

FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE OKRA (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), TEMPERATURA Y FECHA DE SIEMBRA

PHENOLOGY, OKRA PRODUCTION (*Abelmoschus Esculentus* (L.) MOENCH), TEMPERATURE AND PLANTING DATE

J. Alberto S. Escalante Estrada¹, Y. Isabel Escalante Estrada²,
L. Enrique Escalante Estrada³ y Cid Aguilar Carpio¹

¹ Posgrado en Botánica, Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. Tel.: 01 595 9520247.
Correo electrónico: jasee@colpos.mx,²Instituto de Investigación Científica área de Ciencias Naturales.

² Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo Guerrero México;

³ Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala. Gro.

Artículo científico

Recibido 13 marzo 2023; aceptado 1 septiembre 2023

RESUMEN

Debido a la importancia económica que representa la Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) para el Estado de Guerrero como cultivo de exportación, los estudios tendientes a la búsqueda de las mejores prácticas de manejo para lograr el máximo rendimiento se justifican. Así, la fenología y producción de fruto fresco de okra cv. Clemson Spineless fueron evaluados en cinco fechas de siembra: 10 y 26 de diciembre; 10 y 25 de enero; y 10 de febrero en Iguala, Guerrero de clima cálido. La densidad de población fue de 16.6 plantas por m². El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La producción más alta de fruto fresco (1121 g m⁻²) se encontró con la siembra del 10 de diciembre y se redujo conforme la siembra fue más tardía en contraste con el aumento en la temperatura ambiental. La producción más baja de fruto fresco (610 g m⁻²) fue con la siembra del 10 de febrero. Las condiciones de temperatura máxima y mínima apropiadas para mayor rendimiento de fruto de okra son de 35 y 15 °C, respectivamente.

Palabras clave: inicio de floración, peso de fruto fresco, número de frutos, fechas de siembra

SUMMARY

Due to the economic importance that Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) represents for the State of Guerrero as an export crop, studies aimed at finding the best management practices to achieve maximum yield are justified. Thus, the phenology and production of fresh fruit of okra cv. Clemson Spineless were evaluated on five sowing dates: December 10 and 26; January 10 and 25; and February 10 in Iguala, Guerrero with a warm climate. The population density was 16.6 plants per m². The experimental design was randomized blocks with our repetitions. The highest production of fresh fruit (1121 g m⁻²) was found with the sowing on December 10 and decreased as sowing was later in contrast to the increase in environmental temperature. The lowest production of fresh fruit (610 g m⁻²) was with the sowing of February 10. The maximum and minimum temperature conditions appropriate for higher okra fruit yield are 35 and 15 °C, respectively.

Key words: flowering time, fresh fruit weight, fruits number, planting dates

INTRODUCCIÓN

La okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) por sus características nutrimentales y medicinales es un cultivo de importancia para la población. La Okra, también conocida como quimbombó, angú, gombo o kimbombo, es originaria de África y se adapta a climas tropicales y subtropicales; contiene altos índices de vitaminas, minerales y fibra dietética (Morelos. gob. mx..2019). En México, su consumo no es muy común y por lo general, se cultiva para exportación y es una fuente importante de divisas. Díaz-Franco et al. (2007) señalan que la superficie cultivada de okra en México fluctúa entre 4 000 a 7 000 ha anuales, con un rendimiento medio

de 10 t ha⁻¹ y una producción nacional de alrededor de 55 000 t. Las variedades de okra más comunes son 'Clemson Spineless' y 'Clemson Spineless 80'. Los principales estados productores son Morelos, Michoacán, Guerrero y Tamaulipas; éste último aporta alrededor de 70% de la superficie nacional (Díaz y Leal, 1992). El rendimiento en Michoacán, Guerrero y Tamaulipas, es de 10.6, 7.1 y 6.5 t ha⁻¹, respectivamente, mientras que en Morelos alcanzan 14 t ha⁻¹. Escalante *et al.* (2000) mencionan que en Iguala, Gro, la mayor producción de okra (1702 g m⁻² y 55 días a inicio de floración) se logra con la siembra a 60 cm de distancia entre matas y cuatro plantas por mata. Debido a su importancia económica se justifica la búsqueda de estrategias que conduzcan al aumento en la producción. En Tamaulipas, México, Díaz-Franco *et al.*, (2007) señalan que las fechas de siembra del 26 de febrero, 18 de marzo, 17 de abril y 11 de mayo mostraron un rendimiento de 14975, 11756, 10678 y 8485 kg ha⁻¹, respectivamente. Como se puede observar, el rendimiento más alto correspondió a la siembra del 26 de febrero. Los estudios sobre el requisito climático ideal para la okra demuestran un mayor crecimiento y rendimiento cuando la temperatura es mínima. Este incremento puede lograrse mediante el mejoramiento genético y prácticas agrícolas apropiadas. Dentro de éstas, el estudio de la fecha de siembra, cuyo objetivo es proporcionarle las mejores condiciones climáticas para que el cultivo exprese su máximo crecimiento y rendimiento. Al respecto, Lozano *et al.* (2011) señalan que en Argentina, con siembra del 20 de octubre de 2008, encontraron el rendimiento más alto (9,32 t·ha⁻¹) con una población de 47,619 plantas·ha⁻¹. Prosanta *et al.* (2013) reportan un rendimiento de okra de 8.76, 7.0 y 5.2 t ha⁻¹ con siembra el 5 y 15 de febrero y 3 de marzo, respectivamente. Ayoub y Ahmed (2014), al sembrar okra el 1 y 20 de julio y el 20 de agosto, encontraron que el mayor crecimiento y rendimiento se logró con la siembra del 1 de julio. Díaz-Franco *et al.* (2003) reportaron que en Tamaulipas, la siembra del 21 de mayo del cultivar C. spineless, presentó la producción de okra más alta (17,360 kg ha⁻¹) en relación a la siembra del 24 de abril (15 000 kg ha⁻¹). La temperatura máxima es de 18 °C y 35 °C, respectivamente (Ezeakunne, 1984). Grubben (1997) señala que la temperatura entre 25 – 40 °C como la ideal para el desarrollo y rendimiento de okra. Ahmad *et al.* (2016) señalan que genotipos de okra fueron sometidos a condiciones de temperatura de 23 °C (testigo), 40 °C y 45 °C (estrés por alta temperatura) en la etapa reproductiva. Se observaron diferencias genotípicas en respuesta a los tratamientos. La variedad "maravilla verde" mostró mejor rendimiento en condiciones de estrés por calor y la "Belleza de la Pluma", "Rama Krishna" ; "MF.03" y "Shahzadi" fueron variedades sensibles. El objetivo del presente estudio fue determinar en clima cálido con riego en el ciclo otoño-invierno el efecto de la fecha de siembra de okra sobre: a) los días a etapas fenológicas; b) el efecto sobre el rendimiento; y c) determinar la relación entre la temperatura media máxima y mínima con el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló durante el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego en Iguala, Gro. (18° N, 99° O y 630 msnm), de clima cálido-subhúmedo (García, 2005). Se evaluaron cinco fechas de siembra: 10 de diciembre, 26 de diciembre del 2017, 10 enero, 25 enero y 10 febrero del 2018. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Ocho semillas del cultivar Clemson Spineless fueron sembradas en seco cada 30 cm en surcos a 0.80 m de separación. A los 25 días de la siembra se aclaró a 4 plantas para lograr la densidad de población de 16.6 plantas m⁻². Se fertilizó con la dosis 80-60-00. La mitad del nitrógeno se aplicó al momento de la siembra y el resto a los 35 días. Se registraron los días a inicio de floración (IF), cuando más del 95% de las plantas presentaron al menos una flor. Se realizó un registro diario de la temperatura máxima y mínima para calcular la media de la temperatura máxima (T_{máx}) y mínima (T_{mín}) durante la etapa vegetativa, reproductiva y durante el ciclo. Cuando el fruto alcanzó el tamaño de 9 cm, se registró el peso fresco de frutos m⁻² (PF) y el número de frutos m⁻² (NF), en cortes cada tercer día. El número total de cortes fue de 27. Los frutos se clasificaron con base a su longitud en tres categorías: de primera (9-11 cm), segunda (6- 8 cm) y tercera (menor de 6 cm). Además, se evaluó el número de nudos por m² (NN). A las variables estudiadas se les realizó un análisis de varianza y a las que mostraron diferencias significativas se les aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (P≤0.05) y un análisis de correlación y regresión mediante el paquete SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a floración

Se encontró que conforme la fecha fue posterior al 10 de diciembre, la okra fue más precoz en los días a IF, que fueron a los 60, 58, 56, 54 y 52 para las siembras de diciembre 10 y 26, enero 10 y 25 y febrero 10, respectivamente. Los días a IF fueron similares a los reportados por Escalante *et al.* (2000), en particular en la siembra del 10 de enero.

Temperatura media máxima y mínima.

En este estudio se encontró que conforme la siembra fue posterior al 10 de diciembre, se observó un aumento en la $T_{máx}$ y $T_{mín}$. Así, en la siembra del 10 de diciembre, el promedio de la $T_{máx}$ y $T_{mín}$ durante el ciclo de cultivo fue de 35 y 15 °C, el 26 de diciembre de 36 y 17, 10 de enero 37 y 18 °C, 25 de enero 38 y 19 °C y 10 de febrero 39 y 20 °C, respectivamente. Las condiciones de temperatura se alejan de la óptima (40 °C y 25 °C, respectivamente) para el desarrollo del cultivo mencionadas por Grubben (1997).

Relaciones días a floración con temperatura

Los días a IF mostraron una relación negativa alta con el promedio de $T_{máx}$ ($r = -0.95^{**}$) y $T_{mín}$ ($r = -0.99^{**}$) promedio durante el desarrollo del cultivo. Los modelos matemáticos que estiman los días a IF en función de la temperatura fueron: $IF = 99 - 1.2 * T_{máx}$; y $IF = 70 - 0.78 * T_{mín}$; con R^2 de 0.90 y 0.98, respectivamente. Esto indica que por cada °C que se eleve la media de la $T_{máx}$ y $T_{mín}$, los días a IF presentaron un retraso, en relación a la siembra de diciembre 10 de 1.2 y 0.78 días, respectivamente.

Rendimiento de fruto ($g\ m^{-2}$) y número de frutos m^{-2}

El RF y NF total mostraron una tendencia a disminuir conforme la siembra fue más tardía (Cuadros 1 y 2). Así, el RF más alto ($1121\ g\ m^{-2}$ con 173 frutos m^{-2}), se encontró en la siembra más temprana (10 de diciembre), y la más baja ($572\ g\ m^{-2}$ y 70 frutos m^{-2}), para la más tardía (10 de febrero). Tendencias similares fueron reportadas por Díaz-Franco *et al.* (2007) para siembras de febrero a mayo en Tamaulipas. El RF más alto de este estudio ($1121\ g\ m^{-2}$) fue inferior en 34% al reportado por Escalante *et al.* (2000) con $1702\ (g\ m^{-2})$. Esta diferencia puede estar relacionadas con el diferente manejo agronómico del cultivo. Con relación a la calidad de frutos en el Cuadro 1 se indica que el más alto RF y NF, se encontró para todas las siembras en la categoría 3, seguida de la 2 y la última correspondió a la 1. El número de nudos por m^2 (NN) no mostró cambios significativos por efecto de la fecha de siembra. El número de nudos promedio fue de 312 ± 9 (Cuadro 2). Lo que indica que las diferencias en el NF y RF pueden estar relacionadas con un mayor establecimiento de los frutos en temperatura más baja. El modelo que explica la relación entre el RF y el NF fue $RF = 228 + 4.6\ NF$ con un $R^2 = 0.86$, que indica que los cambios en RF se explican en 86 % por cambios en el NF.

Relación rendimiento de fruto ($g\ m^{-2}$) con temperatura

Al relacionar el RF con el promedio de la $T_{máx}$ y $T_{mín}$ durante el ciclo, se encontró que estas se comportaron de manera lineal, respondiendo a una ecuación $Y = a + bx$; pero con pendiente negativa que indica que conforme se incrementa la $T_{máx}$ y $T_{mín}$ el RF desciende hasta un mínimo en donde la temperatura fue más alta. Los modelos de ajuste de la curva fueron de $RF = 1417 - 35\ T_{máx}$ con $R^2 = 0.97$ y $RF = 572 - 25\ T_{mín}$ con $R^2 = 0.84$. Esto indica que los cambios en RF dependen del 97% y 84% de cambios en la temperatura máxima y mínima, respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento de fruto fresco (g m⁻²) de okra por categoría, total y número de nudos m⁻² en función de la fecha de siembra.

FS	1a	2a	3a	Total (g m ⁻²)
DIC 10	301 a	330 a	490 a	1121 a
DIC 26	258 b	276 a	449 ab	983 b
ENE 10	200 b	203 b	315 b	718 c
ENE 25	187 b	194 b	287 b	668 c
FEB 10	128 b	167 b	277 b	572 c
MEDIA	215	234	364	812
TUKEY (p<0.05)	68	78	82	70

Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales. 1ra, 2da y 3ra = primera, segunda y tercera; NS = diferencias no significativas. FS = fecha de siembra.

Cuadro 2. Número de frutos de okra (frutos m⁻²) por categorías y total en función de la fecha de siembra.

FS	NN	1a	2a	3a	Total m ⁻²
DIC 10	315	47 a	57 a	80 a	184 a
DIC 26	320	38 b	55 a	77 a	170 ab
ENE 10	320	31 b	44 b	71 ab	146 b
ENE 25	310	19 c	21 c	66 b	106 c
FEB 10	297	18 c	17 c	35 c	70 c
MEDIA	312	31	39	66	135
TUKEY (p<0.05)	NS	7	9	9	25

1ra, 3da, 3ra = primera, segunda y tercera, respectivamente. NN = Número de nudos m⁻²; FS = fecha de siembra.

En Iguala, Guerrero, en siembras de otoño-invierno, los días a inicio de floración, el número y rendimiento de fruto disminuyó conforme la siembra fue posterior al 10 de diciembre. En contraste, la temperatura máxima y mínima fue en aumento, siendo negativa la relación producción de okra y aumento de temperatura, lo cual también fue reportado por Sioni *et al.* (1981). Debido a que el número de nudos por m² (que es un punto potencial de frutos) no fue afectado por la fecha de siembra; la temperatura afectó el establecimiento de frutos; el mecanismo de cómo ocurre esto requiere de mayor estudio. Las condiciones de temperatura máxima y mínima apropiadas para mayor rendimiento de fruto de okra fueron de 35 y 15 °C, respectivamente.

CONCLUSIONES

En siembras otoño-invierno en clima cálido, los cambios en la fenología, rendimiento y número de frutos, producción de fruto fresco están en función de la fecha de siembra y se relacionan con cambios en la temperatura máxima y mínima. Conforme se incrementa la temperatura se acortan los días a inicio de floración y la producción de fruto fresco de okra. Independiente de la fecha de siembra, el mayor número de frutos corresponden a los de tercera categoría, seguida de los de segunda y el menor número correspondió a los de

primera. La temperatura máxima y mínima óptima para mayor rendimiento de fruto son de 35 y 15 °C, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad Jalil; Rashad Mukhtar Balal; Muhammad Adnan Shahid; Gulzar Akhtar, Ahsan Akram; Muhammad Wajid Khan and Muhammad Zubair (2016). Characterization of okra genotypes at reproductive stage under high temperature stress. *IJCBS (International Journal of Chemical and Biochemical Sciences)* (ISSN 2226-9614). Journal Home page: www.iscientific.org/Journal.html, 9(2016):44-48.
- Ayoub Zeyada Elhag and, Afrah Awad Ahmed. (2014). Effect of Cultivar and Sowing Date on Okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench.) Seed Yield. *Universal Journal of Applied Science* 2(3): 64-67, DOI: 10.13189/ujas.2014.020302.
- Díaz Franco A; Ortegón Morales Alfredo Sergio y Ramírez de León José Alberto. (2007). competitividad productiva de cuatro híbridos de okra en fechas de siembra en el norte de Tamaulipas. *Agricultura Técnica en México* 33 (1): 25-32.
- Díaz Franco A; Ortegón-Morales A. S.; Garza-Cano E. y Ramírez de León J. A. (2003) Producción de okra (*Abelmoschus esculentus*) en siembra tardía. *Journal of Food*, 4:1, 28-34, DOI: 10.1080/11358120309487615.
- Díaz F., A. and Leal L., F. (1992). Status of horticulture in northern Tamaulipas, Mexico. *Subtrop. Plant Sci.* 45:58-59.
- Escalante E.L.E., Escalante E.J.A. y Linzaga E C. (1995) La okra (*Abelmoschus esculentus*). Monografía. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala, Gro. 34 pág.
- Escalante-Estrada, J.A.; Escalante-E. L.E.; Aguilar G. L. (2000). La producción de okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) en función del arreglo topológico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6(1): 39-48,
- García E. (2005). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 3ra. Edición. México. 225 pp.
- Ezeakunne, C.O. (1984) Large scale fruit and vegetable production in Nigeria. Short Communication. Department of Agronomy, Ahmadu Bello University, Zaria, 8 pp.
- Grubben G.H. (1997). Tropical Vegetables and Their Genetic Resources. Edited by Tindall and J.T.Williams, FAO, Rome, Italy. pp. 13.
- Lozano L.; A. Tálamo; L. Artinián y M.E. Núñez.(2013). Efecto de la época de siembra sobre el crecimiento y el rendimiento de okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) en el valle de Lerma, Salta. *Horticultura Argentina* 32(78):15-21.
- Morelos.gob-mx (2019). <https://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/morelos-segundo-mayor-productor-de-okra-en-el-pais>. Bajado el 20 de Agosto 2021.

Prosanta Kumar Dash; Golam Rabbani Md. and Ferdous Mondal.(2013).

Effect of variety and planting date on the growth and yield of okra. International journal of Biosciences | IJB | ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234 (Online) <http://www.innspub.net>.Vol. 3, No. 9, p. 123-131, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.9.123-131>

Sionit N.,;Strain B.R. and Beckford H. A. (1981) Environmental controls on the growth and yield of okra.Effects of temperature and CO₂ enrichment at cool temperature. Crop. Sci. 21(6):885-888.

Statistical Analysis System (SAS Institute). (2003). SAS/STATUser's Guide Release 9.1 ed, Cary, NC, USA.