ESENCIALES DEL MANEJO DE SUELOS PARA AGRICULTURA DE SECANO

INTRODUCCION.

El manejo de suelos para una agricultura de secano tiene, en líneas generales, los mismos principios que el manejo de producción agropecuaria bajo otros sistemas. Estos principios y objetivos son los de ayudar a mantener o aumentar la productividad agrícola lo más permanentemente que sea factible. La productividad agrícola implica que una serie de factores estén en su óptimo, es decir que su interacción para el caso estudiado, en particular, produzca los más altos rendimientos por largo tiempo.

Los factores más importantes que influyen en la productividad agronómica son: una buena suplencia de agua y aire; un buen nivel de nutrientes y en el balance apropiado; el uso de variedades productivas en esa zona ecológica y sembradas en una densidad óptima y un efectivo control de plagas y enfermedades. El conjunto de estos factores debe ser aplicado y manejado por el hombre para obtener el máximo económico en cada caso. La aplicación de cada uno de esos factores por separado producirá, en la mayoría de los casos, un aumento en los rendimientos, pero es la interacción entre todos ellos lo que más nos interesa, ya que así conseguimos rendimientos muy superiores a los obtenidos con la sumatoria de los incrementos debido a cada factor por separado.

Un ejemplo de esta interacción es citado en la revista Pedologie[1/]. El rendimiento de maíz en la zona húmeda subtropical de Georgia y en suelos pobres es alrededor de 800 Kg/Ha. con las viejas variedades. El uso de altos niveles de fertilización con esas variedades ha producido aumentos promedios de 600 Kg/Ha.

Por J. A. Comerma. Especialista en Suelos, CIDIAT, 1971. Material de enseñanza sujeto a revisión.

1/ Pedologie 1965. Lectures on Soil Classification by Guy D. Smith. N°. spec. 4 Bulle. de la Societé Belge de Pédologie.

El uso de híbridos mejorados, aisladamente, produjo aumentos de 200 Kg./Ha. El control de agua en el suelo a través del uso de terrazas ha añadido alrededor de 150 Kg. Si le añadimos todos esos incrementos al rendimiento original nos dá 1.750 Kg/Ha. Pero con la aplicación conjunta de todas esas prácticas produjo un rendimiento de 8.000 Kg/Ha.

Las áreas que van a ser sometidas a una agricultura de secano tienen, en general, ciertos caracteres en común y que las diferencian de otros sistemas de producción agrícola. Entre ellas tenemos:

a) Su dependencia de la precipitación. Esto es de extrema importancia al no solo permitir la agricultura de determinados cultivos, sino el discriminar las prácticas de manejo de suelo principalmente en cuanto al agua. Así en algunos casos se tenderá a evacuar los excesos y en otros a preservar lo escaso. La dependencia en la precipitación también se manifiesta en el éxito o no de ciertas prácticas de manejo como las de fertilización. Podemos aplicar mucho fertilizante pero si ese año la lluvia es escasa su efecto será disminuido drásticamente. Esto es aplicable también a la mayoría de las otras prácticas de manejo. Desafortunadamente y por la poca capacidad de predicción de la lluvia en un año dado, no podemos planificar acordemente las prácticas óptimas para esa cosecha en particular.

b) La agricultura de secano incluye una gran variedad de condiciones de terreno, o sea pendiente, pedregosidad, profundidad, texturas, fertilidad, etc. En general la agricultura bajo riego hace una selección previa de sus terrenos, escogiendo los más aptos para regar, los cuales generalmente son los mejores, en sentido general, de la región. Con esto queremos significar que la variedad de prácticas de manejo de suelos para agricultura de secano es más amplia que para los de riego. En especial los problemas de conservación de suelo juegan un rol mucho más importante en los casos de secano.

c) Dependiendo de las condiciones climáticas de la región en particular, ésto es de la intensidad y distribución de las lluvias, la agricultura en secano puede incluir o no un período de descanso de los terrenos, lo cual introduce una variable de manejo de suelos y de cultivos particular a ella. Este período de descanso o de cultivos menos intensivo sería casi obligatorio en zonas con una clara y larga estación seca, permitiendo solo una cosecha. Otras áreas con varias estaciones secas pueden permitir un uso prácticamente contínuo del suelo al igual que en agricultura bajo riego.

Estas consideraciones generales de la agricultura en secano nos servirán de marco para algunas consideraciones de los problemas de manejo de suelo en estas condiciones.

ASPECTOS A CONSIDERAR

En este trabajo sólo consideramos los puntos principales y más estrictamente relacionados con el suelo. Las consideraciones de manejo de cultivo y algunas de agua, como drenaje, a pesar de ser factores principales en la productividad agrícola, son tratados aparte.

Con relación al manejo del suelo consideramos de mayor importancia los siguientes aspectos:

A. Condición química del suelo

B. Condición física del suelo

C. Aspectos de erosión.

Este grupo de condiciones de los suelos están determinando los parámetros que a través del manejo del suelo puede el hombre modificar o mejorar por medio de la adición de fertilizantes y enmiendas, manejo de residuos de cosecha, labranza, prácticas de conservación de suelo y agua,etc.

A. Condición Química

Bajo este título agruparemos las prácticas de manejo de suelo que mejoran las condiciones químicas y aumentan la productividad. Las dos principales prácticas a considerar son la aplicación de fertilizantes y de enmiendas.

1. Fertilizantes

Por fertilidad entendemos la cualidad del suelo que le permite tener los elementos nutritivos para las plantas, en niveles de aprovechabilidad adecuados y en un apropiado balance. De los 13 elementos nutritivos más importantes, 6 de ellos, los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, y S) ó elementos tomados en mayores cantidades, son los más críticos. Los 7 restantes ó micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, Bo, Mo y Cl) son utilizados en menores cantidades por la mayoría de los cultivos.

Si pretendemos relacionar ese concepto de fertilidad directamente con rendimiento de cultivos, en muchos casos veremos el fracaso. Para ello habría que ampliar el concepto de fertilidad e incluir ciertas cualidades físicas y biológicas del suelo, abarcando así una apropiada relación agua-aire y una actividad biológica balanceada.

La mayor importancia de los aspectos de fertilidad, desde el punto de vista de diagnóstico y manejo del suelo, estriban en su gran variabilidad en función de cada localidad ó suelo, de su variación con el tiempo y en forma muy determinante con las necesidades específicas de cada cultivo o incluso etapa de desarrollo de una planta.

La determinación de la necesidad de nutrientes de un suelo dado, se realiza primero haciendo un diagnóstico del problema, determi-

nando el grado de deficiencia y por último determinando la cantidad de fertilizante a añadir.

El diagnóstico de que un cultivo necesita fertilizantes puede ser visto por síntomas de deficiencia típicos a cada elemento en ese cultivo y comprobarlo por análisis del suelo y la planta o por experimentación de invernadero o campo. Es necesario considerar si los síntomas de deficiencia son realmente deficiencias del elemento, pues es necesario averiguar otras posibilidades como son exceso o deficiencia de agua, exceso de sales, ataques de insectos o virus, etc. que pueden producir síntomas similares a algunas deficiencias de elementos.

La determinación del grado de deficiencia en el suelo se determina usualmente a través de experimentos de campo, análisis de plantas y de suelos. Los experimentos son la manera más confiable de determinar el grado de deficiencia y lo que es necesario añadir para alcanzar un cierto nivel de rendimiento. En general requieren bastante tiempo y dinero para su ejecución y sus resultados son aplicables al sitio del experimento y a condiciones similares.

Los análisis de suelo, en general, abarcan tanto los análisis de elementos intercambiables y su grado de saturación y los llamados análisis rápidos o de nutrientes solubles.

Estos análisis cuando son calibrados con experimentos de campo y acompañados de investigaciones de invernaderos, son el medio más económico y eficaz hoy en día para determinar el grado de deficiencia y la probabilidad de respuesta a los fertilizantes. Los reactivos usados se deben adaptar al elemento y al suelo a ser analizado y los niveles críticos de deficiencia deben ser relacionados al cultivo específico.

Los análisis de plantas para áreas de suelo donde se han establecido las cualidades de fertilidad del suelo y para ciertos cultivos (caña de azúcar, cítricos, etc.) son de gran utilidad para detectar deficiencias de elementos nutritivos.

La cantidad de fertilizantes a aplicar es determinada de las curvas de rendimiento y respuesta a los fertilizantes o indirectamente de los análisis de suelo, pero la decisión será dada por el incremento en rendimiento por unidad de fertilizantes añadido, el costo de la aplicación y el valor del cultivo producido.

En conclusión la aplicación de fertilizantes, como práctica de manejo, debe considerar: la condición climática, el suelo en particular y el cultivo a sembrar.

La condición climática para un determinado suelo y cultivo nos dictará por su interacción con esos factores, la necesidad de mayores o menores niveles o aún de reabonamiento, considerando que mayores pluviosidades producirán un proceso de lavado de esos fertilizantes en mayor escala. También nos guía en las épocas en que debemos realizar el muestreo sobre todo en el caso del Nitrógeno cuyo nivel depende en gran medida del estado de humedad del suelo.

La condición de suelo, por su nivel y balance de nutrientes, condiciones de drenaje y químicas, fijarán también los niveles, fuentes y formas de aplicación de los fertilizantes. Es necesario considerar que en la mayoría de los casos los fertilizantes añadidos no serán tomados en un 100 por ciento por las plantas. Principalmente los fertilizantes nitrogenados sufren lavado, erosión y pérdidas gaseosas que pueden alcanzar hasta más de la mitad de lo añadido. También el fósforo, pero por procesos de fijación en el suelo, puede perder su disponibilidad en cantidades similares a las del Nitrógeno.

El muestreo de los suelos con fines de fertilidad en zonas vírgenes, se realiza tomando muestras compuestas de las principales formas - topográficas del terreno o cambios en la vegetación. En zonas cultivadas el muestreo debe tomar en cuenta cada lote cultivado por el efecto que el cultivo y la fertilización pesada tienen sobre su - condición de fertilidad.

El cultivo específico también determina los niveles, balance y forma de aplicación de los fertilizantes, ya que posee sus propios requisitos de elementos nutritivos y en diferente nivel y balance en diferentes etapas de desarrollo, las cuales en muchos casos implican una subdivisión del fertilizante en dos o más porciones y una colocación particular en el suelo.

Por último además de los fertilizantes químicos añadidos al suelo, es necesario considerar los nutrientes aportados por la materia orgánica, ya sea la propia del suelo o la añadida a través de la incorporación de residuos de cosecha, abonos verdes, etc. Estos aportes son importantes principalmente en Nitrógeno y Fósforo, a - través de la descomposición biológica de la materia orgánica. Lo esencial en estos casos es la calidad o contenido inicial de dichos nutrientes en el material incorporado, pues materiales con bajos - contenidos podrán incluso utilizar los nutrientes del suelo para ' su descomposición, robándoselo a los cultivos. Otro aspecto en la fertilización orgánica es el lado económico, comparándolo con el tiempo y las labores requeridas en contraste con la fertilización química. Actualmente muchos se inclinan por la forma química debido a su eficacia y economicidad.

2. Enmiendas

Bajo el nombre de enmiendas sólo vamos a considerar los problemas de corrección de la acidez y de la alcalinidad en el suelo. Otros aspectos como los de corrección de los bajos contenidos de materia orgánica son tratados en varios aspectos del suelo por su influen-

cia en tan variadas características y cualidades.

Acidez

La corrección de la excesiva acidez en el suelo es necesaria principalmente por su gran efecto sobre el desarrollo de las raíces, y por lo tanto de la planta y su cosecha, y por reducir fuertemente la eficiencia de muchos nutrientes y fertilizantes añadidos al suelo.

Las causas negativas más usuales de una acidez en el suelo se refieren a: toxicidad por Al, y/o Mn y deficiencias de Mg, Ca y Mo. Indirectamente también afecta la actividad microbiológica lo cual repercute en una menor tasa de descomposición de la materia orgánica y por lo tanto de liberación de nutrientes y substancias agregantes orgánicas.

Debido principalmente al efecto de la acidez sobre la solubilidad del Fe y del Al, reduce mucho la eficiencia del abonamiento con P y K por procesos de fijación y de lavado respectivamente.

Antes de iniciar un programa de corrección de la acidez para un determinado cultivo debemos tener presente: las necesidades del cultivo, las condiciones del suelo y del clima en particular y el material de corrección disponible. Sin embargo, por ser el suelo el elemento que podemos cambiar en cuanto a su acidez con mayor facilidad, debemos considerar con especial énfasis sus características, especialmente su textura y contenido de materia orgánica y la metodología para determinar el grado de acidez y las necesidades de la enmienda a agregar.

Los métodos más usuales para determinar el problema de acidez y de necesidades de cal son: pH, Al cambiable ó saturación de Al, y soluciones tampon.

A través de la medición del pH y por correlación con curvas de neutralización y/o experimentos de campo se recomendaron diferentes contenidos de cal. Usualmente para suelos minerales valores de pH inferior a 5.5 requieren adiciones de cal hasta elevarlo a pH de más o menos 6.5 para muchos cultivos. Para suelos orgánicos valores de pH generalmente inferiores a 4 requieren enmiendas hasta llevarlos a un valor cercano a 5.

Determinaciones de Al cambiable, requieren también calibraciones de campo o laboratorio. A través de la adición de cal se trata de neutralizar casi todo el Al soluble, en la mayoría de casos a valores inferiores a 1 pp.m. También se utiliza el porcentaje de saturación de Al en el complejo de cambio. Se considera que saturaciones inferiores al 60 por ciento implican cantidades de Al en solución muy pequeñas, no tóxicas.

Las soluciones tampon están calibradas de manera tal que una determinada depresión en su pH corresponden a ciertas cantidades de cal a añadir.

En el siguiente cuadro se muestran recomendaciones generales, tomando en cuenta principalmente el pH inicial, la textura y la materia orgánica.

Cantidades aproximadas de caliza finamente molida para elevar el pH de una capa de suelo de 15 cm. de profundidad*.

	Requerimiento de cal en Ton/Ha. para aumentar el pH de:		
	3.5 a 4.5	4.5-5.5	5.5 a 6.5
Suelos de regiones tropicales y templadas calientes			
Arena y arena franca	0.3	0.3	0.4
Franco arenoso	-	0.5	0.7
Franco	-	0.8	1.0
Franco limoso	-	1.2	1.4
Franco arcilloso	-	1.5	2.0
Orgánico	2.0	3.3	3.8
Suelos de regiones templadas y frías			
Arena y arena franca	0.4	0.5	0.6
Franco arenoso	-	0.8	1.3
Franco	-	1.2	1.7
Franco limoso	-	1.5	2.0
Franco arcilloso	-	1.9	2.3
Orgánico	2.9	3.8	4.3

Del Yearbook of Agriculture. 1957. Soils pp. 68.

Los materiales de encalado más comunes son el $CaCO_3$, $CaMgCO_3$, Escorias, Cal hidratada y cal quemada; y óxido de Mg. En ese orden aumenta el valor de neutralización de esos compuestos, ésto es, se requieren menores cantidades para una misma neutralización de la acidez.

Dentro de un mismo material su grado de pureza y de finura afectarán el grado de neutralización y la rapidez de reaccionar.

El encalamiento generalmente se aplica uno a dos meses antes del cultivo para darle tiempo a reaccionar con el suelo. La frecuencia de encalamiento depende del cultivo, precipitación, etc. En

cuanto al suelo y por regla general, los arenosos requieren encalamiento alrededor de cada 2 años, mientras los arcillosos alrededor de 8 a 10 años.

Tanto la falta de encalamiento como un sobreencalamiento son dañinos. En el último caso un exceso de cal produce desbalances nutritivos, como clorosis de Fe, y en muchos casos deterioro de las condiciones físicas.

Alcalinidad

Los problemas de alcalinidad en el suelo, en una condición de agricultura de secano, son de difícil manejo y corrección. En la mayoría de los casos se requerirán de algunas prácticas propias del riego para producir un lavado de los suelos junto con enmiendas, principalmente el yeso o sulfato de calcio.

Los problemas de alcalinidad, usualmente se presentan por exceso de Carbonatos de Ca, y Mg, otras sales más solubles y por Na.

Las prácticas más usuales para contrarestar y/o corregir los problemas de alcalinidad consisten en: selección de cultivos resistentes; formas de preparación de tierras y laboreo que favorezcan la entrada de agua al suelo y produzcan lavado; métodos de siembra en sitios del camellón donde hayan menos sales y prácticas de riego con enmiendas como yeso y azufre.

B. Condición Física ó Tilth

Esta condición o cualidad del suelo se refiere al estado o aptitud física del suelo para el crecimiento de plantas específicas, e incluye caracteres como su estructura, grado de humedad y aireación, consistencia, etc.

Conjuntamente con la condición de fertilidad, la condición física re-

presentan los dos aspectos más críticos en el manejo de suelos.

Como tal, la condición física incluye problemas relacionados con: el estado de acondicionamiento del suelo para recibir las semillas y para su germinación y crecimiento de la planta; aspectos de entrada y transmisión del agua y aire en la zona radicular; retención de humedad y facilidad de laboreo y cultivo del suelo. Por esas razones, en esta condición tomamos especial énfasis en los aspectos de textura, estructura, contenido de materia orgánica y de humedad, presencia de capas compactas, etc.

Para la mayoría de los cultivos una condición física ideal está representada por la presencia de agregados lo más estables posible, generalmente entre 1 y 5 mm. de tamaño, que producen suficientes poros grandes para una buena entrada y transmisión de agua y aire entre los agregados y con suficientes poros pequeños dentro de los agregados para retener más agua. Estas condiciones estructurales unidas a la presencia de texturas medias con un mayor rango de consistencia friable serían así también ideales para una buena implantación de las semillas más comunes y para un fácil y eficaz laboreo.

Las maneras de producir esas condiciones más o menos ideales no son muchas hasta ahora y dependerán principalmente de las características innatas al suelo (textura, estructura natural, tipos de agentes agregantes, etc.) que son poco modificables y del manejo que le apliquemos,

Las principales prácticas de manejo que utilizamos para producir una mejor condición física son la labranza, la incorporación de materia orgánica y otras enmiendas y la secuencia o rotación de cultivos.

La labranza por lo general incluye propósitos de mejorar la condición física, de eliminar malas hierbas y residuos de cosecha a través de su incorporación al suelo. En cuanto al primer efecto por lo

regular aumenta el número y tamaño de los poros grandes pero queda la pregunta de que cuánto durarán así luego de humedecerse, lo cual depende fundamentalmente de la estabilidad de los agregados. Qué cantidad de aradura o laboreo debe realizarse y en qué condiciones de humedad del suelo son parcialmente responsables de esa estabilidad.

Las tendencias actuales son en general de considerar que se debe realizar la menor cantidad de laboreo posible y a rangos de humedad que correspondan a una consistencia friable del suelo. En general, la mayoría de las otras labores de cultivo como siembra, limpieza, cosecha, etc, tienden a producir una acción contraria del arado, ésto es, a compactar reduciendo los poros en tamaño.

El laboreo normal queda restringido a la capa superficial del suelo , pero sus efectos pueden reflejarse a capas más profundas. Así en la determinación del momento de arar debemos considerar el subsuelo pues éste puede estar muy húmedo, produciéndose generalmente capas compactas que afectan la entrada y conducción del agua. Cuando dichas zonas compactas están cerca de la superficie del suelo se debe considerar la posibilidad de aradura profunda o de subsolado.

El efecto sobre la formación y estabilización de agregados por la adición de materia orgánica ha sido mencionada por largos años, Los mecanismos de agregación no son comprendidos totalmente, pero se conoce que no todos los tipos de materia orgánica tienen el mismo efecto, ni por la misma duración.

En general está establecido que el aspecto más importante, son los compuestos producidos en las primeras etapas de la descomposición de la materia orgánica añadida, por ello se aconseja mantener una suplencia constante de ella al suelo y no sólo contruir altos niveles en una sola ocasión.

El efecto de materia orgánica en cuanto a agregación parece ser más e-

fectivo en suelos con texturas gruesas y medias, en los cuales además promueve la creación de espacios porosos favorables a la retención de humedad. En suelos muy arcillosos su principal efecto parece ser en promover mayor cantidad de áreas para contraerse al secarse, y así a través de muchas grietas aumentar la cantidad de pequeños agregados y facilitar su laboreo y relaciones agua-suelo.

Otros compuestos además de materia orgánica son comúnmente añadidos al suelo para mejorar su estructura y por lo tanto su condición física. Así especialmente en suelos altos en contenidos de Na, que se encuentran dispersos o en suelos arcillosos con bajas saturaciones se acostumbra agregar calcio especialmente en forma de yeso para reemplazar al sodio, causar floculación y promover así la agregación.

El efecto que ciertos cultivos o pastos sean incluidos en una secuencia o rotación de cultivos en cuanto a su mejoramiento físico no está claramente explicado. Las causas más probables parecen ser el efecto aislado o combinado que tienen ciertas plantas en producir sistemas radiculares más abundantes y sus raíces con mayor fuerza para penetrar agregados grandes, producir poros y planos de debilidad que producirán más agregados. Así tendrían un efecto además del aporte de materia orgánica. Otros autores consideran que el solo hecho de incluir cultivos o pastos que requieren muy poca labranza sería ya suficiente para explicar el mejoramiento en estructura. Especialmente ciertas gramíneas parecen producir estos efectos en mayor cuantía.

C. Aspectos de Erosión

Los propósitos principales de un programa de control de erosión, son los de proteger o reducir la remoción de suelo y conservar o evacuar el agua según sea el caso apropiado.

La erosión además de remover la capa más rica en humos y nutrientes, produce un deterioro de la estructura dispersando y sellando el suelo,

disminuyendo su infiltración y consecuentemente aumentando la escorrentía.

Los problemas de erosión surgen de la interacción entre las lluvias, el suelo, la pendiente y la cobertura sobre el terreno. Así las medidas de prevención y corrección serán por lo menos ligeramente diferentes en cada caso. Además de un buen planeamiento del uso de la tierra, de acuerdo a su capacidad agrológica y de las prácticas normales adecuadas agronómicas, hay ciertas prácticas complementarias, especialmente para terrenos inclinados. Entre ellas tenemos: cultivos en contorno, en fajas, terrazas, zanjas de drenaje, etc.

Los cultivos en contorno o a nivel se usan en base a los camellones en contorno que disminuyen la velocidad del agua. Es recomendado en pendientes entre 3 y 8% y no más largas de alrededor de 100 m.

Los cultivos en faja constituyen fajas alternantes de cultivos densos y otros en hilera. Generalmente uno de ellos es pasto. Pueden ser fajas en contorno, recomendada para suelos bien drenados y con excesos de lluvia en pendientes de 2 a 12% y no mayores de 150 m. En zonas de pendientes muy complejas se usan fajas paralelas y fajas tampon como fajas estrechas protectoras acompañadas de fajas anchas de cultivos. El tamaño de las fajas variará con el suelo, la pendiente y la lluvia, aumentando el ancho de las fajas a medida que disminuye la pendiente.

Las terrazas son camellones a través de la pendiente ya sean de tierra o piedras. Con el tiempo se produce una disminución de la pendiente en forma natural o con magumaria. Generalmente se aumenta la profundidad de suelo, capacidad de retención de humedad. Es recomendable para pendientes hasta 8-12% ya que más pendiente dejaría las terrazas una muy cerca de la otra.

JAC: