Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires, Rep. Argentina
Serie 3, *Clima y Suelo*, Vol. VIII, Nº 4, 1971

BIBLIOTECA
27 ABR 1972

Manchones en cultivos de la zona central de Santa Fe *

I. Causas edafo-climáticas

J. L. PANIGATTI [1], A. PIÑEIRO [2] y F. P. MOSCONI [1]

RESUMEN

Un determinado tipo de manchones en cultivos desarrollados sobre suelos zonales, fue observado y estudiado en el centro-oeste de Santa Fe, entre los paralelos 32° y 28°30′ S. En el presente trabajo se detallan y muestran los resultados obtenidos en los estudios seguidos para determinar las causas de los manchones mencionados.

Los resultados ponen en evidencia la importancia del balance hídrico en la zona estudiada, y la influencia que tienen los factores externos (climáticos) e internos (edáficos) en la economía del agua y desarrollo de los cultivos. Esos factores que pueden ser naturales o artificiales, debido a las transformaciones introducidas por el hombre, pueden llegar a producir amanchonamientos en cultivos con diferencias en la calidad y cantidad del producto obtenido.

SUMMARY

Patches in cultivated species in the central region of Santa Fe Province

Special kind of patches in some cultivated species on zonal soils, were observed and studied in the central-west region of Santa Fe Province, between 32° and 28°30′ S latitude. In this research work it is detailed and shown the results obtained in the studies done to determine the causes of such patches.

It was evident the importance of water balance in the area, and the influence that external (climate) and internal (soil) factors have in water economy and crop development. Those factors, either natural or artificial, may produce patches in the crops with significant differences in quality and quantity in the crop yield.

* Trabajo presentado a la VI Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Córdoba (Setiembre 1971).

[1] Ings. Agrs. técnicos de la EERA de Rafaela, Santa Fe.
[2] Ing. Agr., técnico de la EERA de Pergamino, Buenos Aires.

Introducción

El amanchonamiento de un cultivo puede ser debido a diversas causas, y una de las más comunes es la resultante de la salinidad y/o alcalinidad de los suelos con su consiguiente desuniformidad de distribución en las tres dimensiones del suelo.

El problema de los manchones a tratar no es el originado por salinidad y/o alcalinidad de los suelos, que se encuentran en las áreas comúnmente denominadas "cañadas", frecuentes también en la zona, sino aquel que aparece o se pone de manifiesto en cultivos desarrollados sobre suelos zonales y en ciertos años o épocas del año.

El área donde se observó y estudió el amanchonamiento es la del centro-oeste de Santa Fe y centro-este de Córdoba, entre los paralelos 32° y 28° 30′ de latitud sur. Las observaciones fueron practicadas desde 1963 hasta el presente, cubriendo toda el área descripta, pero en mayor número y detalles dentro de la Estación Experimental del INTA en Rafaela.

Los suelos estudiados se han desarrollado sobre material de loess pampeano, vegetación de pastos en el sur y monte en el norte, relieve plano a plano-cóncavo con pendientes dominantes del 0,5 % y clima templado que varía de sur a norte con disminución de precipitaciones y aumento de temperaturas medias con la misma orientación.

Gran parte del área fue colonizada hace casi un siglo y la agricultura introdujo una fuente de variaciones importantes, no sólo en la vegetación sino en las propiedades naturales del suelo, como consecuencia de los implementos para laboreo y la forma de utilización. A esta importante fuente de modificación del ambiente natural, el laboreo del suelo, el hombre introdujo además, distintos ganados que se multiplicaron libremente y así pudieron llegar a modificar la vegetación natural.

El hombre también ha actuado directamente como modificador del ecosistema ya sea con las quemazones, tala de montes, construcción de canales y caminos, etc.

Del análisis de un período prolongado de años, PANIGATTI ([3]) concluye que las precipitaciones pluviales no han variado en el tiempo, pero que una característica de su distribución anual y estacional es la irregularidad.

Se ha podido comprobar reiteradas veces que en la zona, cuando las lluvias son abundantes y bien distribuidas, no se presentan manchones, o éstos son de poca magnitud en extensión y diferencia de producción. El cultivo que mejor pone en evidencia a los manchones es la alfalfa, por su duración, hábitos vegetativos, color, etc.; pero también se pueden observar en especies anuales (estivales e invernales) y en las malezas que acompañan a los cultivos.

Los manchones pueden tener distintas características según el cultivo, la intensidad de la sequía, etc. En alfalfa, el "manchón malo" (así llamado para distinguirlo del bueno), presenta principalmente disminución de crecimiento, cambio de color y, en cultivos de más de un año, disminuye la densidad de plantas y cobertura del suelo.

En cultivos anuales los manchones pueden presentar diferencias en altura, color y desarrollo de plantas. Si las causas del amanchonamiento persisten por un tiempo prolongado, el efecto se ve reflejado en la escasa y deficiente formación de granos y, por lo tanto, en el rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar las causas ambientales predisponentes para la aparición, desarrollo y evolución de los manchones en cultivos. Determinadas las causas se habrá cumplido una etapa importante en el conocimiento del problema planteado, para luego seguir la búsqueda de los caminos para hallar soluciones aplicables.

Materiales y métodos

Para el análisis climático y marcha del tiempo fueron utilizados los datos del Observatorio Meteorológico, que se encuentra en la Estación Experimental.

Los recuentos de plantas fueron tomados al azar, dentro de los manchones, en cuadros de 50 × 50 cm y practicados cortes para luego separar las especies, secarlas y pesarlas. Las determinaciones de humedad en el suelo fueron practicadas a distintas profundidades y teniendo en cuenta los horizontes a los que pertenecían las muestras.

El microrrelieve de las áreas estudiadas fue determinado con nivel óptico y mira parlante, haciendo un elevado número de lecturas, para luego tomar promedios. Las lecturas para el nivel del suelo se tomaron en el manchón a estudiar y compararon con las de la zona circundante o manchón vecino.

El estudio del perfil de suelo correspondiente a diferentes manchones, se realizó en calicatas practicadas con dicha finalidad o con pozos que alcanzaban hasta el B_{21} inclusive. En cada una de estas observaciones se trató de identificar todos los horizontes posibles, aunque sólo tuvieran escasos centímetros de desarrollo, como aquellos que eran incipientes o se encontraran en evolución sobre o incluyendo otros horizontes.

Las determinaciones de proteína digestible y total de nutrientes digestibles, fueron realizadas en el laboratorio de la sección Producción Animal de la Estación Experimental de Rafaela.

Las observaciones fueron hechas en diversas épocas del año para poder

establecer la evolución de los manchones en relación a los cultivos, a la marcha del tiempo (principalmente las lluvias), a las condiciones del suelo, etc.

Resultados y discusión

En las fotografías Nos. 1 y 2 se muestran plantas de maíz desarrolladas en manchones bueno y malo respectivamente. Fueron tomadas inmediatamente después de una lluvia torrencial en el período de sequía, en la primavera de 1970. Un detalle de interés, para destacar comparando estas dos situaciones, es la acumulación de agua en la fotografía Nº 1, donde se encuentran las plantas con desarrollo normal, no así en la Nº 2, donde las plantas han muerto por efecto de la sequía.

Hecho el relevamiento microtopográfico del maizal y en particular de los manchones, se puso en evidencia la coincidencia entre los relieves cóncavos, la acumulación de agua y el manchón bueno. Por otra parte el relieve convexo estaba en relación con suelos sin acumulación de agua y manchones malos.

En enero de 1970 se observaron manchones en un alfalfar de un año, el que fue estudiado desde el punto de vista del microrrelieve y perfiles de suelo. Estas observaciones fueron esquematizadas y son presentadas en el gráfico Nº 1. Se puede apreciar una llamativa variabilidad en la secuencia de horizontes y profundidades, de las que nos ocuparemos más adelante.

El microrrelieve muestra una diferencia promedio de 4 cm entre las partes cóncavas y convexas del terreno. Hay una total coincidencia entre el relieve convexo y los manchones malos (M), y entre el relieve cóncavo y los manchones buenos (B). Se representó también, para mayor ilustración de la influencia de la microtopografía, una situación poco definida del relieve y en la cual la vegetación presentaba un desarrollo intermedio o regular (R).

Durante el invierno de 1966 se realizó un trabajo similar en otro lote de la Estación Experimental, sembrado con trigo. Los manchones malos presentaban un desnivel de 8,5 cm con respecto a los manchones buenos pero, en este caso, contrariamente a lo ocurrido con alfalfa, los manchones buenos correspondían a suelos a mayor nivel que los restantes. Simultáneamente se practicaron observaciones del suelo de los manchones, donde se constató que los manchones malos presentaban en promedio 26 cm de horizonte A y la presencia de A_2 (incluido en los 26 cm); mientras que los perfiles correspondientes a manchones buenos, no presentaban A_2 y la profundidad del A_1 era de 30 cm.



Fotografía 1. — Maíz desarrollado en un manchón bueno



Fotografía 2. — Maíz desarrollado en un manchón malo

Volviendo al gráfico Nº 1 se puede apreciar la secuencia de horizontes de cada perfil de suelo correspondiente a los manchones observados y mencionados anteriormente; en este caso, la dependencia o relación es de manchones-microrrelieve y no como en el trigo que lo era con la presencia de determinado horizonte o en la profundidad del A_1.

Para tratar de aclarar las ideas y presentar lo realizado en las diversas observaciones de los manchones, en forma ordenada, la información siguiente se dividirá en: 1) Causas predisponentes para la formación de manchones. 2) Efectos producidos.

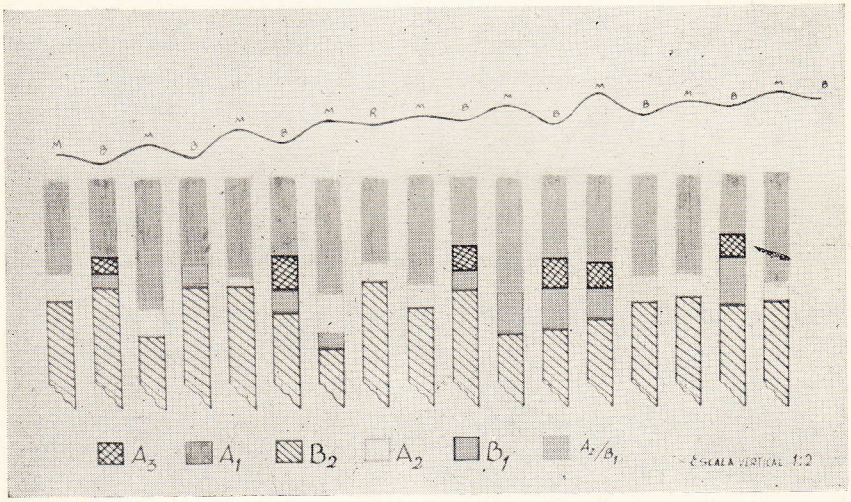


Gráfico 1. — Perfiles de suelo y topografía de los manchones

1) *Causas predisponentes o desencadenantes para la formación y evolución de manchones.*

Por razones de ordenamiento éstas, a su vez, se clasifican en: *a*) Externas y *b*) Internas.

a) *Externas*

I. *Climáticas:* La media anual (1908-1966) de precipitaciones para Rafaela es de 901 mm, pero con irregularidad en la distribución mensual y en los totales anuales.

Como característica de la distribución se presentan sequías estacionales periódicas o regulares hacia fines de invierno y principios de primavera; además, existen sequías irregulares en cualquier época del año y con duración variable.

II. *Edáficas:* La superficie del suelo presenta un microrrelieve, no siempre visible a simple vista, causado principalmente por las labores del suelo y los animales. No se poseen datos sobre relieve natural porque prácticamente toda la zona está bajo cultivo.

b) *Internas*

Se han establecido cuatro causas principales de orden físico.



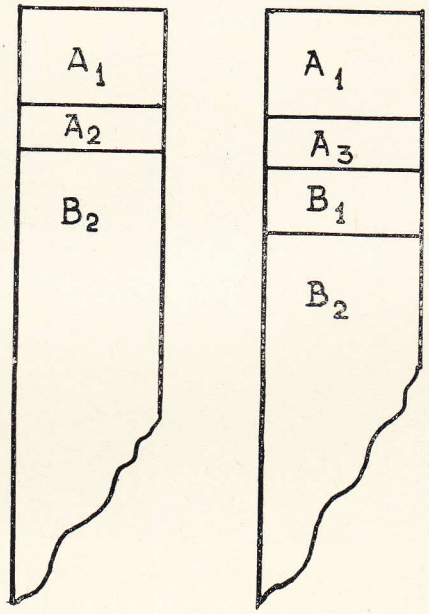
Fotografía 3. — Terreno arado a 35 cm de profundidad

I. *Profundidad del horizonte A_1.* Es fácil observar en casi todos los potreros de la zona, separados por sólo unos metros, la diferencia en el espesor del horizonte A_1. En un trabajo de PIÑEIRO y PANIGATTI (6) ya se mencionan fases del suelo por profundidad del horizonte superficial; así, en la serie Rafaela con el tipo franco limoso, se describen las fases mínima con menos de 20 cm, la fase media con horizonte A_1 de entre 20 y 35 cm y fase máxima con más de 35 cm de espesor. La fase más representada es la media; y es de interés mencionar que los valores extremos encontrados en observaciones cercanas, fueron 12 y 60 cm de espesor.

II. *Presencia de horizonte A_2.* Este horizonte lixiviado, se presenta sin estructura o con estructura laminar, de pocos centímetros de espesor (2 a

5 generalmente) y escasa evolución. Las variaciones que presentan los perfiles no sólo están en el desarrollo de este horizonte sino en su presencia o ausencia.

III. *Transición entre los horizontes* A_1 *y* B_2. Entre estos dos horizontes, que siempre se encuentran bien desarrollados, se presentan horizontes intermedios con algunas variantes, como se hace notar que un perfil presenta horizonte A_2, mientras que en el otro la transición entre A_1 y B_2 está dada por el A_3 y B_1. El límite entre los horizontes A_2 y B_2 es abrupto, mientras que en el perfil con A_3 y B_1 los límites son graduales.



IV. *Estructura del horizonte* B_2. En este horizonte, cuyo tenor de arcilla está cerca del 50 % en los cm superiores, predomina la estructura prismática, presentándose con menos frecuencia la estructura columnar y por último la de bloques subangulares.

Se han explicado cuatro grupos de causas internas de la producción de manchones en cultivos, pero algunas de éstas están íntimamente relacionadas, como por ejemplo la presencia de horizonte A_2 y la estructura columnar en el B_2.

2) *Efectos producidos.*

Ya se explicaron algunas características, especialmente cualitativas, de los manchones; también se mencionaron las causas posibles para la aparición de éstos. Ahora se tratará de presentar valores físicos de los manchones y explicar sus causas directas.

En el verano de 1967 se presentaron manchones en cultivos del área y en una pastura de la Estación Experimental se realizaron las siguientes determinaciones.

	Número de plantas	
	Manchón bueno	Manchón malo
Alfalfa	27,1	13,1
Gramíneas. (Cebadilla, Ray Grass)	61,6	18,2
Trébol blanco	2,0	0,0
Malezas	24,7	47,7
% de suelo cubierto	85	50

Producción de materia seca (al aire) en g/m²

	Manchón bueno	Manchón malo
Alfalfa	169,2	106,4
Gramíneas	106,0	9,6
Trébol blanco	13,2	0,0
Malezas	4,8	21,6
Total	293,2	137,6
Malezas en %	1,6	16,2
Nivel del suelo (cm)	0,0	4,0

Estos valores ponen en evidencia las diferencias existentes en la producción de los manchones y en la composición de la pastura a los dos años y medio de implantada. El nivel del suelo en los manchones malos, en promedio, es 4,0 cm más elevado que el de los otros manchones.

A los 9 días de una lluvia de 114 mm se tomaron muestras para determinaciones de humedad a distintos niveles, con los siguientes resultados:

Humedad del suelo (en % a 105 °C)

Horizonte	Elevaciones	Depresiones
A	25,9	28,1
B_2	19,4	26,4
B_3	20,7	27,3

Con respecto al movimiento del agua en el suelo de los manchones presentados anteriormente, CERANA (1) explicaba que: "luego de lluvias intensas, en las depresiones el agua penetra con presión hidrostática donde las fisuras del suelo proveen de un fácil camino de penetración para la circulación vertical del agua. En cambio, en las elevaciones, en las que el agua infiltró bajo succión, las fisuras representaron un obstáculo para la circulación del agua".

En enero de 1970 los cultivos del área volvieron a presentar el problema del amanchonamiento, debido a la sequía de ese verano. Se aprovechó la oportunidad para estudiarlos y los valores encontrados son presentados en los cuadros siguientes.

Alfalfa de dos años. EERA Rafaela *

	Manchón bueno	Manchón malo
Materia verde, g/m²	352,8	83,9
% de materia seca	22,7	42,1
Materia seca, g/m²	78,1	35,2
N. D. T., %	63,4	54,1
Proteína digestible, %	15,7	11,5
Producción N. D. T., g/m²	49,4	19,1
Producción proteína digestible, g/m²	12,5	4,0

Producción del manchón malo en % (manchón bueno 100 %)

Materia verde	24
Materia seca	45
N. D. T.	39
Proteína digestible	33

* Análisis realizados en el laboratorio de Producción Animal EERA Rafaela.

En los manchones se extrajeron muestras a distintos niveles para determinar la humedad del suelo:

Humedad del suelo (en % a 105° C)

Profundidad (cm)	Manchón bueno	Manchón malo	Coef. marchitam.
10-15 (A_1)	16,0	7,2	10,9
25-30 (A_1)	18,3	9,9	10,9
55-60 (B_2)	24,4	15,5	21,2

Los valores presentados en los tres últimos cuadros nos muestran que la producción ha disminuido en los manchones malos a menos de la mitad, con respecto a los buenos; si al rendimiento lo expresamos por calidad (N.D.T. y P.D.) la reducción será de un orden mayor.

El porcentaje de materia seca es mucho mayor en los manchones malos debido a la pérdida de humedad de la planta y a un menor porcentaje de hojas; esto último también tiene gran influencia en la calidad, como queda en evidencia en los valores presentados de N.D.T. y P.D. en % y producción por m^2.

La causa principal de estas diferencias significativas en cantidad y calidad en la producción de la pastura, es el contenido de humedad del suelo. En los manchones malos, los porcentajes de humedad a distintos niveles de profundidad muestran una marcada diferencia con respecto a los otros manchones, y esta diferencia es altamente significativa cuando comparamos los valores de humedad, con los coeficientes de marchitamiento de los horizontes correspondientes. No hay agua útil para las plantas en los perfiles de suelo correspondientes a los manchones malos.

La diferencia de agua disponible para las plantas en los manchones se puede explicar teniendo en cuenta los factores mencionados al describir las causas de este problema. La zona estudiada presenta sequías características que ponen en evidencia los manchones por las condiciones de clima y suelo. Si tomamos los meses de enero y julio para analizar las precipitaciones de verano e invierno respectivamente, tenemos los valores siguientes:

		Enero		Julio
Precipitaciones (1931-66)		124,8 mm		25,0 mm
Déficit (según Panigatti, 1968)		28,4 »		0,0 »
N° días con lluvia		8,8 »		3,3 »
mm/día lluvia		14,2 »		7,6 »
Registro máximo (mm)	(1958)	299,0 »	(1934)	99,0 »
Registro mínimo (mm)	(1950)	32,0 »	(varios)	0,0 »
% precipitación total		13,8 »		2,8 »

El mes de enero presenta mayores promedios de lluvia y de número de días de lluvia que julio; también enero tiene como característica mayores desviaciones en sus registros de precipitaciones totales que las del mes de julio. Si bien en enero el registro de lluvia por cada día de lluvia es casi el doble del correspondiente valor de julio, esta sola comparación no da una idea de las precipitaciones típicas correspondientes a cada estación. Las lluvias de verano son de tipo torrencial descargando generalmente la totalidad de milímetros en pocos minutos, mientras que las lluvias de

invierno (julio) corresponden a típicos "temporales" con lluvias y lloviznas intermitentes.

Dado ese monto y característica de las lluvias de verano, sumados a la baja infiltración del suelo por pérdida de materia orgánica y estructura (datos existentes) y las características del microrrelieve, es común ver que durante o a los pocos minutos de una lluvia se acumula el agua en las partes cóncavas, como ya fue mostrado en fotografías. Esto explica las diferencias de penetración y acumulación de humedad en los alfalfares estudiados anteriormente y donde los manchones tenían correlación con el microrrelieve y no con la secuencia de horizontes.

Para el estudio de manchones en el cultivo de trigo la relación manchones-microrrelieve no existía sino que era entre manchones y profundidad y/o secuencia de horizontes. El trigo, como típico cultivo de invierno del área, puede presentar manchones por el agua acumulada en el suelo en forma desigual por efecto de fuertes lluvias otoñales. En cambio, el cultivo de alfalfa puede amanchonarse por el escurrimiento antes mencionado, dado el monto y distribución de precipitaciones en la época de su desarrollo.

De la existencia de fases por profundidad, distribuidas sin un patrón determinado, sobre un horizonte B textural de baja permeabilidad, resulta una dispar profundización y acumulación de agua para ser utilizada por los cultivos. Si las lluvias no son regulares y se presenta déficit de humedad, la fase mínima acusará el déficit antes que la fase máxima y por lo tanto el cultivo se amanchona (caso del trigo).

El pasaje de agua, aire y raíces se ve facilitado cuando hay continuidad y homogeneidad de medios ([4, 7]), situación que sólo se encuentra en perfiles con A_3 y B_1, en el área estudiada. El gráfico 2 muestra el tenor de arcilla de los perfiles estudiados en esta Estación Experimental y ya esquematizados.

La textura cambia, de franco limoso a arcilloso, en escasos milímetros entre los horizontes A_2 y B_2 de un perfil, mientras que en el otro es gradual; de franco limoso (A_1), a franco arcillo limoso (A_3 y A_1) y a arcilloso a arcillo limoso en el B_2.

Con la estructura se presenta un problema similar: de masivo en A_1 y A_2 (o laminar) cambia en forma abrupta, a columnar o prismático en el B_2; mientras que gradualmente pasa de masivo en A_1, bloques subangulares en A_3 y B_1 y prismas en el B_2, en el otro perfil.

Estas diferencias tienen influencia en la permeabilidad y es una causa de amanchonamiento, como ocurrió en el cultivo del trigo antes mencionado.

Wittsell y Hobbs ([8]), hallaron que la compactación subsuperficial

del suelo reducía los rendimientos de trigo en mayor proporción que la compactación superficial.

PIÑEIRO y PANIGATTI (5) encontraron que el "índice de percolación muestra un valor notablemente bajo acusado por el horizonte A_2, de acentuada impermeabilidad al agua". Luego agregan que *in situ* ese horizonte

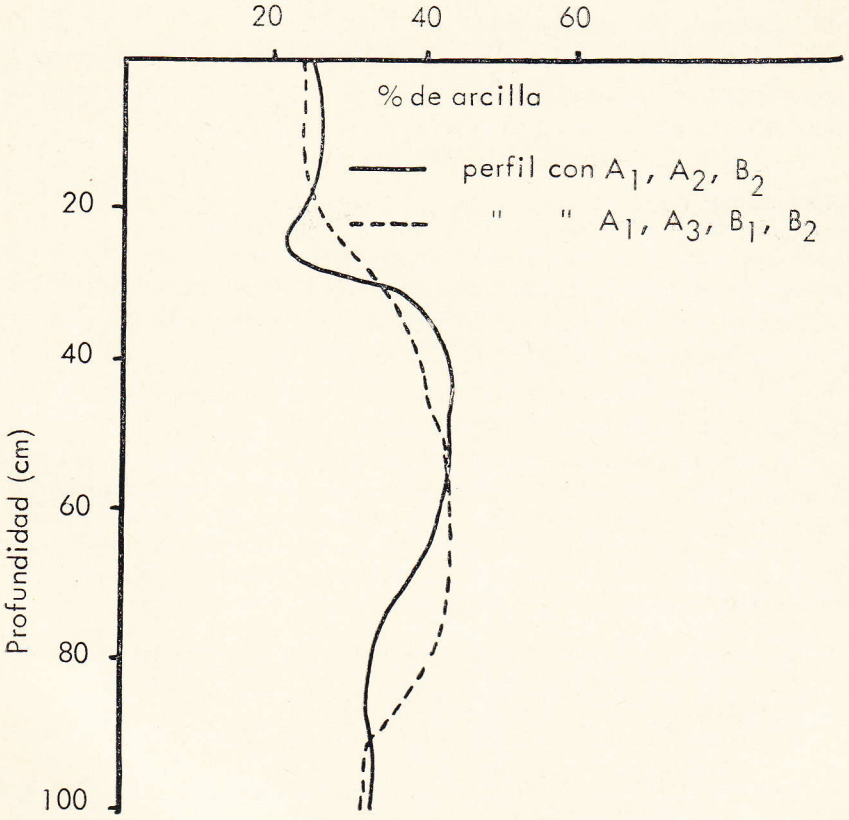


Gráfico 2. — % de arcilla de dos perfiles

(A_2) es fuertemente cementado y duro. El índice de percolación del horizonte A_2 es siete veces menor que el determinado para los horizontes A_1 y B_{21} del mismo perfil. Si bien los autores mencionados llegaron a esas conclusiones, trabajando con horizontes de un suelo Planosol bien desarrollado, esos valores sirven como orientación para explicar la acción del horizonte A_2, como factor limitante o de la reducción para la penetración de fluidos y por lo tanto de raíces.

TAYLOR y GARDNER (7) concluían que la resistencia mecánica del suelo, y no la densidad total, fue el factor crítico de impedimento que controló

la penetración de raíces en los suelos que ellos estudiaron; si bien el horizonte A_2 es de baja densidad, su resistencia mecánica es alta debido a la cementación y también al bajo porcentaje de humedad como consecuencia de un índice de percolación reducido. El horizonte A_2, aunque de escaso desarrollo, actúa como un factor limitante en la producción.

Con muestras acondicionadas, para tal fin, se llevaron a cabo experiencias de percolación en laboratorio con horizontes A_1, A_2 y B_2, en forma independiente, estratificados y mezclados, donde se puso en evidencia la reducción en la velocidad de infiltración, debido a la presencia del horizonte A_2 y en particular cuando éste está estratificado con el A_1.

Conclusiones

1ª La presencia de microrrelieve en el suelo zonal es una de las causas predisponentes en la aparición y desarrollo de los "manchones" en cultivos.

2ª La secuencia y desarrollo de horizontes, de gran variabilidad aun en pequeñas distancias, influye en la economía del agua.

3ª El clima del área, y en particular las lluvias, es el factor desencadenante para la aparición de "manchones".

4ª La interacción suelo-clima-microrrelieve es la que define y gobierna el balance hídrico, y éste a su vez, la evolución de los cultivos y sus "manchones".

Bibliografía

1. Cerana, L. A., *Algunos aspectos destacables en las relaciones agua-suelo-planta.* INTA, Pergamino, 1967.
2. Nicollier, V. S., Comunicación personal. 1966.
3. Panigatti, J. L., *Consideraciones sobre el clima del centro-oeste de la provincia de Santa Fe.* Bol. Int. de Divulgación nº 15, INTA, Rafaela.
4. Pierre, W. H.; Kirkhan, D. y col., *Plant Environment and Efficient Water Use.* ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, 1966.
5. Piñeiro, A. y Panigatti, J. L., *Génesis de un suelo Planosol.* Presentado en la 3ª Reunión Arg. de la Ciencia del Suelo, La Plata, 1965.
6. Piñeiro, A. y Panigatti, J. L., *Aspectos de la conservación de agua en la zona del Departamento Castellanos, prov. de Santa Fe, Argentina.* Presentado en el Congreso Panamericano de Conservación del suelo, Brasil, 1966.
7. Taylor, H. M. y Gardner, H. R., "Penetration of Cotton Seedling Taproots as Influenced by Bulk Density, Moisture Content and Strength of Soil". *Soil Sci.* 96, 1963, pp. 153-156.
8. Wittsell, L. E. y Hobbs, J. A., "Soil compaction Effects on Field Plant Growth". *Agron. J.*, 57, 1965. pp. 534-537.
9. Zimmerman, R. P. y Kardos, L. T., "Effect of Bulk Density on Root Growth". *Soil Sci.* 91, 1961. pp. 280-288.