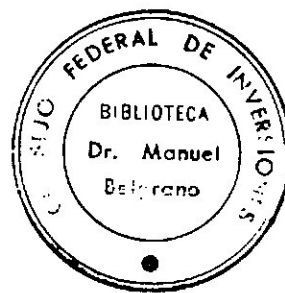


CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

819

23622

CATALOGADO



X.12
Buenos Aires

PRACTICAS DE MANEJO DEL SUELO: SUBSOLADO Y
CINCELADO

1978

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

AUTORIDADES DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

INTERVENTOR:

Cnel. (RE) JULIO CESAR MEDEIROS

JEFE SUBSEDE LA PLATA:

Ing. ANTONIO T. FERNANDEZ

EQUIPO DE TRABAJO:

Técnico responsable: Ing. Marta S. Peralta
Auxiliar: Sra. Olga Martínez Flores
Dactilógrafa: Sra. Alicia F. Loza

La posición oficial del C.F.I. en materia de su competencia se expresa a través de resoluciones o declaraciones de sus autoridades. En consecuencia no debe atribuirse carácter de posición oficial del C.F.I., a opiniones expuestas en trabajos firmados.

I N D I C E

	Pág.
1.- Introducción	
2.- Metodología de trabajo	1
3.- Prácticas recomendadas para el manejo de los suelos de la Depresión del Salado.	2
4.- Subsulado	3
4.1. Aspectos generales	3
4.2. Problemas técnicos del subsulado	4
4.3. Potencia y Energía absorbida por -- esta labor	5
4.4. Trabajos experimentales argentinos	6
4.5. Trabajos experimentales extranjeros	11
5.- Cincelado	14
5.1. Aspectos generales	14
5.2. Problemas técnicos del cincelado	16
5.3. Potencia requerida	19
5.4. Trabajos experimentales argentinos	19
5.5. Trabajos experimentales extranjeros	21
6.- Conclusiones	21
- Subsulado	21
- Cincelado	23

Anexo - Bibliografía

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

1.- INTRODUCCION

El trabajo "Prácticas de manejo: subsolado y cincelado" fue encarado por la Subsede La Plata con el objeto de brindar información, con juicio valorativo, sobre algunas prácticas agronómicas que han sido recomendadas para la Región Deprimida de la Provincia de Buenos Aires.

El mismo surge como consecuencia del enfoque dado a los estudios en ejecución, que apunta hacia el condicionamiento de tipo físico, -- particularmente el relacionado con el ciclo hidrológico del agua. En tal sentido, una de las líneas básicas de trabajo, analiza los distintos elementos que eventualmente se introducirían para modificar, aunque en forma parcial, el ciclo del agua.

Reiteradamente se propició trabajar sobre Prácticas de manejo del suelo como método de actuar sobre la infiltración y, de este modo, paliar los efectos de las deficiencias y excesos de agua que se producen en forma estacional y alternada.

El presente documento que tiene carácter de preliminar, se espera que contribuya a orientar la elección de alternativas de manejo para los suelos del área.

SUBSEDE LA PLATA, diciembre de 1978.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

2.- METODOLOGIA DE TRABAJO.

Este informe está estrictamente basado en la recopilación de antecedentes sobre experiencias realizadas, obtenida a través de investigación bibliográfica y de entrevistas personales con técnicos, productores y extensionistas.

La tarea de recopilación se desarrolló en la Facultad de Agronomía de La Plata y en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Otras fuentes consultadas fueron: Cátedras de Maquinaria Agrícola y Manejo de Suelos de la Facultad de Agronomía de La Plata, técnicos de los grupos CREA, técnicos y extensionistas participantes del Simposio Florentino Ameghino, equipo técnico de una empresa representativa en el ramo de fabricación de arado de cinceles y particularmente el Ing. Agr. Miljenko Barbiric quien facilitó de su biblioteca personal valioso material que constituyó un importante aporte para la realización del presente documento.

La información obtenida fue sistematizada en función del tema específico y según el origen, nacional o extranjero, identificándose 35 trabajos que se citan en el Anexo bibliográfico, cuyas fotocopias se incorporan a la Biblioteca del C.F.I..

Algunos estudios extranjeros fueron traducidos para su evaluación y otros se analizaron directamente en su idioma original.

Como resultado del examen de la información obtenida, se establecieron conclusiones para cada una de las prácticas consideradas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

3.- PRATICAS RECOMENDADAS PARA EL MANEJO DE LOS SUELOS DE LA DEPRESION DEL SALADO.

Bajo este título se agrupan un número de recursos técnicos que permitirían modificar en parte la compleja suma de factores que inciden negativamente en la productividad de esta amplia zona de la provincia de -- Buenos Aires.

Un listado de prácticas aconsejables para el área, referidas al uso de los suelos ha sido publicado en el informe final sobre "Diagnóstico de suelos y su manejo" realizado para el Programa para la Planificación del Uso de los Recursos Naturales (Convenio C.F.I. - M.O.P. - M.A.A.). La nómina es la siguiente:

- Subsolado
- Cincelado
- Intersiembra
- Abonos verdes
- Rotaciones
- Uso de rastrojo
- Labranza mínima
- Pastoreo diferido
- Pastoreo rotativo
- Manejo de pastizales
- Mejoramiento de pasturas naturales
- Fertilización
- Implantación de pasturas adaptadas
- Zanjas de drenaje

A este listado se podrían incluir otras no mencionadas tales como:

- Aradura profunda
- Abonado profundo
- Encalado

El presente documento se referirá a las dos primeras: subsolado y cincelado, por considerar que tienen una relación más estrecha con la economía del agua en el suelo pues ejercen una acción directa en la estructura del mismo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

4.- SUBSOLADO

4.1. Aspectos generales

Conceptualmente se lo define como un sistema de labranza profunda por medio del cual el subsuelo es aflojado y removido (esponjado) pero no invertido.

Debido a la confusión que suele presentarse por el uso de vocablos impropios, con otras prácticas de acción similar, se cree conveniente delimitar aquí el alcance de esta labor, utilizando para ello el concepto dado por los técnicos del INTA en la reunión sobre subsolado y laboreo profundo del suelo realizada en Pergamino en 1967 que la define así:

"Subsolado: labor que se realiza con un cuerpo o cuerpos que hacen un corte -- vertical en el suelo a una profundidad mayor de 40 cm."

Diferenciándose así del cincelado que actúa entre los 15 cm. y 40 cm. de profundidad y del escarificado que tiene su acción por encima de los 15 cm..

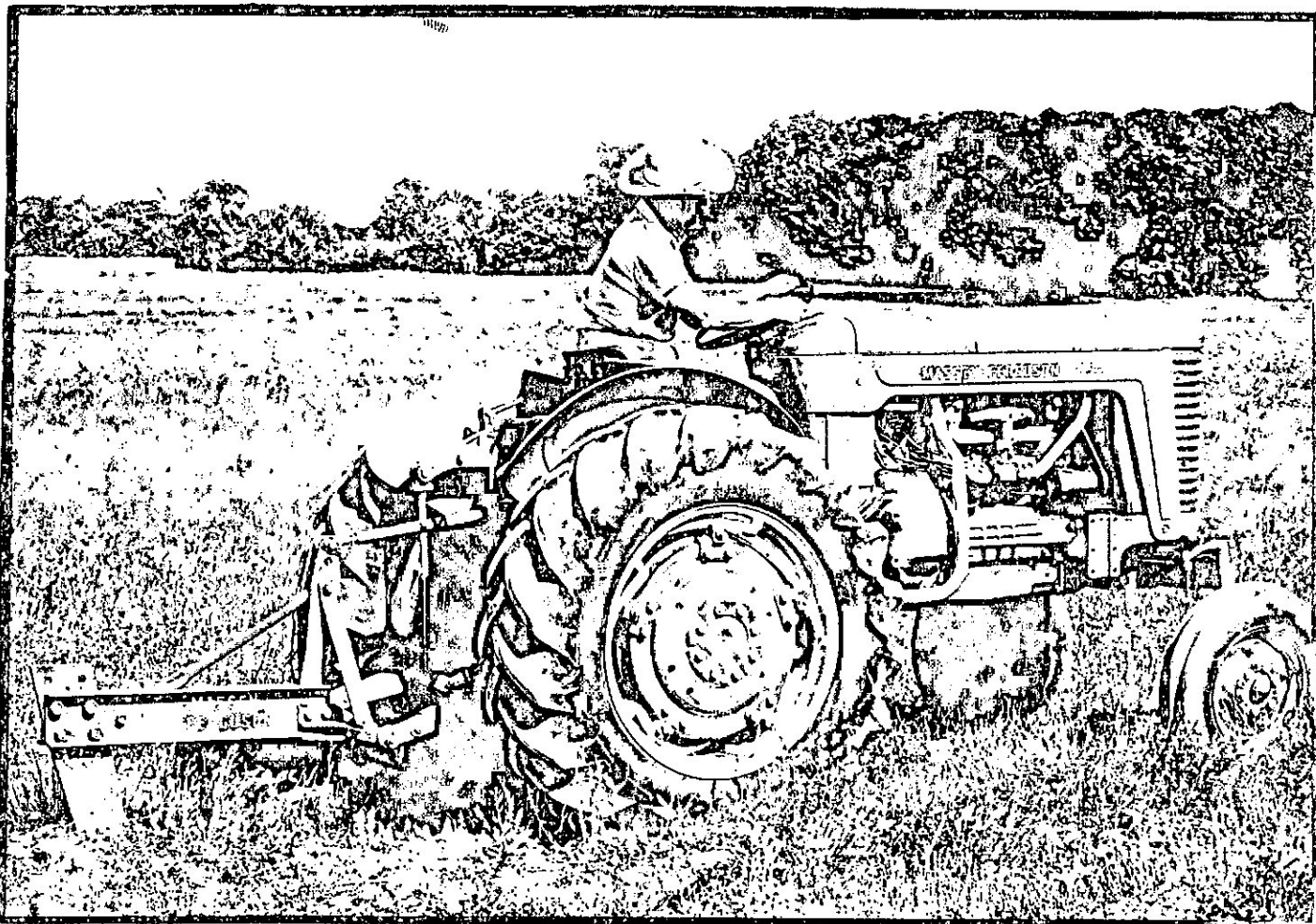
La práctica del subsolado se cree originaria de América donde el primer subsolador es atribuido a Gideon Davis, de Georgetown en 1845, su uso se extendió a Inglaterra, luego a Francia y sus colonias y se ha usado -- también en Alemania, Italia, Canadá y otros países.

El subsolado ha sido experimentado para resolver variados -- problemas de los suelos entre los que se pueden mencionar:

- Destruir capas endurecidas o densificadas de la capa arable de los suelos - (piso de arado).
- Destruir o aflojar capas de tosca (CO_3Ca) ubicadas muy superficialmente.
- Destruir capas endurecidas de origen genético (hard-pans; horizontes B texturales; etc.).
- Eliminar el exceso de agua al facilitar el drenaje.
- Facilitar la intercepción del agua superficial por las grietas producidas.
- Favorecer la aireación del suelo y la penetración de raíces.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Resumiendo, se puede afirmar que el fin del esponjamiento mecánico del subsuelo es un mejoramiento de la estructura, que sea suficientemente profundo y extenso para modificar fundamentalmente y en forma duradera la economía del agua.



4.2. Problemas técnicos del subsolado

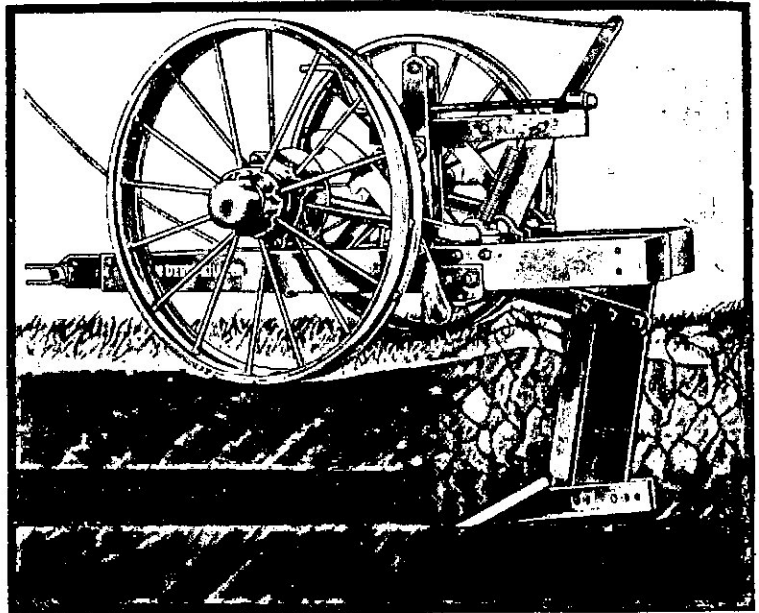
El proceso mecánico de mejoramiento de la estructura o esponjamiento del suelo es producido por la cuchilla del subsolador; el tamaño, la forma y la inclinación de la cuchilla determinan el perímetro de aflojamiento y la fuerza de tracción necesaria para llevar mediante la reja el suelo compacto a la superficie; siendo la altura del terraplén que se origina una medida de la intensidad del esponjamiento.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Estos aspectos están vinculados a la Ingeniería Rural y por lo tanto al diseño y construcción de los distintos modelos de subsoladores, cuyo análisis escapa al propósito de este informe.

Por otra parte corresponde señalar aquí que el objetivo de una eficaz modificación en la economía del agua puede lograrse únicamente -- cuando se extiende el esponjamiento del subsuelo a una porción lo más grande posible. Para ello es decisivo el ancho y la profundidad de labor.

La profundidad de labor está casi siempre limitada por la magnitud de la compactación y por la fuerza de tracción disponible; en cuanto al ancho, también tiene marcada influencia en el esponjamiento. Corrientemente el ancho de labor es de 70 cm, pudiendo emplearse también un ancho de 140 cm, no obstante cabe acotar que el primero es más adecuado para producir un aflojamiento más intenso y eficaz.



Por último, es importante destacar

Subsolador de arrastre.

que para lograr una dislocación de agregados individuales semejantes a poliedros, tiene mucha influencia la humedad del suelo, que debe ser la mínima compatible con la posibilidad de desarrollar la labor. En este estado los agregados separados por grietas y hendiduras, son suficientemente estables como para no ser presionados por una estructura demasiado fina por el esponjamiento, que presente peligros de recompactación.

4.3. Potencia y energía absorbidas por esta labor

Un aspecto que interesa conocer es la fuerza de tracción necesaria para realizar esta enmienda, por su relación con los costos operativos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Básicamente se puede afirmar que la fuerza de tracción necesaria para un subsolado intensivo se rige por el tipo de suelo, la compactación que presenta, el tenor de humedad, el aparato a utilizar y la superficie del terreno.

El INTA ha realizado diversos ensayos con el propósito de -- medir la potencia requerida y la energía consumida por las máquinas de labranza y siembra.

Estas experiencias tienen valor orientativo pues fueron efectuadas bajo condiciones de suelo, profundidades de trabajo y velocidades me--- dias, "entendiéndose por suelo medio aquellos prevalecientes en el área pampeana, sin limitaciones graves y en estado friable (15-28 % de contenido de humedad)".

La condición de humedad de los suelos tiene gravitación sobre el esfuerzo de - tracción, lo mismo ocurre con la profundidad; - la velocidad en cambio no incide en el esfuerzo de tracción para este tipo de ensayos pero sí - en la capacidad de trabajo.

Los resultados de estos ensayos están expresados en los cuadros 1 y 2. En los - mismos se consignan los valores referidos a 5 - máquinas de labranza, señalándose que en el caso del subsolador vibratorio (montado) los datos se obtuvieron de bibliografía, pues no pudo ser ensayado en el INTA por carecer de dinamó-- grafos para equipos montados de enganche de tres puntos.

4.4. Trabajos experimentales argentinos

La búsqueda de antecedentes sobre experiencias realizadas en el país ha arrojado resultados poco satisfactorios. La experimentación que se ha llevado a cabo en nuestro medio en materia de labranza profunda no ha sido sistemática y los resultados de muchos ensayos no han tenido difusión fuera del ámbito de las estaciones experimentales del INTA en que se condujeron.



Subsolador para tractor con levante hidráulico de tres puntos.

POTENCIA REQUERIDA Y ENERGIA CONSUMIDA POR LAS MAQUINAS DE LABRANZA Y SIEMBRA

Maquinaria (1)	Tamaño	ancho labor (m) (2)	Potencia media tracción		tractor necesario (en pot. de motor)	capacidad de trabajo (en horas/Ha.)	Profundidad (cm.)	Energía consumida/hora
			D ₁ unitaria	D ₂ total				
Subsolador	1 brazo	1.00	40 CV	40 CV	65 CV	3.00	45 cm.	195 CV/Hora
" " vibra torio (montado)	3 brazos	1.90	20 CV/b.		75 CV	1 h. 20'	45 cm.	99.75 CV/Hora
Arado de rejas	5 de 14 mm	1.78	7,5 CV/reja (3)	37,5 CV	62 CV	1.00	--	62 CV/Hora
" " discos	6 de 26 mm	1.30	5 CV/disco	30 CV	50 CV	1 h. 20'	--	62.5 CV/Hora
Cinzel (brazos rígidos)	6 brazos	2.10	6 CV/Brazo	36 CV	65 CV	1.00	30 cm.	65 CV/Hora
Cinzel (brazos elásticos)	7 brazos	2.10	5 CV/brazo	35 CV	65 CV	1.00	30 cm.	65 CV/Hora

(1) Todas las máquinas son de arrastre, excepto que se especifique "montado".

(2) Valores promedio más comunes.

(3) En Europa para suelos pesados y húmedos y profundidades de ± 25 cm. puede llegar a 12 CV/reja.

CUADRO N° 2

CONSUMO DE COMBUSTIBLE

	Energía consumida/Ha.	Consumo combustible (litros/Ha.)	Profundidad media (cm.)	Velocidad media (Km./Ha.)
Subsolador	195 CV/Hora	45,8	45	3,6
" vibratorio (montado)	99,75 CV/Hora	23,4	40	5
Arado de rejas	62 CV/Hora	14,9	15	7
" " discos	66,5 CV/Hora	16,6	15	6,5
Cinzel (brazos rígidos)	65 CV/Hora	15,3	30 (*)	5
Cinzel (brazos elásticos)	65 CV/Hora	15,3	30	5

(*) A veces se requieren dos pasadas para alcanzar esa profundidad.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Corresponde aclarar que bajo la denominación común de labranza profunda se incluyen tanto el subsolado como la arada de desfonde que es -- una labor sustancialmente diferente pues, no realiza sólo un corte vertical en el perfil, sino que invierte los horizontes del suelo tratado.

Con referencia específica al subsolado, la mayoría de las experiencias fueron conducidas en la región semiárida con el objetivo fundamental de incrementar el almacenamiento de agua en el perfil, que al estar disponible para los cultivos en épocas de escasas precipitaciones, conduciría a lograr mayores rendimientos en las cosechas, especialmente de granos.

En la zona húmeda el subsolado ha sido ensayado con la finalidad de romper el piso de arado formado por el continuo laboreo de suelo a la misma profundidad. Esta capa consolidada representa una limitación en el perfil de los suelos agrícolas pues constituye una barrera que impide o cuanto menos limita la penetración de las raíces y el almacenamiento del agua de lluvia.

No obstante estos intentos, en general se puede afirmar que los ensayos que se han llevado a cabo, no responden a un programa integral y sistemático de experimentación sobre laboreo profundo que permita conocer en qué situaciones corresponde utilizar este método de mejoramiento y cuáles son los resultados que pueden esperarse para cada caso particular.

Los técnicos del INTA han manifestado su preocupación por este aspecto del mejoramiento de los suelos, así por ejemplo el Ing. Zaffanella describe los ensayos conducidos en Las Breñas (Chaco) concluyendo que el subsolado a 40 cm de profundidad no produjo aumentos en el rendimiento del al godón, mientras que con "aradas de desfonde" se logran incrementos significativos para este cultivo.

Los ingenieros agrónomos Piñeiro y Panigatti han estudiado la utilización del subsolado para solucionar el problema de "manchoneo" de -- los suelos de la zona de Rafaela. En estos suelos existen variaciones en el horizonte A que originan un mosaico irregular y caprichoso de suelos malos y buenos. Lamentablemente estos autores no han publicado el resultado de sus -- ensayos, desconociéndose las conclusiones.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Quizá el trabajo más interesante es el realizado en la estación experimental del INTA en Marcos Juárez por los Ingenieros Puricelli y -- Novello, quienes han procurado medir el beneficio de la remoción profunda del suelo sobre la dinámica del agua y el efecto sobre las plantas.

Los ensayos, que se condujeron durante cuatro ciclos agrícolas consecutivos sobre maíz y trigo, incluyen la caracterización de los suelos donde se efectuaron (Brunizem con B textural franco-arcillo-limoso) considerando dos tratamientos: arada de desfonde y subsolado a 50 cm de profundidad.

Resulta de interés este trabajo porque se realizaron determinaciones no sólo de rendimiento en grano sino también de evolución hídrica en el perfil por debajo de la profundidad de labranza.

Las conclusiones de este ensayo revelan que el subsolado no produjo efectos positivos sobre los rendimientos no habiéndose verificado acumulación hídrica diferencial debido a la labranza profunda. El desfonde en cambio produjo resultados estadísticamente significativos sobre los rendimientos en grano de maíz (75 % de los casos) pero no en trigo.

Se considera que los datos de estos ensayos son válidos y -- reproducibles dentro de un área de suelos homólogos, por la buena precisión experimental alcanzada, reflejada en los bajos coeficientes de variación.

En la Estación Experimental Regional de Bordenave del I.N.T.A. se condujo durante la campaña 1966 - 1967 un ensayo para conocer los rendimientos comparativos de trigo con tratamientos de subsolado y barbecho.

La información disponible sobre esta experiencia expresa que la práctica del subsolado ha sido significativa respecto al testigo sin subsolar; en tanto que no hubo diferencias entre subsolado y barbecho.

A pesar de haberse previsto realizar durante la campaña --- 1967 - 1968, la observación de los efectos residuales de las prácticas probadas, las mismas no han sido publicadas.

4.5. Trabajos experimentales extranjeros

Sin entrar a analizar experiencias muy antiguas pues incluyen solamente determinaciones de rendimientos sobre los cultivos usados como patrón de medida, sin descripciones apropiadas de los perfiles y con diseños estadísticos pobres o nulos, corresponde señalar que existe abundante material sobre experiencias realizadas con este implemento.

Las conclusiones de los programas de mejoramiento de la estructura de los suelos por el uso del subsolador son desalentadoras. Así en Kansas se han realizado numerosas experiencias con subsoladores en los que se incluyen determinaciones de agua acumulada y aumento de infiltración indicando poco recomendable la labor pues la utilidad de sus efectos no compensaba económicamente los requerimientos de aumento de tracción.

Larson y colaboradores trabajaron en Iowa e Illinois, describiendo los suelos típicos de las áreas donde efectuaron los ensayos concluyendo que el subsolado no produjo aumentos significativos en los 12 experimentos realizados en Iowa, mientras que en Illinois sólo hubo respuesta positiva en uno de los 8 ensayos conducidos durante el período 1955/58 con el propósito de incrementar rendimientos en maíz.

También utilizando el cultivo de maíz como patrón de medida --- Savenson, Lund y Sloane estudiaron entre 1953 y 1956 los efectos de las labores profundas en suelos de textura gruesa e intermedia del valle del Rio Missisipi. Esta zona dedicada al cultivo del algodón presenta fenómenos de compactación del suelo que limita la infiltración, el almacenamiento del agua de lluvia y es una barrera para la penetración de raíces. Sus autores describen la realización de tres tratamientos: a) corte vertical (subsolado), b) labores profundas con mezcla de los horizontes de suelo y c) remoción de suelo a 35 cm. de profundidad, con una serie de cincales operados muy juntos, usando como testigo el método convencional de roturación del suelo.

En las experiencias realizan determinaciones fisico-químicas de las parcelas tratadas y concluyen afirmando que pueden esperarse resultados positivos con las labores profundas en suelos de textura gruesa a mediana, no así en los arcillosos donde la respuesta es poco significativa. De los tres tratamientos estudiados, el último es el más apropiado a los fines perseguidos señalando como cuestionable si se justifica trabajar a más de 40 cm. de profundidad

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

en relación a los incrementos de producción que se operaban en el cultivo del algodón teniendo en cuenta la mayor potencia que requiere este tipo de labranza.

En la Universidad de Illinois se realizaron experiencias para estudiar la influencia de las labores profundas y el dinamitado del subsuelo sobre los rendimientos de diversos cultivos de grano como así también sobre el volumen de producción de pasto en alfalfa. Las conclusiones de estos ensayos no difieren a las analizadas en párrafos anteriores pues no se verificó aumentos en los rendimientos ni tampoco un incremento en el movimiento vertical de la humedad como resultado de la labor de subsuelo.

Durante los años 1955/57 se condujeron ensayos en el Norte y Oeste de Florida para comparar la eficacia de diversos métodos de mejoramiento tales como, encaladura, fertilización superficial y profunda y subsolado sobre los rendimientos de maíz. Con algunas diferencias todos los sistemas resultaron efectivos para los suelos donde predominaban las arenas finas, mientras que para las áreas de suelos arcillo-arenosos y areno-arcillosos donde existían horizontes arcillosos texturales por debajo de la profundidad de arado, el subsolado y la fertilización profunda mejoraron los rendimientos cuando los períodos de sequía fueron breves. En cambio cuando la duración del fenómeno superaba los 25 días, los resultados finales fueron negativos.

Cabe señalar que los autores estudiaron el efecto residual del subsolado concluyendo que generalmente es muy breve siendo necesario repetirlo anualmente.

En trabajos más actuales realizados a partir de 1960 en Midwest E.E.U.U. los resultados de varios años de ensayos indican que los beneficios del subsolado, cuando ocurren, son variables y relativamente poco significativos, siendo los efectos usualmente temporarios y demasiado costosos considerando la baja incidencia sobre los rendimientos y el almacenamiento del agua en el perfil.

Otros trabajos también conducidos en E.E.U.U. han ensayado el efecto del subsolado conjuntamente con el encalado de los suelos de áreas problema. Así Smith en una experiencia conducida en 1951 afirma haber incrementado moderadamente los rendimientos de soja, cultivo que mostró mejor comportamiento al tratamiento de suelo. Explica estos resultados considerando que la -

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

roturación del subsuelo junto con el agregado de calcio permite un mayor arraigo y en consecuencia aumenta el tenor de materia orgánica. Solamente realiza estimaciones primarias pero supone que es factible controlar el escurrimiento superficial al aumentar el volumen ocupado por aire siendo posible incrementar así la capacidad de almacenamiento de esos suelos con tendencia a inundarse. A pesar de considerar la buena expectativa que presenta este tipo de tratamiento del suelo afirma que sólo después de varios años de acción continuada se pueden alcanzar las condiciones óptimas que permitan el establecimiento de mezclas de pasturas con altos rendimientos.

Con resultados similares trabajaron Jameson y Thornton quienes arribaron a la conclusión de que frente a suelos técnicamente bien manejados es dudoso que las labores profundas incrementen la producción o las mismas no son suficientes para alcanzar significados prácticos.

En Alemania, en el condado de Ahrweiler en 1959 iniciaron la tarea de mejorar alrededor de 1.000 Has. de suelo con humedad excesiva pues con el drenaje sistemático efectuado con tubos los resultados que se habían obtenido eran pequeños o nulos.

Esos suelos a diferencia de aquellos cuya economía del agua está sólo perturbada por una capa compacta (piedra, piso de arado) están formadas por un horizonte superior humoso, la zona de retención con cierta capacidad de almacenaje y el horizonte adyacente generalmente sin capacidad para almacenar agua. Con amplio apoyo oficial se logró montar una red de ensayos que requirieron esencialmente la construcción de un subsolador montado en un tractor oruga de 150 CV con aparato para abono profundo pues, la experiencia acumulada en ensayos anteriores, indicaba como indispensable la colocación de abono profundo como único medio de aumentar la durabilidad del esponjamiento.

Los 12 ensayos que se analizan incluyeron abono superficial y profundo y se trabajó a 65 cm de profundidad. Las experiencias en limo gris y loess-pseudogley dieron por resultado que la acción del subsolado profundo es variable pues en algunos casos se logró un eficaz mejoramiento de las relaciones físicas del suelo que se tradujo en aumento de los rendimientos, mientras que en otros la acción del subsolado tuvo una influencia desfavorable en la estructura, aumentando los fenómenos de compactación con la consiguiente disminución de los rendimientos.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Los autores, sin embargo, sostienen que el subsolado efectuado correctamente en un suelo seco, con un aparato adecuado y con abono profundo puede conducir a un éxito duradero.

Programas similares fueron desarrollados en Hannover, Giessen y suelos de la Baja Sajonia, en todos los casos los planes de mejoramiento son llevados a cabo por el gobierno pues se trata de condiciones extremas en los suelos que son pesados a semipesados, embalsados y con limitaciones muy graves que requieren la aplicación de una costosa tecnología en lo que hace a maquinaria utilizada, que sólo es posible aplicar con amplio apoyo oficial.

5.- CINCELADO

5.1. Aspectos generales

En la Reunión sobre Subsulado ya mencionada, realizada por el INTA, se define el cincelado como la "labor que realiza un corte vertical en el suelo desde 15 a 40 cm de profundidad".

La utilización de este implemento es relativamente reciente; los primeros usos de este apero son del año 1935 en E.E. U.U. y después de la Segunda Guerra Mundial pasó a Canadá, Australia e Hispanoamérica, teniendo -- desde hace algunos años en Europa un auge progresivo.

Su empleo en lugar de los arados tradicionales de rejas y -- discos se fundamenta en una nueva concepción sobre roturación del suelo que -- permite arar la tierra sin invertirla y que se ha dado en llamar labranza de conservación .

Este implemento se usa con diversas finalidades, entre las más importantes se pueden mencionar:

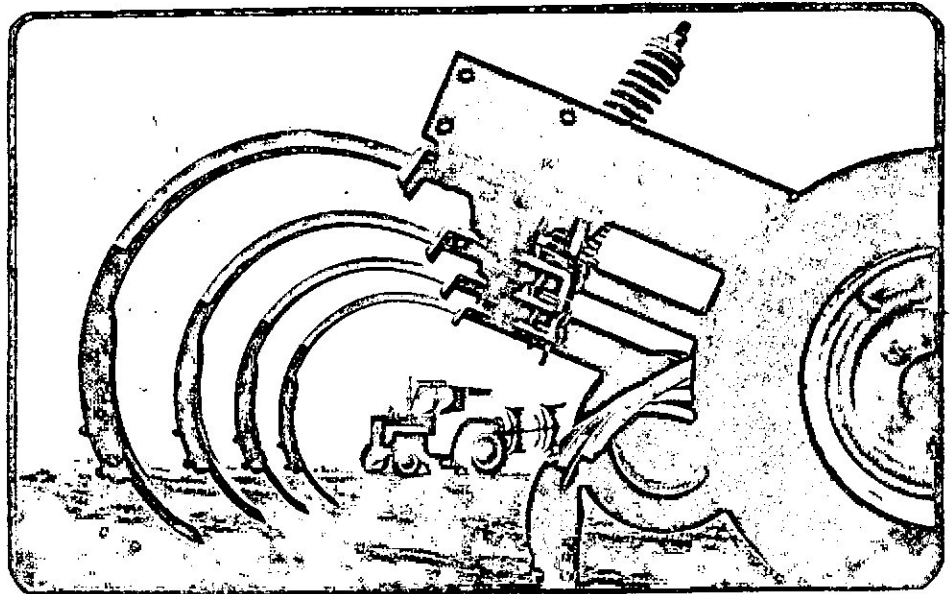
- 1) Contribuir a disminuir los efectos de erosión;
- 2) Aumentar la capacidad de retención de la humedad en el suelo;
- 3) Romper el piso de arado;
- 4) Conservar la materia orgánica;
- 5) Reducir el consumo de combustible y el tiempo de operación.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Antes de analizar los efectos que produce el cincel en la estructura de los suelos, es importante señalar que este implemento ha sido ensayado para realizar trabajos de labranza primaria en reemplazo de los arados de vertedera y discos, a diferencia del subsolado que en realidad se emplea -- como una enmienda mecánica para superar una limitación física del perfil en la producción agrícola.

Es por ello que las consideraciones sobre esta práctica se estudian relacionándolas con los sistemas convencionales de roturación de los suelos.

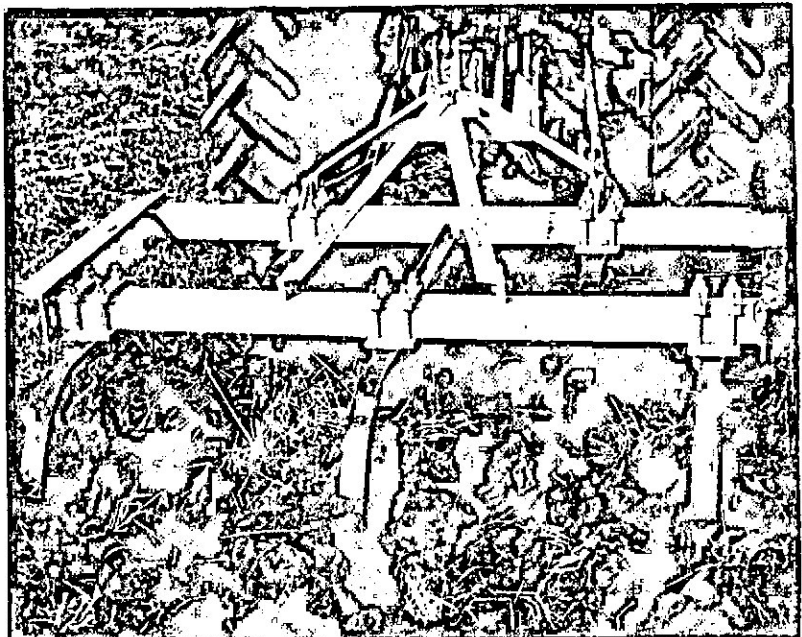
Las piezas operantes del cincel son brazos elásticos de gran dimensión, a los que se fijan diferentes rejas incurvadas.



Arado de cincel

Al avanzar dichos brazos producen el desmoronamiento del suelo debido a la fuerte presión localizada en una superficie pequeña.

El laboreo con el arado cincel -- al dejar el suelo esponjoso aumenta la velocidad de infiltración, conservando la superficie mejor estructurada y con menor riesgo de "plancharse" -- formando capas impermeables. La acción que ejerce sobre el suelo permite incrementar la formación de macroporos con mayor eficacia que el arado de



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

rejas, aumentando así la probabilidad de aprovechar lluvias intensas con una sensible disminución del escurrimiento superficial.

En los suelos agrícolas que se roturan sistemáticamente, es fácil apreciar que la porción superficial se encuentra enriquecida con materia orgánica y evidencia una mayor concentración radical teniendo en consecuencia, una mejor estructura que los horizontes adyacentes.

El uso del arado de rejas al invertir el pan, entierra el suelo mejor estructurado dejando en superficie el suelo más pobre; el arado rastra si bien no invierte el pan, provoca una mezcla de las capas inferiores con las superficiales siendo su efecto menos drástico que el anterior. El arado de cinceles en cambio, al no invertir el pan ni mezclar los horizontes del suelo favorece un mejoramiento progresivo en la estructura superficial.

Además de estas consideraciones generales referidas a su aplicación para la labranza primaria, este implemento ha sido ensayado para labranza secundaria y labranza mínima.

En el primer caso el arado de cinceles ha demostrado tener aptitud para labranza subsuperficial sobre rastrojo, en la recuperación de pasturas deprimidas por fenómenos de compactación ocasionados por el pisoteo constante de los animales, en el control de malezas y en la ruptura del piso de arado. Por esta razón es considerado por algunos autores como un cultivador-subsolador que cumple la función de estos dos aperos.

En cuanto a su utilización para la llamada labranza mínima, si bien no se ha experimentado lo suficiente en nuestro país, el arado de cinceles parece tener buenas posibilidades en aquellas zonas con riesgos de erosión eólica donde es necesario reducir al mínimo las operaciones para la siembra, evitando la exposición del suelo a la acción de agentes erosivos.

5.2. Problemas técnicos del cincelado.

El arado de cinceles considerado bajo el aspecto de su uso en reemplazo del arado de rejas o discos no presenta limitaciones importantes, pues los aperos que se fabrican responden eficazmente a esas necesidades.



En cuanto a las consideraciones agronómicas para su empleo es importante destacar que se debe usar en suelos secos o con bajo contenido de humedad para lograr un buen disgregado con formación de terrones grandes. Cuando es empleado en suelos húmedos, no se produce el efecto deseado sino que sólo se logra el surco dejado por el cincel que puede, incluso, agravar los problemas de compactación. El contenido de humedad óptima no constituye una regla fija y está en función de la plasticidad y compacidad de los suelos tratados. Así por ejemplo los suelos ácidos o con alto contenido de calcio permitirán un mayor tenor de humedad, mientras que sobre suelos de rastrojo con cierto contenido de humedad, el cincel removerá el suelo sin disgregarlo.

Puede ocasionar efectos desfavorables, tales como subida a la superficie de terrones con caída de tierra fina de relleno y formación de lenguetas de tierra húmeda, alisada y compacta.

Asimismo su acción no es total en la eliminación de plantas adventicias y no entierra en profundidad los elementos fertilizantes. Los mejores resultados se evidencian en suelos semiarenosos y secos; en suelos arcillosos y pesados el resultado no es tan satisfactorio; estos suelos son característicos de Inglaterra y Francia donde se utiliza este apero con timones rígidos. En este último caso el requerimiento de potencia de tracción se eleva notablemente, las estimaciones realizadas en la Universidad de Cornell indican que los timones curvos exigen un 25 % menos de fuerza de tracción que los timones rígidos.

Con respecto a la profundidad de labor no es posible establecer una norma definida y también tiene relación con el tipo de suelo a tratar. Sin embargo conviene aclarar que para los casos en que se desee profundizar la capa arable, la recomendación más aceptada es realizar dos pasadas, la primera a 7-10 cm. y la segunda profundizando hasta 25-30 cm. pues de lo contrario se originan dificultades en la tracción por exceso de fuerza para el tractor.

Para romper el piso de arado su utilidad está en función de la profundidad a que se encuentra esa capa consolidada y cabe hacer aquí la misma consideración que para el subsolado en lo que hace a la composición de esta capa, ya que si fuera expansiva por las arcillas que contiene y la condición en que se encuentran, aún cuando el cincel la rompiera, volvería a formarse apenas se rehumedeciera.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

A los arados cincel se les puede acoplar en reemplazo de éstos rejas cultivadoras de diversos tipos lo que permite disminuir los costos por un mayor uso anual de las herramientas. Algunos tipos y sus características son los siguientes:

1- Rejas rastrojeras: permiten trabajar el rastrojo racionalmente, forman surcos pequeños y extirpan raíces y rizomas.

2- Punta reversible aguzada: se usa en regeneración de praderas, extirpación de raíces adventicias y escarificación del subsuelo.

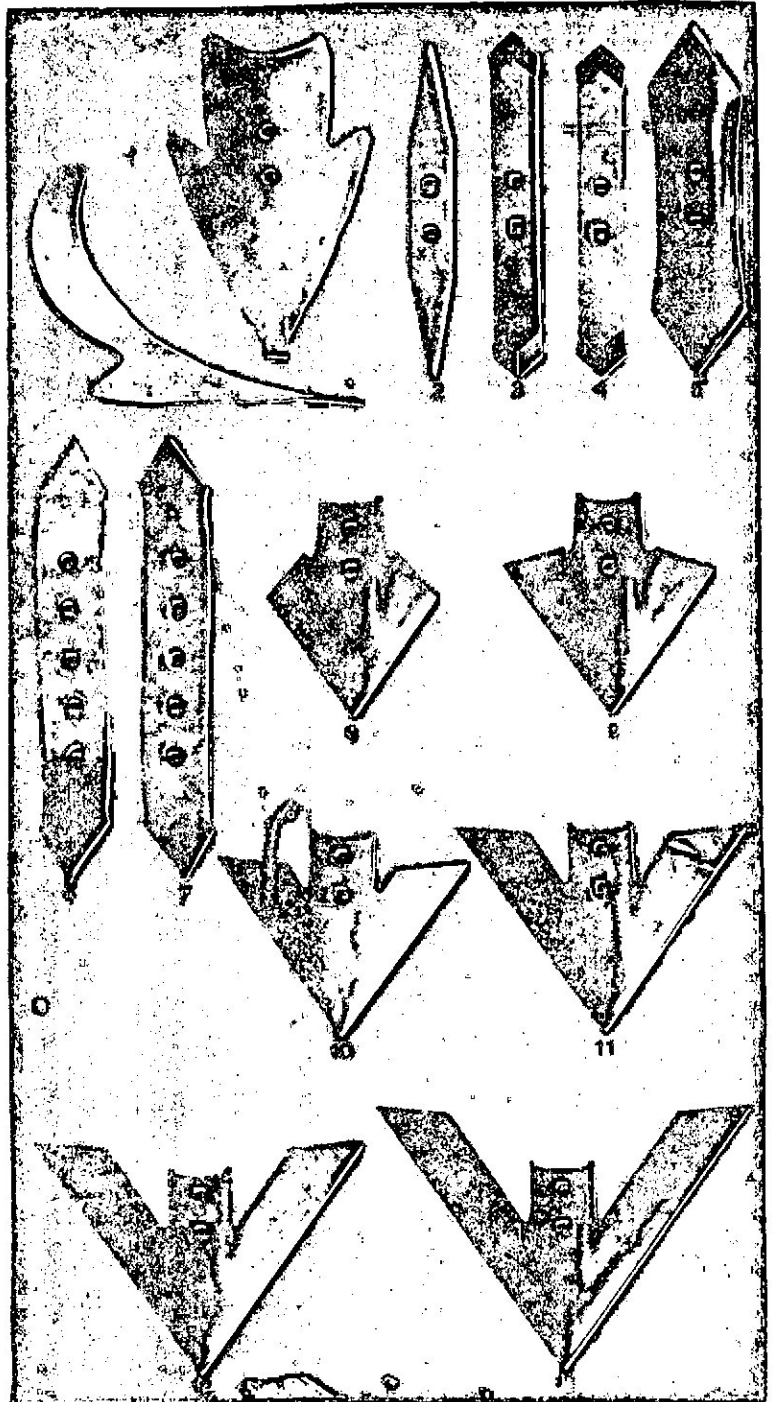
3- Punta reversible standard: para labranza profunda, restablece la capilaridad y la aireación del suelo, disloca el piso de arado.

4- Punta reversible extradura: los mismos usos que el anterior pero recomendada para tierras abrasivas.

5- Punta reversible extra-ancha-convexa: forma surcos que permiten el drenaje eficaz del suelo.

6-7- Puntas retorcidas a derecha o a izquierda: las formas de estas puntas permiten mezclar superficialmente las malezas o los rastrojos a fin de favorecer su descomposición.

8-13- Rejas triangulares: en función de los anchos, permiten toda clase de trabajos de poca profundidad: escardillado, aporcado, etc.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

5.3. Potencia requerida

Se puede estimar que, en general, el requerimiento de tracción para trabajos de labranza primaria está alrededor de 5-6 CV/brazo dependiendo naturalmente del tipo de suelo y de la profundidad de arada; en cambio en su empleo para romper pisos de arados duros, las exigencias de potencia se elevan a 15 CV/brazo. Los ensayos del INTA ya mencionados permiten conocer en forma aproximada los requerimientos de potencia de este implemento que normalmente son inferiores a los del arado de rejas considerando igual ancho de labor.

La velocidad de trabajo deseable es elevada, entre 8 a 15 Km por hora, y teniendo en cuenta el mayor ancho de labor que puede poseer para la misma potencia que exige un arado de rejas, la capacidad de trabajo es mayor, pudiendo llegar hasta un 60 % más.

El costo operativo es también más bajo. Estudios realizados en E.E.U.U. revelan que la labranza con cinceles demanda 10 litros de combustible por hectárea mientras que la labranza con arado de rejas requiere 15,5 litros por hectárea. No obstante ello cabe señalar que en suelos muy pesados arando con cinceles el consumo puede llegar a 11 litros por hectárea.

5.4. Trabajos experimentales argentinos

Si bien este implemento agrícola se ha experimentado en una gran variedad de suelos y climas en nuestro país, no hay una información pormenorizada de los múltiples ensayos realizados.

En la Estación Experimental del INTA de Marcos Juárez se ha ensayado con el propósito de romper el piso de arado siendo sus resultados negativos debido a las características del horizonte B textural expansivo por la calidad de las arcillas que lo forman, resultando la arada de desfonde más apropiada para solucionar este problema.

El Ing. Panigatti ha informado sobre la respuesta obtenida en la Estación Experimental del INTA de Rafaela, al uso del arado de cinceles.

Los suelos dominantes de esa zona, Brunizem con fases máximas y mínimas y las condiciones climáticas hacen que sea fundamental la conservación del agua y de la materia orgánica.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Los ensayos realizados concluyen que resulta peligroso el laboreo en profundidad cuando este lleva parte del horizonte B a la superficie, en cambio "el laboreo profundo con el arado cincel rompe capas y horizontes impermeables y facilita la profundización del agua, aire y raíces; su efecto favorable se aprecia con claridad en aquellos años donde a un período de precipitación continúa otro de sequía".

En el Programa para la Planificación del Uso de los Recursos Naturales (Convenio CFI - MOP - MAA), se realizaron diversos ensayos en la Chacra Piloto ubicada en el partido de Ayacucho. Entre otras prácticas se ensayó el uso del cincel como labor cultural sobre un cultivo de maíz.

Los resultados de estas experiencias confirman que el uso del arado cincel, para el manejo del agua en el suelo en reemplazo de las escardilladas, aumenta apreciablemente los rendimientos de cosecha.

En Pergamino, el INTA ha conducido un ensayo con la finalidad de estudiar la influencia de los sistemas de labranza sobre la productividad de un cultivo de maíz.

En esta experiencia se consideraron dos tratamientos: a) con inversión del pan de tierra (arada convencional hasta 17 cm. de profundidad y arada profunda hasta 28 cm. de profundidad) y b) sin inversión del pan de tierra (arado cincel a 30 cm. de profundidad).

Anualmente se siguió la evolución de las propiedades físicas (densidad aparente, estabilidad de agregados), químicas (nitrógeno total, materia orgánica) e hídricas del suelo (humedad útil) midiéndose en cada tratamiento el rendimiento y los componentes de rendimiento.

Los resultados obtenidos en la campaña 1977/78, luego de repetir durante 4 años la experiencia, muestran diferencias altamente significativas en los rendimientos a favor del tratamiento con arado cincel.

En cuanto a las características edáficas se determinó una disminución menor de la materia orgánica de la capa arable en el tratamiento con cincel. Los valores mayores de densidad aparente fueron obtenidos con arada profunda y los menores con cincel, no observándose diferencias entre los tratamientos con respecto al almacenamiento de agua útil.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

El uso del arado de cinceles ha sido recomendado por el INTA en su plan de la Cuenca de Arrecifes para controlar la erosión hídrica, si -- bien aún no se ha informado de los resultados obtenidos se tienen referencias de un uso exitoso de este apero.

5.5. Trabajos experimentales extranjeros

Son numerosos los ensayos realizados con este implemento, en general midiendo sus efectos en comparación con los métodos tradicionales de roturación y en algunos casos evaluando la posibilidad de usarlo para labranza secundaria.

Así por ejemplo, en un trabajo ya citado realizado en el Valle del Rio Misissipi, el cincelado produjo un mejor efecto en suelos compactados comparativamente con el subsolado y el laboreo profundo con mezcla de horizontes.

En Nebraska se ha ensayado durante varios años sobre tierras arcillo-gredosas como labor superficial en la implantación de cultivos de -- maíz, siendo los resultados altamente positivos en 13 de los 16 años estudiados.

Si bien no ha sido posible localizar los resultados de los -- ensayos, se tienen referencias del uso exitoso de arado de cinceles de timones rígidos en áreas arroceras de Australia. En Estados Unidos, está difundido su uso en los métodos de labranza mínima o "cero" aunque el criterio que se aplica es el de realizar cada cuatro o cinco años una arada clásica para la lucha contra las plantas adventicias.

6.- CONCLUSIONES

- Subsolado

Si bien en la mayoría de los trabajos analizados, los efectos de esta práctica agronómica han sido medidos en función de las variaciones en los rendimientos de los cultivos, cabe señalar que este aspecto guarda una estrecha relación con la disponibilidad de agua y la posibilidad de mayor desarrollo radicular, por lo que resulta válido utilizar ese parámetro como medio

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

de evaluar la incidencia de esta labor en la estructura de los suelos.

De todas formas es un hecho incuestionable que por medio de este implemento se produce una grieta vertical en el suelo que puede permitir, en condiciones ideales, un rápido movimiento del agua y del aire. Sin embargo el valor de la roturación de un subsuelo en un intento de mejorar la permeabilidad dependerá de la naturaleza particular del subsuelo considerado.

Si el mismo es fuertemente arcilloso el subsolado beneficia -- poco la permeabilidad porque la arcilla raramente está lo suficientemente seca para que se registre el necesario resquebrajamiento y de todas formas a la primera mojadura se compactará nuevamente debido a la propiedad de expansión de -- las arcillas.

Existen referencias de que algunos suelos se han beneficiado -- con el subsolado, sin embargo los efectos de esta labor no son garantizados a menos que el perfil del suelo contenga un definido y apreciable hardpan que pueda ser quebrado y mejorar así las condiciones para el aprovechamiento del agua y el crecimiento de las plantas.

Considerando el aspecto económico, los incrementos en los rendimientos logrados mediante esta práctica no fueron suficientes para justificar los costos que origina esta labor.

Los antecedentes recopilados tienden a demostrar que no es posible generalizar esta práctica como una solución para los suelos agrícolas. -- En lo que se refiere a nuestro país y, en particular, en la Zona Deprimida de la Provincia de Buenos Aires hay una carencia de información que permita aconsejar en qué condiciones debe recomendarse este método de labranza.

La utilización del subsolado como recurso para mejorar las limitaciones referidas a la baja capacidad de infiltración de los suelos de la -- cuenca del Salado, no puede ser masiva. Esta práctica debería eventualmente estar limitada a los grupos de suelos que reúnan las características teóricas -- enunciadas precedentemente sobre las cuales, a través de experiencias sistemáticas en áreas piloto debidamente seleccionadas, se probará la eficacia del método de mejoramiento.

Los trabajos analizados coinciden en evaluar el subsolado como una práctica realizada a nivel predio con consideraciones sobre incrementos en los rindes o variaciones del contenido de humedad en el perfil del suelo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

En el caso de la Cuenca del Salado, dicho enfoque se considera secundario y las experiencias piloto mencionadas deberían estar orientadas a -- determinar la influencia de esta práctica sobre las condiciones hídricas de la cuenca o cuando menos de las subcuencas: disminución del escurrimiento superficial, incremento de la infiltración, mejoramiento de la capacidad de almacenaje de los suelos.

- Cinzelado

La información disponible sobre esta herramienta para la roturación de los suelos, crea una expectativa favorable en el manejo racional de - este recurso.

Con las limitaciones ya señaladas al tratar los aspectos generales, se puede afirmar que los resultados de las experiencias son en general - positivos en lo que se refiere a conservación de la materia orgánica, aumento - de la capacidad de infiltración, recuperación de pasturas compactadas por el -- pisoteo y disminución, a través de su uso frecuente, de los fenómenos de compac - tación de los suelos.

Desde el punto de vista económico y siempre en comparación con los aperos convencionales, cabe señalar que los costos operativos son sensible - mente más bajos y los aspectos prácticos radican en el cambio rápido de las re - jas usadas o en su reversión, en la rapidez para efectuar las faenas, y en la - versatilidad de su uso que está dada por la posibilidad de acoplar en reemplazo de los cinceles, rejas cultivadoras de diversos tipos, lo cual disminuye los -- costos a través de un mayor uso anual de este implemento.

Si bien no se ha detectado información documentada sobre expe - riencias específicas para el área en estudio y en particular sobre los efectos concretos en el incremento de la capacidad de almacenaje de agua y la disminu - ción del escurrimiento superficial, cabe señalar que no parecen existir fuertes restricciones técnicas ni económicas para recomendar su uso en lugar de los a - peros convencionales.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Su empleo no puede considerarse como una panacea para las graves limitaciones que significa el exceso de humedad de extensas áreas de la De presión, ni es posible asegurar resultados espectaculares sino que los efectos serían progresivos y dependerán fundamentalmente de la respuesta de los suelos al tratamiento.

Como para el subsolado, la experimentación analizada es a nivel predio y sería necesaria una sólida información in situ de los efectos que provoca su empleo sistemático en el mejoramiento general de los suelos de la Depresión.

A N E X O

BIBLIOGRAFIA

Agronomy Journal - Subsoiling, Plowing and deep placement of lime or fertilizer in one Operation. Vol. 48: 476-477. 1956.

Boletín H 1 de Néstor Huici S.R.L. - Arados de cinceles. Buenos Aires, julio de 1977.

Brown, P.L. - Fall field day. Hays, Kansas. Circ. 330: 12-14, 1955.

Carrick, Alvaro - El arado de cincel: Un implemento con amplias perspectivas.

De Dios, Carlos A. - Potencia y energía absorbidas por máquinas de labranza y siembra. E.E.R. INTA - Pergamino (informe técnico N° 16).

Der Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und das Institut für Bodenkunde und Bodenhaltung der Justus Liebig - Universität Giessen. Arbeitstagung über Unterboden und Tiefenbearbeitungsmassnahmen am 18. Februar 1966 in Giessen.

Der Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und das Institut für Bodenkunde und Bodenhaltung der Justus Liebig - Universität Giessen. Arbeitstagung über Unterboden und Tiefenbearbeitungsmassnahmen am 1 und 2. März 1967 in Giessen.

Der Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Zusammenarbeit mit der Landes - LHR - und Versuchsanstalt für Weinbau, Gartenbau und Landwirtschaft in Ahrweiler. Arbeitstagung über Unterboden - und Tiefenbearbeitungsmassnahmen. Von 1 - 12 Oktober 1966 in Ahrweiler.

Destallats, Eduardo D. - El subsolado - Shell en el campo. Año III, N° 13, 1965.

Farrett, George - Subsoil, Cleveland.

Fehrenbacher J.B.; Vavra J.P. and Lang A.L. - Deep Tillage and deep fertilization experiments on a claypan soil. Soil Science society of America proceeding. Vol 22, N° 6, november - december 1958.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Hanks, R.J. and Thorp, F.C. - Influence of deep tillage on intake and storage of water. Jour. Soil and water Conservation. 11:140. 1956.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Reunión regional para establecer un subprograma de investigación de laboreo del suelo en la región pampeana húmeda y subhúmeda. Pergamino, 1966.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Reunión sobre subsolado - Resumen y conclusiones. Pergamino, 1967.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Jornadas de actualización en Maíz. Pergamino, 1978.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Seminario sobre laboreo del suelo en la región pampeana húmeda y subhúmeda. Pergamino - Rufino, 1968.

Jamison, V.C.; Larson, N.E. and Losely, N.G. - Subsoiling Leldm Pays in the --- Midwest. Journal of soil and water Conservation. Vol. 15, number 6, november, 1960.

Jamison, V.C. and Thornton, J.F. - Results of deep fertilization and subsoiling on a Claypan soil. Agronomy Journal Vol. 52: 193-195, 1960.

Larson, N.E.; Losely, N.G.; Pesek, J.T. and Burwell, R.F. - Effect of subsoiling and deep fertilizer placement on yields of corn in Iowa and Illinois. Agronomy Journal, Vol. 52: 185-189, 1960.

Meyer Horst - Nenes für die Untergrundlocherung. Landtechnik Helft 7, Anfang. April 1967.

Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires - Guia para el uso y manejo de los recursos suelo y vegetación de la Depresión del Salado. La Plata, -- 1978.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Nichols, M.L. and Reaves, C.A. - Soil reaction: to subsoiling equipment. American Society of Agricultural Engineers. Agricultural Engineering. Vol. 39, N° 6. St. - Joseph, Michigan, 1958.

Noacco, N.E. y Francomano, M.U. - Arado Cíncel. Revista CREA N° 68, mes XII, Buenos Aires, 1977.

Programa para la Planificación del Uso de los Recursos Naturales - Ensayo de variedades precoces de maíz. Pruebas de Prácticas - Informe Final Operación Suelos y Producción. Convenio C.F.I. - M.O.P. - M.A.A. Pcia. de Buenos Aires. La Plata, 1976.

Proyección Rural 1972 - Los "chisel" cultivadores subsoladores.

Puricelli, Carlos A. - La remoción de capas en horizontes endurecidos. El subsolado. E.E.R. INTA Marcos Juarez, 1966. (Informe Técnico N° 10).

Puricelli, Carlos A. y col. - Remoción de capas en horizontes endurecidos de un brunizem. E.E.R. INTA Marcos Juarez, 1973. (Informe Técnico N° 45).

Robertson, N.K.; Fishell, J.G.A.; Hutton, C.E.; Thompson, L.G.; Lipscomb, R.N. - and Lundy, H.W. - Results from subsoiling and deep fertilization of corn for 2 years. Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 21, N° 3, May-June 1957.

Saveson, I.L.; Lund, Z.F. and Sloane, L.W. - Deep tillage investigations on alluvial soil at the northeast Louisiana Experiment Station, St. Joseph, La. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College Agricultural Experiment Station. Circular N° 53. March 1958.

Smith, Dwight D. - Subsoil conditioning on claypans for water conservation. American Society of Agricultural Engineers. Agricultural Engineers. Vol. 32, N° 8. Saint Joseph, Michigan, 1951.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Smith, Raymond S. - Experiments with subsoiling, deep tilling and subsoil --- dynamiting. University of Illinois. Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 258. Urbana, Illinois , 1925.

Sykes de Chantry, Friend - Subsolando (capítulo del libro Humus and the farmer) -- Chute, Condado de Wiltshire, Gran Bretaña.

Weil, Martín R. - Diagnóstico preliminar sobre los suelos y su manejo. Programa para la Planificación del Uso de los Recursos Naturales. Convenio C.F.I. - M.O.P.- M.A.A. La Plata, 1975.

Wells, C.B. - The practice of subsoiling. A Brief Review. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science. Vol. 22 (4), Pag. 247 - 251, diciembre 1956.

Woodruff, C.M. and Smith, D.D. - Subsoil shattering and subsoil liming for crop --- production on claypan soils. Soil Science Society of America Proceeding, Vol. 11, 1946.