

EFFECTO DE LÁMINAS DE RIEGO SOBRE EL CULTIVO DE LA SOYA (*Glycine max* L.)*

Effect of irrigation depths on soybean crop (*Glycine max* L.)

Ángel Maduro¹, José Ortiz¹, Héctor Miranda¹, Carlos Tobía² y Douglas Peroza¹

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes láminas de riego sobre la duración del ciclo del cultivo, el rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de la soya, bajo riego por aspersión estacionario. El ensayo se realizó en la Estación Experimental "Manuel Salvador Yépez" El Torrellero, ubicada en Sarare, estado Lara. Los resultados mostraron que al aumentar la lámina de riego hubo un incremento en el rendimiento del grano. Los máximos rendimientos (más de 3600 kg ha⁻¹) se obtuvieron en aquellos tratamientos que recibieron un volumen de agua igual o superior al 88% de la evapotranspiración del cultivo (ETc). La eficiencia del uso del agua (kg m⁻³ de agua aplicada) fue mayor en aquellos tratamientos donde la demanda hídrica total fue satisfecha entre 50 y 100% de la ETc. La duración del ciclo del cultivo presentó diferencias según la cantidad de agua aplicada, el ciclo se adelantó cuatro semanas cuando el cultivo recibió 17% y tres semanas cuando recibió entre 27 y 63% de la ETc, en comparación con los tratamientos que recibieron una cantidad de agua igual o mayor al 88% de la ETc, cuya duración fue 124 días.

Palabras clave: evapotranspiración, riego por aspersión, rendimiento, eficiencia de uso del agua.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different irrigation depths on crop cycle length, grain yield and its components in soybean cultivation under stationary sprinkler. The trial was conducted at the Experimental Station "Manuel Salvador Yépez" El Torrellero, located in Sarare, Lara state. The results showed that by increasing the depth of water there was an increase in grain yield. The highest yields (over 3600 kg ha⁻¹) were obtained in those treatments receiving a water volume equal to or greater than 88% of crop evapotranspiration (ETc). The water use efficiency (kg m⁻³ of water applied) was greater in those treatments where the total water demand was met between 50 and 100% ETc. The duration of the crop cycle showed differences depending on the amount of water applied, the cycle was four weeks ahead when the crop received 17% and three weeks when it received between 27% and 63% of ETc, compared to treatments receiving an amount of water equal to or greater than 88% of ETc, which lasted was 124 days.

Key words: evapotranspiration, sprinkler irrigation, yield, water use efficiency.

(*) Recibido: 22-01-2012

Aceptado: 24-04-2012

¹ Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto. Lara, Venezuela. email: jortiz@ucla.edu.ve, hmiranda@ucla.edu.ve

² Decanato de Ciencias Veterinarias. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Barquisimeto. Lara Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La soya es una de las especies cultivadas de mayor valor nutritivo, ofrece una gran versatilidad en su uso: en consumo humano como proteína de soya, aceite vegetal y medicinal y en consumo animal, como forraje y fuente de proteína para los alimentos concentrados (Solórzano 1992; Villalobos y Camacho 2000). Como forraje, la soya representa un camino viable para reducir los costos de la producción intensiva de leche en el trópico (Rico *et al.* 2006). Como harina de soya ocupa un lugar privilegiado entre los numerosos recursos proteicos que actualmente se emplean en la alimentación animal, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, representa aproximadamente 70% del consumo mundial de harinas proteicas, la producción de carne, huevos y leche es su principal destino (Ipharraguerre 2006).

Cuando los recursos hídricos son limitados, el riego deficitario en algunas fases de crecimiento de los cultivos, puede ayudar a evitar el estrés hídrico en los momentos críticos (Sweeney *et al.* 2003). Estos autores, estudiaron el efecto del riego (2,5, 5 cm o sin riego) en diferentes etapas de crecimiento reproductivo (R4, R5, R6) sobre la producción y la calidad de maduración temprana (madurez Grupo I) de cultivares de soya, encontraron que los rendimientos fueron similares en las tres etapas estudiadas, con 20% más de rendimiento con respecto a cuando no se aplicó riego (1720 kg ha⁻¹). El riego en la fase R4 produjo mayor número de semillas por planta, en tanto que en R5 y R6, observaron aumento del peso de semilla. Por otra parte, el riego tuvo un efecto mínimo en el porcentaje de proteína de la semilla y efecto variable sobre el contenido de aceite.

Thelen *et al.* (2003) evaluaron cinco tratamientos de riego basados en la etapa de crecimiento de la soya y en el déficit hídrico del suelo durante tres años para diferentes variedades; encontraron que las variedades respondieron de manera similar a los tratamientos de riego. Los rendimientos (alrededor de 3025 kg ha⁻¹) fueron iguales cuando el riego se aplicó durante todo el ciclo o cuando se inició en la etapa de floración (R1-R2) o formación de vainas (R3-R4). En el

tratamiento donde se inició el riego en la fase de llenado de grano (R5-R6), el rendimiento obtenido estuvo alrededor de 2690 kg ha⁻¹, en parcelas no regadas (excepto para evitar que el déficit de humedad del suelo excediera el 75% del agua útil) el rendimiento fue de tan sólo 1950 kg ha⁻¹. Cabrera *et al.* (2002) reportan que la eficiencia del uso del agua fue mayor para las humedades comprendidas entre 60-80% de la capacidad de campo, y la menor eficiencia fue tanto para la mayor humedad (90%), como para la menor (50%).

Maksimovic *et al.* (2005) estudiaron durante tres años el efecto de tres variantes de riego (60, 70 y 80 % de la capacidad de campo) sobre el rendimiento y la evapotranspiración de la soya en las condiciones climáticas de la provincia de Vojvodina (Serbia). La práctica del riego causó diferencias altamente significativas en rendimientos en comparación con los obtenidos en el tratamiento testigo (sin riego). El rendimiento promedio aumentó debido al riego entre 1 a 1,3 t ha⁻¹ (29,2 a 38,1%), este fue mayor en los años secos (51,8 a 64,3%). Por otra parte, señalan que las tasas de evapotranspiración en las variantes de riego oscilaron entre 468 a 576 mm y 390 a 524 mm en el testigo. Amin *et al.* (2009) estudiaron las respuestas de variedades de soya a la época de riego. El experimento se llevó a cabo con tres variedades de soya: Shohag, Bangladesh 4 y Bari 5; y 5 niveles de riego: sin riego, riego en el alargamiento del tallo principal (RAT), riego durante la floración (RF), riego en el desarrollo de las vainas (RDV), y RAT+RF+RDV en las etapas del crecimiento del cultivo. El riego en las etapas RAT+RF+RDV produjo los valores más altos de índice de cosecha, longitud de ramas, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas. La aplicación de riego en las diferentes etapas, incrementó significativamente el rendimiento de semillas, el cual varió entre 23,94 y 96,92% en relación al testigo. El mayor rendimiento de semillas se encontró con la interacción de la variedad Bari 5 con RAT+RF+RDV, debido a que presentó mayor número de ramas por planta, número de semillas por vaina y longitud de la vaina.

El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de diferentes láminas de riego sobre la duración del ciclo del cultivo, el rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de la soya, bajo riego por aspersión estacionario.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en la Estación Experimental “Manuel Salvador Yopez” El Torrellero, perteneciente al Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). La misma está ubicada en Sarare, municipio Simón Planas, estado Lara, cuyas coordenadas UTM son 485210 N y 1077024 E, a una altitud de 245 msnm. La soya (*Glycine max* L. Merr, cv. CIGRAS 06) se sembró a chorro corrido, y luego de la emergencia se dejaron 11 plantas por metro lineal, distancia entre hileras de 60 cm, la duración del ensayo fue 124 días (desde el 13-12-07 hasta el 15-04-08).

El área del experimento fue de 25 x 40 m, se colocó en la parte central una tubería lateral con dos aspersores separados a 16 m, esta metodología se conoce como “Línea Fuente” y fue propuesta por Hanks *et al.* (1976), con esta disposición se consigue un patrón de distribución del agua que varía, principalmente, en sentido transversal a la tubería. En esa área se dispuso una red de pluviómetros (envases de 10 cm de diámetro por 15 cm de altura) a una distancia de 4 x 4 m, conformando el área de influencia de cada pluviómetro, subparcelas de 16 m². En base a la ubicación de los pluviómetros con respecto a la posición de los aspersores, se definieron los tratamientos, diferenciados entre ellos por la cantidad de agua que recogían, esa disposición originó 10 tratamientos con 4 repeticiones (Figura 1). Aunque los pluviómetros utilizados no tenían la medida estándar recomendada para medir el volumen de agua captada, Playan *et al.* (2005), en un estudio para evaluar la influencia del tamaño del pluviómetro sobre la cantidad de agua recolecta, encontraron que el diámetro de los mismos debe ser igual o mayor a 9 cm.

El riego se aplicó con una frecuencia semanal, para calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) se utilizó el método de

la tina clase “A” (Doorenbos y Kassam 1979). Se consideró un coeficiente de tina de (kp) de 0,80, éste es un valor recomendado en zonas donde no existe registro de datos climáticos para su cálculo (Palacios 2002). Para determinar las necesidades hídricas se consideraron los coeficientes del cultivo recomendados por la FAO (Allen *et al.* 1998). Durante las dos semanas posteriores a la siembra, se realizaron riegos de asiento para garantizar la germinación y arraigo del cultivo, en este periodo se aplicó una lámina de 77 mm a toda el área del ensayo. Durante la realización de estos riegos, la tubería lateral era colocada en varias posiciones para propiciar una germinación uniforme en toda la parcela experimental. La programación de los riegos se comenzó en la tercera semana, los cuales se detenían cuando el tratamiento 3 (T3) recibía el requerimiento hídrico calculado (el promedio de los 4 pluviómetros), para de esta forma tener dos tratamientos por encima del 100% de la ET_c y el resto por debajo de la dosis requerida (T4 a T10).

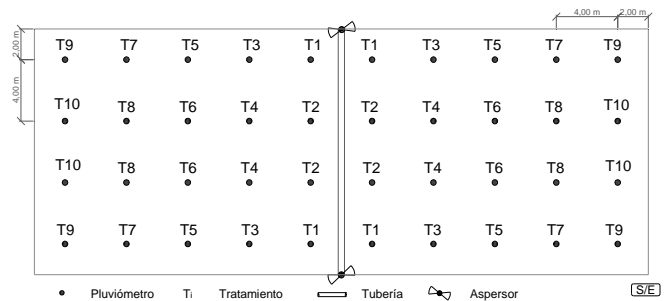


Figura 1. Ubicación de los pluviómetros y distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

Para cuantificar el rendimiento y sus componentes se cosechó un área de 2,4 m² en cada subparcela (2 hileras de 2 m de largo x 1.2 m de ancho, se tuvo como punto central el pluviómetro). Las variables cuantificadas en cada muestra, considerando el total de plantas cosechadas en cada subparcela, fueron: rendimiento de grano, número de vainas por planta, número total de vainas por tratamiento, porcentaje de vainas verdes, porcentaje de vainas con semilla, porcentaje de vainas abiertas, peso de 100 semillas.

Se realizó análisis de varianza para las variables antes citadas y prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$). Se utilizó análisis de

regresión polinómico para relacionar el rendimiento con la cantidad de agua aplicada, la eficiencia del uso del agua (EUA) con los tratamientos, el rendimiento con la ETc satisfecha y la EUA con la ETc satisfecha. Para ello se usó el programa informático Statgraphics v 5.1 (Statistical Graphics Corp., Englewood Cliffs, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Volumen de agua y rendimiento de grano

En la Tabla 1, se presentan los volúmenes de agua promedio aplicados por tratamiento (y el porcentaje que representa de la ETc), así como también los rendimientos obtenidos. Se observa que la cantidad de agua aplicada decreció conforme las subparcelas se alejaban de los aspersores, y por este efecto se manifiesta una disminución en el rendimiento cuando los tratamientos se distancian de la línea portaspersores.

El análisis de varianza detectó diferencias significativas en la producción de grano entre tratamientos (Tabla 1), hubo 5 grupos homogéneos, T1 fue superior estadísticamente; mientras que no hubo diferencias entre T1 y T2, T2 y T3, así como entre T3 y T4. También hubo diferencias significativas entre los tratamientos 5 y 6 con respecto a los tratamientos 7 al 10 (Tabla 1). Es importante destacar que a pesar de que T2 recibió 40% menos agua con respecto a T1, esto no se tradujo en diferencia en el rendimiento, lo cual es interesante desde el punto de vista del ahorro de agua, ya que permitiría ampliar la superficie

sembrada. Es de destacar que en zonas donde el recurso agua es limitante, podría aplicarse, según estos resultados, como mínimo 88% de las necesidades hídricas del cultivo, ya que dosis del 63% de la ETc o menores, producen una reducción muy drástica en el rendimiento del grano. En algunos trabajos se ha aplicado el 100% de la ETc durante el ciclo del cultivo, se reporta rendimiento de 2500 kg ha⁻¹ (Juárez 2005), 2104 kg ha⁻¹ (Amin et al. 2009) y entre 3550 y 3930 kg ha⁻¹ (Gaynor 2004); mientras que Babovic et al. (2008) obtuvo 4721 kg ha⁻¹, cuando aplicó riego para llevar el suelo al 80 % de la capacidad de campo. Los resultados de los dos primeros y el último de estos trabajos son inferiores y superiores, respectivamente, de lo encontrado en esta investigación, en tanto que el tercero es muy próximo a lo que se obtuvo en este estudio.

Funciones de producción y eficiencia de uso del agua

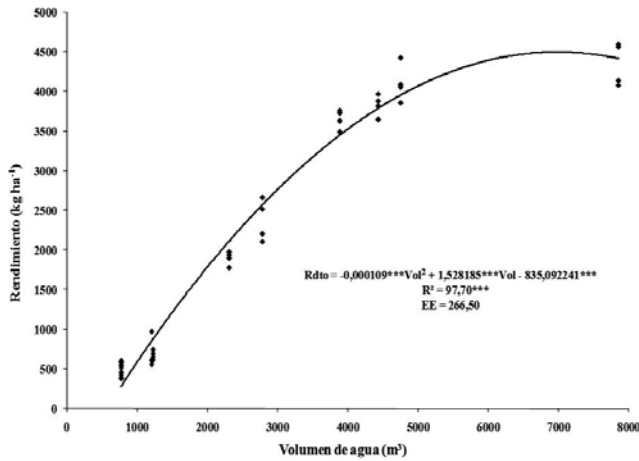
En la Figura 2, se presenta la función de producción que relaciona el rendimiento del grano con la cantidad de agua recibida por el cultivo. Puede observarse que la función es bien descrita por un polinomio de segundo grado, ya que tanto los coeficientes del modelo como el coeficiente de determinación (R^2), resultaron altamente significativos ($P < 0,001$). Se aprecia que cuando se aplica una cantidad de agua que se aproxima casi al doble de la demanda hídrica del cultivo, el rendimiento no muestra un incremento proporcional al volumen de agua aplicada. El buen ajuste de esta función tiene gran importancia, porque permitiría predecir con bastante precisión que rendimiento se obtendría

Tabla 1. Volúmenes de agua aplicados y rendimiento obtenido en el cultivo de soya.

Tratamiento	VAA ¹ (m ³ ha ⁻¹)	% del VAA respecto a la ETc (4433 m ³ ha ⁻¹)	Rdto (kg ha ⁻¹)
1	7852,70	177	4343,49 a
2	4751,41	107	4107,94 ab
3	4433,10	100	3829,58 bc
4	3884,97	88	3651,08 c
5	2786,49	63	2374,15 d
6	2310,30	52	2136,77 d
7	1222,64	28	672,83 e
8	1202,26	27	684,42 e
9	773,18	17	489,93 e
10	770,95	17	513,27 e

¹Corresponde al volumen recogido en el pluviómetro. Letras diferentes en la columna rendimiento indican diferencias significativas ($P < 0,05$). VAA = Volumen de agua aplicado. Rdto = Rendimiento.

según la cantidad de agua disponible en una zona para suministrar al cultivo, o por el contrario qué cantidad de agua se necesitaría para alcanzar una determinada producción.

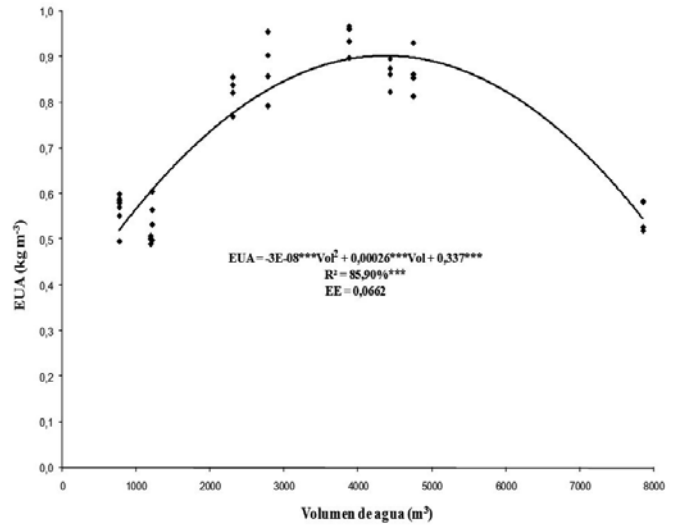


R^2 = coeficiente de determinación; EE = error estándar de la estimación; *** = $P < 0,001$.

Figura 2. Función de producción que relaciona el rendimiento del grano y el agua recibida por el cultivo.

En la Figura 3 se observa la función de EUA con respecto a los tratamientos, se realizó un análisis de regresión polinomial entre las variables mencionadas. El análisis muestra un modelo con coeficientes altamente significativos ($P < 0,001$), el coeficiente de determinación (R^2) fue 45,6 %. Se observa que la mayor producción de grano por cada m^3 de agua aplicada, se encuentra en los tratamientos comprendidos entre T2 y T6, y los menores valores entre T7 y T10, así como también T1, a pesar de que este último recibió más agua. Esto indica que la mayor cantidad de agua aplicada no se traduce en mayor rendimiento por unidad de agua suministrada, lo cual es importante desde el punto de vista del manejo del riego para ahorrar agua. Con base en estos resultados, se podrían obtener rendimientos adecuados en aquellas zonas donde el recurso agua es limitante, mediante la aplicación de láminas de riego adecuadas a las necesidades del cultivo, para que no exista consumo de lujo (caso tratamiento 1) y para evitar severa afectación fotosintética en el cultivo por efecto del estrés hídrico (caso tratamientos 7 al 10). En base a lo antes expuesto, si se dispone de suficiente agua se buscará la mayor producción por m^3 de agua, y si el recurso es escaso el rendimiento por m^3 estará condicionada por esa situación. Estos resultados

concuerdan con los obtenidos por Cabrera *et al.* (2002), quienes encontraron menor EUA tanto para el tratamiento donde la humedad del suelo fue alta (90% de la capacidad de campo (CC)), como para el menor nivel de humedad aportado (50% CC), la mayor EUA fue para contenidos de agua en el suelo entre 60-80% CC.

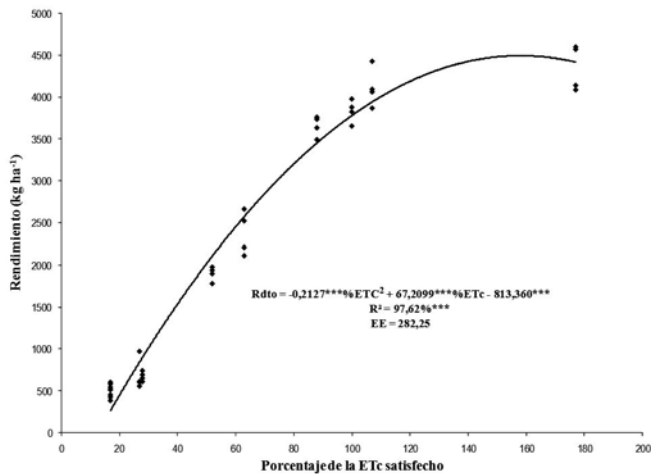


R^2 = coeficiente de determinación; EE = error estándar de la estimación; *** = $P < 0,001$.

Figura 3. Relación entre la eficiencia de uso del agua y el agua recibida por el cultivo.

Rendimiento de grano y porcentaje de ETc satisfecho

Para la realización de esta función, se hizo un análisis de regresión polinomial de segundo grado entre porcentaje de ETc satisfecho y rendimiento. El análisis arrojó un modelo con coeficientes altamente significativos ($P < 0,001$), el coeficiente de determinación fue 96,9 % (Figura 4). Se observa que aquellos tratamientos donde la cantidad de agua aplicada satisface la demanda hídrica total en valores cercanos al 100%, se produjeron los mayores rendimientos, al igual que ocurrió en aquellos tratamientos donde fue suministrada una mayor cantidad de agua. Hay que destacar que cuando se aplica una cantidad de agua que casi duplica el requerimiento hídrico del cultivo, no se manifiesta aumento en rendimiento en la misma proporción. Estos resultados permiten afirmar que para obtener un rendimiento aceptable, la ETc debe ser satisfecha en un rango entre 88 y 107%.



R^2 = coeficiente de determinación; EE = error estándar de la estimación;
*** = $P < 0,001$.

Figura 4. Relación entre el rendimiento de grano y el porcentaje de ETc satisfecho.

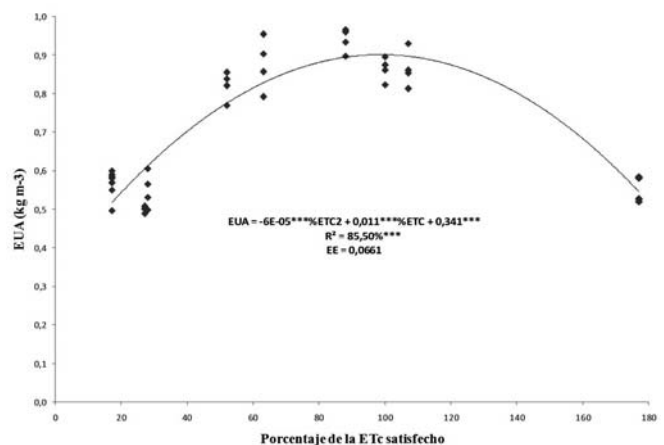
Eficiencia de uso del agua y porcentaje de ETc satisfecho

En la Figura 5, se presenta la función que relaciona la EUA con el porcentaje de ETc satisfecho, bien descrita por una función polinómica de segundo grado, se obtuvo un modelo con coeficientes altamente significativos ($P < 0,001$), el coeficiente de determinación fue 85,50 %. Es importante señalar que aquellos tratamientos donde la demanda hídrica total fue satisfecha con valores comprendidos entre 52 y 107%, se observaron mayores valores de producción por unidad de agua aplicada, mientras que los tratamientos que están tanto por encima como por debajo de este rango, presentaron menores valores. Los resultados evidencian que para obtener buenos rendimientos sólo se necesita aplicar la cantidad de agua tal que las demandas hídricas del cultivo sean satisfechas, y que una mayor cantidad de agua aplicada no se traduce en incremento de la producción.

Componentes del rendimiento e índice de cosecha

En la Tabla 2 se presentan las variables medidas que conforman los componentes del rendimiento y el índice de cosecha para los diferentes tratamientos. Se observa que el número de vainas por planta (NVP) en T1 fue estadísticamente superior, por otra parte no hubo diferencias significativas entre T2 al T4, en los

cuales el NVP fue mayor que aquellos que recibieron un volumen de agua menor al 63% (T5 a T10) de la ETc. En cuanto al porcentaje de vainas con semillas y vainas abiertas, el análisis detectó diferencias significativas, resultaron dos grupos homogéneos en ambos componentes, se obtuvieron cifras mayores para T1 al T6 para el porcentaje de vainas con semillas y en T7 al T10 para el número de vainas abiertas, lo cual favorece el rendimiento. En relación al porcentaje de vainas verde, hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos que recibieron 100% o más de la ETc con respecto a los que recibieron menos de las necesidades hídricas. El peso de 100 semillas, fue más bajo en las plantas que recibieron una cantidad de agua menor al 28% de la ETc (T7 al T10). Respecto al índice de cosecha, el análisis arrojó 4 grupos homogéneos, fueron estadísticamente superiores los valores de los tratamientos que recibieron una dosis de agua en el rango 52 al 88% de la ETc (T4 al T6). Amin *et al.* (2009) reportaron número de vainas por planta, peso de 100 semillas e índice de cosecha de 31,13; 7,59 g y 0,49, respectivamente, cuando el cultivo recibió el 100% de la ETc, cifras que están muy próximas a las encontradas en este ensayo, a excepción del peso de 100 semillas, cuyo valor está muy por encima de lo reportado por esos investigadores. Gaynor (2004) encontró valores de peso de 100 semillas comprendidos entre 16,5 y 25,1 g, nuestras cifras están en ese rango cuando se aplicó una dosis de agua igual o mayor al 52% de la ETc.



R^2 = coeficiente de determinación; EE = error estándar de la estimación;
*** = $P < 0,001$.

Figura 5. Relación entre la eficiencia de uso del agua y el porcentaje de ETc satisfecho.

Tabla 2. Componentes del rendimiento e índice de cosecha en cultivo de soya regado con diferentes láminas de agua (entre paréntesis el porcentaje que representa de la ETc (443 mm)).

Tratamiento (mm)	Nº vainas por planta	Vainas con semilla (%)	Vainas abiertas (%)	Vainas verdes (%)	Peso 100 semillas (g)	Índice de cosecha
785 (177%)	35,98 a	96,23 a	2,68 b	1,09 a	21,12 a	0,51 b
475 (107%)	27,12 b	96,04 a	1,73 b	2,24 a	21,40 a	0,50 b
443 (100%)	29,70 b	96,44 a	1,66 b	1,91 a	20,40 ab	0,53 b
389 (88%)	26,55 b	98,02 a	1,67 b	0,31 b	20,27 b	0,58 a
279 (63%)	17,04 c	97,51 a	2,50 b	0 b	19,13 c	0,60 a
231 (52%)	16,11 cd	97,48 a	2,52 b	0 b	18,41 c	0,57 a
122 (28%)	8,25 de	82,63 b	17,37 a	0 b	13,85 de	0,44 c
120 (27%)	8,75 cde	79,84 b	20,17 a	0 b	13,92 d	0,42 c
77 (17%)	6,71 e	79,37 b	20,63 a	0 b	12,78 ef	0,38 d
77 (17%)	6,81 e	82,11 b	17,90 a	0 b	12,55 f	0,38 d

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Duración del ciclo del cultivo en función del agua aplicada

En la Tabla 3 se presenta la duración del ciclo del cultivo en base a la cantidad de agua recibida. Se observa que donde la oferta de agua fue menor (T9 y T10), el ciclo de cultivo fue más corto (96 días), con una diferencia de cuatro semanas con respecto a los tratamientos que recibieron mayor lámina de riego (T1 a T4), la duración para el resto de tratamientos fue de tres semanas menos con respecto a estos últimos. La cosecha de la soya se realizó cuando todas las plantas estaban fisiológicamente maduras, por lo que aquellas que habían madurado previamente (T5 a T10) presentaron dehiscencia a los 112 días.

Tabla 3. Duración total del ciclo del cultivo de soya y dehiscencia en base a la cantidad de agua recibida por el cultivo.

Tratamiento	Lámina de riego (mm)	Duración total (días)	Dehiscencia (días)
T1	785		
T2	475	124	-
T3	443		
T4	389		
T5	279		
T6	231	103	
T7	122		112
T8	120		
T9	77		
T10	77	96	

La duración total del ciclo de cultivo para aquellas plantas que recibieron una lámina de agua mayor a 88% de la ETc, fue 124 días. La cantidad de agua que se aplique al cultivo, según la disponibilidad en una determinada zona, es un

aspecto importante a considerar a la hora de definir el momento de la cosecha, para así evitar pérdida del rendimiento del grano por efecto de dehiscencia.

CONCLUSIONES

A medida que aumentó la lámina de riego aplicada al cultivo, se evidenció mayor rendimiento de grano, más de 3600 kg ha⁻¹, con dosis de riego superiores a 380 mm durante el ciclo.

La eficiencia del uso del agua (kg m⁻³ de agua aplicada) fue mayor en aquellos tratamientos donde la demanda hídrica total fue satisfecha con valores comprendidos entre 50 y 100%.

Los componentes del rendimiento que contribuyen positivamente a la producción de grano (número de vainas por plantas, vainas con semillas y peso de 100 semillas) fueron superiores en los tratamientos que recibieron 88% o más de la evapotranspiración del cultivo.

La duración del ciclo del cultivo de la soya fue influenciada por la cantidad de agua aplicada, fue 124 días cuando el cultivo recibió más del 88% de la evapotranspiración del cultivo, cuatro semanas menos cuando se aplicó 17% y tres semanas menos cuando fue satisfecha la evapotranspiración del cultivo entre 27 y 63%.

REFERENCIAS

Allen, R., Pereira, L., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.

- FAO irrigation and drainage, paper n° 56, FAO, Rome.
- Amin, A., Jahan, S. and Hazanuzzaman, M. 2009. Yield components and yield of three soybean (*Glycine max* L.) varieties under different irrigation management. American – Eurasian journal of scientific research. 4 (1): 40-46.
- Babovic, J., Millic, S., Maksimovic, L. and Radojevic, v. 2008. Irrigation management in field crops production. Option Méditerranéennes, Serie A, 80: 199-203.
- Doorenbos, J. and Kassam, A. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Manual FAO n° 33. Roma.
- Cabrera, M., Suárez, C. y Álvarez I. 2002. Eficiencia del uso del agua y su relación con los rendimientos en la variedad de soya G7R-315. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 332: 83-88.
- Gaynor, L. 2004. Soybeans in the Buff: Variety evaluation and selection for southern New South Wales. Disponible en: <http://www.australianoilseeds.com>. Fecha de acceso: febrero 2012.
- Hanks, R., Keller, J., Rasmussen, V. and Wilson, G. 1976. Line Source Sprinkler for Continuous Variable Irrigation-crop Production Studies. Soil Sci. Am. Soc. J. 40: 426-429.
- Ipharraguerre, I. 2006. Utilización de la soya en la alimentación animal: desafíos y oportunidades. Cargill animal nutrition, USA.
- Juárez, M. 2005. Influencia del manejo del riego en el crecimiento y producción de soya *Glycine max* (L) Merr. Cultivar “Cigras-06”. Trabajo de grado. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Barquisimeto. 62 p.
- Maksimovic L., Pejic, B., Milic, S. and Radojevic, V. 2005. Effect of Irrigation on Evapotranspiration and Yield of Soybean. ICID 21st European Regional Conference - 15-19 May. - Frankfurt (Oder) and Slubice. Germany and Poland. 1-4.
- Palacios, E. 2002. ¿Por qué, cuándo, cuándo y cómo regar?: para lograr mejores cosecha. Editorial Trillas. México. 214 p.
- Playan, E., Salvador, R., Faci, J. M., Zapata N., Martinez-Cob A. and Sánchez, I. 2005. Day and night wind drift and evaporation losses in sprinklers solid-set and moving lateral. Agricultural Water Management. 76: 139-159.
- Rico, E., Fobia, C. y Villalobos, E. 2006. Uso del forraje de soya (*Glycine max* L. Merr, cv. CIGRAS 06) en la nutrición de los rumiantes. X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en la Producción Animal. Maracaibo, 77-86.
- Solórzano, P. 1992. La soya: su producción en Venezuela. Publicaciones Técnicas Protinal Caracas, Venezuela. 189 p.
- Sweeney, D., Long, J. and Kirkhan, M. 2003. A single irrigation to improve early maturing soybean yield and quality. Soil Sci. Am. Soc. J. 67 (1): 235-240.
- Thelen, K., Bernards, M., Staton, M., Bulher, D. and DiFonso, C. 2003. Effects of irrigation scheduling on soybean growth and yield. Michigan State University, E. Lansing, Michigan, 48824. USA.
- Villalobos, E. y Camacho, F. 2000. Desarrollo de variedades tropicales de soya para el consumo humano. Agronomía mesoamericana 11(2): 1 – 6.