

27. Agroalimentos

Evaluación preliminar de la variabilidad genética de genotipos de sésamo (*Sesamum indicum* L.) provenientes de México.

Aquino Sánchez, Carlos Iván (cias8894@gmail.com); Ayala Aguilera, Líder; Ayala Benítez, Marcela Beatriz; González Espínola, Diego Dionisio; Oviedo de Cristaldo, Rosa.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Resumen

La gran variabilidad genética del sésamo se ha demostrado por muchos estudios tanto a nivel mundial, como en Paraguay. Se trata de un rubro de importancia socioeconómica, en el que la producción nacional se enfoca principalmente en la variedad Escoba Blanca. A pesar de que esta variedad tiene excelente calidad de granos, presenta características indeseables para el manejo agronómico y problemas fitosanitarios. Por ende, es importante que los productores puedan acceder a variedades mejoradas. Para ello, el conocimiento de la variabilidad genética de las colecciones disponibles es de suma importancia como recurso para los trabajos de mejoramiento genético de esta especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar de forma preliminar la variabilidad genética existente en los genotipos de sésamo provenientes de México. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, desde octubre de 2016 a abril de 2017. Fueron seleccionados 14 genotipos provenientes de México, pertenecientes al banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agrarias. Se seleccionaron 35 caracteres morfológicos del tallo, hoja, flor, fruto y semillas del descriptor del sésamo establecido por el

[International](#)

HYPERLINK

"<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usq=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw>" Plant

HYPERLINK

"<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usq=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw>" _____

HYPERLINK

"<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usq=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw>" _____

4%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw"[Genetic](#) HYPERLINK

"https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm
x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F499

4%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw" _____ HYPERLINK

"https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm
x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F499

4%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw"[Resources](#) HYPERLINK

"https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm
x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F499

4%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw" _____ HYPERLINK

"https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm
x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F499

4%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw"[Institute](#) y el National Bureau of Plant Genetic Resources (2004), que fueron evaluados conforme a las indicaciones para cada carácter sugeridos por los descriptores de sésamo. Se aplicó el diseño completamente aleatorio, en el que cada tratamiento consistió en 14 genotipos con 10 repeticiones. Fue calculado el número efectivo de caracteres (Ne), medidos de acuerdo a Nei (1972, 1973) mediante el programa Popgene versión 1.32 (Yeh et al. 1997) utilizado para la estimación de los parámetros mencionados anteriormente. Se ha encontrado moderada variabilidad genética en los genotipos de sésamo evaluados.

Palabras claves: *Sesamum indicum* L., variabilidad genética, mejoramiento genético.

Introducción

La información sobre la diversidad genética dentro y entre genotipos estrechamente relacionados es esencial para el uso racional de los recursos genéticos (Bandila, Ghanta, Natarajan, Subramoniam, 2011, p 88). Esta información es importante cuando se trabaja para mejorar las variedades, además para la selección de parentales que pueden ser usados en los programas de mejora (Sharma, Shah, Khan, 2014, p 1).

El análisis morfológico de colecciones de germoplasma de sésamo es deseable para describir su diversidad genética, caracterizar cualidades agrónomicamente útiles y proporcionar información para los programas de mejoramiento genético (Das y Ghosh, 2010, p 201; Sharma et al., 2014, p 1).

A nivel mundial, se han hecho diversos estudios basados en caracterizaciones agromorfológica para estudiar la diversidad genética del sésamo a partir de técnicas multivariantes (Arriél et al., 2007, p 253; Mazzani, Marín, Romero, 2007, p 15; Morris, 2007, p 925).

En Paraguay, se han hecho estudios de caracterización y evaluación de germoplasma sésamo basados en diversos caracteres morfológicos como: ramificación, patrones de ramificación, altura de la planta, forma de las hojas, número de cápsulas por axila, número de semillas por cápsula, color de la semilla y dehiscencia, entre otros (Cabral y Oviedo, 2013, p 5; González y Oviedo, 2009, p 5; Ayala y Oviedo, 2007, 5).

Los trabajos mencionados demuestran que existe una considerable variabilidad genética en las colecciones de germoplasma de sésamo, cuyas informaciones pueden ser de utilidad para encontrar soluciones a casos concretos como lo son el estrés biótico, el estrés abiótico o para aumentar el rendimiento.

En Paraguay, el cultivo de sésamo es uno de los rubros de renta de importancia socioeconómica del país, porque involucra a muchas familias campesinas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, quienes aplican un bajo nivel tecnológico y poco uso de insumos en sus fincas (González, Ramírez, Watanabe, 2011, p 6; Valdez, 2014, p 8).

La producción nacional de sésamo se basa, entre otras, en la variedad Escoba Blanca, por la excelente adaptación a condiciones de cultivo que facilita las labores para el agricultor y las características de calidad de los granos, lo que le concede muy buena aceptación en el mercado internacional. Sin embargo, es una variedad de ciclo largo, de aproximadamente 130 días, susceptible a ciertos fitopatógenos (principalmente *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina* y *Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus*), sus cápsulas presentan dehiscencia y es de porte muy alto lo que genera pérdidas en la producción y dificultan la cosecha mecanizada y la trilla.

Entre los métodos de mejora, la introducción de variedades es considerado el primer paso mediante el cual puede conseguirse soluciones a casos concretos, como es el caso de la resistencia a alguna enfermedad específica, a condiciones ambientales desfavorables u obtener variedades con mejores cualidades que las existentes (Cubero, 1999, p 185). La Facultad de Ciencias Agrarias, a través de un programa de mejoramiento genético de sésamo, ha realizado la introducción de genotipos de sésamo provenientes de México con el objetivo de dar solución a los problemas que enfrenta el cultivo del sésamo en Paraguay. En este sentido, el primer paso es conocer si existe suficiente variabilidad genética de la población introducida

para emprender otros trabajos de selección e hibridación con los cuales se pueda minimizar los problemas mencionados.

Objetivo general

Evaluar de forma preliminar la variabilidad genética existente en los genotipos de sésamo provenientes de México.

Objetivos específicos

Determinar el número de caracteres polimórficos en cada genotipo y la variabilidad total de la población estudiada.

Materiales y métodos

El experimento se ejecutó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), ubicado en la ciudad de San Lorenzo, del Departamento Central, en Paraguay, desde octubre de 2016 a abril de 2017. Fueron seleccionados 14 genotipos de la colección de germoplasma de sésamo (*Sesamum indicum* L.) de la FCA-UNA, procedentes de México, que han sido multiplicadas previamente en dos ciclos consecutivos, sin control estricto de la polinización. Se seleccionaron 35 caracteres morfológicos de los descriptores de sésamo establecidos por el [International Plant](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw) [HYPERLINK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw)
[Genetic](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw) [HYPERLINK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw)
[Resources](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw) [HYPERLINK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFggIMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usg=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw)

["https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFgglMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usq=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw"](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiAgPm x3ZfPAhWJG5AKHdyQAa4QFgglMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fforestry%2F4994%2Fen%2F&usq=AFQjCNFA6yp1RcbT2c4BI1GMXmoT9jA2Lw) Institute y el National Bureau of Plant Genetic Resources (IPGRI y NBPGR 2004). Los caracteres morfológicos fueron: tipo de crecimiento, hábito de crecimiento, color del tallo principal a la madurez, pubescencia del tallo, sección transversal del tallo y ramificación del tallo, color de la hoja, pubescencia de la hoja, forma del pelo de la hoja, arreglo de las hojas inferiores y superiores, forma de las hojas inferiores y superiores, borde de las hojas inferiores, incisión del lóbulo inferior de la hoja basal, ángulo de inserción de la hoja al tallo principal, pubescencia del peciolo y color del peciolo, desarrollo de nectarios, número de flores por axila, color del nectario, color de la punta del cáliz, pubescencia del cáliz, pubescencia de la corola, color externo de la corola, color interno de la corola y presencia de foveola, número de lóculos por cápsula, número de carpelos por cápsula, forma de la cápsula bicarpelar, arreglo capsular, pilosidad de la cápsula y pigmentación antociánica de la cápsula, color de la semilla y textura de la semilla. Todos estos fueron evaluados conforme a las indicaciones para cada carácter sugeridos por los descriptores de sésamo, publicado por el IPGRI/NBPGR (2004). La investigación fue del tipo experimental en el cual se aplicó el diseño completamente aleatorio (DCA). Los tratamientos fueron 14 genotipos del banco de germoplasma de sésamo de la FCA-UNA (Tabla 1) y las repeticiones estuvieron constituidas inicialmente por 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada genotipo. Cada genotipo fue sembrado a una distancia de 1 m, en una longitud de 3 m, y a 0,1 m entre plantas dentro de cada línea totalizando 30 plantas aproximadamente por genotipo. Fue calculado el número efectivo de caracteres (N_e), medidos de acuerdo a Nei (1972, 1973) mediante el programa Popgene versión 1.32 (Yeh, Yang, Boyle, Ye, Mao, 1997) utilizado para la estimación de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 1. Genotipos introducidos de sésamo del banco de germoplasma de la FCA/UNA procedentes de México.

Tmt	Genotipo	Tmt	Genotipo
1	Dulce Z (D40)	8	Platanillo Istmo (D141)
2	Regional Antúnez (D88)	9	Gregorio Cruz (D2)
3	Chicol Hichario (D152)	10	Colección 271 (D45)
4	Colección 291 (D69)	11	Othón Martínez (D51)
5	Colección 625 (D17)	12	Chamuca Michelena (D151)
6	Pachequeño (D32)	13	Parcela 427 (D53)
7	Viviana Arroyo (D81)	14	Tamarindo (D39)

Resultados y discusión

Hubo una reducción de las 140 unidades experimentales iniciales a 131 sobre las cuales fueron aplicados los análisis de variabilidad correspondientes. Esto se debió a la alta incidencia de *Macrophomina phaseolina* en la parcela experimental.

Se observó que la variabilidad dentro de cada genotipo evaluado estuvo entre 40% a 62,86%, alcanzando un promedio de 52,85% de variabilidad total en la población bajo estudio (Tabla 2).

Por otra parte, se evidenció que, en promedio la población bajo estudio tuvo 18,5 caracteres polimórficos. En este sentido, Pachequeño (D32) fue el genotipo que presentó menor variabilidad, mientras que Chicol Hichario (D152) presentó mayor variabilidad, con 14 y 22 caracteres polimórficos respectivamente.

Mazzani et al. (2007), tras realizar una clasificación del banco de germoplasma de sésamo de Venezuela, indicaron que los genotipos analizados presentaron variabilidad sobre la base de las 17 características cualitativas estudiadas.

Por otra parte, Laurentin y Karlovsky (2006) reportaron que existió un alto grado de variabilidad genética de la población estudiada mediante el uso de marcadores moleculares AFLP.

Por último, Pham (2011) indicó que la colección del banco de germoplasma de sésamo provenientes de Vietnam y Camboya tuvo una moderada diversidad genética con un promedio de 48,9% de polimorfismo para 5,9 alelos lo que le permitió discriminar entre los 22 genotipos evaluados mediante la utilización de marcadores microsatélites (SSR).

Todos estos trabajos guardan relación con el presente estudio en donde también se comprobó que los genotipos tuvieron una moderada variabilidad genética.

Tabla 2. Número y porcentaje de caracteres morfológicos presentes en cada genotipo.

Genotipo	Nº de individuos	Nº total de caracteres	Nº de caracteres polimórficos	Caracteres polimórficos (%)
Pachequeño (D32)	8	35	14	40,00
Colección 271 (D45)	9	35	17	48,57
Colección 291 (D69)	10	35	17	48,57
Colección 625 (D17)	8	35	18	51,43
Viviana Arroyo (D81)	10	35	18	51,43
Dulce Z (D40)	10	35	18	51,43
Tamarindo (D39)	10	35	18	51,43
Othón Martínez (D51)	9	35	19	54,29
Parcela 427 (D53)	9	35	19	54,29
Regional Antúnez (D88)	9	35	19	54,29
Chamucua Michelena (D151)	10	35	20	57,14
Platanillo Istmo (D141)	9	35	20	57,14

Gregorio Cruz (D2)	10	35	20	57,14
Chicol Hichario (D152)	10	35	22	62,86
Total de la población	131		18,5	52,85

La diversidad genética de los cultivos juega un papel importante en el desarrollo sustentable y la seguridad alimentaria, ya que permite que sean cultivados en presencia de varios estreses bióticos y abióticos. Los programas desarrollados para la colección, conservación, caracterización y utilización de los recursos genéticos en la agricultura promueven el mantenimiento de la variación genética contenida dentro y entre especies, no solo para evitar la extinción, sino también para conseguir una oferta permanente de genes para las necesidades de los programas de mejora genética (Esquinas-Alcazar, 2005, p11).

Conclusiones

En las condiciones del experimento, se concluye que:

Existe moderada variabilidad genética en los genotipos de sésamo estudiados, los cuales presentaron entre 14 a 22 caracteres polimórficos.

Estos genotipos pueden ser usados como fuente de variación genética para programas de mejoramiento genético de sésamo para solucionar o minimizar los problemas relacionados a este cultivo.

Bibliografía

- Arriel, N. H. C., Di Mauro, A. O., Arriel, E., Unêda-Trevisoli, S. H., Costa, M. M., Bárbaro, I. M., Muniz, F. R. 2007. Genetic divergence in sesame base on morphological and agronomic traits. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7:253-261.
- Ayala, M. B., Oviedo, R. M. 2007. Comparación fenotípica de plantas provenientes de semillas de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Escoba Blanca, de diferentes orígenes. *Investigación Agraria* 9(1):5-14.
- Bandila S., Ghanta A., Natarajan S., Subramoniam S. 2011. Determination of Genetic Variation in Indian Sesame (*Sesamum indicum*) Genotypes for Agro-Morphological Traits. *Journal of Research in Agricultural Science* 7(2):88-9.
- Cabral, M. L. T., Oviedo, R. M. de C. 2008. Caracterización agronómica de cuatro variedades de sésamo (*Sesamum indicum* L.), sembradas en el departamento Central. *Investigación Agraria* 10(2):5-10.
- Cubero, JI. 1999. *Introducción a la mejora genética vegetal*. España: MUNDI-PRENSA.
- Das, S., Ghosh, A. 2011. Characterization of rice germplasm of West Bengal. *Oryza* 47(3):201-205.
- Esquinas-Alcázar, JT. 2005. Proteger la Diversidad Genética de los Cultivos para la Seguridad Alimentaria: Desafíos Políticos, Éticos y Técnicos. *Nature Reviews Genetics* 6:11-35.
- González, D. D. E., Oviedo, R. M. de C. 2011. Variabilidad fenotípica de plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Escoba, con tres ciclos de depuración. *Investigación Agraria*. 13(1)5-12.
- González, L. R. S., Ramírez, M. B., Watanabe, E. K. 2011. *Identificación, detección y transmisión de la enfermedad del ka'are del sésamo*. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA/INBIO.
- Laurentin, H.E., Karlovsky P. 2006, Genetic relationship and diversity in a sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm collection using amplified fragment length polymorphism (AFLP). *BMC Genet.*7:1-10.

- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, Roma); NBPGR (National Bureau of Plant Genetic Resources, India), 2004. *Descriptors for Sesame (Sesamum spp.)*. Roma, Italy, IPGRI. Recuperado de https://cgispace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72609/Descriptors%20for%20sesame_246.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mazzani, EC; Marín, CR; Romero, JR. 2007. Clasificación del banco de germoplasma de ajonjolí de Venezuela basada en escalas cualitativas. *Agronomy Trop.* 57(1): 15-24.
- Morris, J. B. 2009. Characterization of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm regenerated in Georgia, USA. *Genet Resour Crop Evol* 56:925–936.
- Nei, M. 1972. Genetic distances between different populations. *Am Nat* 106:283-292.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc Natl Acad Sci USA* 70:3321-3323.
- Pham, TD. 2011. *Analyses of Genetic Diversity and Desirable Traits in Sesame (Sesamum indicum L., Pedaliaceae): Implication for Breeding and Conservation*. Doctoral. Swedish University of Agricultural Sciences, Swedish.
- Sharma, E; Shah, TI; Khan, F. 2014. A review enlightening genetic divergence in *Sesamum indicum* based on morphological and molecular studies. *International Journal of Agriculture and Crops Sciences* 7(1):1-9.
- Valdez, A. S. I. 2014. *Manejo de la fertilidad del suelo para el cultivo del sésamo en Paraguay*. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA/JICA.
- Yeh, FC; Yang, RC; Boyle, TBJ; Ye, ZH; Mao, JX. 1997. Popgene ver. 1.32. The user-friendly software for population genetic analysis. *Molecular Biology and Biotechnology Center, Uni.*