

SOJA: EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL AGUA Y EVAPOTRANSPIRACION EQUIVALENTE

Adriana CONFALONE¹ & Miguel Navarro DUJMOVICH

1. INTRODUCCION

La producción de materia seca depende de la captura de recursos medioambientales por parte del cultivo y ésta a su vez, depende de la posibilidad de mantener un activo intercambio de masa y energía entre el cultivo y la atmósfera que lo rodea. La eficiencia en la utilización del agua (WUE), el total de materia seca producida por unidad de agua utilizada por el cultivo, depende de las especies y varía mucho con el ambiente (KRAMER and BOYER, 1990) Con el fin de reducir esta variabilidad temporo-espacial es necesario utilizar el producto entre WUE y el déficit de presión de vapor medio (VPD) de la estación de crecimiento, denominado evapotranspiración Equivalente (Ω_{et}), ya que la evaporación desde la cámara subestomática de las hojas hacia la atmósfera exterior se produce en forma proporcional a la concentración de vapor de agua entre estos dos lugares (MONTEITH, 1990).

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia de utilización del agua y la evapotranspiración equivalente del cultivo de soja de hábito de crecimiento indeterminado, en distintos subperíodos fenológicos

2. MATERIALES Y METODOS

El experimento fue llevado a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de Azul-UNCPBA, Argentina (latitud 36°45'S; longitud 59°50'W, altitud 132 m) durante seis estaciones de cultivo, entre los años 1996 y 2001. El cultivar sembrado fue Asgrow 4656, de hábito de crecimiento indeterminado.

El clima de la región es templado húmedo con influencia oceánica del tipo fundamental Cfb (KÖPPEN, 1931), que predomina en la región centro-este de la provincia de Buenos Aires. El suelo fue caracterizado como Argiudol típico, según Soil Taxonomy (USDA-SMSS, 1990), con alto tenor de materia orgánica.

Las variaciones en la humedad del suelo del cultivo fueron determinadas aplicando el método gravimétrico (GARDNER, 1990) Desde la siembra hasta madurez fisiológica se muestrearon semanalmente seis localidades dentro del cultivo. Las muestras fueron tomadas a intervalos de 10 cm y hasta los 60 cm de profundidad. La densidad aparente para cada uno de los intervalos fue determinada como la media de 12 puntos de muestreo dentro del cultivo.

La lluvia fue medida en el lugar, por medio de un pluviómetro cuya boca estaba a 0.8 m sobre el suelo.

La evapotranspiración fue calculada desde la ecuación del balance hídrico, donde SW1 y SW2 son el contenido inicial y final de humedad, P la lluvia, RO escurrimiento superficial, D drenaje, SE evaporación desde la superficie del suelo y T la transpiración.

$SW1 + P = RO + (SE + T) * SW2$ RO fue asumido igual a cero ya que la superficie de cultivo carecía de pendiente y las lluvias fueron de intensidad. El valor de D fue también asumido como cero debido a la presencia de una capa de arcilla entre los 55 y 60 cm de profundidad. Semanalmente fueron hechas mediciones del contenido de humedad del suelo y la lluvia, obteniéndose el total de agua

evapotranspirada como el término residual de la ecuación ($AET = SE + T$). Valores de AET fueron obtenidos para cada parcela todos los años.

El rendimiento biológico fue medido semanalmente en cinco estaciones de 2 m con cosechas totales (incluyendo las raíces de las plantas).

Todos los elementos climáticos fueron registrados con una estación automática, el VPD y la evapotranspiración de referencia (ET_0) fueron estimados de acuerdo al programa Sistepen (NAVARRO Y MORANO, 1995).

La evapotranspiración equivalente (Ω_{et}) fue determinada como el producto entre la eficiencia en la utilización del agua evapotranspirada (WUE) y VPD.

La eficiencia en la utilización del agua evapotranspirada fue medida en los subperíodos: emergencia-floración, E-F (hasta R4), floración-madurez fisiológica, F-MF (R4-R8) según la clave de FHER and CAVINESS, (1977).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Observando los datos obtenidos (Tabla 1) vemos que la WUE mostró menores valores en el período vegetativo, debido a la influencia de la evaporación desde el suelo para este subperíodo. Esto es coincidente con los resultados encontrados por COSTA et al., 1999 para cultivares de crecimiento determinado. Es en este mismo período donde se pueden observar las mayores variaciones interanuales de WUE

Comparando el coeficiente de variación (C.V.) de la WUE y de Ω_{et} vemos que en el subperíodo E-F la aplicación del Ω_{et} disminuyó la variabilidad en un 64% en tanto para el subperíodo F-MF la disminución fue del 53%.

La variabilidad de WUE cayó notablemente al considerar el período F-MF.

Una importante reducción del C.V. de la eficiencia en el uso del agua evapotranspirada para la producción de materia seca se ha observado al aplicar el concepto de Ω_{et}

4. CONCLUSIONES

La aplicación de la evapotranspiración equivalente abre un enorme potencial de aplicación del concepto en el campo del pronóstico agrometeorológico de cultivos ya que permite comparar cuán eficientes son nuestros genotipos en utilizar el agua.

Teniendo en cuenta que Ω_{et} ha mostrado tener una menor variabilidad que la WUE a través de diferentes ambientes meteorológicos es posible predecir una gran utilidad práctica en su aplicación a problemas agronómicos como el modelado de crecimiento y producción de cultivos, técnicas de laboreo y conservación del suelo y en la evaluación de la potencialidad de producción en secano o bajo riego de distintas regiones.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- COSTA L., CONFALONE, A. and PEREIRAC. Effect of water stress on the efficiency of capture of water and radiation by soybean. Tropical Science, London, v.39, n.1, p.1-7. 1999.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**, Iowa Agric. Exp. Station, 1977. 80 p.(Spec. Rep.).

¹ Cátedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía de Azul-UNCPBA, Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1 - Eficiencia en la utilización del agua en la producción de biomasa (WUE (g/k)), déficit de presión de vapor (DVP, kP) y evapotranspiración equivalente (Wet, g/k.kP) para cada subperíodo del cultivo de soja: emergencia-floración (E-F), floración madurez fisiológica (F-MF) y ciclo completo (E-MF). Azul, Buenos Aires, Argentina

AÑOS	WUE (g/k)			DVP (kP)			Ω _{et} (g/k.kP)		
	E-F	F-MF	E-MF	E-F	F-MF	E-MF	E-F	F-MF	E-MF
1	1.8	4.4	3.0	0.5	0.5	0.6	0.9	2.2	1.8
2	2.1	4.3	3.1	0.5	0.4	0.5	1.0	1.7	1.5
3	0.5	2.6	1.6	1.3	1.1	1.1	0.6	2.8	1.7
4	0.8	3	2.1	1.1	0.8	1	0.8	2.4	2.1
5	0.4	1.7	1.1	1.4	1.3	1.3	0.6	2.2	1.4
6	1.9	2.8	2.2	0.4	0.8	0.8	0.8	2.2	1.8
Media	1.3	3.1	2.1	0.9	0.8	0.9	0.8	2.3	1.7
C.V.	0.56	0.30	0.32	0.47	0.38	0.32	0.20	0.14	0.12

GARDNER, W. H. Water content (Ed.) Methods of soil analysis. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wi, 1986, p. 493-594.

KÖPPEN, W. Grundriss der klimakunde, Walter de Gruyter, Berlin, 1931. 338 p.

KRAMER P. and BOYER J. Water relations of plants and soils. London: Academic Press, 1990.

MONTEITH, J.L. Conservative behaviour in the response of crops to water and light. In *Theoretical Production Ecology: Reflections and Prospects*. p 3-14 Edited by R. Rabbinge, J. Goudriaan, H. Van Keulen, F.W.T. Penning de Vries and H.H. van Laar, Wageningen: Pudoc. 1990

NAVARRO DUJMOVICH, M.A. Y M. MORANO. SISTEPEN: Un programa para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y un balance hídrico sencillo. En: situación Ambiental de la Pcia. de Bs. As. López, H.L. y E.P. Tonni. Editado por: CIC. 3-24. p.15-19. 1993.

TANNER, C.B. and SINCLAIR, T.R. Efficient water use in crop production: research or re- search? In: H.M. Taylor et al. (ed). *Limitation to efficient water use in crop production*. ASA, CSSA, SSS, 538 p. 1983.

USDA-SMSS. Department of Agriculture. Soil Management Support Services. Keys to soil taxonomy. Washington, 1990. 422 p. (tech monograph, 19).