

## Efecto del riego por surcos sobre el rendimiento de achenios y sus componentes en cuatro cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) y coeficiente K del cultivo

Jesús Rafael Méndez-Natera<sup>1</sup>, José Cedeño-Gómez<sup>1</sup>, Jesús Cedeño<sup>1</sup>, José Gil-Marín<sup>2</sup> y Luis Khan-Prado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía. <sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Agrícola. Escuela de Ingeniería Agronómica  
Universidad de Oriente

Avenida Universidad, Campus Los Guaritos, 6201, Maturín, estado Monagas, Venezuela

<sup>1</sup>jmendezn@cantv.net y <sup>2</sup>jalexgil@cantv.net

### Resumen

Se evaluó el efecto de tres frecuencias de riego sobre el rendimiento y sus componentes en cuatro cultivares de girasol. El diseño estadístico utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo las parcelas principales las frecuencias de riego y las subparcelas los cultivares. La lámina de riego total aplicada fue de 440 mm de agua. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación para los caracteres: diámetro estéril del capítulo (3,78 cm), peso de 100 achenios (4,3 g), peso de 100 almendras (3,1 g), contenido de almendras (71,66%) y rendimiento de achenios/ha (2831,4 kg/ha). El cultivar GV-28074 tuvo un diámetro total del capítulo similar al cultivar H-18-A, pero superior a M-733 y S-515. En la frecuencia de riego de 6 días, el menor diámetro fértil del capítulo fue para S-515, mientras que en la de 9 días fue para S-515 y M-733, para la frecuencia de 12 días no hubo diferencias entre los cuatro cultivares. M-733 produjo capítulos con mayores diámetros fértiles en la frecuencia de 6 días, pero para GV-28074, H-18-A y S-515, los diámetros fértiles fueron similares dentro de cada cultivar en las tres frecuencias de riego. El análisis de regresión de K en función de la edad del cultivo fue del tipo cuadrático e indicó que el valor máximo de K se presentó a los 43, 47 y 48 días después de la siembra para los intervalos de riego de 6, 9 y 12 días, respectivamente.

**Palabras Claves:** Girasol, *Helianthus annuus*, frecuencias de riego, Coeficiente K del cultivo.

### Abstract

The effect of three irrigation intervals on seed yields and its components were evaluated in four sunflower cultivars. A split-plot design was used with three replications, the irrigation intervals were the main plots and sunflower cultivars were the sub-plot. The total water applied was 440 mm. There were not significant differences for any source of variation for the traits: head sterile diameter (3.78 cm), 100-achene weight (4.3 g), 100-kernel weight (3.1 g), kernel content (71.66 %) and achene yield/ha (2,831.4 kg/ha). Cultivar GV-28074 had a total head diameter similar to that of H-18-A, but bigger than that of M-733 y S-515. In 6-day irrigation interval, smaller head fertile diameter was for cultivar S-515, while in 9-day irrigation interval was for S-515 and M-733 and for 12-day irrigation interval there were not differences among the four cultivars. M-733 had bigger fertile head diameter at 6-day irrigation intervals, but for GV-28074, H-18-A y S-515, the fertile head diameters were similar within each cultivar at the three irrigation intervals. The regression analysis of K coefficient according to the crop development was quadratic and indicated that the maximum value occurred at 43, 47 y 48 days after sowing for irrigation intervals of 6, 9 and 12 days, respectively.

**Key words:** Sunflower, *Helianthus annuus*, irrigation intervals, K crop coefficient.

### 1. Introducción

En Oriente y particularmente en Monagas, Venezuela, la mayoría de los productores ha dependido de la bondad de las lluvias en la época de invierno para la obtención de sus productos. Sin embargo, para una buena planificación agrícola deben realizarse previamente aquellos estudios que permitan

conocer los requerimientos de riego, necesarios para satisfacer la demanda de los cultivos en época de lluvias o en época seca, cuando la producción agrícola depende completamente del agua de riego [22]. Según Guzmán-Pérez [14] el girasol para alcanzar un normal desarrollo de la planta y una producción rentable (1.800 - 2.800 kg/ha) de semilla requiere un mínimo de 300 a 550 mm., de lluvia bien distribuidos y la

experiencia en las sabanas del Oriente en Monagas y Anzoátegui indica que son necesarios unos 400 mm., que deben precipitarse hasta la floración y unos 150 - 200 mm., para la formación del grano y cuando las lluvias se prolongan demasiado durante la fecundación afectan notoriamente la consistencia y contenido de aceite del grano y durante la madurez es preferible un ambiente seco, condición que beneficia la cosecha y contrarresta el desarrollo de enfermedades fungosas.

Otros autores indican diferentes requerimientos de agua por parte del girasol. Robles-Sánchez [27] señala que los requerimientos de agua son de 400 a 500 mm repartidos en el ciclo vegetativo de la planta, sea por medio de riego o de precipitación pluvial. Según el FONAIAP [13], para desarrollarse, el girasol requiere de unos 400 a 550, de lluvia durante su ciclo vegetativo que posee un rango de duración de 100 a 120 días. Para Mazzani [18], 250 mm son el mínimo para un buen desarrollo de la planta.

El acelerado incremento de la superficie sembrada con fines comerciales, en algunos casos durante épocas del año desfavorables desde el punto de vista fitosanitario, ha traído como consecuencia la aparición de enfermedades fungosas, entre ellas destaca una infección severa generalizada que se presenta en siembras comerciales establecidas en época de lluvias causada por el hongo *Alternaria helianthi*. Debido a la incidencia de esta y otras enfermedades, se hace necesaria la puesta en práctica de ciertas labores culturales para mejorar y aumentar la producción y productividad del cultivo, dentro de estas labores se presenta el riego como una opción firme para lograr estos objetivos.

Es importante saber que todos los sistemas de riego son válidos para el girasol, aunque los riegos aéreos (aspersores, pivotes centrales, etc.) pueden aumentar la humedad del ambiente, favoreciendo la aparición y posterior desarrollo de enfermedades y propiciar el acame de las plantas, por este motivo es más conveniente el uso de sistemas de riego por surcos [3]. Saumell [28] indicó que de los métodos de riego que se conocen (manto, surco, aspersión y goteo) el más utilizado en girasol es por surco y el girasol si bien tiene una resistencia notable a la sequía, debido a su profuso sistema radical y su alto poder de succión, con riegos suplementarios oportunos y suficientes produce una planta de mayor porte y mayor superficie foliar, factores que luego se traducen en un buen rendimiento.

El agua es esencial para la producción de los cultivos y el mejor uso del agua disponible debe ser hecho para una producción eficiente del cultivo y mayores rendimientos [23].

En Venezuela, no se tiene mucha información acerca del efecto de diferentes frecuencias de riego sobre la producción de semillas (aquenios) en el girasol. Guzmán-Pérez [14] indicó que en suelos de sabana con abundante aireación es recomendable una

frecuencia de riego de una vez por semana, bien sea utilizando sistema de pivote o convencional, incorporando unos 450 a 600 m<sup>3</sup>/ha y unos 250 a 400 m<sup>3</sup>/ha en suelos más arcillosos. Otras experiencias en el exterior han demostrado su efecto positivo en el rendimiento. Kandil [16] en experimentos de campo con los cultivares de girasol Giza 1 y H-167, regados a intervalos de 7, 14 ó 21 días, encontró inicialmente que un incremento en los intervalos de riego disminuyó el peso de 500 semillas, sin embargo, durante los 21-28 días después de la floración las diferencias no fueron significativas, mientras que Jana *et. al* [15] trabajaron aplicando riego en diferentes estados de desarrollo en girasol concluyendo que el riego aumentó el diámetro del capítulo, el número de aquenios por planta, peso de 1000 aquenios, rendimiento de aceite y contenido de aceite en el aquenio.

Por otra parte es importante estimar el coeficiente K de un cultivo con fines de optimizar el riego para ese cultivo en particular. Las estimaciones del coeficiente K del cultivo realizadas en otras localidades sólo sirven de base para implementar experimentos para la determinación del mismo en una zona en particular o específica.

Caraballo [10] recomienda a los centros de investigaciones de la zona Oriental de Venezuela la determinación del coeficiente "K" para los cultivos más utilizados, a fin de lograr una información más fidedigna sobre necesidades hídricas. Brouwer y Heibloem [8] indicaron que el coeficiente K para el girasol fue de 0,35; 0,75; 1,15 y 0,55 para las etapas inicial, desarrollo del cultivo, intermedia y última, respectivamente para un ciclo vegetativo de 20, 35, 45 y 25 días respectivamente (ciclo total = 125 días).

Aponte *et al* [6] concluyeron que la época seca con riego es la más recomendable para la siembra de girasol, siendo necesario precisar la frecuencia, método y lámina de agua requerida para optimizar el riego en el cultivo. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro cultivares de girasol bajo tres frecuencias de riego (6, 9 y 12 días) en el Valle del Río Guarapiche, en el estado Monagas, Venezuela y un segundo objetivo fue estimar el coeficiente K del cultivo para las tres frecuencias de riego.

## 2. Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el Sistema de Riego del Río Guarapiche, Sector Las Piñas ubicado a 2 Km. de la ciudad de Maturín, estado Monagas localizado a 9° 45' 36" Latitud Norte y 63° 11' 23" Longitud Oeste y a 40 m.s.n.m. Se utilizaron los híbridos de girasol M-733, GV-28074, H-18-A y S-515. Cada parcela principal estuvo constituida por tres surcos de 23 m de longitud, separados 0,70 m entre sí. Entre cada parcela principal se dejó un surco muerto

(sin riego) para evitar el movimiento horizontal del agua de una parcela a otra. Cada subparcela estuvo formada por tres hileras de 5 m, considerándose para efecto de evaluación sólo la hilera central, dejando las otras dos como bordura. El área experimental total fue de 579,6 m<sup>2</sup>, el área efectiva fue de 378 m<sup>2</sup> y el área efectiva cosechada fue de 126 m<sup>2</sup>.

La distancia entre plantas fue de 0,20 m y entre hileras de 0,70 m, con tres hileras de 5 m por tratamiento. El diseño estadístico utilizado fue el de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo las parcelas principales las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días y las subparcelas los cultivares de girasol. La preparación del terreno consistió en un pase de arado, tres pases de rastra y un pase de surcado. La fertilización se realizó en bandas enterradas a razón de 600 kg de 12-24-12 CP/ha, cinco días después de la siembra y el reabono se realizó en bandas enterradas a razón de 200 kg de urea/ha a los 20 días después de la siembra. El control de malezas se realizó en forma pre-emergente a las malezas y al cultivo con Dual a razón de 2 l/ha. Además se practicaron dos limpiezas manuales una a los 45 días y la otra a los 75 días después de la siembra.

El coeficiente K del cultivo se determinó mediante la ecuación  $K = \text{ETA}/\text{ETP}$ , la ETA se calculó mediante la fórmula  $\text{ETA} = \text{dc}/\text{Hf}$ . La dc se calculó mediante la fórmula  $\text{dc} = (\text{Hf}_2 - \text{Hf}_1)/100 * \text{Da} * \text{Pr}$ . La humedad del suelo se determinó por el método gravimétrico. El Hf se calculó mediante la fórmula  $\text{Hf} = [(\text{PSH} - \text{PSS})/\text{PSS}] * 100$ . Los estratos estuvieron comprendidos entre 0-20 cm; 20-40 cm y 40-60 cm de profundidad. La ETP se calculó promediando los métodos de García y López, Thorhwaite y Blaney-Criddle.

Se realizaron cinco riegos de asiento (hasta los 19 días después de la siembra), de manera de establecer la población de los diferentes cultivares, luego se aplicaron las frecuencias de riego (20 días después de la siembra). La lámina de riego promedio aplicada fue de 366 mm, contando a partir del establecimiento del ensayo y en los cinco riegos de establecimiento se aplicaron 80 mm de agua aproximadamente, para un total de 440 mm de agua. En cada riego se aplicó una lámina promedio de 6 mm/día, tomando en consideración las condiciones de la zona. Como fueron tres frecuencias de riego, por lo tanto, las láminas aplicadas ( $\text{Dn} = \text{FR} * \text{ETP}$ , donde  $\text{Dn}$  = Lámina neta aplicada,  $\text{Fr}$  = Frecuencia de riego y  $\text{ETP}$  = Evapotranspiración potencial) fueron en cada caso: Para la frecuencia de 6 días:  $\text{Dn} = 6 * 6 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$ ; para la frecuencia de 9 días:  $\text{Dn} = 9 * 6 \text{ mm} = 54 \text{ mm}$  y para la frecuencia de 12 días:  $\text{Dn} = 12 * 6 \text{ mm} = 72 \text{ mm}$ . El riego por surcos se realizó mediante sifones de 2" y las cargas hidráulicas de trabajo de las mismas fueron calibradas a nivel de campo con un Ballofet, como se conoce el caudal Q y como  $Q = V/T$ , donde V = Volumen de agua aplicada y T = Tiempo de riego;

el V se puede calcular mediante la ecuación:  $V = A * \text{Dn}$ , de allí que  $T = V/Q$ , obteniéndose así el tiempo de aplicación para cada frecuencia.

Se realizó el análisis de varianza convencional y las diferencias entre tratamientos se detectaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. El nivel de significación fue 5 %. Se determinaron los siguientes caracteres: diámetros estéril, fértil y total del capítulo floral, peso de 100 aquenios y de 100 almendras, contenido de almendras y rendimiento de aquenios/ha.

### 3. Resultados

No se encontraron diferencias significativas para las fuentes de variación cultivares, frecuencias de riego ni para la interacción de estos dos factores para los siguientes caracteres: diámetro estéril del capítulo floral (3,78 cm), peso de 100 aquenios (4,3 g), peso de 100 almendras (3,1 g), contenido de almendras (71,66 %) y rendimiento de aquenios/ha (2831,4 kg/ha). Se encontraron diferencias significativas entre cultivares para el diámetro total del capítulo floral (Tabla 1). La prueba de Duncan indicó que GV-28074 tuvo un diámetro total similar a aquel del cultivar H-18-A, pero superior a M-733 y S-515. Se encontraron diferencias significativas para la interacción cultivares \* frecuencias de riego para el diámetro fértil del capítulo floral (Tabla 2). En la frecuencia de riego de 6 días, el menor diámetro fértil del capítulo floral fue para S-515, mientras que en la frecuencia de 9 días fue para S-515 y M-733, para la frecuencia de 12 días no se encontraron diferencias entre los cuatro cultivares para este carácter. La comparación dentro de los cultivares indicó que M-733 produjo capítulos con mayores diámetros fértiles en la frecuencia de 6 días, pero para los cultivares GV-28074, H-18-A y S-515, los diámetros fértiles fueron similares dentro de cada cultivar en las tres frecuencias de riego.

En la Tabla 3 se muestran los valores de ETA, Coeficiente K del cultivo y edad del cultivo para las diferentes frecuencias de riego. Para la frecuencia de 6 días K varió de 0,39 a los 25 días después de la siembra (dds) a 1,69 a los 31 dds, mientras que para la frecuencia de 9 días varió entre 0,40 a los 70 dds a 1,59 a los 43 dds y para la frecuencia de 12 días varió entre 0,47 a los 25 dds a 1,31 a los 37 dds. La figura 1 muestra el análisis de regresión del coeficiente K en función de la edad del cultivo para las tres frecuencias de riego, el modelo fue de tipo cuadrático y el valor máximo de K se presentó a los 43, 47 y 48 días después de la siembra para las frecuencias de 6, 9 y 12 días, respectivamente. Estos valores máximos fueron mayores en las frecuencias de 6 y 9 días que en la de 12 días.

#### 4. Discusión

Ni el riego, ni los cultivares ni su interacción afectaron el diámetro estéril del capítulo, ni el peso de la semilla ni de la almendra, tampoco fue afectado el contenido de almendras y lo que es más importante, el rendimiento de semillas no se vio afectado por ninguna de las fuentes de variación anteriores indicando que podría utilizarse cualquier cultivar, ya que no hubo diferencias en el peso de la semilla, con la mayor frecuencia de riego (12 días).

Méndez-Natera [19] reportó un diámetro estéril del capítulo de 2,43 a 4,85 cm trabajando con 16 cultivares de girasol en condiciones de secano en las sabanas de San Jaime, mientras que Pino [24] trabajando con 25 cultivares de girasol en las sabanas de Jusepín encontró valores entre 2,13 y 4,31 cm, el promedio general obtenido en nuestro ensayo (3,78 cm) está dentro de ambos rangos. Este carácter es importante porque está relacionado negativamente con el rendimiento, pues mientras mayor es el diámetro estéril, hay menor cantidad de aquenios y en consecuencia menor rendimiento.

Por otra parte, la falta de diferencias significativas para todas las fuentes de variación en los componentes del rendimiento peso de la semilla y de la cáscara y el contenido de almendras indica que en el mayor intervalo de riego (12 días) no se creó un periodo crítico de sequía y que el agua suministrada fue suficiente para el llenado del aquenio y de la almendra. Méndez-Natera y Cedeño [21] indicaron diferencias significativas entre 16 cultivares de girasol para dos de estos caracteres. El contenido de almendras varió de 63,83 a 45,45 % y el peso de 100 aquenios varió de 8,60 a 3,01 g. Sólo el peso de 100 semillas estuvo dentro de este rango (4,3 g) y el contenido de almendras tuvo un valor superior (71,66 %). Robinson [26] establece que en los Estados Unidos, los cultivares aceiteros varían de 70 a 82 % de almendras y los cultivares confiteros de 52 a 65 % de almendra, los cuatro cultivares evaluados en nuestro ensayo son del tipo aceitero de allí que estén dentro del rango dado por Robinson.

No se encontraron diferencias significativas ni para los cultivares, ni las frecuencias de riego ni su interacción, el promedio general del rendimiento de aquenios/ha fue 2831,4 kg/ha. Rendimientos superiores a los reportados por otras investigaciones realizadas bajo condiciones de secano. Méndez-Natera y Cedeño [21] reportaron rendimientos de aquenios de 576,8 kg/ha en el híbrido M-702 a 1540,8 kg/ha en el híbrido EM-7001 en 16 cultivares sembrados en San Jaime, estado Monagas en época de norte, con un total acumulado de precipitación de sólo 240,3 mm. Cortez-García [11] evaluó seis cultivares de girasol en condiciones de sabana en Jusepín, estado Monagas en época de lluvias y encontró rendimientos de aquenios de 783,2 kg/ha para GV-28074 a 2782,9 kg/ha en el

cultivar Granada con un total acumulado de precipitación de 532,8 mm. En este ensayo el cultivar GV-28074 obtuvo un rendimiento de 2831,4 kg/ha, valor marcadamente superior al reportado por Cortez-García. Cortez-García [11] reporta valores de 4,3 g, 3,5 g y 79,34 % para el peso de 100 aquenios, peso de 100 almendras y contenido de almendras, respectivamente, mientras que en este ensayo este cultivar tuvo valores de 4,3 g, 3,1 g y 71,66 %, respectivamente, siendo estos dos últimos, ligeramente menores a los indicados anteriormente.

La superioridad de los rendimientos de aquenios en este ensayo con respecto a los indicados anteriormente puede ser debida a un suministro de agua apropiado, incluyendo la frecuencia de riego de 12 días. Adicionalmente, en este ensayo no se presentaron enfermedades foliares, especialmente la causada por *A. helianthi*, lo que pudo contribuir con el incremento de los rendimientos. Cortez-García [11] indicó promedios de infección, posiblemente causados por este hongo, de 5,00 % en Tesoro (el cultivar con el segundo mejor rendimientos de aquenios con 2400,6 kg/ha) a 20,67 % en GV-28074 (el cultivar con el más bajo rendimientos de aquenios con 783,2 kg/ha), el cual fue evaluado también en nuestro ensayo. Méndez-Natera [19] trabajando con 16 cultivares de girasol en San Jaime reportó la presencia de este hongo tanto en tallos, como en hojas. En ambos ensayos *A. helianthi* no se controló debido a que uno de los criterios de selección fue la resistencia y/o tolerancia de los cultivares a las enfermedades. Aponte *et al* [6] concluyeron que la época seca con riego es la más recomendable para la siembra de girasol, siendo necesario precisar la frecuencia, método y lámina de agua requerida para optimizar el riego en el cultivo. Porter [25] indicó que el girasol se favorece de riegos más grandes (2-4" por aplicación) sobre riegos frecuentes debido a que la percolación profunda del agua puede ser absorbida por el girasol con raíces profundas, esto también reduce la oportunidad para el desarrollo de enfermedades con menos riegos y menos humedad, particularmente con riego por aspersión.

En contraste con los resultados de este ensayo, en otros experimentos se ha encontrado una respuesta a los diferentes intervalos de riego en el cultivo de girasol. Bakhsh *et al.* [7] estudiaron el efecto del número de riegos (0, 2, 4, 6 y 8 riegos) sobre el rendimiento de aquenios y otras características del girasol y encontraron que estos fueron afectados por los niveles de riego y seis riegos fueron los óptimos para obtener un buen rendimiento del girasol. Karami [17] en ensayos realizados con el cultivar de girasol Record sembrado a 15, 20, 25 o 30 cm entre plantas y regado cada 6, 12, 18 o 24 días, encontró que el riego cada 6 días dio los rendimientos más altos de semillas con 3,13 y 3,34 t/ha en 1973 y 1974, respectivamente, el incremento de los intervalos de riego redujeron los rendimientos de semillas. La altura de la planta, el

diámetro del capítulo y el peso de 1000 semillas disminuyeron con incrementos en los intervalos de riego. Abdel-Gawad *et. al* [1, 2] en un ensayo de campo con los cultivares de girasol Giza 1, Zaher-el-haia, Miak y Peredovik aplicaron riego cada 10, 14 o 18 días comenzando a los 18 días después de la siembra y encontraron que en Giza 1, Miak y Peredovik el intervalo de riego de 14 días dio los rendimientos más altos de semillas de 4,86, 231 y 2,16 t/feddan, respectivamente y los rendimientos más altos de aceite de 1,16; 0,87 y 0,82 t, respectivamente. El intervalo de riego de 14 días también dio el rendimiento más alto de aceite en Zaher-el-haia de 1,05 t y el contenido de aceite en la semilla más alto y el mayor peso de semillas por capítulo en todos los cultivares (1 feddan = 0,42 ha). Al-Ghamdi *et. al* [4] en ensayos de campo en un suelo franco arcillo arenoso en 1986/87 y 1987/88 regaron el cultivar de girasol Kay Sham a intervalos de 5, 10 o 15 días correspondiente a 40, 60 y 80 % de agotamiento de la humedad del suelo disponible, respectivamente. Estos autores encontraron que en 1987, la máxima altura de planta y el máximo rendimiento de semillas fueron más bajos en el intervalo de riego de 15 días que en el de 5 o 10 días y el peso de 100 semillas disminuyó con intervalos más largos entre riegos, el rendimiento de semillas en 1987 fue 3,11 y 2,37 t/ha en los intervalos de 5 y 10 días, respectivamente. En 1988, la altura máxima de la planta, rendimiento de materia seca y peso de 100 semillas disminuyeron con los intervalos más largos entre riegos y el rendimiento de semillas fue menor en el intervalo de riego de 15 días (2,32 t) que a 5 o 10 días (promedio de 3,34 t).

El coeficiente K del cultivo varió entre las frecuencias de riego, en general, este fue mayor en las frecuencias de 6 y 9 días que en la de 12 días entre los 30 y 60 días después de la siembra. Esto concuerda con lo expresado por Allen *et. al* [5] quienes indicaron que las diferencias en la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo entre los cultivos de campo y la superficie de referencia están integradas dentro del coeficiente K. El coeficiente K del cultivo para cultivos con cobertura completa reflejan principalmente las diferencias en la transpiración debido a que la contribución de la evaporación del suelo es relativamente pequeña, después de una lluvia o riego. El efecto de la evaporación es predominante cuando el cultivo es pequeño y escasamente sombrea al suelo, para tales condiciones de poca cobertura, el coeficiente K del cultivo es determinado mayormente por la frecuencia con la cual la superficie del suelo está húmeda, donde el suelo está húmedo durante la mayoría del tiempo de riego o lluvias, la evaporación desde la superficie del suelo será considerable y el coeficiente K puede exceder a 1. Por otra parte, donde la superficie del suelo está seca, la evaporación está restringida y el coeficiente K será pequeño y puede aún caer tan bajo como 0,1.

Los valores del coeficiente K del cultivo de acuerdo a las ecuaciones de regresión estimadas fueron para la frecuencia de 6 días: 0,93; 1,14; 1,27; 1,31; 1,26; 1,13; 0,91; 0,60 y 0,20 a los 25, 31, 37, 43, 49, 55, 61, 67 y 73 días después de la siembra, respectivamente. Para la frecuencia de nueve días fueron: 0,46; 1,03; 1,31; 1,30; 1,01 y 0,44 a los 25, 34, 43, 52, 61 y 70 días después de la siembra, respectivamente. Para la frecuencia de 12 días fueron: 0,58, 0,98; 1,09 y 0,92 a los 25, 37, 49 y 61 días después de la siembra, respectivamente. Allen *et. al* [5] indicaron que para el girasol los coeficientes K fueron: 0,35; 1,15 y 0,35 en las etapas inicial, intermedia y final, respectivamente con una altura máxima del cultivo de 2 m, según estos autores la longitud de estas etapas de crecimiento fueron: 25, 80 y 25 días después de la siembra, respectivamente para un total de 130 días sembrados en abril/mayo en el Mediterráneo o California. Erdem *et al* [12] encontraron que el coeficiente K fue 0,98, 0,77 y 0,69 (promedio 0,78) durante los tres años de su experimento. En nuestro ensayo, las frecuencias de riego afectaron el número de días a cosecha dependiendo del cultivar, no así los caracteres de floración, en los cuales se encontraron diferencias sólo para los cultivares. El rango del ciclo de vida varió de 88,0 días en la frecuencia de riego de 6 días (GV-28074) a 117 días en la frecuencia de 12 días (H-18-A y S-515), ciclo de vida del cultivo ligeramente menor al reportado por Allen *et. al*, mientras que el inicio de floración tuvo un rango de 44,0 días en M-733 a 57,0 días en S-515 [20]. El coeficiente K obtenido en este ensayo en las tres frecuencias de riego fue superior al reportado anteriormente para el inicio del cultivo (0,35), mientras que el reportado para la etapa intermedia (1,15) es inferior al encontrado en nuestro ensayo para las frecuencias de 6 y 9 días, no así para la frecuencia de 12 días, el cual fue ligeramente menor. Estos resultados indican la importancia de determinar el coeficiente K del cultivo para las condiciones específicas de cada área en particular tomando en cuenta tipo de suelo, variables climáticas, frecuencias de riego y cultivares empleados.

En este experimento se observó que el coeficiente K del cultivo se incrementó grandemente desde los 25 días después de la siembra hasta alcanzar su máximo dependiendo de los intervalos de riego utilizados. Este incremento se observó más pronunciado en los intervalos de 9 y 12 días después de la siembra. CIMIS [9] indicó que hay un incremento temporal en los valores del coeficiente K inmediatamente a un riego por aspersión o por surcos, especialmente cuando el porcentaje de sombreado del suelo es pequeño. Esto refleja una evaporación más alta desde la superficie húmeda del suelo entre las hileras, como un resultado, el uso de valores basales del coeficiente K para el riego por surcos o por inundación pueden conducir a errores significativos en los intervalos de

riego durante los periodos iniciales del desarrollo de las plantas. Por tal razón, los coeficientes K del cultivo obtenidos en nuestro ensayo para las primeras etapas del crecimiento de los cultivares de girasol deben tomarse con precaución para la planificación del riego por surcos en este cultivo.

Por otra parte, Allen *et. al* [5] indicaron que el coeficiente K del cultivo simple promedia la evaporación del suelo y la transpiración. El método es usado para calcular la evapotranspiración del cultivo semanalmente o en periodos de tiempo más largos, aunque los cálculos pueden realizarse en un paso del tiempo diario. El coeficiente K simple del cultivo promediado sobre el tiempo se usa para estudios de planificación y diseño de sistemas de riego donde los efectos promedios del humedecimiento del suelo son aceptables y relevantes. Este es el caso para el riego superficial (el realizado en este ensayo) y sistemas de aspersión donde el intervalo de tiempo entre riegos sucesivos es de varios días, a menudo 10 días o más y para manejos de riego típicos, el coeficiente K simple del cultivo promediado sobre el tiempo es válido.

## 5. Conclusiones

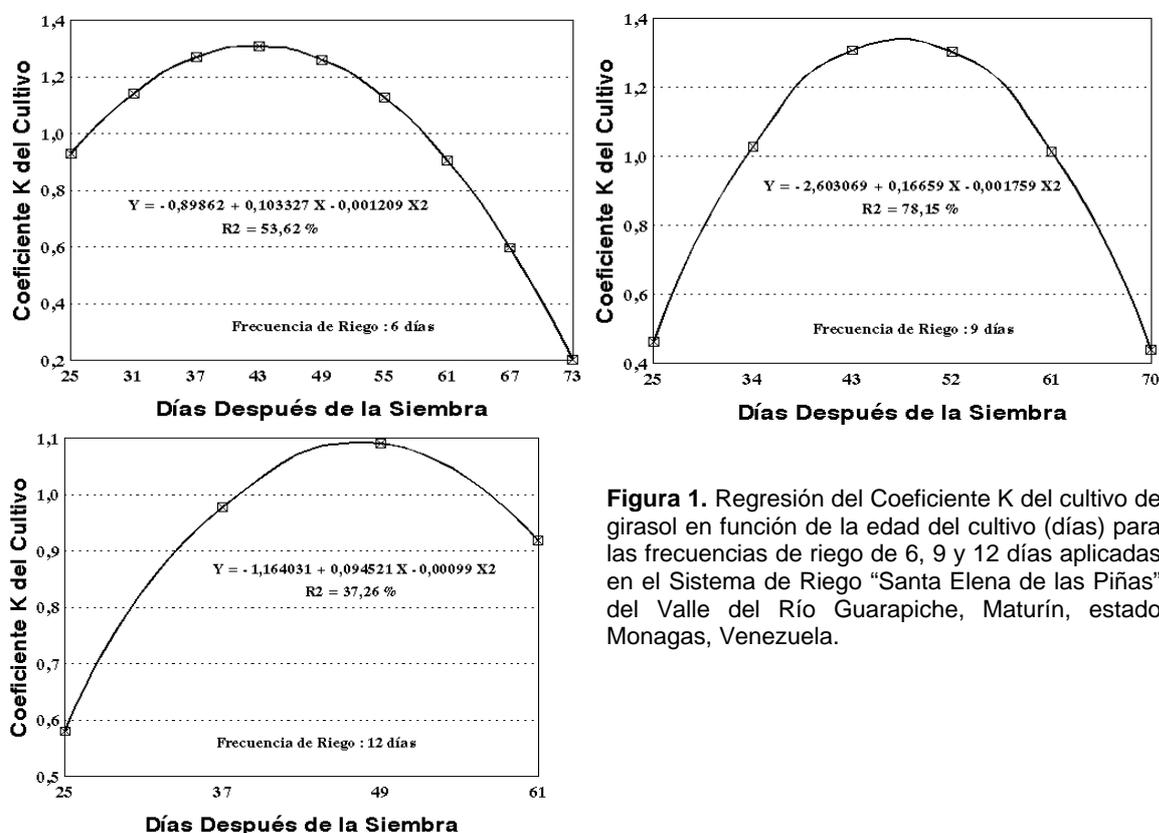
Ni el riego, ni los cultivares ni su interacción afectaron el diámetro estéril del capítulo (3,78 cm), peso de 100 aquenios (4,3 g), peso de 100 almendras (3,1 g), contenido de almendras (71,66 %) y rendimiento de semillas (2831,4 kg/ha) indicando que podría utilizarse una frecuencia de riego de 12 días con cualquier cultivar.

El valor máximo de K se presentó a los 43, 47 y 48 días después de la siembra para los intervalos de riego de 6, 9 y 12 días, respectivamente.

## 6. Referencias

- [1] Abdel-Gawad, A. A.; Ashoub, M. A.; Saleh, S. A. and Elgazzar. M. M. "Vegetative characteristics of some sunflower cultivars as affected by irrigation intervals". *Annals of Agricultural Science (Ain Hams University)* 32 no. 2, 1987a, pp. 1197-1211.
- [2] Abdel-Gawad, A. A.; Ashoub, M. A.; Saleh, S. A. and Elgazzar. M. M. "Yield response of some sunflowers cultivars to irrigation intervals". *Annals of Agricultural Science (Ain Hams University)* 32 no. 2, 1987b, pp. 1129-1242.
- [3] Alba-Ordoñez, A. y Llanos-Company, M. *El cultivo del girasol*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España., 1990, pp. 158.
- [4] Al-Ghamdi, A. S.; Hussain, G. and Al-Noaim, A. A. "Effect of irrigation intervals on yield and water use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Al-Ahsa, Saudi Arabia. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 5 no. 4, 1991, pp. 289-296.
- [5] Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. and Smith, M. *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 1998.
- [6] Aponte, A.; A. Rincón.; R. Navas y W. Pacheco. "Efecto de las enfermedades sobre el rendimiento de ocho híbridos de girasol durante las épocas seca y lluviosa en Maracay, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 7 no. 1, 1994, pp. 8-14.
- [7] Bakhsh, I.; Awan, I. U. and Baloch, M. S. "Effect of various irrigation frequencies on the yield and yield components of sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 2 no. 1, 1999, pp. 194-195
- [8] Brouwer, C. and Heibloem, M. *Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. Training Manual Nro. 3*. Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy., 1986.
- [9] California Irrigation Management Information System (CIMIS). *Measuring crop evapotranspiration. Update Newsletter Article*. Spring 1997 Issue. Disponible en <http://www.atinet.org/newcati/upda/97/spring/story10.html>. 1997.
- [10] Carballo, L. M. *Demandas netas de riego para diferentes fechas de siembras de varios cultivos en la región Nor-Oriental*. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente., 1976, pp. 127
- [11] Cortez-García, A. L. *Evaluación agronómica de seis cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas de sabana, en época de lluvias*. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente., 1998, pp. 166.
- [12] Erdem, T.; Delibas, L. and Halim Orta, A. "Water-Use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4 no. 7, 2001, pp. 766-769.
- [13] Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). *Agroecología y agronomía de la producción de girasol en el Estado Monagas*. Enero-Junio 1989. Nro. 31. Maracay, Venezuela., 1989, pp. 13.
- [14] Guzmán-Pérez, J. E. *El cultivo del girasol. Prácticas aconsejadas 1987*. Editorial Espasande S. R. L. Caracas, Venezuela., 1987, pp. 98.
- [15] Jana, P. K.; Misra, B. and Kar, P. K. "Effect of irrigation at different physiological stage of growth on yield attributes, yield, consumptive use and water use efficiency of sunflower". *Indian Agriculturist* 26 no. 1, 1982, pp. 39-42.
- [16] Kandil, A. A. "Sunflower head development affected by irrigation intervals". *Annals of Agricultural Science (Moshtohor)* 22 no. 1, 1984, pp. 3-13.

- [17]Karami, E. "Effect of irrigation and plant population on yield and yield components of sunflower". *Indian Journal of Agricultural Sciences* 47 no. 1, 1977, pp. 15-17.
- [18]Mazzani, B. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Talleres Cromotip. Caracas, Venezuela., 1983, pp. 227-257.
- [19]Méndez-Natera, J. R. Comportamiento agronómico de 16 cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) probados en condiciones ecológicas de sabana en San Jaime, Estado Monagas, en época de Norte. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente., 1990, pp. 386.
- [20]Méndez-Natera, J. R. Cedeño-Gómez, J. M.; Cedeño, J. R.; Gil-Marín, J. A. y Khan-Prado, L. Efecto de tres frecuencias de riego en cuatro cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.). II. Caracteres de la planta y de los aquenios. Memorias in extenso VII Congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola. 27 al 30 de octubre de 2004. Maracay, estado Aragua, 2004.
- [21]Méndez-Natera, J. R. y Cedeño, J. R. "Comportamiento agronómico de 16 cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo condiciones agroecológicas de sabana en el Estado Monagas". *Oriente Agropecuario* 21, 1996, pp. 125-137.
- [22]Méndez-Natera, J. R.; Salazar-Brito, R. S.; Merazo-Pinto, J. F.; Gil-Marín, J. A. y Khan-Prado, L. Efecto de tres frecuencias de riego en cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) Tipo Upland. I. Rendimiento de algodón en rama y sus componentes. Memorias In Extenso del Congreso Latinoamericano de Ingeniería Agrícola (CLIA2000). Guanajuato, México, 2000.
- [23]Oad, F. C.; Soomro, A.; Oad, N. L.; Abro, Z. A.; Issani, M. A. and Gandahi, A. W. "Yield and water use efficiency of sunflower crop under moisture depletions and bed shapes in saline soil". *On Line Journal of Biological Sciences* 1 no. 5, 2001, pp. 361-362.
- [24]Pino, E. C. Caracterización fenotípica de 25 cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la sabana de Jusepín en época de Norte 1986-1987. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente, 1989, pp. 58.
- [25]Porter, D. Sunflower. Irrigation and water use. Texas Agricultural Extension Service. Focus on Entomology. Volume XV no. 4, 2001.
- [26]Robinson, R. G. "Sunflower performance relative to size and weight of achenes planted". *Crop Science* 14, 1974, pp. 616-618.
- [27]Robles-Sánchez, R. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda Edición. Editorial Limusa, México., 1985, pp. 675.
- [28]Saumell, H. Girasol. Técnicas actualizadas para su mejoramiento y cultivo. Segunda Edición. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina., 1980, pp. 61.



**Figura 1.** Regresión del Coeficiente K del cultivo de girasol en función de la edad del cultivo (días) para las frecuencias de riego de 6, 9 y 12 días aplicadas en el Sistema de Riego "Santa Elena de las Piñas" del Valle del Río Guarapiche, Maturín, estado Monagas, Venezuela.

