



04

Efectos de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo ajonjolí (*Sesamum indicum* L.)

Effects of population density in agronomic parameters of the cultivation of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.)

MSc. Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

Dr. C. Hipólito Israel Pérez Iglesias¹

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

Ing. Zaida Sabrina Sánchez Cedeño¹

E-mail: zsanchez_est@utmachala.edu.ec

¹Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, I., García Batista, R. M., & Sánchez Cedeño, Z. (2018). Efecto de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo de ajonjolí (*sesamum indicum* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 33-39. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo de ajonjolí, para lo cual se utilizó un diseño cuadrado latino simple en un suelo Inseptisol y las distancias de siembra utilizadas fueron 0.6x0.15 m, 0.6x0.20 m, 0.6x0.25 m y 0.6x0.30 m, los que fueron aleatorizados dentro de cada hilera y columna conformada, con la finalidad de disminuir el error experimental que producen los factores no controlados. La densidad de población presentó efecto significativo sobre los parámetros agronómicos número de ramas, cápsulas por planta, semillas por fruto y rendimiento agrícola. El mejor tratamiento fue la distancia de siembra 0.60x0.30 m el cual alcanzó mayor número de ramas (8,53), cápsulas por planta (160,7), semillas por fruto (56,8) y rendimiento agrícola (1,41 t ha⁻¹), valores diferentes estadísticamente al resto de tratamientos, lo que puede estar asociado con la mayor cantidad de ramas productivas que alcanza cada planta y el estrés que puede causar una población excesiva de plantas.

Palabras clave:

Densidad poblacional, ajonjolí, altura de la planta, cápsula, rendimiento agrícola.

ABSTRACT

The research was developed with the objective of evaluating the effect of population density on agronomic parameters of the sesame crop, which a simple Latin square design was used in an Inseptisol soil and the seeding distances used were 0.6x0.15 m, 0.6x0.20 m, 0.6x0.25 m and 0.6x0.30 m, those that were randomized within each row and column conformed with the purpose of diminishing the experimental error produced by uncontrolled factors. The population density had a significant effect on the agronomic parameters number of branches, capsules per plant, seeds per fruit and agricultural yield. The best treatment was the planting distance 0.60x0.30 m which reached a greater number of branches (8.53), capsules per plant (160.7), seeds per fruit (56.8) and agricultural yield (1, 41 t ha⁻¹), statistically different values to the other treatments, which may be associated with the greater number of productive branches reached by each plant and the stress that an excessive population of plants can cause.

Keywords:

Population density, sesame seed, height of the plant, capsule, agricultural yield.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial el cultivo de plantas oleaginosas constituye un importante aporte a la soberanía y seguridad alimentaria de los países que lo producen. Entre los principales cultivos oleaginosos, caracterizados por producir semillas o frutos con un alto contenido en aceite (Oceano, 2000) se encuentran la soya (*Glycine max* L. Merrill), el girasol (*Helianthus annuus* L.), la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), el maní o cacahuate (*Arachis hypogaea* L.), la canola o colza (*Brassica napus* L.), la linaza o lino (*Linum usitatissimum* L.) y el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), este último constituye uno de los cultivos más antiguos en el mundo, es producido en regiones tropicales y subtropicales (Ashri, 1998), donde se encuentra adaptado a ambientes con déficit hídrico, obteniéndose rendimientos adecuados de semilla (Pham, et al., 2010), con 0,51 t ha⁻¹ y aceite, con un 50 y 60% de su peso (Weiss, 2000), aunque, se pueden presentar enemigos biológicos que limitan su producción agrícola, dentro de los que se encuentran la mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.), los áfidos o pulgones (*Myzus persicae* Sulzer) y los hongos del suelo (*Phytophthora* parasítica Dastur), *Alternaria* *sesami* (Kawamura Mohanty & Behera), *Macrophomina* *phaseolina* Ashby y *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen (Fernández & Laurentin, 2016).

Según reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, al cierre de 2016, la producción de semillas de ajonjolí en el mundo alcanzó 6.111.548 toneladas, en un área cosechada de 10.576.563 hectáreas, para un rendimiento agrícola de 0,58 t ha⁻¹. Por regiones, la producción es liderada por Asia (57,3%), seguida de África (38,3%) y las Américas con un 4,3% (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database, 2018). En América Latina es un cultivo de importancia económica, principalmente en México (59.412 t producidas en 90.039 ha), Guatemala (55.647 t producidas en 41.235 ha), Paraguay (21.450 t producidas en 55.000 ha) y Venezuela (18.671 t producidas en 57.829 ha), que en conjunto abarcan el 3% de la producción mundial. En Ecuador, en el año 2016, se obtuvieron 21 t en 17 ha⁻¹ cosechadas, para un rendimiento agrícola de 0,81 t ha⁻¹ (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database, 2018), cifras que indican que es un cultivo que como forma productiva se lleva a cabo por los miembros de la familia en pequeñas extensiones y se destina al autoconsumo (Friedrich, 2014).

La planta de ajonjolí es importante por el aceite que se extrae de su semilla, considerado de excelente

calidad debido al balance de ácidos grasos insaturados (Bedigian et al., 1985) como la lecitina, omega 6 y omega 9, estructurados a partir de la mezcla de triglicéridos (Delgado y Aperador, 2014) y al alto contenido de antioxidantes naturales que presenta (Cheung et al., 2007); además, posee propiedades nutricionales por su alto contenido de fibra (3,2%), proteínas vegetales (17,4%), vitaminas A (0,01%) B1, B2, B3, B5, B6, B9, E, K y minerales como el calcio (0,14%), hierro (0,06%), yodo, magnesio, fósforo, zinc, silicio, cobre, boro, potasio y selenio (Fundación Universitaria Iberoamericana, 2017).

El consumo de semillas de ajonjolí fortalece el sistema nervioso, favorece la regulación del colesterol en la sangre, regula el tránsito intestinal, mejora la función metabólica del organismo, inhibe el desarrollo de células cancerígenas y ayuda a la prevención de la osteoporosis y la arterioesclerosis (ECOagricultor, 2018). Por otro lado, el aceite de ajonjolí, comparado con otros aceites vegetales, presenta ventajas en la formulación de lubricantes verdes (Jayadas & Nair, 2006); con predominio del ácido oleico y el ácido linoleico (Mannekote & Kailas, 2012), además, contiene una proporción significativa de sesamina, sesamolina y sesamol, los cuales constituyen antioxidantes naturales que lo protegen parcialmente frente a la oxidación (Sathwik, et al., 2012; Wu, 2007), además, de presentar una alta estabilidad en almacenamiento a temperatura ambiente (The Free Library, 2014).

El cultivo de ajonjolí prospera adecuadamente en zonas con altitudes hasta los 1400 msnm, con temperaturas óptimas entre 20 a 30°C y precipitaciones entre 500 y 1000 mm, bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Tolerancia a la sequía y se adapta a suelos pedregosos y con baja fertilidad (Torres, 2003).

La producción de ajonjolí puede ser afectada por varios factores, entre los que se destacan la siembra fuera de época, uso de cultivares no mejorados, ineficaz control de arvenses, manejo inadecuado de la fertilización, presencia de plagas y altas densidades de población (Joaquin et al., 1990), esta última, se encuentra estrechamente relacionada con la altura de la planta y la capacidad de ramificación (Olivas & Munguía, 2000). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo de ajonjolí.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el área experimental de la granja Santa Inés, perteneciente a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, la cual se encuentra ubicada

en km 5.5, vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, a 79° 54' 05" de longitud oeste, 03° 17' 16" de longitud Sur y 5 msnm. Según INAMHI (2014) la zona presenta una temperatura media anual de 25°C, una precipitación media anual de 427 mm y heliofila de 2 a 3 horas diarias promedio; y se clasifica según la zona de vida natural de Holdridge como bosque muy seco-Tropical (bms-T) (Holdridge, 1947). El suelo se clasifica como un Inseptisoltípico de la región, con una pendiente entre 0-2%, clase textural arcillosa, densidad aparente de 1,64 g cm⁻³, pH en H₂O de 6,8 y 2,20% de materia orgánica (Villaseñor, et al., 2015).

Para minimizar el error experimental que pueda presentarse en el área elegida para el experimento se utilizó un diseño cuadrado latino simple y los tratamientos conformados en función de las distancias de siembra fueron, 0.6x0.15 m, 0.6x0.20 m, 0.6x0.25 m y 0.6x0.30 m, con una densidad de población de 111.1, 83.3, 66.7 y 55.5 miles de plantas por hectárea respectivamente. Los tratamientos fueron aleatorizados dentro de las filas y columnas, con cuatro replicas, en los que los criterios de bloqueo fueron la fertilidad del suelo y la pendiente del terreno. Se establecieron en campo 16 unidades experimentales con una superficie neta de 9,6 m² y cuatro hileras de plantas con una distancia de cuatro metros cada una. El ancho de los pasillos entre las filas conformadas fue de 0,5 m.

Una vez seleccionado el terreno (20x20m=400 m²) se efectuó la preparación del suelo mediante rotura y dos pases de grada, con la finalidad de obtener una estructura de suelo adecuada que garantice la germinación y emergencia de las plantas, lo cual combinado con una buena humedad en el suelo, constituyen aspectos claves para alcanzar un óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo en las etapas fenológicas, además, relacionado con el lento crecimiento de la planta en los primeros 30-35 días, es preciso lograr un adecuado control de arvenses con el fin de evitar posibles afectaciones.

Se utilizó como semilla el cultivar comercial Portoviejo 1 producido por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador y en la siembra se depositó mayor cantidad de semilla, y posteriormente, a los quince días de emergidas las plantas, se realizó el raleo, que consiste en extraer las plantas y dejar una por sitio, para obtener la densidad de población de plantas definida en la investigación para cada tratamiento.

Se efectuó previo a la siembra riego de agua por gravedad y posteriormente se realizó riego por aspersión cada 8-12 días hasta el llenado de cápsulas,

de acuerdo a las condiciones climáticas y la capacidad de campo.

El control de arvenses se efectuó de forma manual, con el empleo de azadón, combinado con ello se realizó el aporque, el cual mejora el anclaje de la planta, reduce marcadamente el acame de las plantas e incrementa la aireación y retención de humedad en el suelo. La cosecha se efectuó mediante corte con machete a una altura de 10 cm, cuando las hojas basales comenzaron a amarillarse, conformándose manojos o parvas que se ubicaron verticalmente para el secado de las plantas. Una vez concluido el proceso de secado se realizó la trilla de forma manual y posterior limpieza hasta separar las semillas de todos los restos de cosecha y otras impurezas.

Para la medición de las variables número de ramas, cápsulas por planta y cantidad de semillas por fruto se eligieron 10 plantas por cada unidad experimental, pertenecientes al centro de la hilera y a los dos surcos centrales. El método de muestreo fue el aleatorio simple, donde cada planta del centro de la hilera presentó la misma posibilidad de ser elegida. Los datos de semillas por fruto se recolectaron mediante conteo en diez cápsulas, ubicadas en la parte superior, media e inferior de la planta.

El rendimiento agrícola del cultivo se determinó a partir del peso medio de semillas obtenido en cada unidad experimental (9,6 m²) una vez efectuada la trilla, el zarandeo y limpieza. Posteriormente se ajustó la humedad a un 12%.

Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos objeto de estudio en función de las variables numéricas medidas se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) factorial intersujetos. Con el objetivo de conocer entre que tratamientos de presentan las diferencias, cuando fue estadísticamente significativo el ANOVA se utilizó la prueba de rangos múltiples de Scheffe. La confiabilidad fue del 95% (=0,05). Los datos obtenidos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS versión 24 de prueba para Windows (IBM Corp, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el ANOVA factorial intersujetos realizado se presentó diferencia altamente significativa entre las distancias de siembra en relación con el número de ramas por planta, cápsulas por planta, semillas por cápsula y rendimiento agrícola, debido a que para cada variable se obtuvo un p-valor menor al alfa establecido previamente para el desarrollo de la prueba (alfa=0,05), por lo que se evidencia que la

densidad poblacional presenta efecto en los parámetros agronómicos del cultivo del ajonjolí.

Aunque el número de ramas es un parámetro varietal relacionado con aspectos genéticos y ambientales (Langham, 2008) en el presente estudio se presentó una mayor cantidad de ramas productivas en el tratamiento 4 (8,5), lo que puede constituir un referente que indica que la formación de ramas no productivas en los demás tratamientos, se encuentran en estrecha relación con las densidades de población más altas (Figura 1).

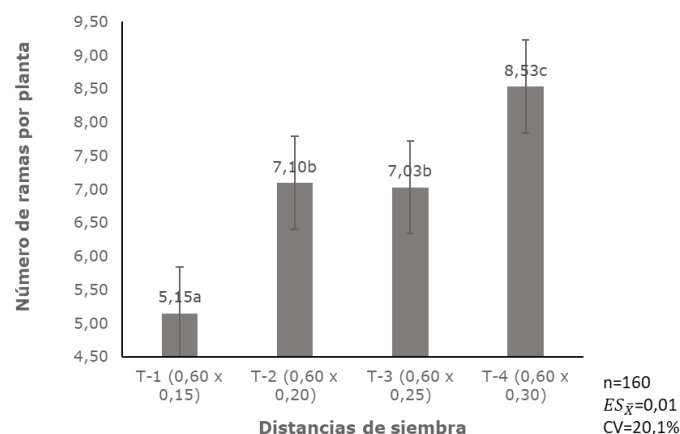


Figura 1. Número de ramas por planta en las diferentes distancias de siembra estudiadas.

*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05.

La cantidad de cápsulas por planta presentó valores superiores (160,7) y diferentes estadísticamente al resto de los tratamientos, entre los cuales el 1 (61,1) presentó las menores cantidades con un 38% menos que el tratamiento 4. En el ajonjolí es común encontrar entre dos a cuatro cápsulas (frutos) por axila (Langham, 2008), mientras que el número por nudo fértil puede variar de dos a ocho (Morris, 2009) (Figura 2).

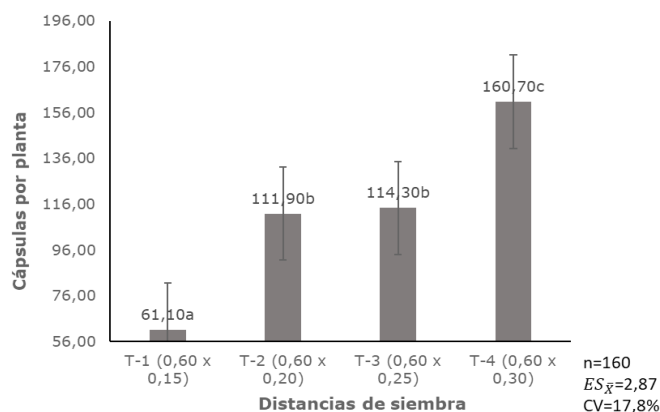


Figura 2. Cápsulas por planta obtenidas en las diferentes distancias de siembra estudiadas.

*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05.

Semillas por fruto

Las semillas por fruto obtenidas en el tratamiento 4 (0,60x0,30 m) presenta los mayores valores (56,8 en promedio), diferentes estadísticamente a los alcanzados por el resto de las distancias de siembra estudiadas, lo que evidencia que cuando la planta se desarrolla con una densidad adecuada, puede producir mayor cantidad de semillas en cada cápsula (Figura 3).

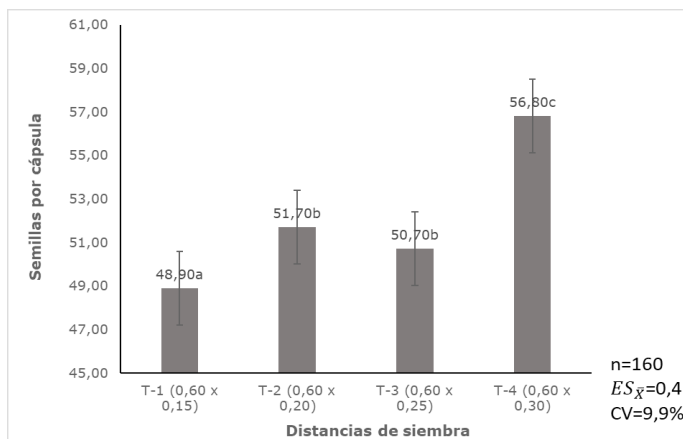


Figura 3. Semillas por planta obtenidas en las diferentes distancias de siembra estudiadas.

*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05.

El promedio general de 52 semillas por cápsula, evidenciado en el presente estudio, se acerca a los obtenidos por Pérez & Salcedo (2018); y Sheahan (2014), quienes reportaron 68 y 70 semillas por fruto, respectivamente, sin embargo, se alejan a lo descrito por Morris (2009), quien obtuvo, entre 80 y 131 semillas por fruto, en investigaciones desarrolladas en varios países y utilizando 192 accesiones. Las diferencias pueden estar asociadas con la respuesta de la planta a la interacción genotipo-ambiente y al tamaño que alcanza el fruto, el cual se relaciona con la cantidad de cápsulas por nudo y número de ramas por planta.

El rendimiento agrícola alcanzado en el tratamiento 4 (1,41 t ha⁻¹) fue superior y con diferencias estadísticas significativas comparado con los demás, lo que puede atribuirse al mayor número de cápsulas y semillas por cápsulas obtenido en las plantas de este tratamiento, además de una posible influencia del estrés asociado por la competencia por agua, luz y nutrientes que realizan las plantas (Figura 4).

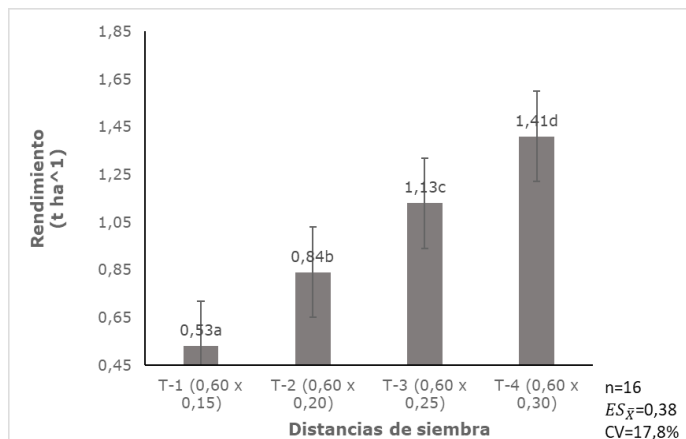


Figura 4. Rendimiento agrícola alcanzado en las diferentes distancias de siembra estudiadas.

*Letras diferentes difieren estadísticamente para un p-valor<0,05.

Los resultados obtenidos se corroboran con Golestani&Pakniyat, (2015), quienes en un estudio sobre ocho genotipos de ajonjolí sometidos a estrés hídrico alcanzaron un rendimiento agrícola de 0,88 t ha⁻¹, sin embargo, en plantas no estresadas se obtuvo un valor medio de 1.4 t ha⁻¹, aunque los resultados obtenidos por Alvarado, et al. (2000), evidencian que densidades por encima o por debajo de 119.000 plantas/ha presentan un efecto negativo en el rendimiento, en la presente investigación se muestra que cuando las plantas no se estresan y pueden manifestar su potencial genético al máximo pueden obtenerse rendimientos superiores a 1 t ha⁻¹.

CONCLUSIONES

La densidad de población presentó efecto significativo sobre los parámetros agronómicos número de ramas, cápsulas por planta, semillas por fruto y rendimiento agrícola. En todos los casos la distancia de siembra 0,60 m entre hileras x0,30 m entre plantas presentó los valores mayores de número de ramas (8,53), cápsulas por planta (160,7), semillas por fruto (56,8) y rendimiento agrícola (1,41 t ha⁻¹), diferentes estadísticamente a los demás tratamientos objeto de estudio, lo que puede estar relacionado con el número de ramas productivas que presentan las plantas y las condiciones de estrés que puede causar una población excesiva de plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, N. A., Olivas, J., & Munguía, F. (2016). Efecto de siete densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Cuyumaqui. *La calera. Universidad Nacional Agraria*, 35-38. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1760/>

Ashri, A. (1998). Sesame breeding. En J. Janick, *Plant Breeding Reviews*. (pp. 179-228). New Jersey: John Wiley & Sons.

Bedigian, D. (2003). Evolution of sesame revisited: domestication, diversity and prospects. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(7), 779-787. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1025029903549>

Cheung, S., Szeto, Y., & Benzie, I. (2007). Antioxidant protection of edible oils. *Plant Foods Hum. Nutr*, 62(1), 39-42. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-006-0040-6>

Delgado, A., & Aperador, W. (2014). Estudio Comparativo del Poder Lubricante y Estabilidad Oxidativa entre el Aceite de Ajonjolí y Aceite Mineral 360. *Información tecnológica*, 25(4). Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n4/art11.pdf>

ECOagricultor. (2018). *Agricultura y consumo ecológico. Blog nutrición*. Obtenido de Semillas de sésamo o Ajonjolí, propiedades nutricionales y usos. Recuperado de <https://www.ecoagricultor.com/las-propiedades-del-sesamo-o-ajonjolii/>

Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014). *Anuario Meteorológico. No. 51-2011*. Quito: INAMHI.

Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. (2018). *Área cosechada y producción mundial de cultivos por países*. Rome: FAOSTAT.

Fernández, P., & Laurentin, H. (2016). Efecto de extractos etanólicos de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. Sesami. *Acta Agronómica*, 65(1), 104 -108. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/48384/52895

Friedrich, T. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba*, 48(4), 319-322. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193033033001>

Fundación Universitaria Iberoamericana. (2017). *Composición nutricional*. Obtenido de Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos. Ajonjolí. Quito: FUNIBER..

Golestani, M., & Pakniyat, H. (2015). Evaluation of traits related to drought stress in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Journal of Asian Scientific Research*, 5(9), 465-472. Recuperado de [http://www.aessweb.com/pdf-files/JASR-2015-5\(9\)-465-472.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/JASR-2015-5(9)-465-472.pdf)

Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105, 367-368. Recuperado de <http://science.sciencemag.org/content/105/2727/367>

- IBM Corp. (2016). *SPSS Statistics versión 24.0.0.0 de prueba para Windows*. Barcelona: International Business Machines Corp.
- Jayadas, N. H., & Nair, K. P. (2006). Coconut oil as base oil for industrial lubricants-evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties,. *Tribology International*, 39 (9), 39(9), 873-878. Recuperado de <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/coconut-oil-as-base-oil-for-industrial-lubricants-evaluation-and-0ViN4cwidiq>
- Joaquin, T. I., Romero, G. N., & Torres, A. F. (1990). *Marco de referencia del ajonjolí en la Tierra Caliente de Guerrero y Michoacán*. Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria en Guerrero. Acapulco: CIFAP-GRO. INIFAP.
- Langham, D. R. (2008). *Growth and development of sesame*. San Antonio: American Sesame Growers Association.
- Mannekote, J. K., & Kailas, S. V. (2012). The Effect of Oxidation on the Tribological Performance of Few Vegetable Oils. *Journal of Materials Research and Technology*, 1(2), 91-95. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785412700170/pdf?md5=703d369683e58d252aab41a07eda2f60&pid=1-s2.0-S2238785412700170-main.pdf>
- Morris, J. B. (2009). Characterization of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm regenerated in Georgia, USA. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(7), 925-936. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/225141328_Characterization_of_sesame_Sesamum_indicum_L_germplasm_regenerated_in_Georgia_USA
- OcéanoGroup. (2000). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Barcelona: Océano.
- Olivas, J., & Munguía, F. I. (2000). Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) variedad Cuyumaqui. Caracas: Universidad Nacional Agraria.
- Pérez, J. J., & Salcedo, J. G. (2018). Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae), en el departamento de Sucre (Colombia). Mosquera, Colombia: Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia), 19 (2). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/326462900_Componentes_del_rendimiento_en_cultivares_de_ajonjoli_Sesamum_indicum_L_Pedaliaceae_en_el_departamento_de_Sucre_Colombia
- Pham, T. D., Thi-Nguyen, T. D., Carlsson, A. S., & Bui, T. M. (2010). Morphological evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties from different origins. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7), 498-504. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/235984063_Morphological_evaluation_of_sesame_Sesamum_indicum_L_varieties_from_different_origins
- Sathwik, K. R., Jayadas, N. H., & Kailas, S. (2012). Natural Oil-Based Lubricants. En M. Nosonovsky, & B. Bhushan, *Green Tribology* (págs. 287-328). Berlin Heidelberg: Springer.
- Sheahan, C. M. (2014). Plant guide for sesame (*Sesamum orientale*). Cape May: United States Department of Agriculture.
- The Free Library. (2014). Efecto del almacenamiento en la actividad antioxidante de *Sesamum indicum* L., tratado termicamente en horno convencional y microondas. Recuperado de <https://www.thefreelibrary.com/EFECTO+DEL+ALMACENAMIENTO+EN+LA+ACTIVIDAD+ANTIOXIDANTE+DE+Sesamum...-a0534487683>
- Torres, I. J. (2003). Manual para producir ajonjolí en la tierra caliente de Guerrero y Michoacan. Michoacan: Folleto técnico, 10. INIFAP. Recuperado de <http://bi-blioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3155/ManprodAnjonjoliGueMich.pdf?sequence=1>
- Villaseñor, D., Chabla, J. E., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *CUMBRES, Revista Científica*, 1(2), 28-34. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/289530392_Caracterizacion_fisica_y_clasificacion_taxonomica_de_suelos_dedicados_a_la_actividad_agricola_de_la_provincia_de_El_Oro
- Wu, W. H. (2007). The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating. *Food Chem*, 104(1), 341-344. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606009265>