

Temperatura de la rizósfera en maíz: influencia del estado de humedad

Asbornio M.D., A. Aragón y H.O. Chidichimo

RESUMEN

La temperatura del suelo gobierna distintos procesos determinantes de la germinación, nacimiento y crecimiento de las plantas. Considerando la posibilidad del riego complementario en maíz, la temperatura y su probable modificación por el estado hídrico del suelo resulta de interés en nuestro medio.

En este trabajo se comunican los resultados de una experiencia a campo en la que se registró la temperatura del aire en abrigo meteorológico (AM) y en el canopeo del cultivo de maíz (0,50m), así como la temperatura del suelo a 2 profundidades (-0,05m y -0,25m) durante 60 días a partir de la emergencia, relacionándose las observaciones con dos estados de humedad edáfica.

Se observaron diferencias en las temperaturas máximas, medias y mínimas en los tratamientos con riego y sin riego. En el nivel más superficial (-0,05m) se registraron diferencias de 1,53 °C y 1,57 °C en los datos de temperaturas máximas y mínima respectivamente para los tratamientos CR y SR; éstas resultaron de escasa incidencia en el cultivo. Tanto la temperatura máxima como la mínima del aire fueron menores en el tratamiento CR que en el SR.

Se confirma la hipótesis de que la humedad del suelo incide en la temperatura de la rizósfera y en la del aire dentro del cultivo. En el rango térmico y estados hídricos ensayados, no se detectan efectos diferenciales en la fenología de maíz.

Palabras clave: temperatura, humedad, rizósfera.

Asbornio, M.D., A. Aragón y H.O. Chidichimo, 1995. Corn root system: Temperature and wet relationships. Agriscientia, XII (Special Issue): 5-12

SUMMARY

Soil temperature is a main factor to germination, emergence and growth of plants. Local interest in soil temperature-moisture relationship is found on recent popularization of complementary irrigation for corn production.

The present paper report results of a field experience in wich air temperature (0,50m) and soil temperatura (-0,05m) and (-0,25) were recorded during 60 days from seedling emergence.

Discussion is based on two level of soil moisture status. Differences are detected in maximum, medium and minimum temperature among irrigated and unirrigated plots.

Maximum and minimum soil temperature at superficial level (-0,05m) differed 1,53°C and 1,57°C in both treatments. Maximum and minimum air temperatures were lower in irrigated plots.

Hypothetic influence of soil moisture status oversoil and near atmosphere temperatures is confirmed. With this experimental conidicions we don't found fenology effects on maize plants.

Key words: temperature, wet, root system.

Asbornio M.D., A. Aragón y Chidichimo H.O. (CIC. Bs. As.), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). Calle 60 y 118 - (1900) La Plata - Argentina.

INTRODUCCIÓN

El clima condiciona el crecimiento y desarrollo de los cultivos mediante la conjugación de tres variables principales; éstas son la luz, la humedad y la temperatura (Coelho and Dale, 1980). Aún antes de emerger a la superficie, el vegetal ya ha estado bajo la influencia del clima edáfico, influencia que persiste a nivel de la rizósfera durante la totalidad del ciclo biológico, siendo determinante de la regulación de procesos fisiológicos y edafológicos de trascendencia agronómica (Navarro Fariás, 1994).

La temperatura del estrato explorado por la raíz, es un aspecto de reconocida incidencia en el crecimiento de los vegetales en general (Vogelezang, 1992) y del maíz en particular (Pellerin and Pages, 1994), sobre todo en los primeros estadios en que el ápice de crecimiento se halla muy próximo a la superficie del suelo. La germinación y el crecimiento de las raíces, la intensidad de absorción de los nutrientes y la disponibilidad de oxígeno, entre otros procesos, son dependientes de la temperatura del suelo.

Por otra parte, un amplio conjunto de factores externos e internos determinan el estado térmico del suelo, así como su variación espacial y temporal. Cabe mencionar entre ellos a la exposición, aireación, coloración, etc., destacándose la humedad por su efecto sobre la conductividad y capacidad calórica del complejo sólido-líquido-gas.

El agua del suelo, además de satisfacer las exigencias de la evapotranspiración para el crecimiento y desarrollo de las plantas, resulta un factor de regulación del contenido del aire y de la temperatura de los estratos. Asimismo, favorece la conductividad calórica modificando la temperatura más rápidamente en superficie y más lentamente en profundidad.

Troeh *et al.*, 1980, resumen la trascendencia del estado de humedad del suelo, respecto de la dinámica de la temperatura, comparando la capacidad calórica de un suelo seco (0,4 cal/gramo) con la del mismo, en estado de saturación (0,8 cal/gramo). El mismo grupo cita a Wesseling (1974) quien señala diferencias entre suelos en estados seco y húmedo del orden de 2°C a 4°C para texturas arenosas y de 0,5°C a 1°C para arcillosas.

La ocurrencia de sequías estacionales durante el periodo de mayor requerimiento hídrico del cultivo de maíz (Rebella *et al.*, 1980), las características de los horizontes superficiales de los suelos en la región maicera (Pecorari *et*

al., 1986) y la incidencia de prácticas agrícolas inadecuadas, determinan la necesidad de considerar al riego complementario como una de las posibles soluciones inmediatas y conducentes a la obtención de altos rendimientos, acordes con el potencial genético del germoplasma disponible.

Teniendo en cuenta que el maíz es una planta de elevados requerimientos térmicos, se plantea la hipótesis de que el riego complementario podría modificar la temperatura de la rizósfera con una eventual incidencia en el crecimiento y en la productividad.

El presente trabajo tiene como objetivo relacionar la temperatura registrada en abrigo meteorológico, en el canopeo y en el suelo bajo 2 situaciones hídricas. La experiencia forma parte de un proyecto más amplio donde se evalúan los efectos de la labranza y otras prácticas sobre las características agronómicas de híbridos de maíz y sus sistemas radicales. Resulta entonces de interés, como sustento del plan, la medición de la temperatura del suelo y del canopeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña agrícola 1992-93 se condujo un ensayo a campo en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (La Plata; Lat.: 34°52'S y Long.: 57°57' W), sobre un suelo Argiudol típico.

La textura superficial (0 a 0,15 m) es franco-limosa y en profundidad cambia gradualmente hacia franco-arcillosa. Los antecedentes más inmediatos del uso del lote, son una pradera polifítica por 3 años y un ensayo de maíz previo a esta experiencia.

La labranza primaria se realizó con arado de reja y vertedera (0,15m) y las labores de refinamiento se completaron con rastras de discos y dientes.

La siembra se realizó el día 3 de noviembre de 1992 con diferentes genotipos de maíz: en densidades de 60.000 plantas por hectárea a cosecha.

El control inicial de malezas se efectuó mediante una aplicación en cobertura de glifosato un mes antes de la siembra, luego un tratamiento de preemergencia con atrazina y alaclor y una aplicación posterior de 2,4 D y picloran.

Mediante la aplicación de riego complementario (30 mm distribuidos en tres oportunidades) se consiguió generar 2 situaciones hídricas

diferentes. En la Tabla 1 se detallan los valores meteorológicos registrados en una estación automática instalada en el mismo predio.

El contenido de agua y sus variaciones durante los periodos entre riegos se determinó mediante sonda neutrónica hasta 1 m de profundidad en 3 oportunidades. En las mismas fechas se realizaron controles de humedad gravimétrica sobre muestras extraídas en intervalos de 0,05 m, desde la superficie hasta 0,25 m de profundidad.

La temperatura del aire y del suelo se registró en el ensayo con un equipo portátil programable en los tiempos de medición y grabación de datos (Equidata RD-2). La unidad de medición es una termoresistencia Pt-100, con rango -20 a +60 °C. Los valores calculados se

expresan en las tablas con 2 decimales.

Los sensores se instalaron en ambas situaciones hídricas, ubicados a distintas alturas desde la superficie del suelo: + 0,50 m, -0,05 m y -0,25 m. La unidad central se alojó en una casilla meteorológica diseñada especialmente para el equipo.

Se midieron las temperaturas del perfil cada 10 minutos, registrando los valores máximo, mínimo y medio en periodos de 24 hs, desde el 5 de noviembre de 1992 hasta el 6 de enero de 1993, fecha en que se le puso término a esta experiencia.

Los registros de precipitación y temperatura en abrigo meteorológico provienen de una estación automática instalada en el campo experimental (Tabla 1).

Tabla 1: Datos meteorológicos y climáticos.

ELEMENTO	OCT	NOV	DIC	ENE	X
Temp. media (°C)					
1992-93	16,2	16,9	21,6	24,2	19,7
1941-90	15,5	18,5	21,0	22,8	19,4
T. máxima media (°C)					
1992-93	22,9	23,0	28,1	31,0	26,2
1941-90	20,9	24,0	27,2	29,0	25,3
T. mínima media (°C)					
1992-93	9,3	11,0	15,2	17,7	13,3
1941-90	11,0	13,7	15,9	17,9	14,6
Temp. del agua de riego (°C)					18
Precipitación (mm)					TOTAL
1992-93	123	79	51	82	335
1941-90	110	102	88	109	409
Días del mes con pp.					
Noviembre/92:		10 - 14 - 28 - 29			
Diciembre/92:		7 - 14 - 22			
Enero/93:		7			
Acumulada Jun-Set. de 1992 (mm)					224

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado de humedad del suelo (EHS):

El control del EHS del cultivo a cielo abierto estuvo condicionado por la ocurrencia de lluvias naturales. Es decir que a pesar de la aplicación de tres riegos en uno de los tratamientos, sólo se logró diferencias pequeñas de humedad, tal como se puede observar en la Figura 1. No obstante, el tratamiento con riego (CR) se mantuvo más húmedo durante todo el período de registros analizado.

El rango de EHS en las condiciones ensayadas permaneció entre valores próximos a la capacidad de campo ($CC = 0,3$ bar), que en las profundidades de registro de temperatura corresponden a 27,9% (v/v) para 0,05 m y 33,6% (v/v) para 0,25 m.

Textura del suelo:

El cambio gradual de franco-limosa en superficie a franco-arcillosa en capas más profundas resultaría eventualmente limitante al libre desarrollo de raíces. Fuera de este aspecto no se observó ningún impedimento físico.

Temperatura del aire:

Se observa en la Tabla 2 que los datos registrados en el abrigo meteorológico (AM) y en el cultivo difieren en los valores de temperatura máxima, mínimas y en consecuen-

cia en las respectivas amplitudes térmicas (AT). Este último parámetro presenta valores que guardan el siguiente orden: SR (0,50 m) > CR (0,50 m) > AM (1,50 m); esto se atribuye por una parte a la diferencia de altura del registro en el cultivo respecto del abrigo (Del Barrio y Asborn, 1988). Por otra parte, las diferencias entre los registros en el cultivo se deberían a los distintos estados de saturación de vapor del aire generados por la aplicación selectiva del riego.

Tanto la temperatura máxima como la temperatura mínima fueron menores en el tratamiento CR que en el SR. Dicho comportamiento en las temperaturas máximas registradas se debió a la mayor capacidad calórica del agua, dado que el aire húmedo requiere más calor para elevar su temperatura que el aire seco, en tanto la temperatura mínima sería menor en el tratamiento húmedo (CR), por el efecto refrigerante del proceso evaporativo y la mayor difusividad calórica del agua, que determina pérdidas de calor en el aire, más rápidas cuanto más humedad contenga.

Las diferencias térmicas señaladas entre tratamientos se mantuvieron durante todo el período de registro, lo que indica que no fueron influenciadas por la evolución del cultivo. Este comportamiento puede visualizarse en la Figura 3, donde las respectivas rectas de tendencia guardan un estrecho paralelismo, aún en el tramo final (15 de diciembre a 5 de enero) en

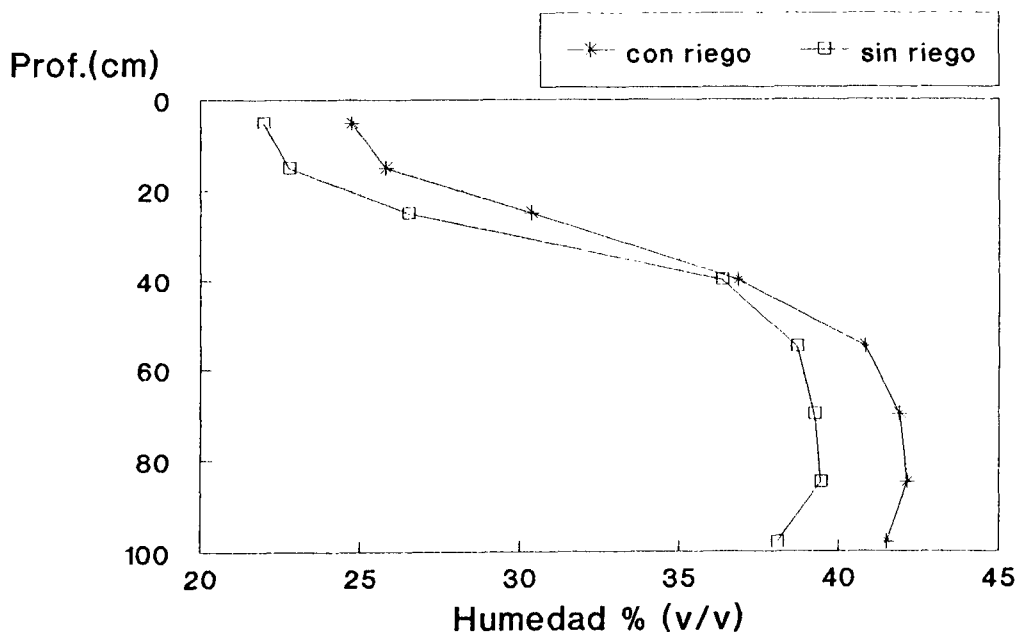
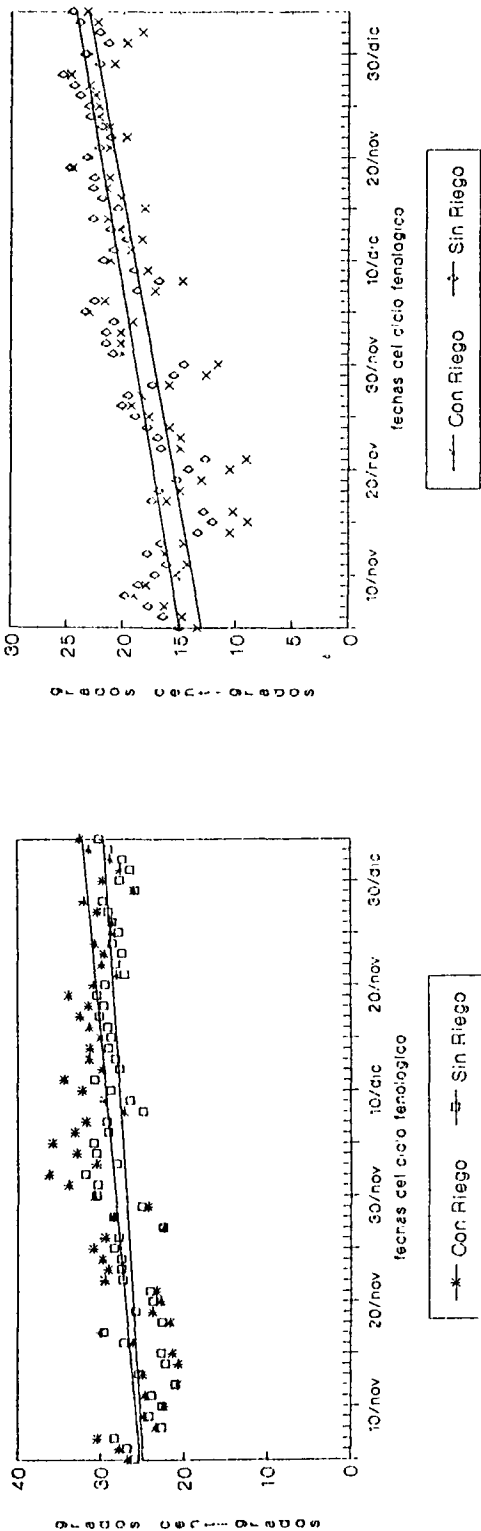
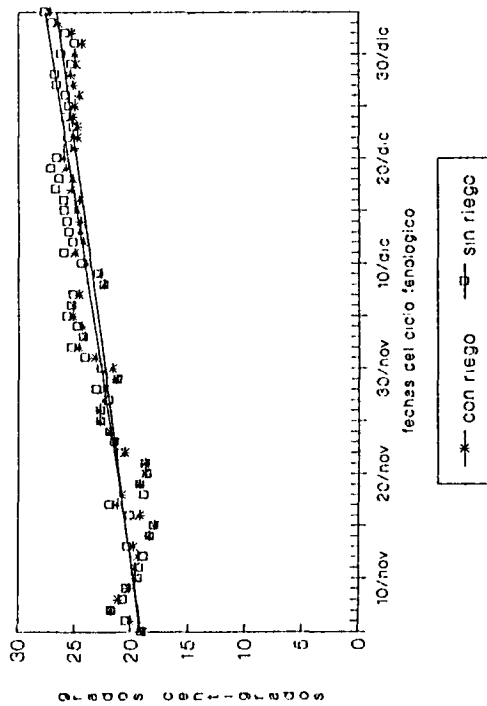


Figura1: Humedad del suelo en maíz

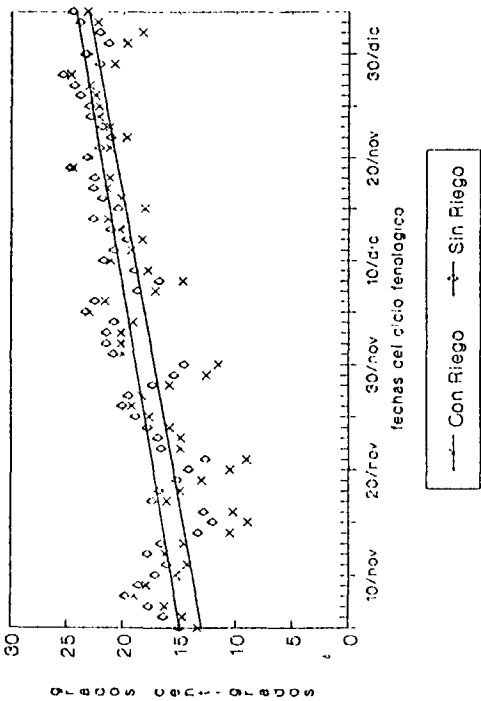
Figura 2: Temperatura del suelo.



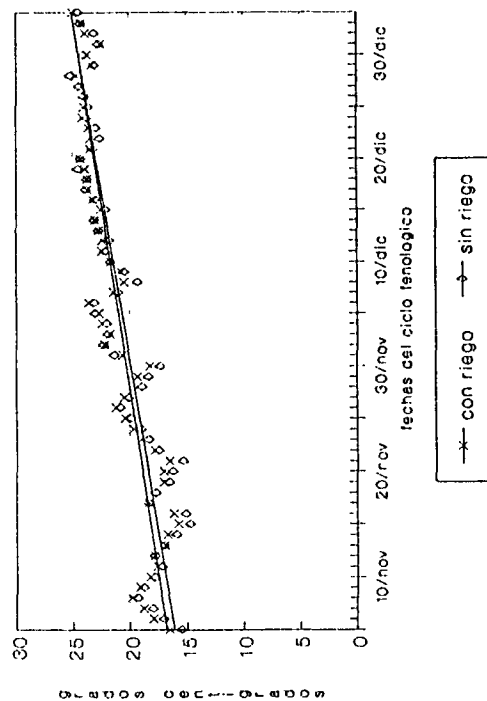
A) Altura -0,05m - con y sin riego. Temperatura máxima diaria.



B) Altura -0,25m - con y sin riego. Temperatura máxima diaria.



C) Altura -0,05m - con y sin riego. Temperatura mínima diaria.



D) Altura -0,25m - con y sin riego. Temperatura mínima diaria.

Tabla 2: Temperatura del aire y del suelo en maíz.

		T. MED.	C.V.	T. MAX.	C.V.	T. MIN.	C.V.	AMPL.	C.V.	
CULTIVO	AM	1,50 m (*)	20,16	15,9	26,46	14,0	14,23	25,6	12,22	24,5
		0,50 m CR	19,14	21,8	28,27	19,8	11,33	39,1	16,94	25,9
		0,50 m SR	20,31	21,3	30,22	18,9	12,03	38,9	18,12	26,2
		-0,05 m CR	23,16	11,7	27,30	9,5	19,60	17,4	7,69	36,5
		-0,05 m SR	23,06	16,7	28,83	13,7	18,03	22,3	10,80	30,2
		-0,25 m CR	22,07	13,3	23,04	11,8	20,73	12,5	2,24	38,0
		-0,25 m SR	21,93	13,1	23,40	12,0	20,60	14,5	2,79	29,0

Referencias:

(*) = Datos expresados en grados centígrados

AM = Abrigo meteorológico

SR = Sin riego

CR = con riego

que el cultivo ha transpuesto la etapa de quinta hoja.

Temperatura del suelo:

Aún cuando las diferencias de humedad entre tratamientos en las profundidades de registro de la temperatura fueron pequeñas, se observaron disparidades térmicas que conducen al siguiente análisis.

En el nivel más superficial (-0,05 m), se registraron diferencias de 1,53 °C y 1,57 °C entre los tratamientos CR y SR para los registros de temperaturas máximas y mínimas respectivamente (Tabla 2).

Contrariamente a lo señalado por Al-Derby y Lowery (1987), en este trabajo no se manifestaron diferencias significativas de crecimiento para los casos considerados. No hubo desigualdad en las fechas de aparición de octava hoja en los tratamientos CR y SR (Estado 5 de Hanway, 1966). Este comportamiento se debería a las escasas diferencias de temperatura entre tratamientos, como así también a los valores que se registraron (Tabla 2). Dichos datos resultan en una temperatura media de 23°C, que supera holgadamente el umbral de requerimiento térmico para el periodo nacimiento - crecimiento vegetativo de maíz (15°C).

Cabe señalar que es ésta la profundidad en que se debe esperar una mayor influencia de la temperatura sobre el crecimiento inicial del

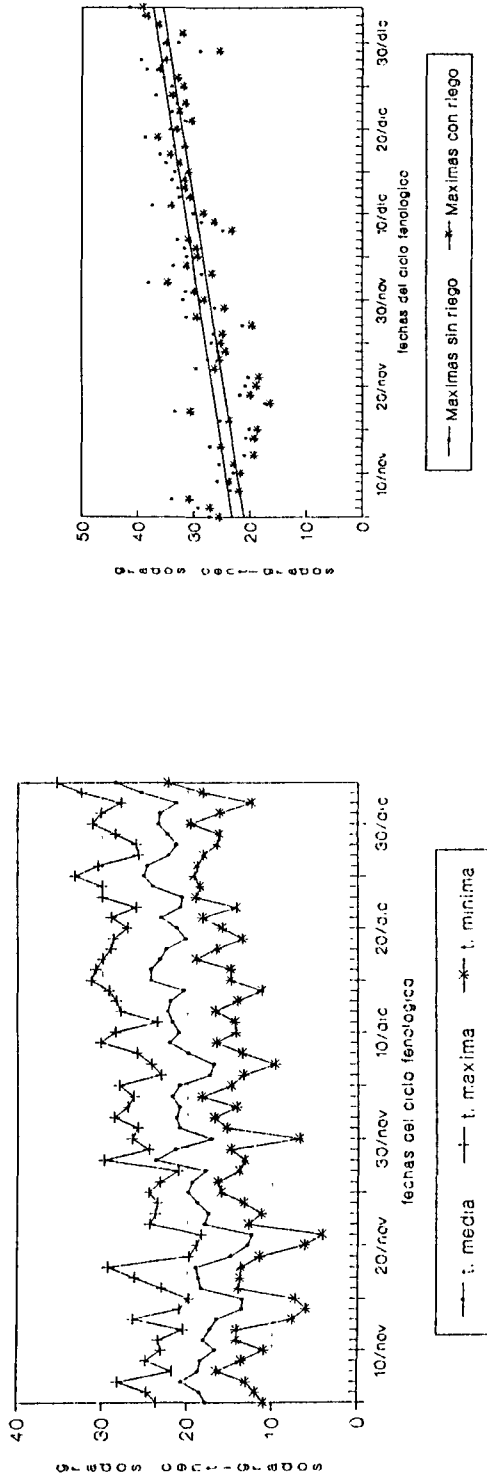
cultivo, ya que la ubicación del ápice de crecimiento, cercano a la superficie del suelo, permite suponer una marcada influencia en la generación foliar.

Las temperaturas máximas (TM) en las dos profundidades de registro resultaron mayores en el tratamiento SR que en el CR, con un comportamiento similar al observado para la TM del aire (0,50 m). No ocurre lo mismo con las temperaturas mínimas (Tm) del suelo, ya que en ambas profundidades fueron mayores las correspondientes al tratamiento CR. Se considera que la humedad actuó aumentando la capacidad calórica aparente del suelo, y en consecuencia su capacidad de almacenamiento de energía (Benech Arnold *et al.*, 1987).

Esto último no se manifiesta en los registros aéreos, posiblemente debido a la mayor movilidad de fluidos en este medio y al descenso del aire más denso (frío y húmedo) al nivel de observación (0,50 m).

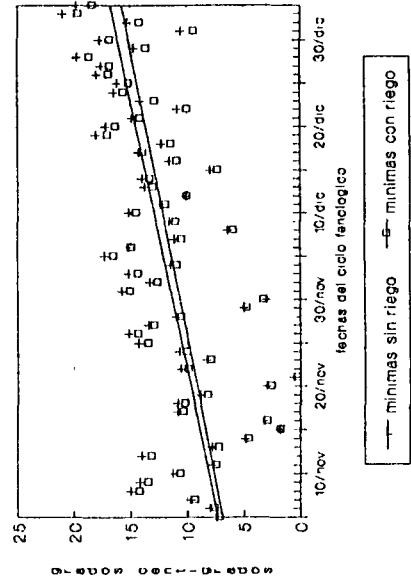
Los valores de amplitud térmica (AT) guardan el siguiente orden: SR (0,05 m) > CR (0,05 m) > SR (0,25 m) > CR (0,25 m). Esto se corresponde con la conocida relación entre la AT en el suelo (Russell and Russell, 1968) y la profundidad de registro por una parte, y con la ya mencionada capacidad de almacenamiento térmico del agua en el suelo; efecto que pudiera ser de alguna trascendencia agronómica en la capa de suelo más inmediata a la superficie

Figura 3: Temperatura del aire.



A) Abrigo meteorológico (h=1,50m).

B) Altura 0,50m - sin y con riego. Temperatura máxima diaria.



C) Altura 0,50m - sin y con riego. Temperatura mínima diaria.

y principalmente en los primeros estadios del cultivo

Evolución de la temperatura durante la conducción del ensayo:

Existe una gran correspondencia entre la evolución de los valores de temperatura en el aire (Figura 2) y en el suelo (Figura 3), no siendo perceptibles cambios abruptos de temperatura por la aplicación de riegos complementarios. Por el contrario se observa que algunas lluvias naturales producen descensos de los registros, durante dos a tres días a partir de la ocurrencia del meteoro.

Esto se relaciona con la escasa magnitud de las láminas de agua aplicadas (10 mm), así como a una mayor eficiencia de captación del agua de lluvia, sobre todo cuando la precipitación corresponde a eventos prolongados y de baja intensidad, puesto que la modalidad de riego por surcos practicada en esta experiencia implica una alta proporción de pérdida por escurrimiento superficial.

CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis de que la humedad del suelo incide en la temperatura de la rizósfera y en la del aire dentro del cultivo, aunque no fue verificable en parámetros biológicos del mismo.

En el rango térmico y situaciones hídricas ensayadas no se detectan efectos diferenciales en la fenología del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Srta. Viviana Fapitalle por su colaboración durante el desarrollo de la experiencia.

BIBLIOGRAFIA

- Al-Derby, A M. and B. Lowery, 1987. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservation tillage systems. *Soil Sci.Soc. American. Journal* 51. 768-771.
- Benech Arnold, R.L.; C.M. Ghersa y T.M. Schlichter, 1987. Simulación de flujo de calor en el suelo. Evaluación de métodos numéricos. *Ciencia del Suelo*. Vol. 5, N° 2: 105-115.
- Coelho, D.T. and R.F. Dale, 1980. An energy-crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. *Agronomy Journal*. Vol. 72: 503-510.
- Del Barrio, R.A. y M.D. Asborna, 1988. Régimen agroclimático de temperaturas mínimas cercanas al suelo en la localidad de Castelar (Buenos Aires). *Actas del II Congreso Iberoamericano de Meteorología*. Buenos Aires.
- Hanway, J.J., 1966. Growth stages of maize/corn. U.S. Department of Agriculture. *Tech. Bulletin* 976. *Spec. Rep.* 48, IOWA State University.
- Navarro Fariás, E., 1994. Física de suelos con enfoque agrícola Méjico. Editorial Trillas. 195 pp.
- Pecorari, C.A. y L. Balcaza, 1986. Reserva de agua útil en algunas series de suelos de la Pampa Ondulada. *Carpeta de producción Vegetal - Serie Generalidades*. Información N°50. Tomo VII. INTA Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. 4 pp.
- Pellerin, S. and L. Pages, 1994. Evaluation of parameters describing the root system architecture of field grown maize plants (*Zea mays L.*). 1. Elongation of seminal and nodal roots and extension of their branched zone. *Plant and Soil* 164:155-167.
- Rebella, C.M. y L.T. Zeljkovich de, 1980. Probabilidades de deficiencias y excesos hídricos en la reunión de Pergamino. *Actas de la IX Reunión Argentina de Ciencia del Suelo Tomo I*: 79-85.
- Russel, J. and E.W. Russell, 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. España. Editorial Aguilar. 801 pp
- Troeh, F.R ; J.A. Hobbs y R.L. Donahue, 1980. Soil and water conservation. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. Cap 15-3. 498-500.
- Vogelezang, J.V.M., 1992. Effect of root zone and air temperature on flowering and growth of *Spathiphyllum* and *Guzmania minor* Empire. *Scientia Horticulturae*, 49.311-322.