

INTRODUCCION

El criterio de máxima producción de los cultivos desde un punto de vista exclusivamente experimental, corresponde la mayoría de las veces a una evapotranspiración elevada, pero esta medida no suele ser la más económica ni técnicamente la más adecuada. Por consiguiente, un criterio técnico aplicado correctamente debería considerar también la mejor eficiencia de utilización de la humedad del suelo por los cultivos.

Una humedad de suelo favorable, además de garantizar las necesidades de evapotranspiración de las plantas, puede ejercer un papel importante en el control del calor y composición gaseosa del suelo, afectando de este modo la descomposición de la materia orgánica y disolución de las sales.

La producción de los cultivos (considerada desde un punto de vista de incorporación de anhídrido carbónico) y la transpiración, pueden ser tratados como fenómenos de difusión similares pero de sentido contrario, con resistencias comunes en su fase gaseosa. Ambos procesos se ven afectados por el contenido de

humedad del suelo, el cual se manifiesta sobre el potencial de agua de las plantas. La respuesta de estos fenómenos, depende en gran medida de la resistencia estomática del cultivo a estos dos flujos (Stanhill y Vaadia, 1967). Un contenido de humedad del suelo adecuado, permite al maíz transpirar con una tasa potencial de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes y simultáneamente previene la ocurrencia de déficit de humedad en la planta (Hillel y Guron, 1973).

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de cuatro regímenes de humedad del suelo sobre los rendimientos de maíz, cantidad de agua usada y eficiencia de utilización del agua por el cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Las parcelas de investigación, se ubicaron en la Estación Experimental de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción, en Chillán, sobre un suelo derivado de cenizas volcánicas (Fino, Mixto, Mésico, Metahaloísítico de Andic Duracualt, según la Séptima Aproximación), el cual previo a la siembra y fertilización fue muestreado a la profundidad 0-20 cm, con el fin de conocer el contenido de nutrientes disponibles (análisis efectuado en el Laboratorio de Suelos, Estación Experimental Quilamapu). El suelo además, se muestreó a tres profundidades de acuerdo a su estratificación para determinar

¹Trabajo presentado a las xxv Jornadas Agronómicas (Santiago, Nov. 1974).

Recepción originales: 14 de abril de 1975.

²Ing. Agr. Programa Riego, Estación Experimental Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

³Ing. Agr. M.S., Profesor Depto. de Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

curvas características de retención hídrica y densidad aparente. Ambas determinaciones fueron hechas en muestras no alteradas utilizando metodología descrita por Arias y Millar (1973).

El 6 de noviembre de 1973, se sembró el maíz híbrido MA-6, el que posteriormente se raleó dejando una densidad de plantas de 71.000 por hectárea. Según el análisis de suelo, se aplicó una dosis estándar de 120 unidades de N/ha como salitre potásico, y 50 unidades de P_2O_5 /ha como superfosfato triple, a todas las parcelas. El fertilizante nitrogenado, se aplicó en dos parcialidades: mitad a la siembra y la otra mitad cuando las plantas tenían 40 cm de altura.

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos fueron los siguientes:

A. Riego a un 80% de la humedad aprovechable del suelo.

B. Riego a un 50% de la humedad aprovechable del suelo.

C. Riego a un 30% de la humedad aprovechable del suelo.

D. Riego a un 10% de la humedad aprovechable del suelo.

La diferenciación de los tratamientos e inicio de las mediciones, se efectuaron a los 30 días después de la emergencia de las plantas (posterior a la segunda aplicación del salitre potásico).

El contenido de humedad del suelo se midió semanalmente en cada uno de los tratamientos, mediante determinaciones gravimétricas. Al momento del riego, se aplicó la cantidad de agua equivalente a la consumida por las plantas y que aseguraba un retorno a la capacidad de campo de este suelo.

Durante la emisión de inflorescencia femenina, se determinó el Índice de Area Foliar (I.A.F.) mediante la metodología empleada por Mc Kee (1964). A la cosecha, aparte del rendimiento de grano, se determinó la altura de las plantas, diámetro y longitud de las mazorcas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, aparecen algunas características físicas y químicas del suelo en que se realizó este estudio.

Las condiciones ambientales a través del período vegetativo del cultivo se observan en el Cuadro 2. Estas condiciones fueron seme-

Cuadro 1 — Características físicas y químicas del suelo¹.

| Textura (U.S.D.A.) | Profundidad cm | | |
|---|---------------------------|--------|---------------|
| | 0-15 | 15-45 | 45-75 |
| | Franco-arcillo- limoso | Franco | Franco-limoso |
| Densidad aparente (gr/cm ³) | 1,29 | 1,04 | 1,00 |
| pH en agua | 5,7 | 5,8 | 5,8 |
| Materia orgánica (%) | 8,4 | 7,5 | 3,9 |
| Nitrógeno total (%) | 0,57 | 0,54 | 0,48 |
| P asimilable Olsen (ppm) | 24,8 | 16,4 | 10,6 |

¹Métodos del Departamento de Suelos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chillán.

Cuadro 2 — Condiciones ambientales durante el período vegetativo del cultivo (7 Nov. 1973-28 Marzo 1974)¹.

| | Nov. | Dic. | Enero | Feb. | Mar. |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|
| Lluvia, mm | 7,5 | 26,3 | 28,5 | 0,5 | 27,9 |
| Temp. media mensual, °C | 15,4 | 18,0 | 18,5 | 18,1 | 15,3 |
| Rad. solar 14° hrs, gr. cal/cm ² | 1,28 | 1,39 | 1,40 | 1,30 | 1,16 |
| Horas sol, Nº hrs | 319 ¼ | 351 ¼ | 356 ½ | 302 | 248 ¼ |
| Humedad media relativa, % | 57,3 | 54,1 | 52,09 | 56,2 | 70,2 |
| Evaporación bandeja, mm | 179,7 | 221,45 | 238,04 | 172,84 | 136,34 |

¹Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chillán.

jantes a los promedios mensuales de 10 años de información agrometeorológica.

En la Figura 1, se presentan las curvas características de retención hídrica a tres profundidades de suelo. Se puede observar que las curvas para cada profundidad a pesar de presentar valores de contenido de humedad diferente para $\frac{1}{3}$ y 15 atmósferas, muestran

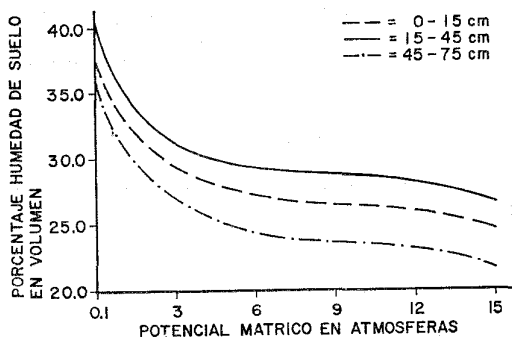


Figura 1 — Curvas características de retención de humedad.

un rango de humedad aprovechable semejante y de aproximadamente un 10%. Estos resultados son similares a los obtenidos por Quiroga y Fuentes (1974), los cuales también trabajaron con muestras no alteradas y en suelos del mismo sector.

El Análisis de Varianza, indicó que hubo diferencias significativas entre algunos de los tratamientos (Cuadro 3). Se observó gran respuesta del cultivo a niveles crecientes de humedad del suelo. De acuerdo a Norero (1974) condiciones favorables de humedad del suelo implican que el cultivo mantiene sus estomas

abiertos, lo cual favorece un intenso intercambio gaseoso (anhídrido carbónico y vapor de agua), lo que se traduce en una producción elevada.

En este mismo cuadro también se señala la cantidad de agua aplicada y el número de riegos dados a cada tratamiento, estos valores representan la cantidad de agua caída por precipitación más el agua aplicada de acuerdo al tratamiento. Estas cifras no presentan valores de evapotranspiración o uso-consumo, debido a que no se midió la cantidad de agua perdida o aportada por las zonas de drenaje, haciendo de esta manera incompleta la aplicación de la ecuación de balance hídrico para el cálculo de la evapotranspiración. Quiroga y Fuentes (1974) en un suelo con características físicas y químicas similares al de este estudio, encontraron que el agua perdida por concepto de drenaje, era considerable (20%).

Se estableció la eficiencia de utilización de dicha agua por el cultivo, relacionando el rendimiento obtenido en cada tratamiento y la cantidad de agua aplicada en el mismo. En el Cuadro 3, se aprecia que dicha eficiencia aumenta a medida que se incrementa la restricción hídrica. Hillel y Guron (1973), encontraron un aumento en la eficiencia de uso de agua por el cultivo del maíz al incrementarse la evapotranspiración. Estos investigadores consideraron para el cálculo de la eficiencia, la producción total de materia seca y no sólo el rendimiento en grano como en este caso.

El rendimiento del tratamiento A, difiere significativamente con respecto al C y D. La cantidad de agua aplicada al tratamiento A, resulta exagerada si se considera la baja eficiencia de utilización, se observa también que

Cuadro 3 — Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano, cantidad de agua aplicada, número de riegos y eficiencia de utilización del agua por el maíz.

| | % Humedad | | Aprovechable | |
|---|-----------|----------|--------------|--------|
| | A (80) | B (50) | C (30) | D (10) |
| Rendimientos (15% humedad del grano) qq/ha | 151,4 a | 136,8 ab | 118,6 b | 85,4 c |
| Agua aplicada, m ³ /ha | 5,800 | 4,900 | 2,100 | 930 |
| Número de riegos | 12 | 9 | 5 | 2 |
| Eficiencia de uso de agua, (qq/m ³) × (10 ⁻³) | 2,6 | 2,8 | 5,6 | 9,2 |

Promedios con una letra en común, no difieren significativamente ($P > 0,01$) según la prueba de Duncan.

al aumentar la aplicación de agua, los rendimientos se incrementan, pero disminuye la eficiencia del uso del agua.

En el Cuadro 4, se muestran el efecto de los tratamientos hídricos en el diámetro y longitudinal de mazorcas, Índice de Área Foliar

(I. A. F.) y altura de plantas. Como se puede apreciar, los niveles crecientes de humedad del suelo, produjeron también incrementos en el diámetro y longitud de mazorcas, así como en la superficie foliar, variables estrechamente relacionadas.

Cuadro 4 — Efecto de los tratamientos, en el diámetro y longitud de mazorcas, índice de área foliar (IAF) y altura de plantas.

| Tratamiento (H. A.) | Longitud (cm) | Diámetro (cm) | I. A. F. | Altura planta (cm) |
|------------------------|------------------|------------------|----------|-----------------------|
| A (80%) | 20,95 ab | 5,46 ab | 3,43 a | 2,21 a |
| B (50%) | 21,52 a | 5,64 a | 3,39 ab | 2,22 a |
| C (30%) | 18,94 b | 5,18 b | 3,21 b | 1,90 a |
| D (10%) | 17,17 c | 5,09 c | 2,98 c | 1,87 a |

Promedios con una letra en común, no difieren significativamente ($P > 0,05$), según la prueba de Duncan.

RESUMEN

Se efectuó una investigación relacionada con el efecto de cuatro regímenes de humedad del suelo sobre la producción de grano de maíz, cantidad de agua aplicada y eficiencia de utilización de dicha agua, en un suelo derivado de cenizas volcánicas de la provincia de Ñuble (Chile).

La investigación señaló que para las condiciones de la experiencia, la cantidad de agua aplicada a los tratamientos, aumentó los rendimientos pero disminuyó la eficiencia de utilización del agua.

El efecto de los tratamientos se manifestó significativamente en la longitud, diámetro de mazorcas e índice de área foliar.

SUMMARY

COMPARISON OF DIFFERENT SOIL WATER REGIMES IN CORN

A research work was conducted in a volcanic ash soil of the Ñuble province, in order to measure the effect of four water regimes on grain yields, quantity of applied water and water use efficiency.

The over all results indicated that under the specific growing season conditions of the period under observation, the quantity of applied water increased the yield, but decreased the water use efficiency.

The water regimes increased significantly ear length and diameter as well as leaf area index (I.A.F.).

LITERATURA CITADA

- ARIAS, E. y MILLAR, A. 1973. Relaciones hídricas de tres suelos regados de Zona Central de Chile. *Turrialba* Vol. 23 Nº 3: 275-283.
- HILLEL, D. and GURON, Y. 1973. Relations between evapotranspiration rate and Maize yield. *Water Resources Research* Vol. 9 Nº 3: 743-748.
- QUIROGA, G. y FUENTES, V. 1974. Uso del neutrómetro en determinación del balance hídrico en un trigo de primavera. Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán. 98 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- Mc KEE, G. W. 1964. A coefficient four computing leaf area in hybrid corn. *Agron. J.* 56: 240-241.
- NORERO, A. 1974. Fórmula para estimar la influencia de la humedad del suelo en la productividad de los cultivos, II Jornadas Venezolanas de Riego. Caracas 3-10 Nov. 1974. Caracas, Venezuela, 43 p.
- STANHILL, G. and VAADIA, Y. 1967. Factors affecting plant responses to soil water in: Hagan, R. M. *et al.* (ed.) *Irrigation of Agricultural Lands*, Madison, Wisc. American Society of Agronomy (Agronomy Series) p. 446-457.