

EFICIENCIA DE USO DE LA RADIACION EN SOJA EN DISTINTAS FASES FENOLOGICAS BAJO ESTRES HIDRICO

(1) Adriana Confalone, (2) Luíz Cláudio Costa y (3) Carlos R. Pereira

Depto. de Ingeniería Agrícola - Meteorología Agrícola-
Universidad Federal de Viçosa - Minas Gerais --36571-000-- Brasil .

(1): aec@faa.unicen.edu.ar. (2): l.costa@mail.ufv.br; (3): cdp@alunos.ufv.br

SUMMARY

The objective of this work was to study, under field conditions the ability of soybean plants in the capture and use of light. Water stressed was applied at different phenological phase and its effects on radiation interception, crop growth and radiation use efficiency (RUE) were analysed at periodic intervals. The results revealed that water stress alter the value of RUE during the crop cycle. During the vegetative phase the soybean was able to compensate the loss amount of resource captured through a increment in efficiency of resource utilization

INTRODUCCION

Las relaciones existentes entre expansión del área foliar, intercepción de luz y productividad de los cultivos vienen siendo estudiadas a lo largo del tiempo (Watson, 1947; Monteith, 1977), sin embargo muchas cuestiones permanecen aún sin respuesta. Los cambios que ocurren en la habilidad de los cultivos en la intercepción y utilización de la radiación durante su crecimiento vienen mereciendo en los últimos tiempos, una gran atención de la comunidad científica (Monteith et al., 1994).

La producción de materia seca de un cultivo (MS) puede ser analizada en términos de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) por el follaje y la eficiencia de uso de la radiación.

Esta relación determinada por Monteith en 1977 entre producción de biomasa y radiación interceptada (RUE) por los cultivos, ha sido ampliamente utilizada para preveer la productividad de los mismos. Sin embargo, recientemente ha surgido alguna controversia acerca de la validez de ésta relación (Demetriades-Shah et al., 1992, 1994; Monteith, 1994). Parte de esta discusión ha sido causada porque pocos estudios han considerado las variaciones de

RUE durante el desarrollo del cultivo (Wheeler et al., 1993; Costa, 1994).

El objetivo de éste trabajo es analizar los efectos del estres hídrico aplicado en diferentes fases fenológicas de un cultivo de soja, sobre la intercepción y utilización de la radiación.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue conducido en la estación experimental Villa Chaves en Viçosa, Minas Gerais, Brasil, (Lat. 20° 45'(S), Long. 42° 51' y Alt. 650 m) durante la campaña 95/96. Un cultivo de soja (*Glycine max* L. Merrill), variedad Capinópolis, de crecimiento determinado fue sembrada el 8/12/95, a una alta densidad de plantas por metro cuadrado (pl m⁻²) y raleado a una densidad de 21 pl m⁻², a los 15 días después de la siembra, siendo la distancia entre las filas de 0,7 m, en parcelas de 6,0 por 10,5 m. La distancia entre parcelas y entre bloques fue de 3,5 m.

El suelo ha sido clasificado como Podzólico rojo amarillo cámbico (Costa, 1973), (Ultisol según la Taxonomía de Suelos), de textura arcillosa. La fertilidad fue corregida con una mezcla 5:1 (5 SS:1 KCl)

La emergencia se produjo el 13/12/95. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, siendo las parcelas principales los tratamientos y las subparcelas los períodos de muestreo.

La semilla fue tratada con fungicida e inoculada con cepa 2930 de *Brad rhizobium japonicum*. Las malezas fueron controladas y no se observó incidencia de plagas ni enfermedades. Los tratamientos fueron aplicados luego de la instalación del cultivo, a los 29 días después de la siembra (DDS),

El experimento constó de dos tipos de tratamientos, con dos repeticiones, con complemento de precipitación (IPTP) y sin complemento de precipitación (NITP), irrigando por medio de un sistema de microaspersión (Santeno Irrigações do Nordeste S/A). Este sistema de irrigación permitió una adecuada uniformidad y una aplicación bien localizada. La lámina de agua a ser aplicada fue calculada considerándose la evapotranspiración potencial diaria calculada por medio de tanque clase A, instalado próximo al experimento y multiplicada por el coeficiente del cultivo, Kc, siendo utilizados los valores recomendados por la FAO (Dooreboos & Pruitt, 1977). El tratamiento irrigado fue mantenido próximo a la capacidad de campo durante todo el ciclo, con reposición de la evapotranspiración del cultivo (Etc). El estrés hídrico fue determinado a través de mediciones de potencial osmótico del jugo celular (extraído de muestras de hojas del cultivo) por medio de un refractómetro de mesa.

La producción de granos fue estimada por muestreo de 10 m de líneas de cada parcela.

Los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, viento y humedad relativa fueron obtenidos diariamente de una estación instalada próxima al campo experimental. Los datos de heliofania fueron obtenidos de la estación principal del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), localizada a dos kilómetros del área experimental.

En intervalos de dos días, al medio día solar se realizaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa (PAR) incidente e interceptada por el dosel con un ceptómetro. La

radiación global diaria (Rg) fue determinada por el modelo de Angstrom a partir de datos de heliofania. Se asumió una relación $PAR/Rg = 0.50$

Semanalmente se determinó el peso seco de 10 plantas (incluidas las raíces) y el índice de área foliar (IAF) de las mismas. El área foliar se obtuvo con un medidor electrónico (modelo LI-3100, LICOR, Inc.)

El valor de RUE se determinó para cada periodo a partir de regresiones lineales entre radiación interceptada y materia seca acumulada para las fase fenológicas, vegetativa, la cual tuvo una duración de 52 días y la fase reproductiva, con el periodo de floración de 21 días y el periodo de llenado de granos de 23 días respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desde el momento de aplicación de los tratamientos, los datos relativos a la evolución de la radiación interceptada fueron significativamente diferentes al 5 % y pueden ser observados en la figura 1. El tratamiento no irrigado interceptó un 45 % menos que el tratamiento con riego.

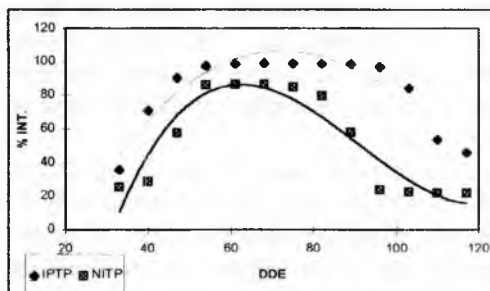


Fig. 1: Evolución del porcentaje de radiación interceptada

Analizando los momentos de estrés (cuadro 1) se puede observar que afectaron principalmente la fase vegetativa, ya que entre los días 35 al 53 después de la emergencia (DDE), se presentó un periodo de 19 días, caracterizado por la ausencia de lluvias, lo

que provocó el menor índice de área foliar del tratamiento sin riego.

Cuadro 1: Valores de potencial osmótico (Mpa), para distintos días después de la emergencia (DDE), en las fases vegetativa(VEG.), floración (FLO.) y llenado de granos (LL.G) para los dos tratamientos.

DDE	FASE	IRRIGADO	SIN RIEGO
37	VEG.	-0.67	-0.77
41	VEG.	-0.98	-1.17
42	VEG.	-0.76	-0.86
47	VEG.	-0.85	-1.00
50	FLO.	-0.80	-1.34
66	FLO.	-0.99	-0.92
93	LL.G.	-0.97	-1.72

En la figura 2 se puede ver que la deficiencia hídrica que afectó la fase vegetativa provocó la disminución del IAF del tratamiento sin riego, manifestándose con una menor tasa de expansión de hojas en la fase vegetativa. También se puede observar la evolución del IAF para los dos tratamientos, así como las ecuaciones de ajuste y el coeficiente de correlación. El valor de IAF máximo alcanzado fue de 5.5 para el tratamiento irrigado y de 3.6 para el no irrigado.

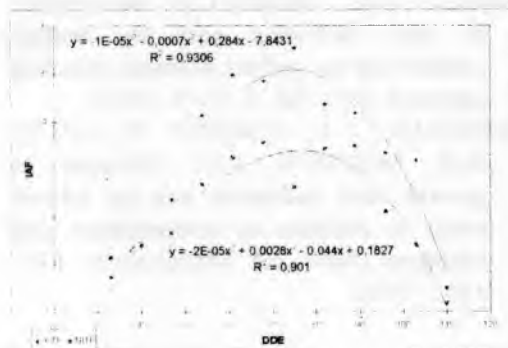


Fig. 2: Evolución del IAF

La figura 3 muestra la relación entre IAF y % de radiación fotosintéticamente activa interceptada. (% INT.) Se observa que el

porcentaje de interceptación aumenta con el aumento del IAF hasta el valor crítico de 3.4, este valor es inferior al IAF crítico de 4.0 y 4.4 mencionado por Shibles y Weber (1966) En términos generales, las deficiencias de agua provocaron un menor IAF que se mantuvo por debajo del valor crítico. Esto trajo como consecuencia una menor interceptación de radiación fotosintéticamente activa.

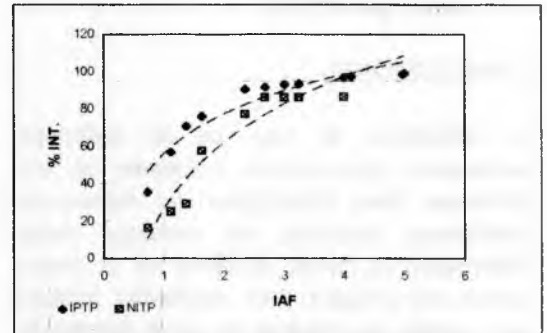


Fig. 3 : Relación entre el IAF y la radiación interceptada.

En el cuadro 2 se pueden observar para las diferentes fases fenológicas, vegetativa (VEG.), floración (FLOR.) y llenado de grano (LL. G.) , los valores de materia seca (MS), radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) y el IAF de cada fase

CUADRO 2: Materia seca (M.S.) ($g\ m^{-2}$), radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) ($MJ\ m^{-2}$) y eficiencia de uso de la radiación (RUE) para cada tratamiento en cada fase fenológica.

	IAF	M.S.	IPAR	RUE
IPTP				
VEG.	$0 < IAF < 2.3$	202.97	127.42	1.73
FLOR.	$2.3 < IAF < 5.5$	345.12	202.83	1.86
LL. G.	$0.5 < IAF < 5.5$	402.28	303.62	1.73
NITP				
VEG.	$0 < IAF < 1.6$	161.35	72.98	2.87
FLOR.	$1.6 < IAF < 3.5$	209.32	171.49	2.04
LL. G.	$0.2 < IAF < 3.5$	275.66	162.81	1.98

Se pudo observar que en la fase vegetativa RUE es un 40% mayor en el tratamiento no

irrigado, mientras la radiación interceptada por el mismo disminuye casi en el mismo porcentaje (43 %). En la fase de floración RUE es un 9 % mas alto en el NITP, mientras la radiación interceptada por este tratamiento disminuyó un 15 % de la interceptada por el IPTP

En la fase de llenado de granos la diferencia en la eficiencia de uso de la radiación fue un 13% mayor en el NITP, el cual intercepta un 43% menos que el IPTP.

CONCLUSIONES

La eficiencia de uso de la radiación permanece relativamente constante en las diferentes fases fenológicas del cultivo en condiciones óptimas, sin embargo estas diferencias se hacen notables en el tratamiento no irrigado. Los resultados indican que cuando es expuesta al estrés hídrico la soja tiende a maximizar RUE. Considerándose que RUE esta compuesta de dos componentes: captura y utilización de la radiación, se verifica que inicialmente, o sea en la fase vegetativa, la soja consigue compensar toda la pérdida de poder de captura de la radiación (menor área) por medio de un aumento en la utilización. Para las otras fases la compensación es parcial. Tales resultados muestran que estudios verificando el impacto del estrés hídrico sobre los componentes de captura y utilización de la energía son fundamentales para implementar modelos que estimen la producción de MS a partir de la IPAR.

BIBLIOGRAFIA

ARKEBAUER, T.J., WEISS, A., SINCLAIR, R.T. and BLUM, A. In

defense of radiation use efficiency: a response to Demetriades-Shah, et al. Agric. For. Meteorol., 68: 221-227, (1992).

COSTA, L.M. **Caracterización de las propiedades físicas y químicas de los suelos de terrazas pluviales en la región de Viçosa y su interpretación para uso agrícola.** Tesis de MS- UFV. 55 p. (1973).

COSTA, L.C., MORRISON, J. e DENNETT, M. **Carbon balance of growing faba bean and its effect on crop growth: experimental and modelling approaches.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 4: (2) (1996).

DOORENBOS, J. & PRUITT, W. O. **Necesidad de agua de los cultivos, Serie Riego y Drenaje, n° 24.** FAO.Roma Italia. 194p. (1977)

MONTEITH, J.L. **Climate, and the efficiency of crop production in Britain.** Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B., 281: 227-294, (1977).

MONTEITH, J.L. **Validity of the correlation between intercepted radiation and biomass.** Agric. For. Meteorol. Amsterdam. 68: 231- 220, (1994).

SHIBLES R.M., WEBER C.R. **Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns.** Crop Sci. 6: 55-59 (1966)

WHEELER, T.R.; HADLEY, P.; ELLIS, R.H.; MORISON, J.L. **Changes in growth and radiation use by lettuce crops in relation to temperature and ontogeny.** Agric. For. Meteorol., 66: 173-186. (1993).