

Incidencia del riego complementario en el rendimiento de granos de sésamo (*Sesamun indicum* L.)

Incidence of complementary irrigation in sesame grains yield (*Sesamun indicum* L.)

Sixto Hugo Rabery Cáceres^{1*}, Víctor Ramón Enciso Cano¹, Rubén Alcides Franco Ibars¹
y José Roberto Lezcano²

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay.

² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Sede San Pedro del Ykuamandyyú, Paraguay.

*Autor para correspondencia:
shrabery@gmail.com

Conflicto de interés:
El autor declara no tener conflicto de interés.

Licencia:
Artículo publicado en acceso abierto con una licencia Creative Commons CC-BY

Historial:
Recibido: 09/10/2019;
Aceptado: 27/17/2020

Periodo de Publicación:
Julio-Diciembre de 2020

RESUMEN

El sésamo (*Sesamum indicum* L.) es una de las oleaginosas más antiguas cultivadas debido a su alto potencial como confitero y aceitero. En Paraguay su cultivo adquiere mayor importancia en los últimos años, debido a su adaptación eficiente a los suelos de mediana a baja fertilidad; constituyéndose en una de las principales actividades económicas de la agricultura familiar rural. Una de las limitaciones que presenta al momento de la siembra es la deficiencia hídrica que puede perjudicar en un 20 a 30% en la emergencia del cultivo. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la incidencia de la aplicación del riego complementario en el rendimiento de granos del cultivo de sésamo. Los experimentos se realizaron en dos periodos agrícolas, (2016 – 2017 y 2017 – 2018) utilizando cuatro y seis variedades, correspondiente a Escoba, SH 1, Dorado, PF 6 y Escoba, SH 1, INIA, IP 10, K2, K7, respectivamente. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro variedades para el primer periodo y seis variedades con tres repeticiones para el segundo periodo agrícola. Para cada experimento se utilizó parcela con riego por aspersión en tres ocasiones, a intervalos de 10 días y 80 minutos cada vez y por un periodo de 45 días y otra parcela sin riego. Los resultados obtenidos muestran que hubo efecto altamente significativo con la aplicación del riego para ambos periodos agrícolas, principalmente para las variedades SH 1 y Escoba con un rendimiento de granos de 1.140 y 1.091 kg ha⁻¹, respectivamente, representando un aumento de 54% y 58%, respecto al control parcela sin riego. Por ende, los efectos de la incidencia de la aplicación de riego complementario en suelos agrícolas deben considerarse para estimar el impacto potencial sobre el rendimiento de grano en las diferentes variedades de sésamo.

Palabras clave: *Sesamum indicum* L., riego, rendimiento.

ABSTRACT

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is one of the oldest cultivated oilseeds due to its high oil potential. In Paraguay, its cultivation has become more important in recent years, due to its efficient adaptation to medium to low fertility soils. It has become one of the main economic activities of rural family farming. One of sesame limitations is water deficiency that can damage by 20 to 30% the emergence of the crop. Therefore, the objective of this research was to evaluate the incidence of the application of complementary irrigation on the grain yield of the sesame crop. The experiments were carried out in two agricultural periods, (2016 - 2017 and 2017 - 2018) using four and six varieties, Escoba, SH 1, Dorado, PF 6 and Escoba, SH 1, INIA, IP 10, K2, K7, respectively. The experimental design used was complete random blocks with four repetitions and four varieties for the first period and six varieties with three repetitions for the second period. For each experiment, a plot with spray irrigation was used three times, at intervals of 10 days, 80 minutes each time and for a period of 45 days and another plot without irrigation. The results obtained show that there was a highly significant effect with the application of irrigation for both agricultural periods, mainly for varieties SH 1 and Escoba with a grain yield of 1,140 and 1,091 kg ha⁻¹, respectively, representing an increase of 54% and 58%, regarding the plot control without irrigation. Therefore, the effects of the incidence of the application of complementary irrigation in agricultural soils should be considered to estimate the potential impact on grain yield in the different sesame varieties.

Keywords: *Sesamum indicum* L., irrigation, yield.

INTRODUCCIÓN

El sésamo (*Sesamum indicum* L.) es uno de los rubros agrícola de importancia económica en Paraguay. Representó en el periodo de estudio unas 55.000 hectáreas de cultivo y una producción de 30.000 toneladas (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2018). En el 2017 y 2018 el valor total exportado totalizó 51.000.000 de dólares (Banco Central del Paraguay, [BCP], 2018). El sésamo es valorado por la alta calidad del aceite de su semilla (Weis 1983; Bedigian y Harlan 1986; Ashri 1998; Kapoor et al. 2015) y el uso en confitería y panificados. Las variedades cultivadas en el Paraguay fueron introducidas a partir de 1960 y con mayor intensidad en la década de los años 90. En la mayoría de los casos, las variedades utilizadas actualmente se consideran como de origen desconocido debido a su genealogía y procedencia desconocida al introducirse por vez primera en Paraguay (Cristaldo, 2007).

En el país se siembran las variedades Escoba, Dorado, Negro, Trébol, Mbareté, INIA, SH1, S12, Cola de Borrego, entre otras (González y Cristaldo, 2011). Escoba o Escoba Blanca es una de las variedades mayormente sembradas en el país introducida por el sector privado en la década de los 90 y es de origen desconocido. Esta variedad se caracteriza por ser de porte alto (1,5 a 2 m), ciclo largo (130 d), de tallo ramificado, hojas inferiores polilobuladas, con flores de color blanco y las semillas de color claro, blanco-crema (Ayala y Cristaldo, 2007; Cristaldo, 2007). La variedad de sésamo Dorado es una variedad de ciclo corto que la anterior (90 a 100 d), de tallo único, hojas inferiores en forma de corazón, con flores de color rosa claro y semilla de color pardo rojizo (dorado). El sésamo Negro es la variedad de ciclo más corto (80 a 90 d) que las anteriores variedades descritas, de tallo ramificado, hojas inferiores enteras y acorazonadas, flores de color lila claro y semillas de color negro (Cristaldo, 2002).

El cultivo y la producción del sésamo en el Paraguay están relacionados directamente con la agricultura familiar rural y se adapta eficientemente a los suelos de mediana y baja fertilidad. En los últimos años se ha convertido en la principal actividad económica de los sectores más vulnerables en los departamentos del norte de la Región Oriental del país; San Pedro y Concepción (Ayalapara los pequeños productores en el Paraguay " 2012-2016. P. imprenta: Asunción. UNA/FCA, JICA. 201-?. 19 p.. Descriptores: MACROPHOMINA; VIROSIS; SESAMO; MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS; CONTROL QUIMICO</IDText><DisplayText>(Ayala et al., 2012). La exportación de sus granos indica P. Valinotti (comunicación personal telefónica, 18 de marzo, 2020) genera ingresos aproximados de 25 millones de dólares al circuito de su producción.

Esta especie se desarrolla mejor en regiones con clima cálido húmedo o cálido seco, se cultiva en regiones en el mundo situadas a 40° N y a más o menos 30° S, donde prospera perfectamente (Rabery, 2007). Con temperaturas donde la media óptima es alrededor de 25 C, con variaciones extremas próximas a 40 C como máxima y alrededor de 10 C como mínima se dan las mejores condiciones y, saliendo de estos dos extremos, no tendrá buena adaptación y menos aún buena producción (Cristaldo, 2007). Según la literatura, sobre la influencia de la humedad del suelo en el crecimiento del sésamo, es ambigua, porque el cultivo es muy sensible al exceso de humedad (Van Rheenen, 1973; Khidir, 1997). Así también, la falta de un sistema de drenaje adecuado causaría importantes reducciones en el rendimiento de granos en áreas donde el agua de lluvia perdura en el suelo durante largos periodos del cultivo (Osman, 1985). Otros autores afirman que el periodo de crecimiento de la planta requiere precipitaciones entre 300 a 600 mm, y 500 mm como precipitación óptima (Weiss, 1971). El sésamo se adapta a una gran variedad de tipos de suelo, los ideales son suelos con buen drenaje, sueltos, con textura franco-arenosa o franco-arcillo-arenoso, fértil y con un pH entre 5,4 y 6,7 (Beltrão y Vieira, 2001).

Debido a su buena adaptación a las condiciones ambientales del Paraguay, el cultivo de sésamo está contribuyendo al desarrollo económico a nivel familiar, regional y nacional. Los desafíos de la producción y productividad del sésamo necesitan ser atendidos y, el uso de prácticas agronómicas adecuadas es uno de los factores claves que contribuirán a la obtención de beneficios económicos con el aumento del rendimiento y la productividad por unidad de área, como en cualquier especie. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la incidencia de la aplicación de riego complementario en el rendimiento de granos en un cultivo de sésamo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en dos periodos agrícolas, (2016 – 2017 y 2017 – 2018) en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, localizada en la Filial San Pedro del Ycuamandyyu (S 24°08'53"; W57°08'74"), utilizando cuatro (Escoba, SH 1, Dorado y PF 6) y seis variedades (Escoba, SH 1, INIA, IP 10, K2 y K7), respectivamente.

Previa a la instalación de los experimentos, se realizaron prospecciones de las características físicas y químicas del suelo, presentadas en la Tabla 1, así como de la disponibilidad de agua por medio del cálculo del coeficiente del cultivo (Kc) y la evapotranspiración potencial. El análisis de suelo fue realizado en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, cuyo resultado determinó

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo del área de investigación Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA) y de San Pedro del Ycuamandyyu (FCA, UNA). 2018.

Prof. cm	pH	Mat. Org. %	P mg/Kg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Sat. Al %	Clase textural	Color	
										Munsell	Descripción
0 -20	7,5	1,59	5,59	2,29	0,45	0,08	0,00	0,00	Arenoso	5YR 3/4	Marrón Rojizo Oscuro

una textura arenosa, con un 90% de contenido de arena (Tabla 1) y bajo contenido de materia orgánica, P, Ca, Mg y K.

La densidad aparente del suelo de la parcela experimental mostrada en la Tabla 2, fue realizada en el mismo Laboratorio de Suelos. Los resultados indican que presenta valores superiores a los que se aceptan como densidad aparente para su clase textural, según López Báez et al. (2018).

Este dato indica la posibilidad que a profundidades de entre 25 a 30 cm pueda existir una capa compactada y una baja capacidad de retención de agua debido a su granulometría, espacio de profundidad hasta donde se desarrolla la mayor parte de las raíces. Con esa base, relacionando con los datos de la densidad de suelo propuso los valores de Kc (coeficiente de cultivo) según las etapas de crecimiento de la especie, para crecimiento vegetativo de 0,6 a 0,8 y para la fase de floración y desarrollo de los frutos 0,8.

Para la siembra, el suelo fue preparado del modo convencional, con arada aproximadamente hasta 0,25 m de profundidad y nivelado con rastra de discos, sobre restos desecados de la vegetación presente.

El primer ensayo se instaló el 17 de noviembre de 2016 la siembra, y la cosecha el 7 de marzo de 2017, en este primer periodo se sembró cuatro variedades de sésamo (Escoba, SH1, Dorado y PF 6) mientras que en el segundo periodo (2017 - 2018) que abarcó el 8 de noviembre hasta la cosecha el 13 de marzo de 2018 y seis variedades de sésamo (Escoba, SH1, INIA, IP10, K2 y K7).

Los experimentos fueron instalados del mismo modo en ambos periodos, en dos parcelas separadas, una recibió riego y otra sin riego y las variedades sembradas

en cada parcela. El diseño experimental utilizado fue, en bloques completos al azar con cuatro repeticiones para el periodo (2016 - 2017) y tres repeticiones para el periodo (2017 - 2018). Cada unidad experimental representaba un área de 14 m² con cuatro hileras de 5 m de largo separadas a 0,70 m. Las semillas fueron sembradas en forma manual en surcos corridos aproximadamente 0,02 m de profundidad y cubierta enseguida y, cuando las plántulas crecieron hasta un promedio de 0,10 m se ralearon dejando un promedio de 10 plantas por metro de hilera. Antes de la siembra fueron distribuidos en los surcos una fórmula de fertilizante químico para 30 - 40 y 40 kg ha⁻¹ de NPK. Durante el periodo de crecimiento de las plantas no hubo necesidad de aplicación de defensivos agrícolas, pero se realizaron en dos ocasiones eliminación de plantas indeseables con herramientas de mano. Los riegos fueron aplicados utilizando por un equipo formado por un distribuidor tipo "cañón de agua" con capacidad para 3.500 litros por hectárea hora, durante un tiempo promedio de 1 h y 30 min. por aplicación. Durante el periodo del experimento, se aplicaron riegos en tres ocasiones, a intervalos aproximados de 10 días durante 80 minutos cada vez, hasta que las plantas alcanzaron unos 45 días de crecimiento.

En el momento de la cosecha, a modo de evitar el efecto de borde, se cosecharon las dos hileras centrales en un largo de tres metros (4,2 m²). Las plantas cosechadas fueron puestas a secar hasta aproximadamente 13% de humedad de las cápsulas sobre polipropileno vinil lona o lona PVC para evitar pérdida de semillas por dehiscencia, luego se evaluó el rendimiento de granos por cada variedad cosechada. Los granos se pesaron en una balanza de precisión digital (marca Gural, de procedencia argentina con, capacidad de 15 Kg), de dos decimales y los valores ajustados para ser expresados en kg ha⁻¹.

Tabla 2. Características de la densidad aparente (da) del suelo para siete profundidades en el Campo experimental de la FCA, UNA. San Pedro del Ycuamandyyu (FCA, UNA). 2018.

Niveles	Densidades aparentes (g/cm ³)						
	Profundidad (cm)						
	10	20	25	30	35	40	45
Máximo	1,78	1,85	1,91	1,84	1,95	1,98	2,1
Mínimo	1,52	1,64	1,53	1,54	1,58	1,65	1,46
Promedio	1,66	1,75	1,77	1,65	1,73	1,8	1,8

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de la varianza mediante el programa informático InfoStat versión 2013, (Di Rienzo et al., 2013). Los resultados de los experimentos de cada periodo fueron analizados individualmente. Con diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los rendimientos de granos, se procedía a su comparación por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad de error. Los resultados de los tratamientos de riego x variedad fueron comparados todos contra todos, variedades y riegos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de la varianza de las medias de los rendimientos de granos de los dos periodos del experimento realizados, mostraron que hubo diferencias altamente significativas entre las medias de rendimiento por efecto del riego, de la interacción variedad por riego y entre las medias de las variedades.

Los resultados de la cosecha obtenida en el primer experimento (2016-2017) mostró que todas las variedades expresan un rendimiento mayor en condiciones de riego (Tabla 3), con un promedio 279 kg ha⁻¹ más de granos cosechados. En cambio, en aquellas plantas que no fueron irrigadas, la más productiva fue SH 1 y la menos productiva PF 6. Con riego, las plantas de las variedades Escoba y PF 6 superaron los 1.000 kg ha⁻¹ aunque no difieren de SH 1, pero Dorado, fue la variedad de menor rendimiento y diferente a las demás variedades con riego. También fue de rendimiento estadísticamente semejante al obtenido sin riego.

El efecto de la interacción del riego dentro de las variedades causó que Escoba, PF 6 y SH 1 no tuvieran diferencias estadísticamente determinadas entre ellas y, superaron a la variedad Dorado. Se obtuvo rendimientos de 70,7% y 110% de incremento en las variedades Escoba y PF 6 respectivamente. Por su parte los rendimientos de granos de SH 1 fueron semejantes en ambas condiciones de riego, pero sin riego, fue la variedad más productiva. La variedad Dorado a pesar del riego, no tuvo diferencia significativa y fue la de menor incremento en el rendimiento de granos.

Los rendimientos de la variedad SH 1, en este caso semejantes en las dos condiciones de siembra, puede indicar una mayor exigencia respecto a la disponibilidad de humedad en el suelo durante la fase de la formación y llenado de granos o pudo haber sido enmascarado por la calidad de semilla obtenida para la siembra. La productividad media de las variedades obtenida en este periodo de ensayo, se presentó cercanas al promedio nacional de rendimiento del sésamo, entre 700 a 800 kg ha⁻¹ según la Unión de Gremios del Paraguay (2018), excepto la variedad Dorado, de ciclo corto y unicaule (Paredes et al.,

2004) con 665 kg ha⁻¹, debido probablemente al déficit hídrico en el suelo.

Durante este periodo del cultivo la precipitación efectiva, según dato local, llegó a 253 mm con distribución irregular, concentrado entre finales de enero y primeros días de febrero de 2017 y la ETC fue de 347 mm cubriendo el 70% de los requerimientos del sésamo. El suelo con bajo potencial de retención de humedad, debido a su granulometría gruesa y bajo contenido de materia orgánica, pudo haber afectado el proceso de llenado de granos, principalmente en PF 6 y Dorado, variedades de ciclo precoz. También el efecto del periodo de riego y el intervalo de tiempo, por tal motivo algunas variedades de ciclos más cortos, como Dorado y SH 1, pudieran alcanzar rendimientos relativamente más elevados, indicando que el ciclo de producción de una variedad tiene efecto en el rendimiento final, así como otras condiciones de ambiente que les sea favorables.

Los análisis de la varianza de las medias de los rendimientos de granos del segundo periodo (2017-2018) del experimento mostraron que hubo diferencias altamente significativas entre las medias de rendimiento por efecto del riego, de la interacción variedad por riego y entre las medias de las variedades (Tabla 4).

Las plantas sin riego, tuvieron comportamientos productivos diversos. Un pico de 1.187 kg para la variedad K 2, estadísticamente semejantes a los rendimientos de Escoba e INIA; estas tres variedades superaron SH, IP 10 y K 7 siendo esta última la del rendimiento más bajo del periodo.

Ante la presencia de riego, las variedades Escoba, SH 1, K 2 y K 7, produjeron los mejores rendimientos comparados con INIA e IP 10, pero comparando los rendimientos con los de la condición sin riego, hubo una reducción numérica de los rendimientos de las variedades Escoba, INIA y K 7, pero semejantes estadísticamente.

La variedad IP 10 produjo el mismo rendimiento de granos en las dos condiciones de tratamientos, sin y con irrigación, condicionado posiblemente por la calidad de las semillas obtenidas para la siembra.

El promedio de rendimiento de las variedades en la Tabla 4, demuestra que solamente IP 10 produjo rendimiento numéricamente menor al promedio de rendimiento nacional, solamente 660 kg ha⁻¹, también puede observarse, un valor superando la tonelada de peso de granos en las variedades K 2 de ciclo precoz, posiblemente como respuesta a las mejores condiciones de humedad durante el ciclo del cultivo, riego que debe haber coincidido en su aplicación durante el tiempo en que la precipitación no había respondido a las necesidades de agua.

Tabla 3. Rendimiento de granos (kg ha⁻¹) de variedades de sésamo con y sin riego, periodo 2016-2017, FCA – UNA, San Pedro del Ycuamandyyu. 2019.

Variedades	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹) / Riego		Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹) / Variedades (x)
	Sin Riego	Con Riego	
Escoba	639 bc	1.091 a	865 a
SH 1	857 ab	973 a	915 a
Dorado	657 bc	673 bc	665 b
PF 6	484 c	1.019 a	751 ab
Promedio Riegos	659 b	938 a	
DMS ¹ Riegos	90,9**		
DMS Riego x Variedad	297**		
DMS Variedades			173,5**
CV (%)	13,15		

¹Densidad Media Significativa (DMS). Valores con letras iguales en las columnas y en las filas no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. * y ** DMS y altamente significativa, respectivamente.

Tabla 4. Rendimiento de granos (kg ha⁻¹) de variedades de sésamo con y sin riego. Periodo 2017-2018. FCA-UNA, San Pedro del Ycuamandyyu. 2019.

Variedades	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹) / Riego		Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹) / Variedades (x)
	Sin Riego	Con Riego	
Escoba	915 abcd	899 abcd	907 ab
SH 1	616 cd	1.140 a	878 ab
INIA.	848 abcd	567 d	708 b
IP 10	660 bcd	660 bcd	660 b
K 2	1.187 a	1.053 ab	1.120 a
K 7	486 d	1.021 abc	753 b
Promedio Riegos	785 b	890 a	
DMS ¹ Riegos	100,9*		
DMS Riego x Variedad	433,6**		
DMS Variedades			262, 6**
CV (%)	17,43		

¹Densidad Media Significativa (DMS). Valores con letras iguales en las columnas y en las filas no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. * y ** DMS y altamente significativa, respectivamente.

Durante el periodo del experimento, entre octubre de 2017 a marzo de 2018, hubo una precipitación efectiva para el sésamo de 297 mm y la evaporación potencial del cultivo fue calculado en 456 mm, es decir 65% del requerido por el cultivo. Durante el periodo de desarrollo del experimento, hubo una mejor distribución de las precipitaciones, aunque haya ocurrido un déficit hídrico en la primera quincena de diciembre de 2017 y otra en la segunda quincena de enero de 2018. En esos espacios de tiempo fueron aplicados riego para subsanar la falta momentánea, que en total fueron en cinco ocasiones. Durante la época de cosecha, ocurrieron precipitaciones ocasionales que trastornaron la cosecha hasta llegar al momento óptimo para realizarlo.

El sésamo es considerado una especie que se adapta bien a condiciones de baja disponibilidad de agua en el suelo, que lo convierte en una especie cultivable en las condiciones que prevalecen durante

su ciclo de siembra en Paraguay (Morales, Elena y Vale, 2018), además, las características del suelo con granulometría más gruesa, que caracteriza a la zona donde se realizó el experimento., además, la temperatura considerada óptima desde octubre a marzo como citan los mismos autores, varió entre un valor de 26°C hasta 30°C y precipitación entre 310 a 440 mm entre octubre a marzo, regulado por medio del riego.

De acuerdo a los datos de Tablas 3 y 4, los rendimientos de grano obtenidos de las diferentes variedades en los dos periodos de siembra, cuyos resultados muestran que la mayoría de las variedades responden con mejores rendimientos al uso del riego, pues los promedios son mayores y existen diferencias estadísticamente significativas. Entre tanto, las respuestas individuales de las variedades son diferentes, partiendo de las características básicas de los ciclos de vida de las mismas. Las de



ciclos más precoces muestran respuestas positivas al riego, como SH 1, PF 6 y K 7, resultados que permiten pensar que las mismas responden mejor a ciertas condiciones externas que les favorezcan, como el riego, y las demás variedades presentan características más estables con respecto al riego, pues han sido sembradas en el mismo día y recibiendo los mismos tratamientos durante el ciclo del cultivo. Los valores promedios obtenidos, son similares a los rendimientos generalmente por los productores de este rubro, encontrándose entre 700 a 800 kg ha⁻¹.

Estudios realizados por Damdar, Bhale, Wanjare & Deshmukh (2014), que evaluaron los efectos de irrigación y nitrógeno en el rendimiento y eficiencia del uso del agua del sésamo de verano obtuvieron resultados similares, donde los rendimientos fueron significativamente mayores con irrigación del cultivo. Resultados similares fueron encontrados por El-Lattief (2015), en un ensayo del impacto de los intervalos de riego en la productividad de sésamo en las condiciones del Sur de Egipto, donde observó mejor rendimiento en las condiciones de irrigación. De la misma manera Memar y Mojaddam (2015), analizaron el efecto de los intervalos de riego en los componentes del rendimiento en sésamo en las condiciones climáticas de Hamidiyeh (Siria), indicaron que el efecto del riego, aumenta significativamente los rendimientos de granos de sésamo. Así mismo, Mesquita, Azevedo, Rufino, Fernandes y Viana (2013), en un estudio del crecimiento y productividad del cultivo de sésamo bajo diferentes niveles de riego concuerdan con los resultados obtenidos en este trabajo en donde los rendimientos fueron superiores en presencia de riego.

En general, se observó que el sésamo expresa rendimientos menores sin irrigación, esto se debe directamente a las condiciones de déficit hídrico sufridas, ya que las plantas, utilizan el mecanismo de cierre estomático para protegerse de la pérdida de agua a través de la transpiración, resultando en una reducción en la tasa fotosintética, Taiz y Zeiger (2009). Mientras que, nuestro resultado obtenidas de las variedades IP 10 y INIA no respondió a la aplicación del riego. Esto debería ser objeto de estudio y análisis como un potencial variedad adaptadas a factores de cambios climáticos.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que fueron realizados los experimentos se concluye que la aplicación de riego complementario tiene un efecto positivo en el rendimiento de granos con un aumento de 54% y 58 % para las variedades SH 1 y Escoba, respecto al control parcela sin riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashri, A. (1998). Sesame Breeding. *Plant Breeding Reviews*, 16, 179-228.
- Ayala, M. B., Oviedo de Cristaldo, 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.
- Ayala, L., Barrios, L., Borsy, P., Delgado, V., Florentín, M., Gadea, R., Talavera, N. (2012). *Buenas prácticas en manejo del sésamo, una orientación para técnicos y productores*. Asunción, Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 46 p.
- Banco Central del Paraguay. (2018). Sistema de Comercio Exterior [Base de datos]. Disponible en <https://apps.bcp.gov.py:8444/>
- Bedigian, D., Harlan, J. R. (1986). Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. *Economic Botany*, 40, 137-154.
- Beltrão, N. E., Vieira, D. J. (2001). *O agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília, Brasil: Embrapa. 348 p.
- Cristaldo, M. (2002). Producción de sésamo (*Sesamum indicum* L.) influenciado por dosis de diferentes fertilizantes en un suelo franco arcilloso del departamento de Concepción. Tesis, Ing. Agr. Pedro Juan Caballero, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias. 14 p.
- Cristaldo, R. (2007). Introducción y selección de cultivares de sésamo. In Jornada Técnica Científica del cultivo de sésamo (pp. 2-8). San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias.
- Damdar, R. R., Bhale, V. M., Wanjare, P. G., Deshmukh, K. M. (2014). Effect of irrigation and nitrogen levels on yield and water use efficiency of summer sesame. *American-Eurasian J Agric and Environ Sci*, 14(9), 807-810.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarín, M. G., González, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2013). *Infostat versión 2013*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. 336 p.
- El-Lattief, E. A. A. (2015). Cultivation of sesame in Egypt. *Int J Res Engin and Applied Sci*, 5(10), 136-139.
- González, D. D., Oviedo de Cristaldo, R. M. (2011). Variabilidad fenotípica de plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Escoba, con tres ciclos de depuración. *Investigación Agraria*, 13(1), 5-12.
- Kapoor, S., Parmar, S. S., Yadav, M., Chaudhary, D., Sainger, M., Jaiwal, R., Jaiwal, P. (2015). Sesame (*Sesamum indicum* L.). In Wang K. (eds), *Agrobacterium protocols: Methods in molecular biology* (vol.1224). New York: Springer.

- Khidir, M. O. (1997). *Oil seed crops in the Sudan*. Khartoum, Sudan: Khartoum University Press.
- López Báez, W., Reynoso Santos, R., López Martínez, J.; Camas Gómez, R.; Tasistro, A. (2018). Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 65-79.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018) Síntesis estadísticas producción agropecuaria año agrícola 2000/2018. Disponible en http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20Estadísticas%202017_2018%20pdf%20NOV.pdf
- Memar, M. R., Mojaddam, M. (2015). The effect of irrigation intervals and different amounts of super absorption yield and yield components of sesame in Hamidiyeh weather conditions. *Indian J Fund and Applied Life Sci*, 5(1), 179-186.
- Mesquita, J. B. R., Azevedo, R. B., Rufino, A. R., Fernandes, C.N.V. Viana, T.V.A. (2013). Crescimento e produtividade da cultura do gergelím (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação. *Irriga, Botucatu*, 18(2), 364-375.
- Morales, C., Elena, H., Vale, L. (2018). Áreas potencialmente aptas para el cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.) en la provincia de Salta. Laboratorio de teledetección. INTA EEA Salta. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_resumen_ampliado_sesamo_morales_0.pdf
- Osman, H. E., Nour, A. M. (1985). Response of *Sesamum indicum* varieties to environment in the Sudan Central Rainlands. *J Agri Sci*, 104 (3), 565-570.
- Paredes A.R, Rodríguez E., H. N. (2004). Caracterización de plantas individuales de cultivares de sésamo (*Sesamum indicum* L.) en siembra tardía. *Investigación Agraria*, 6(1), 20-26
- Rabery, S.H. (2007). Sésamo (*Sesamum indicum* L.). In Jornada Técnica Científica del cultivo de sésamo (pp. 14-19). San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Weiss, E. A. (1971). *Castor, sesame and safflower*. London: Leonard Hill Books.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2009). *Fisiología vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 819 p.
- Unión de Gremios del Paraguay. (2018). La superficie y rendimiento del sésamo aumentaron este año 2018. Disponible en https://issuu.com/uniondegremiosdelaproduccion/docs/boletin_ugp_23_de_marzo_edicion_fin/
- Van Rheenen, H. A. (1973). Major problems of growing sesame in Nigeria. *Medelingen Landbouwhogeschool Wageningen*, 73(12), 96-97.
- Weiss, E. A. (1983). *Oilseed crops*. London: Longman.