

Agr. Fernando García
Asistente de la Cátedra de Edafología,
Facultad de Agronomía

3.b Propiedades químicas

Cuando se ara un suelo, se le incorpora materia orgánica y se modifican la dinámica del aire y del agua y la temperatura. Estos cambios determinan un incremento en la actividad de los microorganismos del suelo.

En general, la vegetación y los residuos que se incorporan al suelo son de relación C/N superior a la del protoplasma de los microorganismos del suelo. Entonces, al incrementarse la actividad microbiana, ésta hace uso del N mineral del suelo, para equilibrar la relación C/N de los restos vegetales con la suya. Este proceso provoca, a medida que se produce, una disminución del N disponible para las plantas.

A medida que desaparece el sustrato (vegetación y residuos enterrados), comienza con la disminución de la población microbiana y la evolución de sus restos y los productos de su actividad metabólica restituyen el N que habían inmovilizado, a la forma mineral disponible para las plantas.

En todo este proceso el tiempo es un factor importante, y por lo tanto el momento en que se entierran los residuos o la vegetación (época de arada) es un factor en el manejo de la disponibilidad de N.

La información nacional disponible, obtenida investigando los efectos de diferentes procedimientos de preparación de tierras para cultivos de invierno (trigo), indica que el efecto de la época de laboreo sobre la disponibilidad de N depende del manejo anterior del suelo.

Cuando se prepara tierra para plantar trigo, sobre rastrojo de trigo, de cuatro experimentos realizados en años diferentes, sólo en uno se encontró una diferencia significativa

entre la respuesta al N del trigo plantado con una arada tardía (junio-julio) frente a la que se plantó con una arada temprana (febrero-marzo). Reynaert (1967), encontró 595 kg. de trigo/há. de respuesta de 20 unidades de N, en la arada tardía, frente a 212 kg./há. de respuesta en la arada temprana en uno de sus ensayos. En los restantes experimentos Reynaert (1967), Marchesi (1971), Labella (1974), como se dijo, no vieron diferencias en la respuesta al N, del trigo en diferentes épocas de arada.

Labella (1974), cita una serie de trabajos que indicarían que los residuos vegetales sobre la superficie pueden sufrir una descomposición muy importante (entre 30 y 70%) y una disminución considerable de su relación C/N en un período de cinco a seis meses. Considérese que la cosecha de trigo se hace a fines de diciembre a principios de enero, y una arada tardía se hace en la segunda mitad de junio. Por lo tanto, en las aradas tardías de chacras con rastrojos de trigo para plantar trigo se enterrarían restos vegetales bastante evolucionados y con una relación C/N bastante inferior a la del rastrojo inmediato a la cosecha. Esto determinaría que la inmovilización de N no fuera de importancia. También puede ocurrir que no haya respuesta al N, independientemente del sistema de laboreo, debido a que la chacra tenga una alta disponibilidad de N. Este es el caso de uno de los ensayos de Reynaert (1967).

Cuando se prepara tierra para plantar trigo, sobre praderas con una invasión importante de gramilla (*Cynodon*), el panorama general es diferente. Si se hacen dos aradas, una temprana y otra tardía, en general se tienen mayores rendimientos que con aradas simples y la respuesta de los cultivos al N o no existe (Labella, 1974), o se da a 80 unidades, niveles muy altos de aplicación de N (Marchesi, 1971).

Por lo tanto, parece que las aradas dobles provocan una mayor disponibilidad de N que las aradas simples. Según Labella (1974), la superioridad de las aradas dobles frente a las simples, disminuyó de un 23% sin aplicación de N, a un 7% con una aplicación de 60 unidades por há.

Cuando se hacen aradas simples, en el experimento de Labella (1974) no se encontró que hubiera interacción significativa entre la época de arada y la respuesta al N. En cambio, en el experimento de Marchesi (1971), se encontraron los resultados de la figura 1.

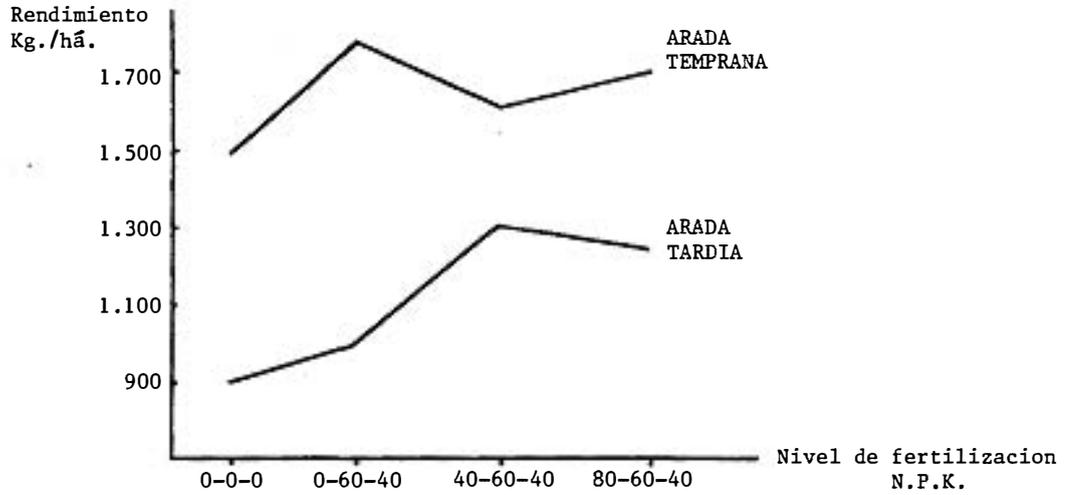
En la arada temprana, hubo respuesta al agregado de 60 unidades de P y 40 de K. Esta respuesta debe ser sólo al P, según conocimiento actual sobre la respuesta a la fertilización potásica que existe en el país. Sin embargo, no hubo respuesta al agregado de N. En la arada tardía, no hubo respuesta al P pero sí a 40 unidades de N junto con el agregado de 60 unidades de P, a las que no había respondido sin N. La respuesta al P en la arada temprana, es equivalente a la respuesta a 40 unidades de N que se da en la arada tardía. Esto significa que la arada temprana en este experimento, significó un ahorro de 40 unidades de N. También se observa que todos los rendimientos de la arada temprana son superiores a los de la tardía, independientemente de la fertilización. Este fenómeno se discute adelante.

Cuando el cultivo anterior es de verano, en particular sorgo, y se desea plantar un cultivo de invierno en el mismo año, la fecha de la arada adquiere gran importancia del punto de vista de la disponibilidad de N para el cultivo de invierno. En este caso, hay poco tiempo desde que la chacra queda en rastrojo del cultivo de verano hasta la instalación del cultivo de invierno. Y cuando se trata de un cultivo como el sorgo, que deja un volumen de residuos 50% mayor a su producción de grano (Capurro, 1975) la situación es peor aún. Este mismo autor, informa sobre un ensayo realizado en La Estanzuela para estudiar el efecto de la época de arada y el manejo del rastrojo de sorgo en la producción de trigo posterior. La arada en marzo produjo resultados que la arada en abril y el pastoreo del rastrojo o el pasaje de rotativa previo a la arada, resultó mejor a enterrar el rastrojo tal cual queda luego de la cosecha. La época de arada aparece como más importante que el manejo del rastrojo.

4) EPOCA Y NUMERO DE ARADAS

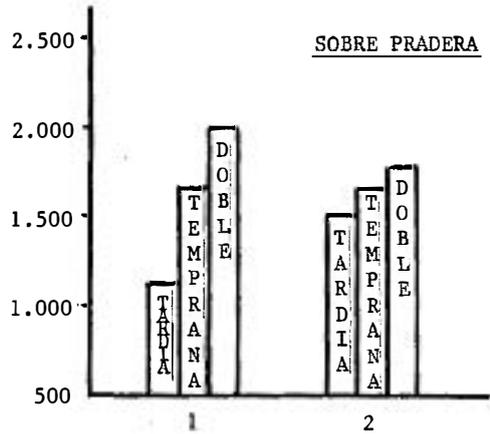
Si bien se acaba de discutir el efecto que tiene la época de arada sobre la disponibilidad de N, que es muy importante, no es el único. Al presentar la respuesta a la fertilización según la época de arada en el ensayo de Marchesi (1971) sobre praderas, se hizo notar

FIGURA 1



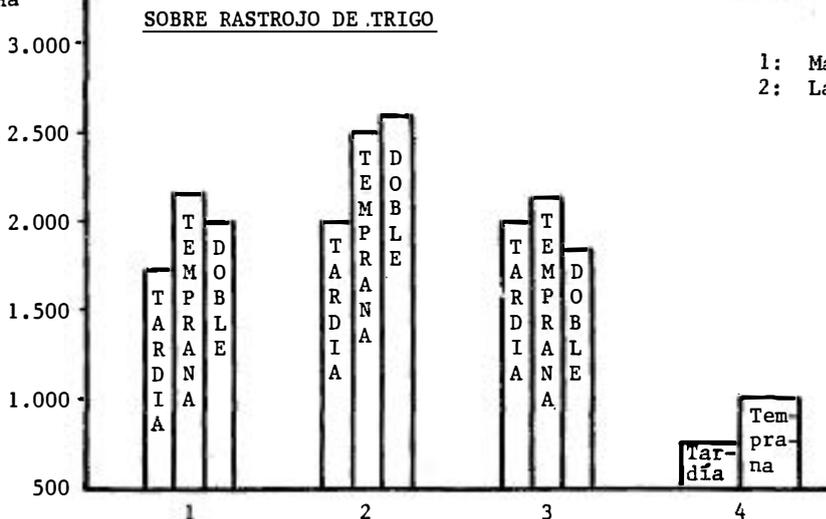
que la arada temprana era superior a la tardía, independientemente del nivel de fertilización. Esto también ocurre sobre rastrojo de trigo. A continuación se presentan los resultados de los diferentes ensayos, independientes de los niveles de fertilización, donde aparecen los efectos de la época y el número de aradas.

Rendimiento de trigo Kg./Há.



1: Marchesi, 1971
2: Labella, 1975

Rendimiento de trigo Kg./Há



1 y 2: Reynaert, 1967
3: Marchesi, 1971
4: Labella, 1975

Se observa que sin excepción, dentro de las aradas simples la temprana es superior a la tardía, independientemente del manejo anterior. Se sabe que en dos de los experimentos, parte de la superioridad se debe a una mayor disponibilidad de N, pero en los otros casos la superioridad no está explicada por este fenómeno en forma significativa. Por lo tanto, hay que pensar en otro tipo de efecto, y es razonable suponer que es en las propiedades físicas del suelo. Arando con suficiente anticipación se logra que el suelo sufra una serie de humedecimientos y secados alternados por la ocurrencia de períodos con y sin lluvia. Estos procesos se mencionan como responsables de la aparición de agregados pequeños a partir de grandes conglomerados de agregados (terrones) (Hénin et al., 1972, Baver et al., 1973). Además, existe suficiente tiempo como para que las raíces del cultivo anterior, o de los pastos y malezas, evolucionen por completo. El conjunto de los dos fenómenos, lleva a que en el momento de la siembra el suelo se encuentre en muy buenas condiciones físicas, presentando agregados no excesivamente grandes, producto de procesos naturales. En el caso de aradas tardías esto se trata de lograr con las labores secundarias, que en general se hacen en mayor número, y el resultado es que se logra hacer desaparecer los grandes agregados a costa de la destrucción de una parte importante de los agregados pequeños que los constituyen.

Se observa que sobre rastrojo de trigo, sólo en un experimento existe una leve superioridad de 142 kg./há. del procedimiento de efectuar dos aradas sobre la arada única temprana. Por lo tanto, los diferentes autores han concluido que no tiene objeto arar dos veces cuando se prepara tierra para trigo sobre rastrojo de trigo. En el experimento más reciente (Labella, 1975), se eliminó la doble arada sobre rastrojo de trigo entre los tratamientos a comparar.

En cambio sobre pradera, los dos experimentos realizados indican superioridad de la doble arada frente a la mejor de las únicas (temprana).

Ya se ha mencionado que una parte importante de esta superioridad se considera que es debida a una mayor disponibilidad de N. Sin embargo, la doble arada en este caso, puede también provocar mejores condiciones físicas como lo plantea Marchesi (1971). En su experimento, señala que el suelo bajo pradera estaba más compactado que el suelo bajo rastrojo de trigo y atribuye esta diferencia al pastoreo. Además en los dos experimentos de preparación de tierras sobre pradera, se ha señalado una importante invasión de gramilla. Por lo tanto, se puede suponer que la doble arada haya provocado un mejor aflojamiento y evolución de las raíces de los pastos en esta situación de manejo anterior.

En el caso de preparación de tierra sobre

rastraje de sorgo (Capurro, 1975), el autor adjudica una parte importantísima de la superioridad de la arada temprana a una más rápida evolución de los residuos, en especial las raíces.

Por último, cabe señalar que en la preparación de tierras para cultivos de invierno, las aradas tempranas tienen una importante ventaja adicional. Con ellas se evita el riesgo de trabajar el suelo en condiciones de humedad desfavorables y tener que postergar la siembra a una fecha que no sea la más indicada.

Con respecto a la época de arada para cultivos de verano, en general son válidas las mismas conclusiones que se pueden extraer de los ensayos para cultivos de invierno. El C.I.A. (A. Boerger, 1974), informa que en ensayos realizados en La Estanzuela no se encontraron diferencias entre aradas tempranas (abril-mayo) y tardías (fines de agosto-principios de setiembre) en los rendimientos de sorgo, a través de una mayor reserva de agua en el momento de la siembra. Sin embargo, se recomienda arar a partir de junio, en la primera oportunidad que la humedad del suelo lo permita. De este modo se evita en general efectuar un mayor número de labores secundarias, y no poder sembrar en la época más adecuada.

5) PROFUNDIDAD DE LA ARADA

La información nacional disponible, indica que la profundidad de arada afecta de manera diferente a los cultivos cerealeros de invierno y a los de raíces o tallos subterráneos.

En todos los ensayos con trigo mencionados anteriormente se probó el efecto de la profundidad de arada. En uno de los ensayos de Reynaert (1967), se obtuvieron los resultados siguientes:

Efecto de la profundidad, número de aradas y fertilización, sobre el rendimiento de trigo. (Rendimiento relativo a la arada superficial tardía sin fertilizar = 100)

Fertilización	Epoca y profundidad de arada		
	Tardía 15 cm	Temprana 15 cm	Temprana 30 cm
		Tardía 15 cm	Tardía 15 cm
0-0-0	100 (1)	108	162
40-40-40	184	188	234

(1) 1.800 kg./há.

Se observa que no existen diferencias entre la arada superficial tardía y la doble arada superficial, cuando se debería esperar que esta última fuera mejor por incluir una arada temprana. Sin embargo, la doble arada que incluye una arada temprana profunda fue 58% superior a los otros tratamientos con fertilización 0-0-0, y 68% superior con fertilización 40-40-40.

Del estudio del perfil del suelo utilizado (Pradera Parda media), surgió la existencia de una zona compactada por varios años anteriores de aradas a la misma profundidad ("suela de arada"), entre los 15 y 30 cm. Esta zona compactada fue aflojada por la arada a 30 cm. y no fue alcanzada por las aradas a 15 cm. De manera que con la arada profunda se eliminó el efecto negativo de la suela de arado sobre el crecimiento de raíces y el drenaje.

En el resto de los ensayos en trigo, no se obtuvieron diferencias significativas entre diferentes profundidades de arada.

Por lo tanto, en el caso de cultivos cerealeros de invierno, las aradas profundas se justifican en presencia de suelas de arado.

Cabe señalar, que en el ensayo presentado por Marchesi (1971), si bien no se encontró

diferencias entre las profundidades probadas, se encontró interacción entre la profundidad y la época de arada. En las aradas tempranas, fueron superiores las superficiales (16 cm.) y en las tardías las profundas (28 cm.) sobre pradera. No existe una explicación clara para este fenómeno, pero puede tener que ver con el manejo del rastrojo (ver adelante).

En el caso de cultivos de raíces y tallos subterráneos (papa, remolacha), existen algunos datos como para pensar que es importante la arada profunda, siempre que el suelo lo permita como se discute adelante. Dentro de los suelos que se dedican a la producción de papa en el Departamento de San José (Planosoles y Praderas Pardas planosólicas), García y Canale (1975) encontraron una correlación de 0,61 (Sig. PL 0,05) entre la profundidad del horizonte A, y la producción del cultivo de papa. Domínguez y Lazbal (1976), encontraron buenas correlaciones entre la macro porosidad y la densidad aparente, medidas a una profundidad de 25 a 35 cm. con el rendimiento de papa, mientras no encontraron correlación entre las mismas variables cuando las primeras se midieron a 10 a 20 cm. Es de suponer, que en la zona de 10 a 20 cm. no exista correlación porque el suelo está más suelto y las propiedades físicas no son limitantes. En cambio, a mayor profundidad, el suelo varía en su grado de compactación y esa variación afecta los rendimientos. En este mismo trabajo que se efectuó sobre un Planosol con un horizonte A de 10 cm. se obtuvieron estos resultados:

Rendimiento (kg./há.) y emergencia plantas por parcela del cultivo de papa en relación con la profundidad de arada.

Lugar dentro del ensayo	Arada a 24 cm	Arada a 31 cm
Zona mal drenada de A poco profundo	2405	2920
Zona mejor drenada con A profundo	Rend.: 4109 Emerg.: 16	4461 18

Si bien las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas, indican la tendencia, y se debe considerar que durante el ciclo de crecimiento del cultivo se dieron condiciones de severa sequía, por lo que el agua fue el factor limitante. Este efecto se piensa que fue el responsable de los bajos rendimientos obtenidos.

Teóricamente, al aumentar la profundidad a la que se laboreo, aumenta el volumen de suelo mejor aireado, con mayor facilidad para el crecimiento de órganos subterráneos, y también se aumenta la capacidad de almacenar agua, todo lo cual beneficiaría al cultivo. Si bien existen muchos resultados experimentales que confirman la teoría, también los hay en contrario. Según Hénin et al. (1972) y Bayer et al. (1973), la mayoría de los resultados contrarios ocurren cuando la labor profunda lleva a la superficie cantidades importantes de materiales con malas condiciones físicas y/o químicas. En nuestros suelos esto podría ocurrir, poniendo parte de los horizontes B en superficie. Por lo tanto, la profundidad de arada no debería superar la profundidad de horizonte A y si incluye al horizonte B lo debe hacer en capas muy delgadas.

En cuanto a evitar la formación de suelo de arada, se debe tratar de cambiar periódicamente la profundidad de arada. Esto se puede lograr, por ejemplo, incluyendo en la rotación cereales con aradas entre 15 y 20 cm. y remolacha o papa con arada entre 25 y 30 cm. siempre que la profundidad del horizonte A del suelo lo permita.

6) TIPO DE HERRAMIENTA UTILIZADA EN LABOREO PRIMARIO

Interesa describir la diferencia que existe entre el trabajo de las dos herramientas utilizadas para el laboreo primario, el arado de reja con vertedera y el arado de discos.

En el arado de reja, el pan cortado por la cuchilla, y la reja se desplaza por la vertedera, y al hacerlo, la cara inferior del pan hace un recorrido más largo que la superior, a

la vez que en el sentido perpendicular a la dirección de marcha, el pan es retorcido. A medida que pasa por la vertedera, ésta lo vuelca dejándolo invertido. Esto determina el enterrado de la vegetación o del rastrojo existente, en tanto que los esfuerzos descriptos arriba, son los responsables de la granulación lograda con la herramienta, donde los agregados naturales tienden a separarse.

El arado de discos penetra en el suelo por su peso y ángulo de incidencia y corta una lonja de tierra que presiona sobre el disco haciéndolo girar, con lo que éste levanta la tierra y la despiende a una distancia que depende de la velocidad de marcha. Esta herramienta no granula la tierra, sino que la deshace (se rompen muchos agregados) y tampoco invierte completamente el pan de tierra.

Por lo tanto, parece superior la labor realizada por el arado de reja; sin embargo, en algunas situaciones el arado de discos puede ser más efectivo. Tal el caso de tierras compactadas o pasturas con mucho arraigamiento, habiendo pasado la oportunidad de arar temprano.

En el ensayo presentado por Marchesi (1976) se concluye que no existieron diferencias de importancia entre el uso de arado de discos o rejas.

7) MANEJO DE RASTROJO

En el ensayo de Labella (1974), se estudió el efecto de retirar o dejar el rastrojo antes de arar, y se encontró que interaccionaba con la época y profundidad de arada.

Enterrar en el suelo 7.700 kg./há. de materia seca a fin de verano resultó beneficioso con una arada superficial y perjudicial con una arada profunda. En cambio, cuando se retiró el rastrojo, en la época temprana fue superior la arada profunda.

En cuanto a la época, se encontró que con aradas tempranas superficiales era beneficioso enterrar el rastrojo, mientras que con aradas superficiales tardías era perjudicial hacerlo.

El autor señala que la ubicación y el grado de descomposición de los residuos afectan los rendimientos de trigo, aunque no se cuenta con suficiente información para comprender de qué forma ocurren estos fenómenos. Indica que según la bibliografía, hay efectos perjudiciales cuando los residuos vegetales se interponen entre la capa arada y el subsuelo. Esto ocurre cuando se ara superficialmente debido a que el volteo de los panes es casi total. Por este motivo, al arar superficialmente temprano los residuos quedarían bien enterrados lo que facilita su descomposición, y el tiempo hasta la siembra sería suficiente para completarla. En cambio, el tiempo no sería suficiente con una arada tardía. En este caso, la arada profunda resultaría más conveniente porque no se produce inversión total de los panes de tierra y por lo tanto, los residuos no formarían una

Equipo Agrícola



**para labranza
más rendidora
GEMCOSA**

General Machinery Co. S.A.
Avda. Joaquín Suárez 2856
Montevideo Uruguay

barrera entre las capas aradas y el subsuelo. No se tiene una explicación para el efecto perjudicial de enterrar el rastrojo temprano, con arada profunda.

En el caso del efecto de la época, a igual profundidad, al enterrarse el rastrojo temprano se permite que su descomposición a la siembra sea muy superior a cuando se lo entierra tarde.

Capurro (1975), como ya se mencionó, hace hincapié en el beneficio de picar el rastrojo de sorgo, o pastorearlo y arar lo antes posible, cuando se pretende sembrar un cultivo de invierno a continuación de uno de sorgo.

FERTILIZANTES

ALBATROS

TIENE LA FORMULA

QUE UD. NECESITA

PLANTA INDUSTRIAL:

JOSE LLUPES 4858-62

TEL: 3 39 18

8) LABOREO MINIMO

Los sistemas de laboreo mínimo tienen como objetivo minimizar el número de operaciones realizadas y/o la cantidad de suelo afectado por el laboreo. Estos sistemas tienen particular aplicación en cultivos en hilera, en los que se laborea únicamente la zona del terreno donde se van a ubicar las plantas.

Con estos sistemas se trata de minimizar la erosión, el efecto negativo del laboreo sobre las propiedades físicas del suelo, y reducir los costos.

El C.I.A.A. Boerger (1972) comunica buenos resultados de sistemas de producción en suelos arenosos, donde se utilizan sistemas de laboreo mínimo para sembrar algunos cultivos en hilera sobre praderas invernales de especies anuales. Se señala que un buen sistema, es plantar maíz, maní o papa en franjas y en doble hilera sobre una pradera de trébol subterráneo y raigrás, que se regenera en otoño por la resiembra de las franjas sin arar. Uno de los principales objetivos del sistema es no dejar al suelo descubierto en invierno.

Si bien el laboreo mínimo parece muy probable que funcione bien en suelos arenosos, se puede pensar que no lo haga del mismo modo en suelos de texturas medias a pesadas. En los suelos arenosos la preparación se logra con menos labores debido a las relaciones entre su consistencia y el contenido de humedad y en magnitud con que se dan las fuerzas de coherencia y adhesión, ya discutido. Además, entre los inconvenientes del laboreo mínimo se encuentra la competencia que la vegetación de las zonas sin laboreo le plantean al cultivo por agua y nutrientes. Los suelos arenosos, es

sabido que son los que tienen en época estival mayor disponibilidad de agua para las plantas, y el problema de los nutrientes es solucionable con fertilización adecuada. En caso de que la competencia sea muy severa se deben aplicar herbicidas, lo que también puede considerarse en parte un inconveniente.

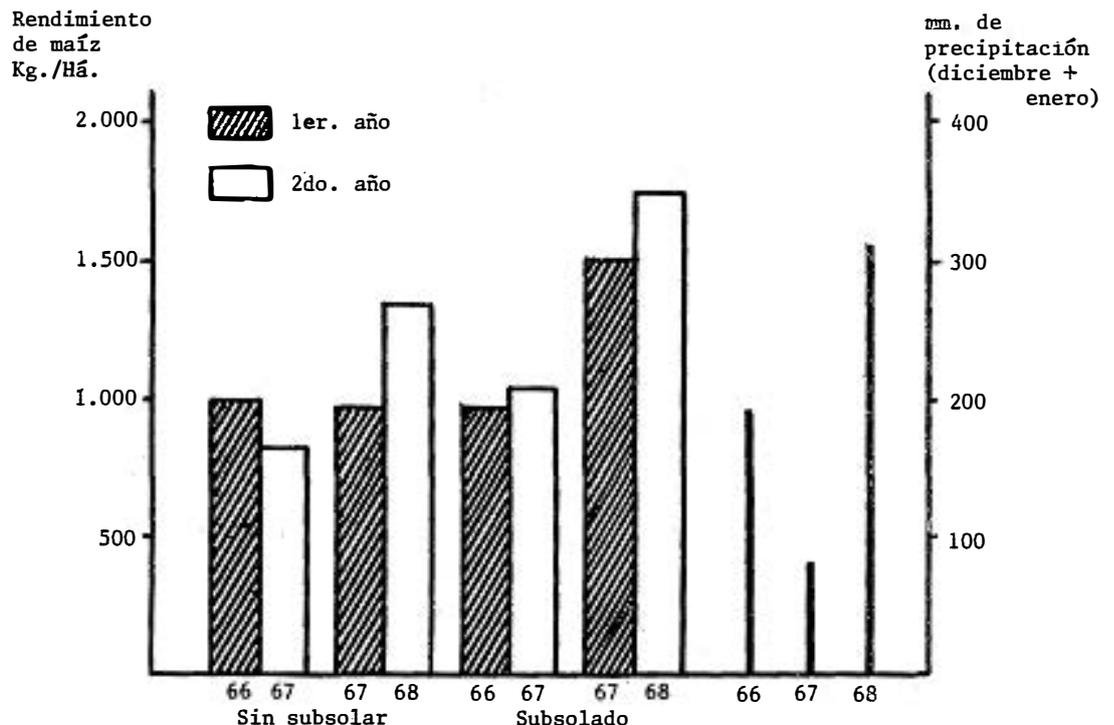
9) SUBSOLACION

Ya se dijo que el objetivo es aflojar subsuelos compactos favoreciendo la aereación, el drenaje, y por lo tanto, el crecimiento radicular.

Normalmente, se efectúa en materiales sub superficiales de mala estructura y alto contenido de arcilla (horizontes Bt muy desarrollados). Se ha pensado que el efecto no es demasiado perdurable, porque al humedecerse estos subsuelos la expansión de las arcillas cierra las grietas abiertas por la labor. En el caso de este tipo de subsuelos, la labor se debe efectuar con el suelo seco para que tenga el máximo de efectividad.

La subsolación es particularmente efectiva para eliminar suelas de arado. También se la puede utilizar para romper capas duras no muy espesas ni demasiado consolidadas (líneas de piedras, capas cementadas por calcáreo), y para ahondar suelos superficiales sobre sedimentos compactos o rocas fragmentadas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el único trabajo sobre el tema publicado en el país (Couto, 1974). Se trabajó en una Pradera Parda media con A de 15 cm. y B arcillo limoso. Se hicieron pasadas paralelas separadas a un metro y a 70 cm. de profundidad.



El único año en que no hubo efecto de la subsolación fue en 1966. Ese año se observó un efecto distinto de la subsolación en diferentes tratamientos de fertilización, debido a diferentes formas de ubicar el fertilizante, que hicieron que el promedio de los tratamientos con subsolación no superara al promedio de los sin subsolación. En los demás años, la subsolación produjo incrementos de 25 a 52 % en los rendimientos de maíz, siendo similar su efecto en el primer y segundo año de realizada la subsolación. El efecto de la subsolación se atribuye a un mejor desarrollo radicular, y la variación en los rendimientos de año en año a la variación de la precipitación.

En general, los resultados obtenidos con la subsolación sola no son muy importantes, excepto cuando en las rajaduras que abre el subsolador se agregan fertilizantes (Hénin et al., 1972). También podría resultar efectivo subsolar y plantar especies mejoradoras, como las leguminosas de raíces profundas, que consoliden el efecto de la labor con el crecimiento y consecuente aporte de materia orgánica de sus raíces en las rajaduras provocadas por la labor.

BIBLIOGRAFIA

- Bayer, L.D. (1956). Soil Physics. Ed. John Wiley and Sons. New York, London, Sydney.
- Bayer, L.D., Gardner, W.H. y Hardner W.R. (1973). Física de Suelos. Ed. U.T.E.H.A., México.
- Beltramini, E. y Marchesi, E. (1971). Laboreo, en Manejo de Suelos. Boletín de Divulgación N° 1, E.E.M.A.C., Fac. de Agronomía, Paysandú.
- Black, C.A. (1975). Relaciones Suelo-planta. Tomo I, Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Capurro, E. (1975). Cultivos de invierno después de sorgo. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos, N°3, Segunda Epoca.
- C.I.A.A. Boerger (1974). Sorgo Granífero. Boletín de Divulgación N° 25. C.I.A.A. Boerger. M.G.A., Colonia.
- C.I.A.A. Boerger (1972). Cultivo de la papa en suelos arenosos. Boletín de Divulgación N° 14. C.I.A.A. Boerger. M.G.A., Colonia.
- Couto, W. (1974). Efecto del subsolador y los fertilizantes en el cultivo del maíz en suelo de La Estanzuela. Boletín Técnico N° 17, C.I.A.A. Boerger, M.G.A., Colonia.
- Domínguez, J.E. y Lazbal, E. (1976). Evaluación del efecto del manejo anterior del suelo sobre macroporosidad, densidad aparente y rendimiento del cultivo de papa. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Fac. de Agronomía.
- Durán, A. y Kaplan, A. (1965). Determinación de la densidad aparente, macroporosidad y microporosidad en algunos suelos del Uruguay. Archivo del Depto. de Suelos de la Fac. de Agronomía, Montevideo.
- Foth, H.D. y Turk, L.M. (1975). Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. Cía. Editorial Continental, México.
- García, F. y Canale, F. (1975). Importancia de algunas propiedades físicas del suelo en los rendimientos y calidad del cultivo de papa. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos, N° 2, Segunda Epoca.
- García, F. y Kaplan, A. (1974). Evaluación de un método para determinar densidad aparente, macroporosidad y microporosidad en el suelo. P.E.L.S., Ed. Interna.
- Hénin, H., Gras, R. y Monnier, G. (1972). El Perfil Cultural. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Labella, S.J. (1974). Laboreo para Trigo. Boletín Técnico N° 14, C.I.A.A. Boerger, M.G.A., Colonia.
- Marchesi, E. (1971). Laboreo. En el Trigo en el Uruguay. Univ. de la República, Montevideo.
- Reynaert, E. (1967). Preparación del suelo: cuándo y cómo. Invest. Agrícola N° 3, C.I.A.A. Boerger, M.G.A., Colonia.