

INFILTRACION DE AGUA EN SUELOS DE LA CUENCA DEPRIMIDA DEL
RIO SALADO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Adrián Troha y Ricardo A. del Barrio

Centro de Investigaciones Biometeorológicas, CONICET.
Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

Se determinó la capacidad de infiltración en distintos suelos de la región en estudio y también en un mismo suelo bajo distintos tratamientos culturales, utilizando la metodología del doble cilindro.

Las determinaciones se realizaron en los siguientes partidos: Lobos, Magdalena, Veinticinco de Mayo, Chascomús, Dolores, Azul, Madariaga y Avacucho, sobre los principales subgrupos de suelos que abarcan una gran proporción del área estudiada.

Los valores observados de lámina de agua infiltrada fueron ajustados mediante fórmulas empíricas de estimación, obteniéndose muy buenos resultados, calculándose así mismo las tasas de infiltración básica correspondientes.

En cada suelo estudiado se realizaron además, determinaciones edafológicas y físico-químicas que coadyuvaron a explicar las causas determinantes de las tasas de infiltración obtenidas así como permitieron recomendar las prácticas de manejo necesarias.

ABSTRACT

Water infiltration capacity in different soils of the region studied and also in a same soil with different cultural management was determined using double cylinder infiltrometer.

Trials were carried in the following departments: Lobos, Magdalena Veinticinco de Mayo, Chascomús, Dolores, Azul, Madariaga y Avacucho, in the main soil subgroups that include almost the entire Salado River basin.

The observed accumulated infiltration values were fitted very well using empirical equations and basic infiltration rates were calculated.

In each soil were also carried soil physical, chemical and hydrological analysis that aided to explain observed infiltration rates and to suggest proper cultural management.

INTRODUCCION

La pampa deprimida es un área que está ubicada en el centro-este de la provincia de Buenos Aires con una superficie de aproximadamente 90.000 km^2 (9.000.000 ha) y que incluye la casi totalidad de las cuencas de los ríos Salado y Samborombón.

A pesar de su clima subhúmedo-húmedo y mesotermal ideal para la producción de muchos cultivos, debido a limitantes hidrológicas y de suelos, constituye en la actualidad una zona caracterizada fundamentalmente por la actividad de ganadería de cría en forma extensiva.

El régimen de precipitaciones es de tipo netamente isohigro con valores medios anuales que oscilan en los 1000 mm. al noreste hasta los 700 mm. al sudoeste de la región, siendo la estación más lluviosa el otoño (Figuras 1 y 2).

En esta zona la problemática se presenta en ciclos bien definidos, provocados por un desequilibrio climático (Barbagallo, 1983). Períodos de deficiencias hídricas en verano suceden a períodos de excesos especialmente en invierno, con formación de grandes superficies anegadas que afectan el área durante prolongados lapsos de tiempo. Ambos fenómenos acarrearán grandes daños y severas limitaciones para la producción agropecuaria.

En un trabajo anterior del CIBIOM (Canziani y otros, 1983) se determinaron 77 grandes tormentas (definida como tal toda precipitación diaria mayor de 80 mm.) en el período 1911-1970. En otros trabajos (Burgos y otros, 1982) se estudiaron las sequías intensas de los años 1979 y 1980 y la gran inundación de abril-mayo de 1980.

Todos estos sucesos de sequías e inundaciones se encuentran condicionados por la capacidad de infiltración de agua del suelo, ya que cuanto menor es la magnitud de este parámetro mayor es el escurrimiento. Esto determina bajo nivel de almacenaje en el suelo en algunos momentos del año y anegamientos frecuentes en épocas de grandes lluvias.

La finalidad de este trabajo fue la determinación de las tasas de infiltración básica de los suelos típicos del área estudiada, relacionándolos con las principales características físico-químicas de los mismos lo que permitirá:

- 1°) Delimitar áreas de acuerdo a algunos componentes físico-químicos de los suelos que permitan definir un rango de infiltraciones básicas probables con el objeto de adaptar los métodos de estimación del balance hidrológico y evitar así el error sistemático que se comete al suponer que toda la precipitación caída infiltra.
- 2°) Conociendo las propiedades del suelo que determinan las tasas

de infiltración básica obtenidas, contribuir a implementar medidas de manejo que tiendan a contrarrestar o eliminar dichos factores adversos.

Los antecedentes sobre el tema en otros países son muy numerosos. A tal efecto pueden consultarse las recopilaciones bibliográficas efectuadas por Parr y Bertrand (1960) y Philip (1969).

En nuestro país los trabajos realizados en la materia sobre suelos de la zona bajo estudio son escasos. Entre ellos pueden citarse el de Vallejos y Mazza (1967), el convenio Consejo Federal de Inversiones-Provincia de Buenos Aires (1980) y el de Bermejo y Suero (1981).

MATERIALES Y METODO

Para la medición de la infiltración de agua en el suelo se empleó el método tradicional del doble cilindro, siguiendo las especificaciones técnicas de Haise y otros (1965). Se realizaron 4 repeticiones en cada lugar de trabajo, tomándose como medida de tendencia central de las mismas a la media aritmética, ya que la variabilidad entre las muestras fue muy pequeña.

Para evitar los inconvenientes inherentes al instrumental utilizado, se realizaron los ensayos sobre praderas con cobertura total, disminuyendo así el error cometido por aplicar el agua en forma de lámina y no como precipitación.

Por otra parte se utilizó una lámina de agua pequeña para minimizar el error ocasionado por la carga hidráulica.

En cada uno de los lugares estudiados se midió la velocidad de infiltración expresada en mm.h^{-1} , a intervalos regulares de tiempo que fueron más cortos al comienzo para luego hacerse más espaciados.

Se debe hacer notar que la influencia del contenido de humedad del suelo es solo relevante durante los estadios iniciales de infiltración, disminuyendo hasta hacerse despreciable cuando el perfil está humedecido a saturación y se ha llegado a la infiltración básica (Philip, 1957 y 1969; Hills, 1971 y Tricker, 1981).

Por lo tanto, el valor que mayor importancia reviste desde el punto de vista agrohidrológico es el correspondiente al estado de infiltración estacionario o tasa de infiltración básica (Fernandez y otros, 1971).

Los valores observados de velocidad de infiltración fueron ajustados por la fórmula de Kostjakov-Lewis. Esta ecuación empírica de tipo

exponencial mostró un ajuste más que aceptable ($r^2 = 0,93$) dentro de los límites de tiempo adoptados en este trabajo. En todos los casos se realizaron, además, extracciones de muestras de suelo a distintas profundidades para determinar sus características físico-químicas y relacionarlas con las tasas de infiltración obtenidas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se pueden observar las coordenadas geográficas de las localidades estudiadas con los tipos de suelos correspondientes, clasificados de acuerdo a Soil Taxonomy (Arens y Etchevehere, 1966).

En la Figura 4 se muestran las curvas ajustadas de velocidad de infiltración en función del tiempo para dichas localidades.

En la Tabla 2 se presentan las características físico-químicas más importantes de los suelos analizados para las tres profundidades consideradas.

Para destacar la importancia del conocimiento de las tasas de infiltración de la zona se puede realizar como primera aproximación, el análisis entre la infiltración básica obtenida y un gráfico de cantidad de precipitación caída según distintas intensidades (Troha, 1978), (Figura 3).

Así, del análisis pluviográfico de la localidad de Dolores puede inferirse, de acuerdo a la tasa de infiltración básica obtenida y suponiendo que el suelo se encuentra permanentemente en capacidad de campo, que el 55% de la precipitación anual caída no se incorporaría al perfil. Puede considerarse por lo tanto, que la precipitación efectiva sería de aproximadamente el 45%, lo que para una precipitación media anual de 880 mm (Dolores), representa tan sólo 400 mm aprovechables.

De lo antedicho se puede visualizar un desequilibrio marcado en el balance hidrológico, favoreciendo grandes inundaciones en el período otoño-invernal y severas sequías especialmente en el período estival.

Por otra parte, en el partido de Lobos (localidad de Uribelarra), se realizaron ensayos de infiltración de agua sobre 2 series de suelos bajo distintos tratamientos culturales (Tabla 3 y Figura 5). Del análisis de las mismas se desprende que las menores tasas de infiltración se deben a la presencia de sodio en el perfil (Tschapek, 1966). Sin embargo, en aquellos potreros anteriormente inundables a los que se les ha implantado una pradera y agregado materia orgánica, la capacidad de infiltración aumenta notablemente en términos relativos con respecto a aquellos potreros inundables no

tratados.

Con el objeto de detectar cuales son las propiedades del suelo que tienen incidencia sobre la infiltración básica del mismo se llevaron a cabo correlaciones simples, parciales y múltiples.

En la Tabla 4 se presentan los coeficientes de correlación lineal simple de cada una de las características estudiadas de los suelos para las tres profundidades analizadas, con el grado de significación correspondiente. Merece destacarse que sólo el porcentaje de carbono orgánico en el horizonte superficial da valores de coeficiente de determinación altamente significativos.

En las Tablas 5 y 6 se presentan los coeficientes de correlación múltiple para las propiedades de los suelos que han dado valores significativos luego de haber sido probadas todas las combinaciones posibles entre variables no asociadas, destacándose en todos los casos que los valores de error de estimación son del orden del 8 al 12%.

Por otra parte, se puede apreciar que los factores de influencia más marcada sobre la infiltración fueron el porcentaje de carbono orgánico, la textura y el pH del suelo. Debe tenerse en cuenta que los valores de porcentaje de sodio de intercambio no pudieron valorarse por problemas con las determinaciones en laboratorio, debiéndose adoptar los valores propuestos por el INTA para las mismas series de suelos.

CONCLUSIONES

1.- La infiltración básica de los suelos de la pampa deprimida presenta en general valores muy bajos.

2.- De los análisis de regresión y correlación se puede inferir que el porcentaje de carbono orgánico es el factor más importante que influye sobre las tasas de infiltración observadas. También tienen una influencia marcada la textura y el pH, especialmente de los horizontes subsuperficiales.

3.- Los suelos con bajo contenido de carbono orgánico y alto pH presentan muy baja infiltración, correspondiendo a escurrimientos superficiales del orden del 55% de la lluvia anual y agravándose aún más si se analizan tormentas individuales.

4.- El almacenaje de agua del suelo depende en gran medida de su capacidad de infiltración; si ésta es baja el escurrimiento superficial es mayor, determinando que la zona estudiada se vea afectada por inundaciones periódicas y por sequías más intensas o más frecuentes.

5.- El agregado de materia orgánica mejoraría notablemente la ca-

pacidad de infiltración de los suelos estudiados, especialmente si no hay una limitante por pH elevado. Para situaciones de alto pH en combinación con porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15, puede pensarse en mejorar la capacidad de infiltración de los suelos con prácticas tales como el agregado de enmiendas (yeso) con el fin de disminuir el pH y posteriormente agregar materia orgánica.

6.- Debido a dificultades operativas que acarrearón la realización de los ensayos, se estima que su número no es aún suficiente como para cubrir toda el área bajo estudio y por lo tanto, se prevee proseguir con los mismos en el futuro.

Agradecimientos: Los autores desean expresar su reconocimiento a las instituciones y profesionales que hicieron posible la realización de este trabajo

En primer lugar deseamos destacar la colaboración brindada por la UBA a través de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos que facilitó las instalaciones y drogas necesarias para realizar el análisis físico-químico de los suelos; al Ing. Agr. J.C.Ceriani por el apoyo técnico y académico ofrecido; al Ing. Agr. Presbítero Melita, Director de la Escuela Agrícola Salesiana Don Bosco, quién facilitó la utilización del establecimiento para la realización de los ensayos; al Ing. Agr. O.González, técnico del CFI, por la información cedida.

EPIGRAFES DE LAS FIGURAS

- Fig. 1: Proporción (%) de precipitación del semestre frío (abril-septiembre) con respecto a la precipitación anual.
- Fig. 2: Precipitación anual (mm); estación más lluviosa a menos lluviosa e histogramas de precipitación anual (enero a diciembre).
- Fig. 3: Milímetros de precipitación anual caída según distintas intensidades e infiltración básica para un suelo del partido de Dolores.
- Fig. 4: Velocidad de infiltración para distintos suelos de la pampa deprimida.
- Fig. 5: Velocidad de infiltración de dos suelos de la localidad de Uribelaree (partido de Lobos) sometidos a distintos tratamientos culturales.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Arens, P.L. y P.H. Etchevehere, 1966. Normas de reconocimiento de suelos; con suplementos de mayo de 1967 y noviembre de 1969. INTA. Inst. de Suelos y Agrotecnia, Buenos Aires.
- 2) Barbagallo, J.F. (1983). Las áreas anegables de la Pampa Deprimida; un planteo agrohidrológico para su solución. Actas del Coloquio de Hidrología de las grandes llanuras. Vol 2: 789-864- Olavarría, Abril de 1983, Rep. Argentina
- 3) Bermejo B.M. y E.E. Suero, 1981. Infiltración en suelos argiudoles de Balcarce. RIA 16 (2): 205-213
- 4) Burgos, J.J., A. Troha y J.A. Forte Lay, 1982. Anomalia de episodios extremos en el balance de agua registrados en la provincia de Buenos Aires. Presentado en la 12ª Reunión de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (A.A.G.G.) Mar del Plata, octubre de 1982. Rep. Arg.
- 5) Canziani, O.F.; J.A. Forte Lay; R.M. Quintela y A. Troha, 1983. Estudio de grandes tormentas de la Pampa deprimida en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su incidencia en el balance hidrológico. Actas del Coloquio de Hidrología de las grandes llanuras. Vol 2: 900-921
- 6) Convenio Consejo Federal de Inversiones. Provincia de Buenos Aires, 1980. Estudio de la zona deprimida del Salado (Inédito)
- 7) Fernandez, P.C.; J.A. Luque y J.D. Paoloni, 1971. Análisis de la infiltración y su aplicación para diseños de riego en el Valle inferior del Río Colorado. RIA. Serie 3. Clima y Suelo 8 (1): 1-29
- 8) Haise, H.R.; W. Donnan; J. Phelan; L.F. Lawhon and D.G. Shockely, 1965. Uso del infiltrómetro de cilindro para determinar las características de infiltración de los suelos irrigados. U.S. Dept. of Agric. 10 p.
- 9) Hills, R.C., 1971. The influence of land management and soil characteristics on infiltration and the occurrence of overland flow. Journal of Hydrology 13: 163-181.
- 10) Kostíakov, A.M., 1932. On the dynamics of the coefficient of water-percolation in soils and on the necessities for studying it from a dynamic point of view for purpose of amelioration (en ruso) In International Society of Soil Science, 6th Commission Transactions, Gronigen Holland V.A. PP, 17-21

- 11) Lewis, M.R., 1937. The rate of infiltration of water in irrigation practice. Trans. Am. Geophys. Union, 18 (2): 361-368
- 12) Parr, J.F. and A.R. Bertrand, 1960. Water infiltration into soils. Adv. Agron. 12: 311-363.
- 13) Philip, J.R., 1957. The theory of infiltration: 5. The influence of initial moisture content. Soil Sci. 84 (4): 329-339.
- 14) Philip, J.R., 1969. The theory of infiltration. Advan Hydro-science 5: 216-296.
- 15) Tricker, A.S., 1981. Spatial and temporal patterns of infiltration. J. Hydrol. 49: 261-277.
- 16) Troha, A., 1978. Efectividad de las precipitaciones en la Región Pampeana. Taller Argentino-Estadounidense sobre "Secufas". Mar del Plata, 4-8 de diciembre de 1978, 25 p. CIBIOM, Buenos Aires.
- 17) Tschapek M., 1966. El agua en el suelo. 2^a ed. Madrid, España, 517 p.
- 18) Vallejos, W.E. y C.A. Mazza, 1967. Velocidad de filtración de suelos chernozoides de depresiones húmedas de la Región Pampeana. RIA. Serie 3, 4 (2): 17-25.

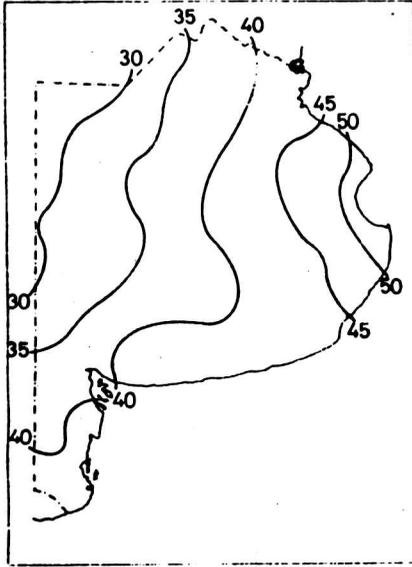


Figura 1.

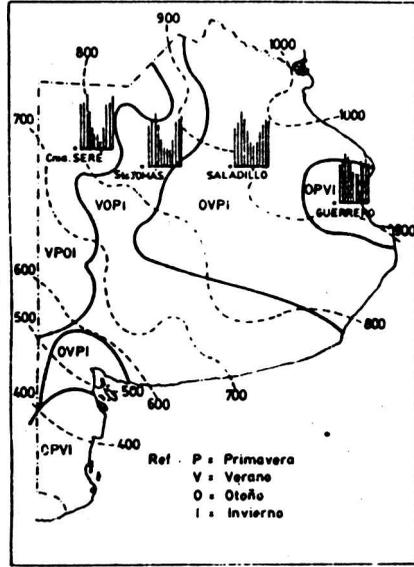


Figura 2.

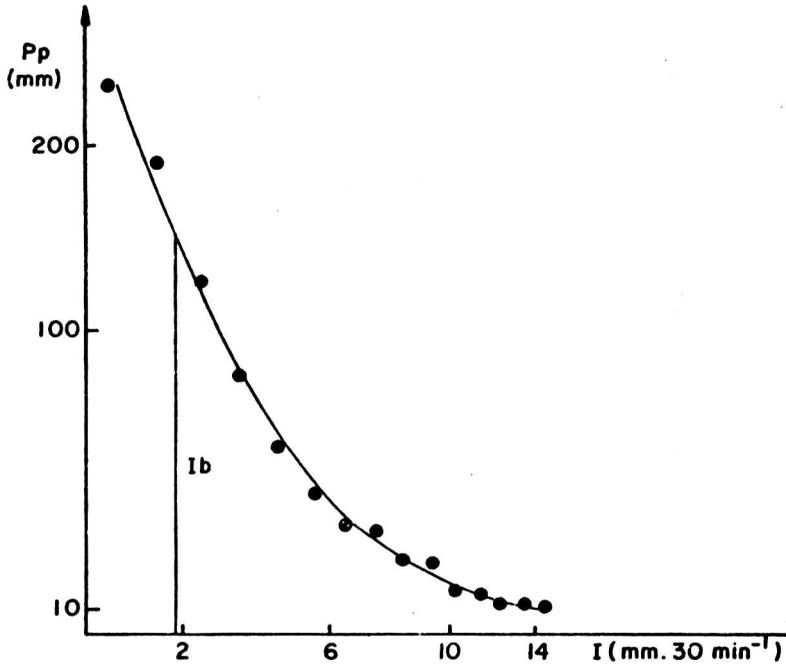


Figura 3.

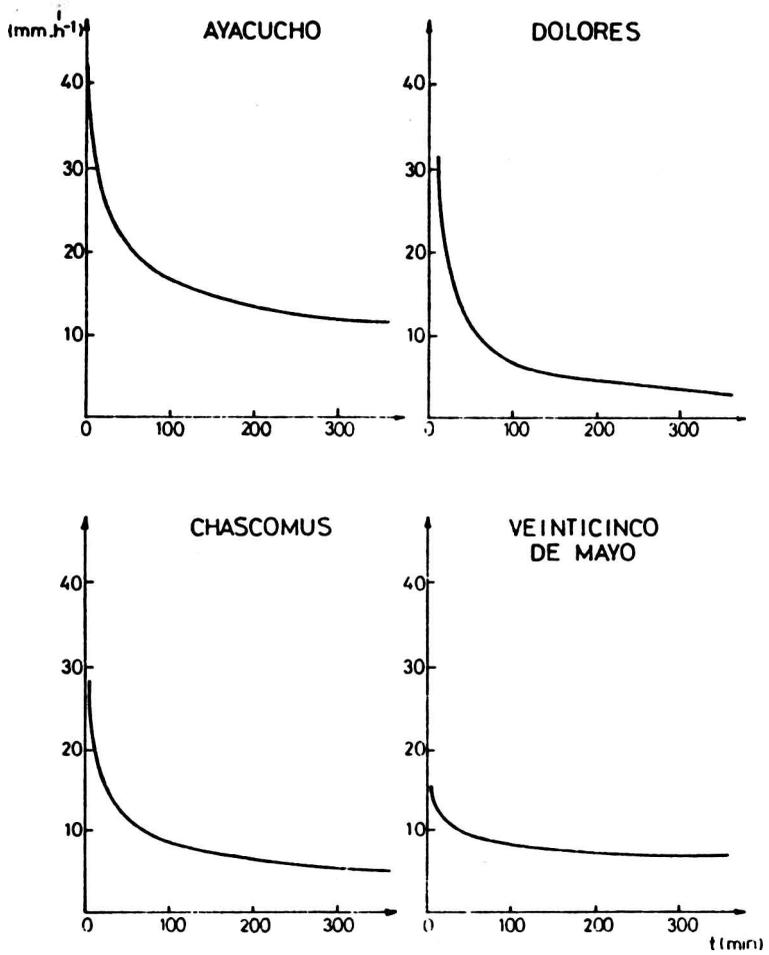


Figura 4.

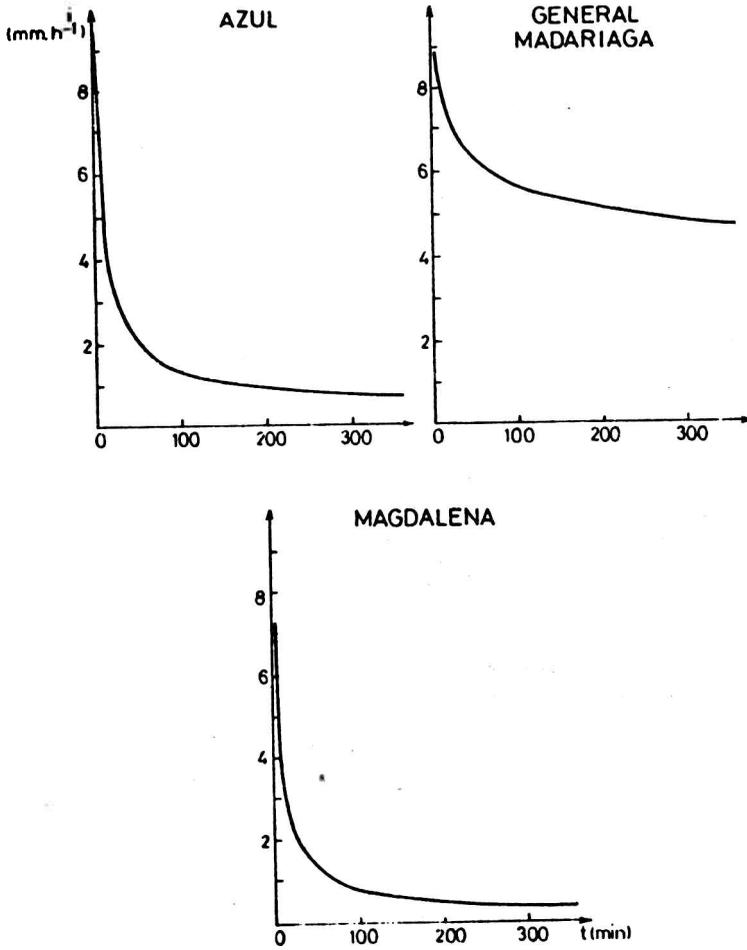


Figura 4 continuación.

164 INFILTRACION DE AGUA EN EL SUELO...

| Partido | Coord. Geogr. | | Tipo de suelo | | | Coef. k | Ec. Kost. | Infil. física (mm.h ⁻¹) | Tiempo básico (min) |
|---------------------|---------------|--------|---------------|---------------|-----------|---------|-----------|-------------------------------------|---------------------|
| | Lat. | Long. | Gran grupo | Subgrupo | Serie | | | | |
| Ayacucheo | 17°08' | 58°25' | Hapludol | thapto árgico | Labardén | 1,653 | 0,696 | 11,59 | 352 |
| Azul | 36°37' | 59°44' | Natracuol | típico | Armonía | 0,596 | 0,464 | 1,55 | 83 |
| Chascomús | 35°29' | 57°49' | Hapludol | thapto árgico | Abbott | 1,449 | 0,610 | 6,22 | 243 |
| Dolores | 36°19' | 57°37' | Hapludol | thapto árgico | Pila | 6,439 | 0,351 | 3,81 | 247 |
| Lobos | 35°06' | 58°50' | Natracuol | típico | Monte | 2,630 | 0,263 | 1,38 | 161 |
| | | | Hapludol | thapto árgico | Lobos | 0,817 | 0,551 | 4,60 | 134 |
| Medariaga | 37°02' | 57°08' | Hapludol | thapto árgico | Maipú | 0,223 | 0,851 | 5,04 | 87 |
| Magdalena | 35°04' | 57°43' | Argiudol | ácido | Magdalena | 1,292 | 0,293 | 1,07 | 76 |
| Veinticinco de Mayo | 35°11' | 60°05' | Argiudol | típico | Berítez | 0,431 | 0,807 | 1,90 | 153 |

Tabla 1: Ubicación geográfica, clasificación, coeficientes de la ecuación de ajuste de Kostikov-Lewis, tasa de infiltración básica y tiempo necesario para alcanzarla de los suelos estudiados.

| Partido | Tipo de suelo | Prof. (cm) | Dens. ap. (gr.cm ⁻³) | Hum. inic. (mm) | C.O. (%) | Textura | | | PH (1:2,5) | Cond. elec (microhm.cm ⁻¹) | P.S.I. (%) |
|---------------------|------------------------|------------|----------------------------------|-----------------|----------|---------|------|------|------------|--|------------|
| | | | | | | Arc. | Lim. | Are. | | | |
| Ayacucho | Hapludol thapto árgico | 0-20 | 1.10 | 41.1 | 3.49 | 22.4 | 41.8 | 35.8 | 5.6 | 0.41 | 1.6 |
| | | 20-40 | 1.19 | 39.5 | 16.6 | 53.6 | 29.8 | 5.1 | 0.53 | 1.6 | |
| | | 40-60 | 1.35 | 59.2 | 33.2 | 42.8 | 24.0 | 5.3 | 0.77 | 2.8 | |
| Azul | Natracuol típico | 0-20 | 1.26 | 84.2 | 1.67 | 23.9 | 56.7 | 19.4 | 8.4 | 1.45 | 16.0 |
| | | 20-40 | 1.20 | 93.1 | 27.2 | 57.6 | 15.2 | 9.5 | 2.95 | 14.7 | |
| | | 40-60 | 1.20 | 95.2 | 34.8 | 50.8 | 14.4 | 9.0 | 4.36 | 13.2 | |
| Chascomús | Hapludol thapto árgico | 0-20 | 1.16 | 67.2 | 2.94 | 17.0 | 64.9 | 18.1 | 5.6 | 0.21 | 2.2 |
| | | 20-40 | 1.16 | 60.4 | 18.7 | 61.6 | 19.7 | 5.0 | 0.21 | 2.2 | |
| | | 40-60 | 1.23 | 68.3 | 53.1 | 37.4 | 9.5 | 5.8 | 0.97 | 7.3 | |
| Dolores | Hapludol thapto árgico | 0-20 | 1.17 | 17.0 | 2.16 | 19.9 | 37.2 | 42.9 | 5.7 | 0.23 | 2.4 |
| | | 20-40 | 1.18 | 20.3 | 21.6 | 35.9 | 42.5 | 6.1 | 0.23 | 2.7 | |
| | | 40-60 | 1.24 | 62.4 | 42.8 | 23.3 | 33.5 | 7.1 | 1.02 | 5.3 | |
| Medariaga | Hapludol thapto árgico | 0-20 | 1.23 | 73.4 | 3.68 | 29.1 | 36.7 | 34.2 | 5.5 | 0.36 | 1.2 |
| | | 20-40 | 1.23 | 66.2 | 18.8 | 37.6 | 43.6 | 6.0 | 0.21 | 1.2 | |
| | | 40-60 | 1.27 | 83.6 | 41.0 | 28.1 | 30.4 | 6.3 | 0.42 | 1.3 | |
| Magdalena | Argiudol ácido | 0-20 | 1.17 | 54.2 | 2.58 | 27.3 | 68.6 | 4.1 | 5.8 | 0.18 | 1.6 |
| | | 20-40 | 1.25 | 62.5 | 29.7 | 65.6 | 5.7 | 5.1 | 0.38 | 1.6 | |
| | | 40-60 | 1.29 | 92.0 | 45.2 | 50.0 | 4.8 | 5.8 | 0.38 | 1.7 | |
| Veinticinco de Mayo | Argiudol típico | 0-20 | 1.27 | 74.6 | 2.85 | 20.0 | 51.9 | 27.1 | 6.1 | 0.11 | 0.8 |
| | | 20-40 | 1.18 | 64.4 | 28.3 | 42.7 | 29.0 | 6.6 | 0.25 | 0.6 | |
| | | 40-60 | 1.21 | 61.2 | 40.1 | 29.7 | 30.2 | 6.7 | 0.23 | 0.9 | |

Tabla 2: Características de algunos suelos de la zona deprimida.

| Tipo de suelo | Tratamiento cultural | Prof. (cm) | Dens. esp. ($gr.cm^{-3}$) | Hum. (mic. (mm)) | C.O. (%) | Textura | | | | Conv. elec. ($umhos.cm^{-1}$) | P.S.T. (%) | Inf. básica ($mm.h^{-1}$) |
|-------------------------|--|------------|-----------------------------|------------------|----------|---------|--------|------|-----|---------------------------------|------------|-----------------------------|
| | | | | | | Árc. | lilino | Árc. | PH | | | |
| Napludol thapto férrico | suelo no inundable bajo pradera implantada | 0-20 | 1.22 | 71.7 | 2.48 | 20.1 | 58.5 | 21.4 | 5.5 | 0.58 | 3.3 | 3.00 |
| | | 20-40 | 1.31 | 79.3 | | 15.0 | 42.5 | 22.5 | 7.1 | 0.32 | 6.9 | |
| | | 40-60 | 1.29 | 87.5 | | 47.4 | 30.7 | 14.0 | 7.9 | 0.55 | 9.6 | |
| Natraquel típico | suelo inundable virgen | 0-20 | 1.18 | 16.8 | 0.84 | 19.9 | 52.6 | 27.5 | 7.5 | 0.39 | 8.5 | 1.33 |
| | | 20-40 | 1.26 | 16.3 | | 25.1 | 54.5 | 20.5 | 7.2 | 1.39 | 40.1 | |
| | | 40-60 | 1.24 | 83.4 | | 39.9 | - | 14.4 | 9.7 | 1.83 | 87.2 | |
| Natraquel típico | suelo inundable bajo pradera implant. sin incorp. de mat. orgánica | 0-20 | 1.32 | 55.4 | 1.02 | 21.4 | 58.7 | 20.4 | 8.5 | 0.90 | 10.5 | 0.96 |
| | | 20-40 | 1.15 | 103.9 | | 41.5 | 43.6 | 14.9 | 9.3 | 1.59 | 45.2 | |
| | | 40-60 | 1.19 | 113.4 | | 37.1 | 48.4 | 14.5 | 9.1 | 1.78 | 89.0 | |
| Natraquel típico | suelo inundable bajo pradera implant. con incorp. de mat. orgánica | 0-20 | 1.23 | 19.9 | 2.05 | 21.8 | 56.8 | 21.4 | 6.4 | 0.22 | 2.8 | 1.76 |
| | | 20-40 | 1.32 | 26.1 | | 22.6 | 51.3 | 26.1 | 7.1 | 0.47 | 13.3 | |
| | | 40-60 | 1.46 | 62.6 | | 33.2 | 49.0 | 17.8 | 8.4 | 1.21 | 32.9 | |

Tabla 3: Características de los suelos del partido de Lobos bajo distintos tratamientos culturales.

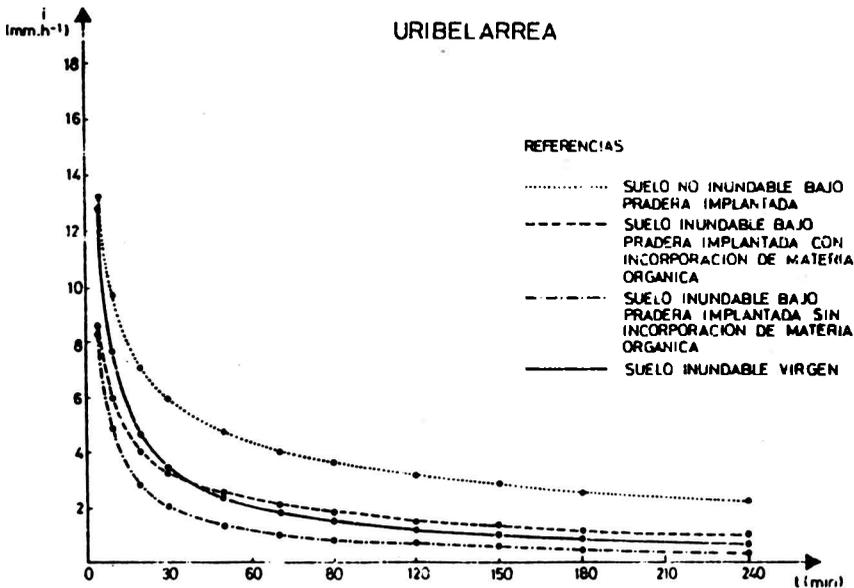


Figura 5.

166 INFILTRACION DE AGUA EN EL SUELO...

| variables | R ² | R | a | b | NS | variables | R ² | R | a | b | NS |
|-------------------|----------------|------|-------|--------|----|-------------------|----------------|------|-------|-------|----|
| Y·X ₀ | 0.58 | 0.76 | -2.57 | 2.85 | ** | Y·X ₄₁ | 0.25 | 0.50 | 0.47 | 0.15 | o |
| Y·X ₁₀ | 0.20 | 0.45 | 14.39 | -25.07 | o | Y·X ₅₁ | 0.32 | 0.57 | 12.99 | -1.31 | o |
| Y·X ₂₀ | 0.01 | 0.10 | 6.41 | -0.10 | o | Y·X ₆₁ | 0.19 | 0.44 | 5.38 | -1.69 | o |
| Y·X ₃₀ | 0.22 | 0.47 | 12.22 | -0.15 | o | Y·X ₇₁ | 0.32 | 0.57 | 5.53 | -0.12 | o |
| Y·X ₄₀ | 0.26 | 0.51 | -0.03 | 0.17 | o | Y·X ₁₂ | 0.01 | 0.10 | -1.66 | 4.53 | o |
| Y·X ₅₀ | 0.31 | 0.56 | 14.62 | -1.64 | o | Y·X ₂₂ | 0.001 | 0.03 | 4.83 | -0.02 | o |
| Y·X ₆₀ | 0.12 | 0.35 | 5.48 | -3.03 | o | Y·X ₃₂ | 0.19 | 0.44 | 9.90 | -0.15 | o |
| Y·X ₇₀ | 0.29 | 0.54 | 5.85 | -0.38 | o | Y·X ₄₂ | 0.27 | 0.52 | 0.54 | 0.19 | o |
| Y·X ₁₁ | 0.14 | 0.37 | 30.80 | -21.87 | o | Y·X ₅₂ | 0.51 | 0.71 | 15.91 | -1.60 | * |
| Y·X ₂₁ | 0.33 | 0.57 | 10.90 | -0.26 | o | Y·X ₆₂ | 0.18 | 0.42 | 5.64 | -1.26 | o |
| Y·X ₃₁ | 0.02 | 0.14 | 6.51 | -0.05 | o | Y·X ₇₂ | 0.27 | 0.52 | 5.34 | -0.05 | o |

Tabla 4. Regresiones lineales simples

| variables | R ² | R | a | b | c | NS |
|-----------------------------------|----------------|-------|--------|--------|--------|----|
| Y·X ₀ X ₄₀ | 0.714 | 0.845 | -4.947 | 4.947 | 0.122 | ** |
| Y·X ₀ X ₂₀ | 0.714 | 0.845 | 4.681 | 3.310 | -0.377 | ** |
| Y·X ₄₀ X ₅₂ | 0.717 | 0.847 | 11.620 | 0.151 | -1.526 | ** |
| Y·X ₀ X ₃₀ | 0.643 | 0.802 | 2.685 | 2.555 | -0.086 | * |
| Y·X ₀ X ₆₀ | 0.581 | 0.762 | -2.384 | 2.814 | -0.202 | * |
| Y·X ₄₂ X ₅₂ | 0.658 | 0.811 | 11.949 | 0.144 | -1.434 | * |
| Y·X ₀ X ₄₂ | 0.650 | 0.806 | -3.640 | 2.481 | 0.103 | * |
| Y·X ₀ X ₂₂ | 0.623 | 0.789 | 1.806 | 3.030 | -0.118 | * |
| Y·X ₄₁ X ₅₂ | 0.618 | 0.786 | 12.023 | 0.102 | -1.414 | * |
| Y·X ₀ X ₄₁ | 0.612 | 0.782 | -3.249 | 2.527 | 0.059 | * |
| Y·X ₀ X ₂₁ | 0.608 | 0.780 | 0.862 | 2.414 | -0.093 | * |
| Y·X ₀ X ₅₂ | 0.585 | 0.765 | 1.270 | 2.126 | -0.353 | * |
| Y·X ₂₁ X ₅₂ | 0.558 | 0.747 | 16.680 | -1.123 | -1.277 | * |
| Y·X ₂₀ X ₅₂ | 0.570 | 0.755 | 22.120 | -2.244 | -1.715 | * |

Tabla 5. Regresiones lineales múltiples de tres variables

| variables | R ² | R | a | b | c | d | NS |
|--|----------------|-------|------|------|------|-------|----|
| Y·X ₀ X ₄₀ X ₅₂ | 0.740 | 0.860 | 3.84 | 1.31 | 0.14 | -0.83 | * |
| Y·X ₀ X ₄₂ X ₅₂ | 0.674 | 0.821 | 5.10 | 1.18 | 0.12 | -0.82 | * |

Tabla 6. Regresiones lineales múltiples de cuatro variables

REFERENCIAS

- Y: infiltración básica
- X₀: % carbono org. (0-20cm)
- X₁₀: dens. aparenta (0-20cm)
- X₂₀: % arcilla (0-20cm)
- X₃₀: % limo (0-20cm)
- X₄₀: % arena (0-20cm)
- X₅₀: pH (0-20cm)
- X₆₀: conduct. elect. (0-20cm)
- X₇₀: % sodio interc. (0-20cm)
- X₁₁: dens aparenta (20-40cm)
- X₂₁: % arcilla (20-40cm)
- X₃₁: % limo (20-40cm)
- X₄₁: % arena (20-40cm)
- X₅₁: pH (20-40cm)
- X₆₁: conduct. elect. (20-40cm)
- X₇₁: % sodio interc. (20-40cm)
- X₁₂: dens. aparenta (40-60cm)
- X₂₂: % arcilla (40-60cm)
- X₃₂: % limo (40-60cm)
- X₄₂: % arena (40-60cm)
- X₅₂: pH (40-60cm)
- X₆₂: conduct. elect. (40-60cm)
- X₇₂: % sodio interc. (40-60cm)