Rev. Fitotec. Mex. 11: 61-65. 1988

LA IMPORTANCIA DEL RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE SOYA EN EL VALLE DEL FUERTE

Raymundo Acosta Sánchez[1]

RESUMEN

El norte de Sinaloa es una zona privilegiada en cuanto a la disponibilidad de agua. En esta región la aplicación del primer riego de auxilio en la soya (*Glycine max* L. Merr) se hace con frecuencia muy temprano, lo que en ocasiones provoca amarillamientos, originando disminución en el crecimiento y el rendimiento. En el presente trabajo se analiza la información de varios estudios sobre el manejo del agua en el cultivo de soya. Los aspectos estudiados fueron: a) La importancia de la fecha del primer riego de auxilio en verano e invierno y b) Formas y épocas de aplicación del agua de riego (tres años, 1980-82). Los resultados indican que puede ahorrarse agua hasta en un 50% sin que se afecte el rendimiento.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Manejo del agua, *Glycine max*.

ABSTRACT

The northern region of Sinaloa State, Mexico, has a high potential for irrigated agriculture. However, when soybean (*Glycine max* L. Merr) is cultivated in this area, the first irrigation after planting is carried out too early, causing low growth and yield. This paper reports information obtained during four years, regarding water use and management. The results indicate that it is possible to save to up 50% of the water used in irrigating soybean with no effect on seed yield.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Water use, *Glycine max*.

INTRODUCCION

El norte de Sinaloa es una zona privilegiada en cuanto a la disponibilidad de agua, pero muchas veces no se ha podido sembrar toda la superficie física de la región con dobles cultivos porque generalmente se abusa de su uso, lo cual también sucede con mucha frecuencia con la mayoría de los insumos (fertilizantes, semilla, laboreo, herbicidas, etc.).

El agua es un factor esencial en la producción agrícola de una región, por lo cual es necesario optimizar su aprovechamiento, regando las plantas cuando sea estrictamente necesario.

Los cultivos presentan diferentes etapas fenológicas y, por regla general, las primeras fases (antes de floración) son menos exigentes en agua; por lo general las fases reproductivas son más sensibles a la falta de agua porque, de presentarse, afectará la capacidad de rendimiento.

En el norte de Sinaloa la aplicación del primer riego en la soya se hace con frecuencia muy temprano, lo que promueve que se presente amarillamiento, a veces muy intenso, que origina disminución en el crecimiento y en ocasiones (dependiendo de su intensidad) en el rendimiento.

En el Valle del Fuerte[2], para la producción de soya (2 ton/ha, en promedio) se requieren 71 cm de lámina neta de riego y 125 cm de lámina bruta, los cuales son adicionales a las lluvias que ocurren en el período del cultivo y que suman 14 cm. Esta cantidad de agua disponible para producir soya es excesiva.

El objetivo de este trabajo fue definir una metodología de riego que disminuya el gasto excesivo de agua en la producción de soya sin que se afecten los rendimientos.

REVISION DE LITERATURA

La importancia del riego en la producción de las plantas es ampliamente reconocida. En el caso de la soya, el impacto del riego en la producción está ampliamente investigado, en especial en Estados Unidos de Norteamérica, donde varios investigadores coinciden en señalar que la etapa reproductiva es más sensible a la falta de agua que la vegetativa (Carter y Hartwig, 1962); Acosta (1983, 1984) ha obtenido resultados similares en México.

Estudios realizados en suelos arcillosos (Heatherly, 1983; Scott y Batchelor, 1979; Shannon y Duclos, 1977) han mostrado que el desarrollo, crecimiento y producción de soya difieren de los resultados obtenidos en suelos ligeros. Heatherly (1983) realizó un estudio en 1979 y 1980 para evaluar la importancia del riego en el cultivo de la soya en suelos pesados (arcillosos); en este estudio, el riego se aplicó en diferentes etapas, como suplemento a la lluvia y se evaluó su efecto en la producción y otras características en tres variedades de diferente precocidad. En 1979 llovieron 67.4 cm;

[1] Investigador del Programa de Suelos-Fertilidad del CAEVAF-CIAPAN; a partir del 1 de agosto de 1984, en CE "Zapopan", CIFAP-Jalisco, INIFAP. Apdo. Postal 77, Sucursal "A", 45000 Zapopan, Jal.

[2] Información del Programa de Estadística de la Comisión del Río Fuerte, SARH, Los Mochis, Sin.

en 1980 sólo fueron 40.6 cm, lo cual influyó en la producción. En el año menos lluvioso la producción no rebasó los 1800 kg en promedio; en cambio, en 1979 la producción rebasó los 3000 kg/ha en promedio. El riego complementario favoreció la producción, en especial cuando se aplicó al inicio de la formación de vainas, pero cuando se aplicó en el llenado de la semilla la producción se redujo. Por ejemplo, cuando los riegos se aplicaron durante todo el ciclo, el rendimiento promedio de dos años fue 1606 kg/ha, mientras que cuando se regó al inicio de la formación de vainas la producción fue 2840 kg/ha y regando en el período de llenado de la semilla la producción disminuyó hasta 1883 kg/ha. Finalmente, este investigador indica que mientras la variedad más precoz produjo 1932 kg/ha la más tardía rindió 2724 kg/ha.

Existen diferentes factores que afectan la producción de un cultivo y en muchas ocasiones estos factores interactúan; tal es el caso de la fecha de siembra y el uso del agua. Beatty *et al.* (1982) establecieron un experimento de fechas de siembra con soya por dos años en Arkansas, encontrando que el rendimiento se redujo de 2.3 a 1.1 ton/ha al variar la fecha del 15 de abril al 15 de julio; por consiguiente, el uso de agua difirió según la fecha de siembra. Por otra parte, Karlen *et al.* (1982), al estudiar diferentes variedades de soya, con y sin riego suplementario a la lluvia, encontraron que la producción siempre fue mejor cuando había riego.

Existen estudios que demuestran que para producir soya se requieren entre 51 y 76 cm de agua (Carter y Hartwig, 1962); otros realizados en zonas húmedas (Lutz y Jones, 1975; Spooner, 1961) indican que la adición de agua es más efectiva en la floración, en el llenado de la semilla o en la etapa de formación de vainas. Cassel *et al.* (1978) realizaron estudios en zonas áridas y semihúmedas para detectar el efecto del riego y de diferentes dosis de nitrógeno en la producción de soya. Sin riego complementario la soya sólo rindió 1543 kg/ha, el tratamiento en que se aplicó poca agua en todo el ciclo produjo 1823 kg/ha, el tratamiento que se regó con el nivel óptimo rindió 2427 kg/ha, y el que se regó en exceso produjo 2164 kg/ha. No se encontraron diferencias en rendimiento debidas a la adición de nitrógeno al suelo.

Muchos estudios constatan que la soya incrementa su rendimiento con adiciones suplementarias de riegos en zonas de temporal en los Estados Unidos (Doss y Thurlow, 1974). Estas experiencias han indicado que: a) Aplicaciones moderadas de agua producen la misma respuesta en rendimiento que suplementos abundantes (excesos); b) El riego en el período vegetativo es de menor importancia que cuando se aplica en la época de floración o llenado de la semilla; c) La respuesta al riego depende de la variedad; d) El acame en soya es un problema frecuente cuando se riega; y e) Las necesidades de agua varían con el tipo de suelo.

Ashley y Ethridge (1978) estudiaron por tres años el efecto de aplicar riego en diferentes etapas y confirmaron la importancia del que se aplica en la etapa reproductiva y que la respuesta depende del genotipo.

El efecto de la deficiencia de humedad en la soya depende del grado (intensidad) y de la época en que ocurre (Sionit y Kramer, 1977). El llenado de la semilla también es una etapa sensible a la tensión hídrica que en ocasiones causa severas reducciones del rendimiento.

Boerma y Ashley (1982) estudiaron el efecto del riego en fechas de siembra tardías (fuera de la recomendada). Sus resultados de 3 años (1978-80) indican que el rendimiento promedio de siembras tardías (28 de junio) regadas fue de 3006 kg/ha, en tanto que no regar durante la etapa reproductiva significó una pérdida de casi 1400 kg/ha.

En el sur de Sonora se han realizado estudios con soya (Ortíz, 1983) con los objetivos siguientes: a) Encontrar un calendario de riego óptimo y práctico, b) Reducir en lo posible (sin merma en rendimiento) el número de riegos, c) Evaluar el efecto del amarillamiento en función del primer riego de auxilio. Al estudiar el efecto de la fecha del primer riego, desde los 20 hasta los 40 días (con un período de cinco días entre riegos) se encontró que regando a los 20 días se produjo 1345 kg/ha, en tanto que cuando se regó a los 40 días la producción se incrementó hasta 2047 kg/ha (Ortíz, 1983).

MATERIALES Y METODOS

En el presente escrito se concentra la información de varios estudios realizados en el Campo Agrícola Experimental Valle del Fuerte (CAEVAF) sobre el uso y manejo del agua en el cultivo de la soya, de los cuales destacan los siguientes:

a) Formas y épocas de aplicación del primer riego de auxilio durante cuatro ciclos de verano (1980 a 1983). La época de aplicación varió en función de la fecha de siembra y la forma se hizo de dos maneras: una consistía en regar todos los surcos (riego en surco contínuo) y la otra en regar un surco si y otro no (riego en surco alterno).

b) Efecto de la fecha de aplicación del primer riego de auxilio. Estos trabajos se realizaron tanto en invierno como en verano y las experiencias corresponden a tres ciclos de verano y un ciclo de invierno, de 1982 a 1984.

El tipo de suelo en donde se realizaron los estudios es un típico barrial (arcillosos), de los que predominan en la planicie costera del norte de Sinaloa, de tendencia alcalina (pH arriba de 8) y contenido de arcilla superior a 60%.

En el Cuadro 1 se presentan algunas características de los experimentos efectuados para determinar el efecto del primer riego de auxilio.

Cuadro 1. Variedades, densidades y fechas de siembra en los experimentos de aplicación del primer riego de auxilio en el cultivo de la soya.

Año	Variedad	Densidad de siembra (kg/ha)	Fecha de siembra
1982	Cajeme	80	6 de mayo
1982-83	VF-82	80	2 de diciembre
1983	Tamazula S-80	70	16 de mayo
1984	VF-82 y Cajeme	70	30 de mayo

En el estudio relacionado con formas y épocas de aplicación del riego, en 1980 se intentó analizar el efecto del uso del agua en fechas de siembra tardías; pues en el Valle del Fuerte, el 65% de la superficie que se siembra con soya en el verano se realiza fuera de la fecha óptima. Después, en 1981, 1982 y 1983 se reorientó el estudio considerando la fecha de siembra óptima. En 1980 y 1981 se usó la variedad Cajeme; en 1982 Tamazula S-80 y en 1983 VF-82; la densidad de siembra fue de 80 kg de semilla por hectárea. La variación en las fechas se presenta en el Cuadro 2.

En cada ciclo se utilizaron 12 surcos de 50 m de largo por repetición en cada una de las formas de riego. Se obtuvieron datos del número de plantas/ha al establecimiento del cultivo y a la cosecha, altura final de las plantas, vainas por planta y rendimiento en grano. En el presente trabajo sólo será discutido el rendimiento de semilla.

Cuadro 2. Fechas de siembra en los experimentos sobre formas y épocas de aplicación del riego.

Año	Fechas de siembra		
	1a.	2a.	3a.
1980	19 de junio	30 de junio	22 de julio
1981	6 de mayo	19 de mayo	2 de junio
1982	25 de mayo	31 de mayo	14 de junio
1983	23 de mayo	15 de junio	- - -

RESULTADOS Y DISCUSION

Epoca y Forma de Aplicación del Agua de Riego

En el Cuadro 3 se concentran los resultados de la producción de soya en los cuatro años de estudio.

Cuadro 3. Rendimiento de semilla de soya (ton/ha) en relación a la fecha de siembra y la forma de aplicar el riego.

Formas de aplicación del agua	Fecha de siembra		
	1a	2a	3a
1980	Junio 19	Junio 31	Julio 22
En surcos contínuos	2.178	1.515	0.669
En surcos alternos	1.911	1.455	0.617
Promedio	2.045	1.485	0.643
1981	Mayo 6	Mayo 19	Junio 2
En surcos contínuos	1.912	2.568	2.564
En surcos alternos	2.140	2.588	2.252
Promedio	2.026	2.578	2.408
1982	Mayo 25	Mayo 31	Junio 14
En surcos contínuos	3.377	2.702	2.704
En surcos alternos	3.084	2.875	2.634
Promedio	3.231	2.788	2.669
1983	Mayo 23	Junio 15	1/
En surcos contínuos	2.134	1.991	
En surcos alternos	2.273	2.019	
Promedio	2.204	2.005	

1/ No fue posible sembrar la tercera fecha de 1983 debido a que la lluvia no permitió que el suelo diera punto.

Con la información del Cuadro 3 se obtuvo el Cuadro 4 y la Figura 1 donde se puede observar la variación del rendimiento en función de la fecha de siembra para el cultivo de la soya en el Valle del Fuerte.

Aunque las fechas no fueron las mismas en cada ciclo (debido a que el temporal no dejó establecer las fechas programadas inicialmente), en el Cuadro 4 destaca que a medida que la fecha de siembra se realiza en mayo o antes, el rendimiento es mayor, lo que podría deberse a que al sembrarse en esa

Cuadro 4. Rendimiento promedio de soya (ton/ha) en cada fecha de siembra.

Ciclo	Fecha de siembra		
	1a.	2a.	3a.
1980	2.045	1.485	0.643
1981	2.026	2.578	2.408
1982	3.231	2.788	2.669
1983	2.204	2.005	-
$\bar{X}$	2.389	2.214	1.907

época hay más horas luz para el cultivo y, por ende, hay potencial para una mayor fotosíntesis.

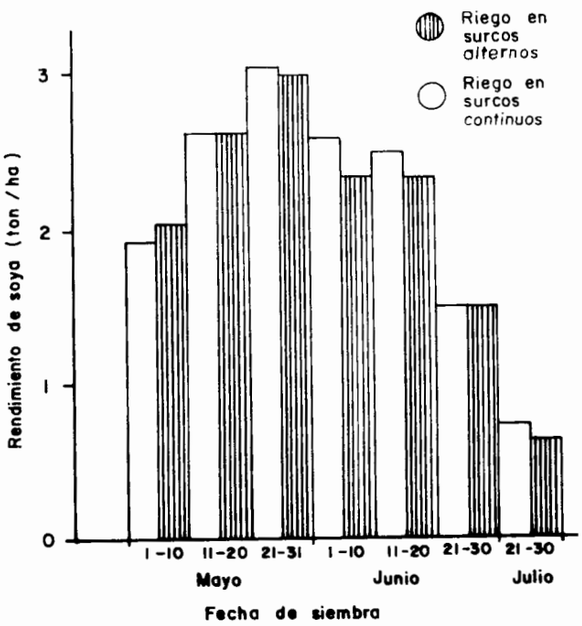


Figura 1. Rendimiento de soya en función de la época de siembra y la forma de aplicación del riego en el norte de Sinaloa.

En lo que se refiere a la forma de aplicar el riego, en el Cuadro 5 se observa que no se encontraron diferencias en rendimiento entre ambos sistemas. Además, tampoco se detectaron diferencias en producción, después de 4 años de estudio, usando láminas de 60 cm o más de riego (adicionales a la lluvia) cuando se comparan con láminas de 40 cm (más lluvia). Esto significa que se puede disminuir el agua de riego en soya hasta en 20 cm sin afectar el rendimiento.

Cuadro 5. Rendimiento de soya en función de la forma de aplicación del agua de riego y cantidad de agua utilizada, tanto de riego como de lluvia.

Aplicación del riego	Año				$\bar{X}$
	1980	1981	1982	1983	
	Rendimiento (ton/ha)				
En surcos contínuos	1.454	2.348	2.928	2.236	2.242
En surcos alternos	1.361	2.326	2.864	2.183	2.184
	Cantidad de agua aplicada (cm)				
En surcos contínuos	-	64	60	67	
En surcos alternos	-	37	44	39	
Precipitación (cm) 1/	10.8	10.3	9.5	10.1	

1/ Correspondiente al ciclo del cultivo, de mayo a octubre de cada año.

Epoca de Aplicación del Primer Riego de Auxilio en Soya

Los resultados relacionados con las fechas de aplicación del primer riego de auxilio se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados obtenidos de los experimentos de fechas de aplicación del primer riego de auxilio en soya de 1981 a 1984.

Año	Tratamientos de riego (días después de la siembra)	Rendimiento de semilla (ton/ha)
1981	25	2.301
	30	2.520
	35	2.529
	40	2.703
	45	2.834
1982/83	39	2.595
	46	2.207
	52	1.872
	60	1.239
1983	27	3.060
	34	3.157
	41	3.029
	48	3.044
1984	25	2.204
	35	2.266
	45	2.160

Con base en la información de este cuadro se puede constatar que cuando el primer riego se retrasa durante el ciclo de verano, hay una tendencia a incrementar el rendimiento. Por ejemplo, cuando el riego de auxilio se aplicó entre los 25 y 27 días después de la siembra el promedio de producción fue de 2.522 ton/ha, cuando el riego se hizo de los 30 a los 35 días el rendimiento promedio fue de 2.618 ton/ha y cuando se aplicó de los 40 días en adelante (hasta los 48 días) la producción promedio fue

de 2.754 ton/ha. Este retraso en el riego, además de ahorrar agua, también reduce la presencia de malezas en el cultivo durante el ciclo.

Por otra parte, el comportamiento de la producción en invierno es diferente a la del verano. En invierno, riegos tempranos rinden más y esto quizás obedece a que el agua en este período actúa como termo regulador evitando que se enfríe el ambiente, de lo que resulta importante que se riegue más temprano.

En la actualidad, en el noroeste se le está dando auge a la producción de semilla de soya durante el invierno, por lo que los resultados obtenidos pueden servir de base para iniciar una calendarización de los riegos en este cultivo en ese ciclo.

CONCLUSIONES

Con base en resultados obtenidos en un mínimo de cuatro ciclos de siembra consecutivos, se concluye que:

1. Los rendimientos de semilla de soya disminuyen a medida que se siembra más tarde en el verano, en el Valle del Fuerte.
2. No se encontraron diferencias en rendimiento, cuando el riego se dió en surcos contínuos (más consumo de agua) que cuando se aplicó en surcos alternos (menos consumo de agua). La aplicación del riego en surcos alternos disminuye hasta en 20 cm la lámina de agua aplicada sin afectar el rendimiento.
3. La fecha de aplicación del primer riego de auxilio, varía de acuerdo con el ciclo de siembra. En verano es conveniente extender más de 40 días la fecha del primer riego de auxilio sin afectar el rendimiento. En invierno el efecto es diferente pues debe regarse más temprano.
4. Considerando la extensa superficie que se siembra en la zona, ahorros de 20 cm de lámina/ha pueden servir para extender la superficie de riego o para aplicarla a otros cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Acosta S., R. 1983. Estrategias regionales para el manejo del agua en zonas con recursos hidráulicos abundantes. Foro de Consulta Popular, Los Mochis, Sin. SARH-INIA-CIAPAN-CAEVAF.

_____. 1984. La importancia del primer riego de auxilio en soya. Circular para productores. SARH-INIA-CIAPAN-CAEVAF.

Ashley, D.A. and W.J. Ethridge. 1978. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. Agron. J. 70: 467-471.

Beatty, K.D., I.L. Eldridge and A.M. Simpson Jr. 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. Agron. J. 74: 859-865.

Boerma, H.R. and D.A. Ashley. 1982. Irrigation, row spacing and genotype effects on late and ultralate planted soybeans. Agron. J. 74: 995-999.

Carter, J.L. and E.E. Hartwig. 1962. The management of soybeans. Adv. Agron. 14: 359-412.

Cassel, D.K., A. Bauer and D.A. Whited. 1978. Management of irrigated soybeans on a moderately coarse-textured soil in the upper midwest. Agron. J. 70: 100-104.

Doss, B.D. and D.L. Thurlow. 1974. Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. Agron. J. 66: 620-623.

Heatherly, L.G. 1983. Response of soybean cultivars to irrigation of a clay soil. Agron. J. 75: 859-864.

Karlen, D.L., P.G. Hunt, and T.A. Matheny. 1982. Accumulation and distribution of K, Ca, and Mg by selected determinate soybean cultivars grown with and without irrigation. Agron. J. 74: 347-354.

Lutz, J.A. Jr. and G.D. Jones. 1975. Effect of irrigation, lime and fertility treatments on the yield and chemical composition of soybeans. Agron. J. 67: 523-526.

Ortíz E., J.E. 1983. Reporte técnico de soya. SARH-INIA-CIANO-CAEVY.

Scott, H.D. and J.T. Batchelor. 1979. Dry weight and leaf area production rate of irrigated determinate soybeans. Agron. J. 71: 776-782.

Shannon, J.G. and L.A. Duclos. 1977. Performance of three soybean maturity groups with and without irrigation in Southeast Missouri. 1967-1974. Missouri Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 202. 42 p.

Sionit, N. and P.J. Kramer. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69: 274-278.

Spooner, A.E. 1961. Effect of irrigation timing and length of flooding periods on soybeans yield. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull. 644.