009): 994-998.
- Rama Roa, M.V; Tara, M.R; Krishnan, C.K. 1974. Colorimetric estimation of tryptophan content of pulses. *Journal Food science and technology (Mysore)*, 11: 213-216.
- Real Academia Española. 2001. Germen. En *Diccionario de la Lengua Española*. 22ª edición. Recuperado de: <http://lema.rae.es/drae/?val=germen>
- Sargi S, Silva B, Santos H, Montanher P, Boeing J, Santos-Junior O, Souza N, & Visentainer J. 2013. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. *Food Science and Technology, Campinas*. 33(3): 541-548.
- Segura-Campos M, Acosta Z, Rosado G, Chel L, & Betancur D. 2014. Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. *Food Science and Technology, Campinas*. 34(4): 701-709.
- Suárez D. & Melgarejo L. 2011. *Biología y Germinación de Semillas en Experimentos en la fisiología de plantas*. Editorial Universidad Nacional de Colombia, 1ª Edición, Colombia, pp. 13-24.