

CARACTERIZACION BIOMETEOROLOGICA DE LA SEQUIA ATMOSFERICA EN LA REGION PAMPEANA ARGENTINA

O.E. Scarpati (1), G.A. Casagrande(2), R. Rodriguez(3), G.T. Vergara(4)

(1) CONICET y FAC. DE HUMANIDADES Y CS. DE LA EDUCACION-UNLP

(2) INTA EEA Anguil (La Pampa).

(3) INTA EEA Castelar (Buenos Aires).

(4) FACULTAD DE AGRONOMIA-UNLPam

SUMMARY

Biometeorological drought's characterization on maize, sorghum and sunflower was studied at two INTA station: Anguil and Castelar. Air temperature, air saturation deficit, soil water content and wind speed were measured at different hours. Leaf temperature was determined at INTA Castelar. Relative water content (RWC) in leaf tissues was determined in both stations. Within the crops, canopy air temperature and air saturation deficit were determined. Multiple regression analysis was performed in both INTA stations. The RWC correlation coefficients were higher for canopy conditions. In case of absence of these data, wind speed, air saturation deficit and air temperature are the best parameters to infer RWC.

INTRODUCCION

El clima ejerce gran influencia tanto en el paisaje geográfico como en el desarrollo y rendimiento de los vegetales. Si se realiza un seguimiento de las características fisiológicas de las plantas se puede establecer la acción que ejercen sobre ellas las variables del continuum suelo-planta-aire.

El contenido hídrico de los tejidos vegetales es un índice primario en relación a su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, las dificultades en su medición han hecho que no sea considerado en sistemas operativos de seguimiento del estado de los cultivos. Siendo, en general, elegidos para tal fin los elementos del balance hídrico de los suelos.

Esto ha impedido apreciar las variaciones del estado hídrico de las plantas debido a la onda diaria de la demanda atmosférica, que puede por corto tiempo generar fuertes niveles de sequía, independientemente de la disponibilidad de agua en el suelo.

Elementos meteorológicos, dentro y fuera de la canopia vegetal, pueden relacionarse con el estado hídrico de las plantas y podrían utilizarse para estimar éste en las horas en que se manifiesta.

Los sensores remotos aportan otra información útil, la temperatura foliar o su diferencia con la

temperatura del aire, que también pueden relacionarse estrechamente con dicha adversidad.

Toda información, ya sea proveniente de experimentos y/o mediciones, que permita analizar la existencia de las relaciones entre las variables del continuum suelo-planta-aire será de utilidad en el conocimiento regional de la existencia e intensidad de este hecho.

En este trabajo, en primer lugar se observó el efecto de la variación de la demanda de agua de la atmósfera sobre el estado hídrico de los tejidos; en segundo lugar, se probó la bondad de diversos elementos para estimar el estado hídrico de tres cultivos de ciclo primavero-estival.

MATERIALES Y METODOS

Se eligieron maíz, sorgo y girasol, de gran importancia en la pradera pampeana, donde se llevó a cabo el estudio, durante la campaña agrícola 1985-86. Los ensayos se realizaron en dos ambientes diferentes para poder evaluar la respuesta de estos cultivos a la marcha de los parámetros meteorológicos: la Experimental del INTA de Castelar (Buenos Aires, 34° 40' y 58° 39') a la que según el criterio de Thornthwaite le corresponde un índice hídrico (IH) de 20 (húmedo) y la Experimental del INTA de Anguil (La Pampa, 36° 30' y 63° 49') cuyo IH es de -15 (subhúmedo seco). Esta clasificación

concuenda con la del Mapa Mundial de la Desertificación (OMM, 1977)

Las relaciones entre los elementos bióticos y abióticos fueron analizadas estadísticamente en distintas horas del día, 9, 11 y 14 eligiéndose para el muestreo días diafanos

Entre los bióticos se consideró la temperatura foliar (TF) en INTA Castelar y el contenido relativo de agua (CRA) en el tejido foliar en ambas localidades. Como abióticos se consideró

- fuera del cultivo la temperatura del aire (TA), el déficit de saturación del aire (DSA) y la velocidad del viento (VEL)

- dentro del cultivo o sea en el interior del canopeo la temperatura del aire (TC), el déficit de saturación del aire (DSC) y el estado hídrico del suelo (ALM)

En ambas localidades se realizaron tres fechas de siembra y las mediciones se hicieron entre macollaje y floración en los cereales (sorgo y maíz) y entre tercer par de hojas y floración en la oleaginosa (girasol)

El instrumental utilizado a campo fue un psicrometro Assmann y un termometro de radiación infrarroja. A nivel de los datos de las estaciones el instrumental fue el clasico, según normas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

El estado hídrico del suelo en Castelar se estimó con el balance hídrico diario según Thornthwaite-Mather (1955), mientras que en Anguil se procedió a la toma de muestras "in situ" según el método gravimétrico. Para caracterizar el estado hídrico de la planta se determinó el CRA según Kozlowski (1968) y Catsky (1974). La temperatura foliar es considerada para estimar diferentes parámetros como ser evapotranspiración (Sumaydo et al., 1980), o como indicador del estado hídrico o de stress hídrico (Keener & Kircher, 1983).

Se calcularon las correlaciones lineales simples entre los parámetros bióticos y abióticos. Los coeficientes de determinación obtenidos fueron utilizados para seleccionar las variables más significativas para la formulación del modelo de regresión lineal múltiple.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Las condiciones atmosféricas del periodo en que tuvieron lugar las mediciones (enero y febrero) fueron atípicas para Anguil, por muy bajo déficit de saturación, baja temperatura del aire y alta precipitación (PP) con referencia a la serie histórica 1961-1995. (Quintela et al., 1989). Castelar presentó condiciones de temperatura, déficit de saturación y viento superiores a los normales (Cuadro 1).

Cuadro 1: Valores meteorológicos de las localidades analizadas.

Anguil	Obs.	Md.	Dc.
DSA(mb)	8,0	12,2	1
VEL(km/h)	10,7	10,6	7
TA(°C)	21,4	22,2	2
PP(mm)	261,4	158,4	10
Castelar			
DSA(mb)	13,1	11,5	8
VEL(km/h)	10,1	9,1	7
TA(°C)	24,1	23,3	8
PP(mm)	195,3	183,4	6

Obs.: Valor medio observado durante el periodo de observaciones (enero-febrero).

Md.: Valor mediano de enero-febrero en la serie histórica 1961-1995.

Dc.: Decil de ubicación del valor observado de acuerdo a la serie histórica.

En la Figura 1 se puede ver la distribución del CRA promedio para las horas de observación en ambas localidades. El CRA manifiesta una disminución a la hora 14, señalando un efecto sobre el estado hídrico del vegetal, a pesar de que los ambientes durante esta campaña no fueron exigentes en cuanto a demanda atmosférica se refiere.

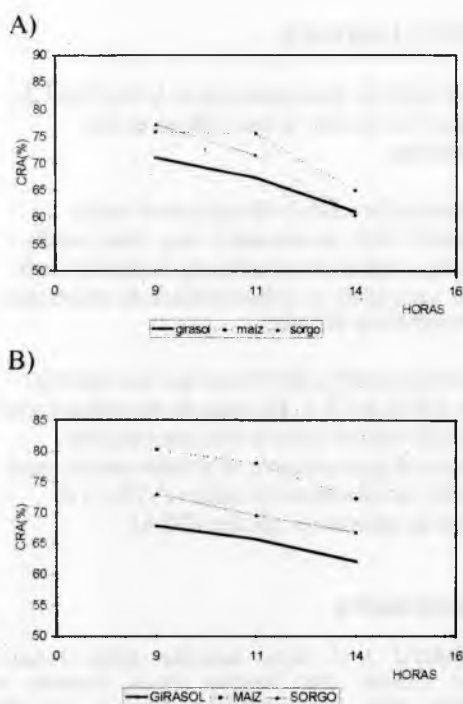


Figura 1: Variación diaria del contenido relativo de agua en el tejido vegetal (CRA) promedio. A) Anguil y B) Castelar.

En los Cuadros 2 y 3 se muestran los coeficientes de determinación del CRA y las otras variables correspondientes a las correlaciones lineales simples, (nivel de significación = 5 %) de cada cultivo, tomando en cuenta todas las observaciones realizadas para Anguil y Castelar respectivamente.

Cuadro 2: Coeficientes de determinación del CRA y las restantes variables en Anguil.

Cult.	DSC	DSA	TC	TA	ALM
Gir.	72,2	69,7	85,7	3,1	0,4
Maíz	39,0	36,0	71,9	2,6	16,7
Sorgo	75,6	69,2	67,4	0,5	13,0

En Anguil el CRA está más relacionado con TC, DSC, DSA en maíz y girasol; el sorgo si bien guarda relación con estas variables, no mantiene el mismo orden. En Castelar la variable más significativa es VEL y le siguen TC y DSC. La TF y la (TF-TA) están poco correlacionadas con el CRA en los tres cultivos.

El ALM no explica la variación diaria sufrida por el CRA, dada la no significancia de los coeficientes de determinación encontrados.

El modelo de regresión lineal múltiple que explica el CRA en función de las variables más representativas es:

A)Castelar:

Girasol:
 $CRA = -1,104289 \text{ DSC} + 1,458225 \text{ DSA} + 0,730719 \text{ TC} - 0,279445 \text{ VEL}$
 $r^2 = 0,8768$

Maíz:
 $CRA = 0,237805 \text{ DSC} + 0,199762 \text{ DSA} + 0,80033 \text{ TC} - 0,402448 \text{ VEL}$
 $r^2 = 0,9152$

Sorgo:
 $CRA = -0,202812 \text{ DSC} + 0,588953 \text{ DSA} + 0,994308 \text{ TC} - 0,320615 \text{ VEL}$
 $r^2 = 0,8766$

B)Anguil:

Girasol:
 $CRA = 0,10148 \text{ DSC} - 0,20923 \text{ DSA} - 0,541684 \text{ TC}$
 $r^2 = 0,8499$

Maíz:
 $CRA = 0,31648 \text{ DSC} + 0,274932 \text{ DSA} - 0,653544 \text{ TC}$
 $r^2 = 0,7175$

Sorgo:
 $CRA = -2,741192 \text{ DSC} + 1,003226 \text{ DSA} - 0,186805 \text{ TC}$
 $r^2 = 0,7732$

Teniendo en cuenta la información meteorológica de las dos estaciones analizadas, se formularon los modelos de regresión lineal múltiple.

A) Anguil

Maíz:
 $CRA = -1,015437 \text{ DSA} + 0,990541 \text{ TA}$
 $r^2 = 0,0000$

Sorgo:
 $CRA = -1,296005 \text{ DSA} - 0,111795 \text{ TA}$
 $r^2 = 0,0646$

Girasol:

$$\text{CRA} = -0,740611 \text{ DSA} + 0,5201 \text{ TA}$$

$$r^2 = 0,2603$$

B) Castelar

Maiz:

$$\text{CRA} = 0,439145 \text{ DSA} - 0,494641 \text{ VEL}$$

$$r^2 = 0,9116$$

Sorgo:

$$\text{CRA} = 0,439809 \text{ DSA} - 0,452803 \text{ VEL}$$

$$r^2 = 0,8671$$

Girasol:

$$\text{CRA} = 0,539607 \text{ DSA} - 0,419643 \text{ VEL}$$

$$r^2 = 0,8549$$

En el caso de Castelar se utilizaron VEL, DSA y TA, en Anguil DSA y TA.

Los resultados muestran que los mejores coeficientes se obtuvieron en Castelar. En el caso de Anguil no se contaba con VEL, por lo tanto, se compararon todos los modelos sin considerar este elemento.

C) Castelar

Maiz:

$$\text{CRA} = -3,557465 \text{ DSA} + 3,571599 \text{ TA}$$

$$r^2 = 0,6180$$

Sorgo:

$$\text{CRA} = -3,044412 \text{ DSA} + 2,820594 \text{ TA}$$

$$r^2 = 0,6587$$

Girasol:

$$\text{CRA} = -2,438313 \text{ DSA} + 2,726913 \text{ TA}$$

$$r^2 = 0,6635$$

No obstante, se mantuvo la mejor correlación en Castelar, esto podría deberse a las condiciones meteorológicas particulares del periodo analizado.

Cuadro 3: Coeficientes de determinación del CRA con las otras variables en Castelar.

Cultivo	Girasol	Maiz	Sorgo
DSC	59,6	57,1	59,7
DSA	44,4	44,4	47,9
TC	80,2	84,2	82,1
TA	2,7	1,9	0,3
ALM	12,9	27,9	27,0
VEL	84,6	90,8	86,4
TF	23,5	2,7	11,0
(TF-TA)	16,6	11,2	7,9

CONCLUSIONES:

El periodo de observaciones en la localidad de Anguil fue atípico, lo que influyó en los resultados.

El contenido relativo de agua en el tejido vegetal (CRA) se encuentra muy relacionado con las condiciones creadas en el interior de la masa vegetal de un cultivo (déficit de saturación y temperatura del aire).

Los mencionados elementos son los mejores para inferir el CRA. En caso de no contarse con esta información pero sí con una estación meteorológica cercana, se pueden utilizar para este fin, la velocidad del viento (VEL) y el déficit de saturación del aire (DSA).

BIBLIOGRAFIA

CATSKY, J. 1974. Water saturation deficit (Relative Water Content). En: Bohdam Slavik. Methods of studying plant water relations. Cap 2. 136-156. Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Prague.

KEENER, M.E. and P. L. KIRCHER 1983. The use of canopy temperature as an indicator of drought stress in humid regions. *Agr. Met.* 28:339-349.

KOZLOWSKI, T. T. 1968. Water deficit and plant growth. Vol. 1. Cap. 8: 238-253. Academic Press. New York

OMM (ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL), FAO/UNESCO. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación. Mapa Mundial de la Desertificación. 1977.

QUINTELA, R.; J. A. FORTE LAY y O. E. SCARPATI. 1989. Modification of the water resources characteristics of the Argentina's Pampean subhumid-dry region. 19th Conference on Agricultural & Forest 9th Conference on Biometeorology and Aerobiology (19th AGMET). J30-J35.

SUMAYAO, C. R.; KANEMSU, E. T. and T. W. BRAKKE. 1980. Using leaf temperature to assess evapotranspiration and advection. *Agr. Met.* 22: 153-166.

THORNTHWAITE, C. W. and J. MATHER. 1955. The water balance. *Climatology VII* (1) 104p. Drexel Inst. of Tech. New Jersey. USA.