

SEPTIEMBRE 1971 MANEJO de SUELOS



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA «FACULTAD DE AGRONOMIA»
ESTACION EXPERIMENTAL "DR. MARIO A. CASSINONI" PAYSANDU
BOLETIN DE DIVULGACION

Septiembre (Nº 1)
1971 (Nº 1)

Producción Vegetal

MANEJO de SUELOS



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTACION EXPERIMENTAL DE PAYSANDU
"Dr. Mario A. Cassinoni"

BOLETIN DE DIVULGACION

PRODUCCION VEGETAL

Manejo de Suelos - Setiembre de 1971	Número 1
Contenido	Páginas
Laboreo	
E. Beltramini y E. Marchesi	1
Erosión y conservación de suelos	
E. Marchesi	45
Rotaciones	
E. Marchesi	97

En América Central y México las tradiciones indígenas con respecto al cultivo del maíz han producido graves casos de erosión.

6) *Ignorancia* - La ignorancia de la gente es uno de los principales factores que inciden en la erosión de una zona o país.

La ignorancia puede darse a varios niveles. A nivel del agricultor que ni sabe ni sospecha el daño que se está haciendo al no tomar medidas contra las pérdidas de suelo o que, por otro lado, ignora cómo evitarlas si es conciente de lo que pasa en sus chacras.

Pero la ignorancia puede darse también a nivel profesional o político. Si los técnicos y dirigentes del país no son concientes del daño que produce la erosión y no toman medidas reales, tanto técnicas como económico--sociales, para combatirlas es difícil, sino imposible, pretender una buena conservación de los suelos.

ROTACIONES

Enrique Marchesi

Introducción

Las rotaciones consisten en la sucesión de cultivos que se da sobre un mismo suelo en una serie de años.

Cuando se condiera una determinada rotación de cultivos y praderas se está estableciendo un sistema de producción. Dicho sistema de producción puede reunir dos condiciones esenciales y en cierto sentido contrapuestas:

- a) dar el mayor resultado económico, y
- b) mantener la productividad del suelo a largo plazo.

Desde que se rompe el equilibrio entre el suelo y los factores de formación, a través de su explotación por el hombre, se produce un cambio en sus propiedades (generalmente un deterioro) que debe ser mantenido a cierto nivel para asegurar su productividad por un largo período.

Esto se puede lograr por la combinación de los cultivos que se realicen (rotación o siste

ma de cultivos), conjuntamente con el uso de adecuadas prácticas complementarias (laboreo, fertilización, manejo de residuos, manejo de praderas, etc.).

Los cultivos pueden clasificarse en varios grupos: praderas, cultivos densos (trigo) y cultivos carpidos (remolacha, maíz) en base a su efecto en las propiedades de los suelos.

En general se puede decir que las praderas tienden a mantener un mayor nivel de productividad potencial en los suelos mientras que los cultivos, tanto densos como carpidos, tienden a decrecerla, sobre todo estos últimos. Como se verá más adelante estos efectos pueden ser bastante modificados por normas complementarias de manejo.

Cada tipo de cultivo y pradera tiene un efecto determinado, pero, cuando se considera una rotación, lo que interesa es el efecto global de la sucesión de cultivos sobre las propiedades del suelo.

Otro aspecto importante, dentro de este tema, es la trascendencia real del cambio producido en el suelo por un determinado manejo. Por ejemplo, la inclusión de una pradera en una rotación puede producir una mejora en la estructura del suelo que no tenga significación práctica por no afectar el rendimiento de los cultivos, que en ese caso, estaría limitado por otro factor.

En el presente artículo se discutirán los aspectos fundamentales de la acción de diferentes praderas y cultivos en la productividad de los suelos.

La falta de información local obliga a discutir solamente aspectos conceptuales, ya que, en

este problema, debido a la diversidad de factores involucrados (tipo de suelo, clima, etc.), las indicaciones concretas sobre los posibles sistemas de cultivos pueden surgir solamente de la experimentación local de un número relativamente alto de años.

Por lo tanto se considerarán los efectos de las praderas y los cultivos en las propiedades de los suelos que a su vez afecten los rendimientos de los cultivos posteriores.

Factores que afectan las propiedades de los suelos.

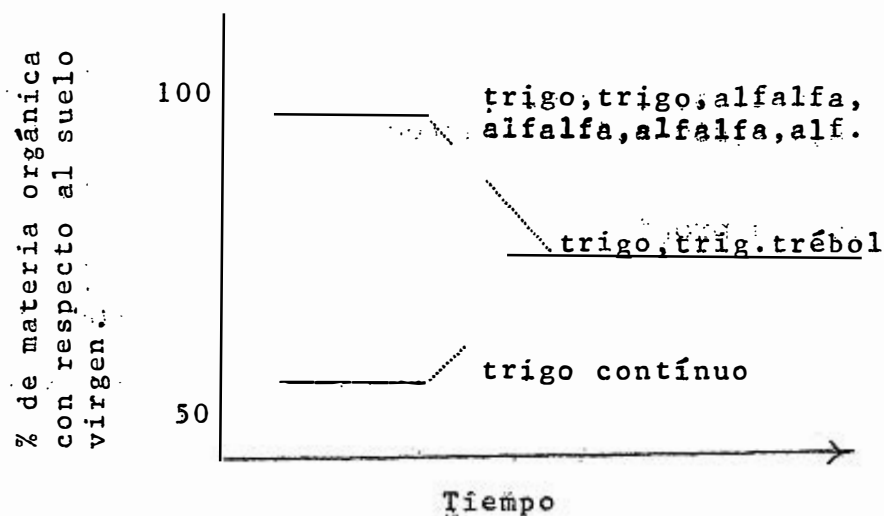
Las propiedades físicas y químicas de los suelos resultan de la acción combinada de los factores de formación: roca madre, clima, topografía, organismos vivos y tiempo; y, en suelos bajo agricultura se agrega la acción del hombre a través del manejo (laboreo, fertilización, sucesión de cultivos, riego, etc.) Por lo tanto las propiedades de los suelos estarán en equilibrio dinámico con los factores que las afectan y cualquier cambio en esos factores traerá aparejado un cambio en las propiedades.

Entre las propiedades de los suelos existen algunas que solo cambian en períodos largos de tiempo tales como la textura, la composición mineral, la diferenciación de horizontes, etc., mientras que, otras pueden cambiar en períodos más o menos cortos, tales como los nutrientes disponibles, la materia orgánica, la estructura, la infiltración etc.

La acción de los factores "naturales" de formación de los suelos afecta principalmente las características que tienen una baja velocidad de cambio; mientras que la acción del hombre, a través del manejo de los suelos, se refleja en la modificación de las propiedades que pueden cambiar en períodos cortos de tiempo. Estas últi

mas a su vez tienen gran importancia en la productividad de los suelos.

En base a lo dicho podemos concluir que cada sistema de manejo (sucesión de cultivos y prácticas complementarias) mantendrá un nivel determinado de las distintas propiedades del suelo considerado y por lo tanto el efecto de la inclusión de un determinado cultivo o pradera en una rotación será diferente según el nivel inicial de que se parta. Por ejemplo, la inclusión en una rotación de un mismo tipo de pradera puede aumentar o disminuir el nivel de materia orgánica del suelo dependiendo del nivel previamente en equilibrio.



En la situación planteada en la gráfica que da claro que el uso de un año de trébol cada dos años de trigo producirían un aumento de la materia orgánica si partimos de una rotación de trigo continuo, pero la disminuiría si partimos de una rotación de dos años de trigo y tres de alfalfa.

Propiedades importantes del suelo que pueden cambiar por la acción de las praderas y los cultivos.

Entre las propiedades del suelo que pueden ser afectadas por la acción de las praderas y cultivos, las más importantes serían:

A) Químicas:

- 1) Materia orgánica
- 2) Nitrógeno
- 3) Otros nutrientes.

B) Físicas:

- 1) Estructura y su estabilidad que a su vez afecta:

- a) Infiltración
- b) Permeabilidad
- c) Aereación
- d) Resistencia a la erosión.

En términos generales puede considerarse que los cultivos, tanto densos como carpados, reducen la materia orgánica, disminuyen la disponibilidad de nutrientes y degradan la estructura del suelo.

Estos efectos serán más pronunciados cuando se trate de cultivos carpados en relación a los cultivos densos y, a su vez, pueden ser reducidos o acelerados dependiendo del manejo (forma de preparar la tierra, manejo de residuos, fertilización, dirección de las hileras, etc.).

El efecto de las praderas, en general, será inverso ya que tienden a aumentar el nivel de materia orgánica, pueden aumentar el nitrógeno disponible y tienden a mejorar la estructura de los suelos.

Dada la importancia del efecto de las praderas en las rotaciones y la cantidad de factores que modifican su acción se hará especial énfasis en este aspecto del problema.

Factores que afectan la acción de las praderas en los suelos.

Los efectos de las praderas sobre las propiedades de los suelos y sus roles como mejoradoras de la productividad potencial de estos depende en gran parte de una serie de características que se podrían resumir en:

A) Composición botánica:

- 1) Porcentajes relativos de gramíneas y leguminosas.
- 2) Características particulares de las especies.

B) Productividad o grado de desarrollo de las plantas.

C) Manejo:

- 1) Pastoreo o corte.
- 2) Fertilización.

D) Años de permanencia.

A continuación se analizarán los efectos de las praderas en las propiedades de los suelos antes enumeradas teniendo en cuenta estos factores que modifican su acción.

Efecto de las praderas en el nivel de materia orgánica del suelo.

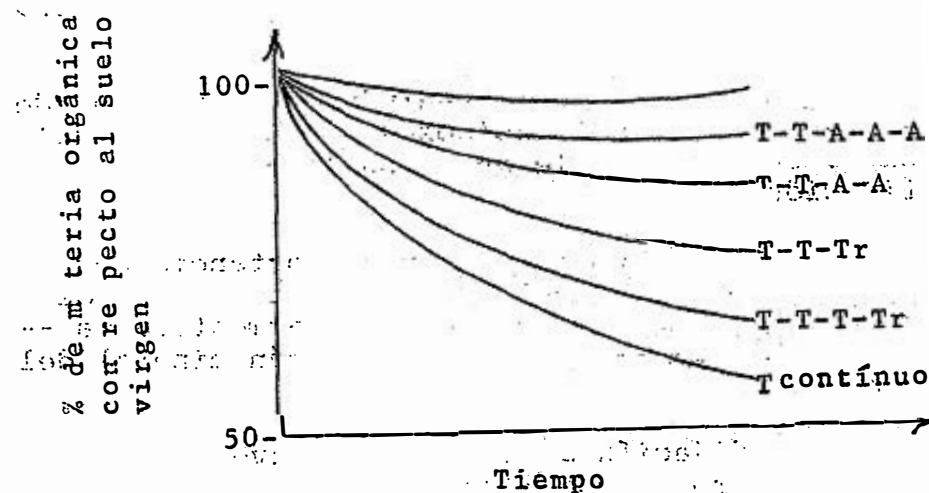
El nivel de materia orgánica de un suelo virgen mantiene un equilibrio con los siguientes

factores fundamentales:

- a) clima
- b) vegetación
- c) drenaje
- d) textura, y
- e) disponibilidad de nutrientes.

Al cultivarse un suelo el contenido de materia orgánica generalmente baja lográndose un nuevo equilibrio que depende del sistema de manejo. Los cultivos carpidos, por un lado, tienden a decrecer aceleradamente el porcentaje de materia orgánica mientras que las praderas tienden a mantener un nivel mayor. Este es un caso típico de equilibrio entre los factores ambientales y una propiedad del suelo; por lo tanto la magnitud del efecto de las praderas depende del nivel inicial del suelo y de su nivel potencial bajo vegetación de pradera.

Esto se puede esquematizar mediante la siguiente gráfica teórica:



T - Trigo, A - Alfalfa, Tr.- Trébol

En ella podemos ver que: el tipo de pradera, el número de años de la pradera en la rotación, y su relación con el número de años de otros cultivos afecta el nuevo equilibrio de la materia orgánica en el suelo. Otra característica a notar es que al principio el cambio es rápido pero luego se estabiliza a un nivel dado.

En términos generales se puede decir que el efecto de un cambio en la rotación sobre el nivel de materia orgánica del suelo dependerá del nivel que mantendría esa nueva rotación respecto al nivel en que se encuentra el suelo. Por ejemplo, si se cambia de trigo continuo a dos años de trigo y un año de trébol el cambio será pequeño, pero, si se cambia a dos años de trigo y tres de alfalfa el cambio será grande.

Por último, conviene destacar que el mantenimiento de un alto nivel de materia orgánica no es un fin en sí mismo y sólo se justifica si tiene relación directa con la productividad de ese suelo.

Efecto de las praderas en el nivel de nitrógeno (N) del suelo.

El efecto más universalmente reconocido de las praderas con leguminosas es el aumento del nitrógeno disponible en el suelo a través de la fijación simbiótica.

Este fenómeno es de suma importancia porque el nitrógeno del suelo depende enteramente de la fijación del nitrógeno de la atmósfera ya que este elemento no integra ningún mineral del suelo.

Esta fijación se realiza a través de ciertos microorganismos (*Azotobacter*, *Clostridium*) del suelo y de las leguminosas en simbiosis con otro tipo de microorganismos (*Rhizobium*).

La cantidad de nitrógeno disponible que deja en el suelo una pradera depende de una serie de factores que se analizarán a continuación.

Efecto de la composición botánica.

La composición botánica de las praderas tiene un efecto muy importante en la fijación de nitrógeno a través de sus dos aspectos: la especie de leguminosa y el porcentaje en que éstas integran la pradera.

Pradera pastoreada	Rend. de trigo posterior en Kg/Há (debido a N)
Alfalfa	3800
Dactylis-Alfalfa	3640
Trébol Blanco	3620
Rye-Grass - Trébol blanco	3270
Dactylis - Trébol Blanco	3520

Pradera corte	1r. año post.	2o. año post.
	Rend. rape* Kg/Há.M.S.	Rend. avena Kg./Há.
Alfalfa	780	1830
Alfalfa-Gramíneas	720	1660
Trébol Rojo-Gramíneas	460	1670
Gramíneas	370	1570

* El rape es una forrajera.
M.S. Materia Seca.

Los datos expuestos en estos cuadros muestran que las leguminosas puras tienen mayor efecto

to que en mezcla con gramíneas; también se puede apreciar la diferencia entre especies, ya que la alfalfa se muestra superior al trébol blanco.

Además se ha determinado que para un mismo ambiente (medio-oeste norteamericano) la fijación de nitrógeno por diferentes especies tendría los siguientes valores:

Especie	N fijado en Kg/Há.
Alfalfa	165
Melilotus	140
Trébol rojo	112
Soya	78

En otra experiencia se constató que el rendimiento de la cebada posterior a las praderas, estaba relacionado al porcentaje de leguminosas que las integraban.

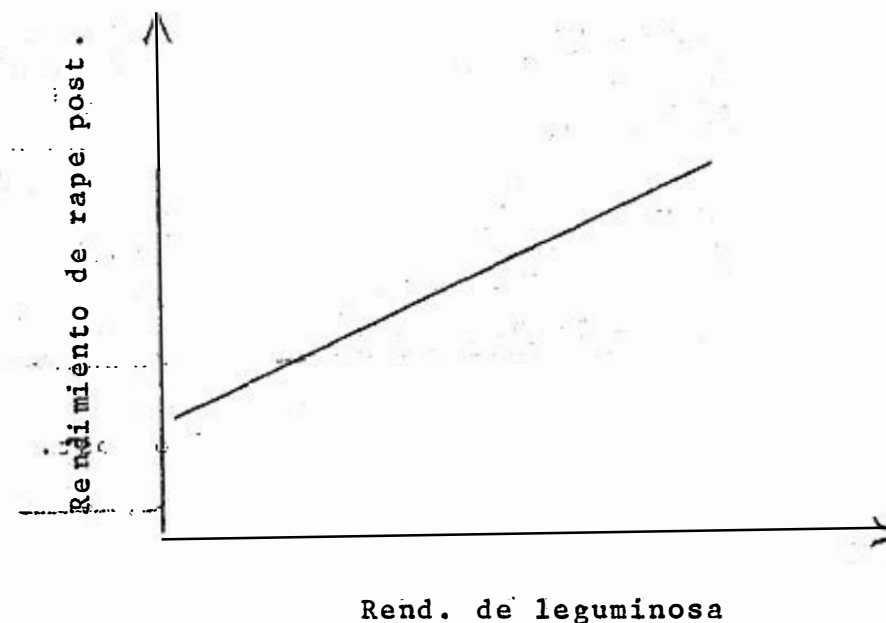
Pradera	% Leguminosas	Rendimiento cebada Kg/Há.
Lotus-Bromus	45	4650
Lotus-Bromus	29	4150
Alfalfa-Bromus	39	4590
Alfalfa-Bromus	16	3910

Efecto de la productividad de la pradera.

La productividad de la pradera es una medida del desarrollo, vigor y número de plantas -- por unidad de superficie, lo cual, está muy relacionado con su efecto en las propiedades del suelo. En el caso en que la pradera sea de leguminosas, el efecto fundamental será el aporte de nitrógeno.

Para el medio-oeste norteamericano se ha establecido que por cada tonelada de heno producido por una pradera de alfalfa el rendimiento -- del maíz posterior aumenta 745 Kg./Há.

En Inglaterra también se encontró que el rendimiento de los cultivos posteriores estaba de acuerdo con el rendimiento de la leguminosa en la pradera.



Efecto del manejo de la pradera.

Dentro de los factores de manejo de las praderas se considerarán el corte versus pastoreo y fertilización.

La gran diferencia que existe entre el corte, para heno o silo, y el pastoreo radica en que en el primer caso los nutrientes extraídos del suelo no son devueltos, mientras que, en el segundo caso, los animales a través de las defecaciones devuelven un alto porcentaje de los nutrientes extraídos.

En general se ha encontrado que las praderas bajo pastoreo tienen un efecto mayor que bajo corte como se muestra en los siguientes datos:

Manejo	Rend.del trigo posterior (Hg/Há)
Pastoreo frecuente	3390
Pastoreo espaciado	3620
Corte y luego pastoreo	3210
Corte solamente	3250

Pradera	Manejo	Rend.del trigo post. (Kg/Há)
Alfalfa	Pastoreo	3800
	Corte	3110
Alfalfa-Dactylis	Pastoreo	3640
	Corte	2670

Manejo	en N total bajo pradera gram.-trébol de 3 años
Pastoreada	0.0184 % (N en base suelo seco)
Corte	0.0145 %

De los datos expuestos se puede concluir -- que:

- El pastoreo tiene un mayor efecto en el rendimiento de los cultivos posteriores.
- El pastoreo espaciado fue algo mejor que el pastoreo frecuente, probablemente debido a que permitió un mejor desarrollo de las plantas.
- La leguminosa pura tuvo mayor efecto que la mezcla con gramíneas.
- El nitrógeno total del suelo fue superior cuando la pradera se pastoreó.

Sin embargo existen casos en que no se encontraron diferencias entre corte y no devolución del forraje, corte y devolución del forraje y pastoreo, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Rend.del trigo post.(Kg/Há.)
Pastoreo	2048
Corte y devolución	1883
Corte y no-devolución	1969

Este hecho se explicó de la siguiente manera:

- Que se pierde parte del nitrógeno por la orina y las heces así como por el material vegetal que retorna;
- Que el retorno del nitrógeno al suelo por las vías mencionadas, produzca un descenso en la fijación de nitrógeno por las leguminosas (trébol subterráneo en este caso).

En resumen se puede decir que, si bien el pastoreo mediante el reciclaje de nitrógeno puede aumentar más que el corte el contenido de este elemento en el suelo, la devolución del nitrógeno tiende a reducir la fijación por parte de las leguminosas.

El resultado final de estos procesos de efecto contrario generalmente favorece al pastoreo pero la magnitud de la diferencia entre ambos manejos depende de otros factores aún no bien establecidos.

En el manejo de las praderas mixtas entra otro factor importante: la fertilización con nitrógeno. El efecto de esa fertilización en el enriquecimiento del suelo en nitrógeno varía mucho según la pradera se corte o se pastoree.

Efecto de la fertilización nitrogenada en las praderas mixtas (gram. leg.) medida a través de los rendimientos de trigo posterior en Kg/Há.

M a n e j o	N aplicado a la pradera Kg/Há/año			
	0	70	140	280
Pastoreo	3390	3600	3940	4180
Corte	3250	3120	2760	3010

Los datos expuestos en este cuadro se pueden interpretar de la siguiente manera:

- Bajo pastoreo la fertilización nitrogenada disminuye el % de leguminosas pero como el nitrógeno es devuelto en gran parte a través de los animales la fertilización nitrogenada tiene un efecto positivo en el rendimiento del trigo posterior.
- Bajo corte la fertilización nitrogenada disminuye la fijación de nitrógeno por reducir el % de leguminosas y a su vez la capacidad de fijación de esas leguminosas. Como el nitrógeno aplicado se extrae con el forraje el efecto de aumentar la dosis es negativo hasta cierto punto en que la aplicación de nitrógeno es tan elevada que compensa lo que fijarían las leguminosas sin nitrógeno aplicado.

Otro aspecto importante con respecto al manejo de las praderas previo a la preparación de la tierra para otro cultivo es el cosechar o no el forraje, es decir, enterrar la pradera plenamente desarrollada o arrasada.

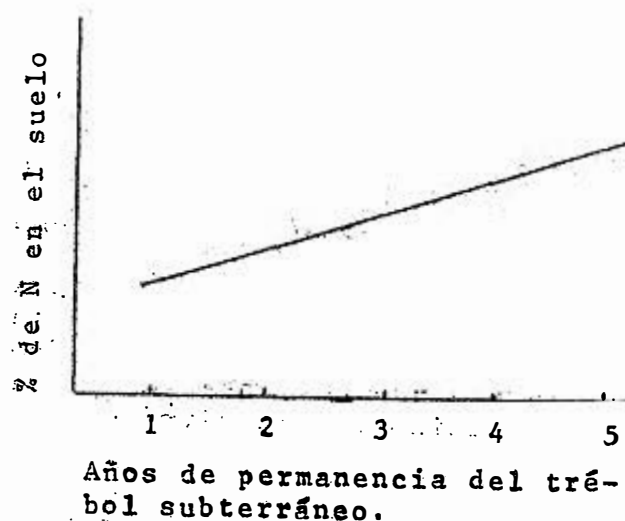
Datos de Norteamérica respecto a este problema muestran que hay poca diferencia entre ambos manejos (un 6% de aumento si se entierra el forraje) lo cual no justifica el no arrasar o no cosechar la pradera previo a la arada.

Efecto de los años de permanencia de las praderas.

El efecto del número de años que permanezca la pradera es otro factor que puede afectar el aporte de nitrógeno al suelo.

Con respecto a este factor se han encontra-

do resultados contradictorios. En suelos pobres y de texturas livianas se obtuvieron aumentos del nitrógeno en el suelo relacionados estrechamente con el número de años de permanencia de la pradera como se muestra en la siguiente figura



El incremento anual de nitrógeno en el suelo fue de aproximadamente 72 Kg./Há. El efecto de ese incremento en el nitrógeno se reflejó en los rendimientos del trigo como muestran los siguientes datos:

Años de permanencia	Rend. de trigo posterior (Kg/Há)	
	1er. año	2do. año
Sin trébol	944	789
1	1629	805
2	1449	1005
3	1730	1178
4	1816	1148
5	2018	1563

Por el contrario, en suelos de texturas medias o pesadas y de mayor fertilidad no se encontró un efecto importante del número de años de permanencia de las praderas. Solamente en algunos casos se constató un pequeño efecto residual en el segundo año de cultivos luego de la pradera.

Comparación de los efectos del nitrógeno aportado por las leguminosas y el nitrógeno mineral.

Tanto en Inglaterra con trigo como en E.E.-U.U. con maíz se encontró que los rendimientos de esos cultivos posteriores a las praderas podían lograrse sin hacer rotación con praderas mediante la fertilización nitrogenada. El problema entonces se reduce al aspecto económico considerando por un lado el costo del fertilizante nitrogenado y por otro lado la capacidad de fijación de nitrógeno por la pradera y la rentabilidad de la tierra bajo pradera en sustitución del cereal.

Algunos de los datos obtenidos en Inglaterra se resumen en el siguiente cuadro:

Cultivo previo al trigo 3 años				
	Alfal. Kg/Há.	Past.Pas toreada Kg./Há.	Past.co-sech. Kg./Há.	Cult. kg/Há
<i>Sin N</i>				
Grano(trigo)	4480	3460	3090	3420
N en cult.	84	63	54	60
<i>Con alta fert. N.</i>				
Grano(trigo)	4700	4640	4710	5190
N en cult.	114	103		110
				94

Estos resultados muestran que:

- a) Sin fertilización nitrogenada se evidencia el efecto de las praderas en el nivel de nitrógeno y en los rendimientos.
- b) Con fertilización nitrogenada se igualan los rendimientos y se evidencia la fijación del nitrógeno aplicado por las praderas - gracias a la alta relación carbono/nitrógeno de sus residuos.

En el caso del medio-oeste norteamericano; la situación se puede caracterizar mediante el siguiente cuadro:

Lu- gar	M-M-Av-P Kg/Há	M-M-Av-P Kg/Há	M contí - nuo(con N) Kg/Há	M contí-- nuo(sin N) Kg/Há
1	6390	5580	6500(180)*	3534
2	7070	6150	7000(160)*	2790
3	6390	5455	6500(160)*	3660

* No. entre paréntesis: dosis de N por año (Kg./Há.)

M: maíz --- Av: Avena --- P: pradera.

Los datos nos muestran que:

- a) Con fertilización nitrogenada el maíz con

-tínuo iguala los rendimientos del maíz en rotación con pradera.

- b) Sin fertilización nitrogenada la - rotación con pradera mantiene un nivel mucho más alto de producción que el maíz continuo.

La cantidad de nitrógeno que pueden aportar las leguminosas es extremadamente variable con los factores del medio ambiente además de todos los factores ya discutidos. Por ejemplo en Iowa (E.E.U.U.), se encontraron variaciones entre 54 y 200 Kg./Há. de nitrógeno.

Por otro lado, la variación en la eficiencia del nitrógeno de las leguminosas con respecto al nitrógeno mineral puede variar entre 16 y 92% según las condiciones.

Efecto de las praderas en la disponibilidad de otros nutrientes.

Las praderas pueden afectar la disponibilidad de otros elementos nutritivos además del nitrógeno. Aquí analizaremos sus efectos respecto al fósforo (P) y potasio (K).

En relación a este problema se destacan tres casos principales:

- 1) La disminución del nivel de fósforo y potasio asimilable en el suelo debido a la fuerte extracción - realizada por pasturas para corte (heno o silo).
- 2) El reciclaje de elementos que se hallan en profundidad a través de especies de raíz profunda (alfalfa,

-etc.). Por este mecanismo, cantidades de fósforo y potasio que se hallan fuera del alcance de la mayoría de las plantas, son llevados a la superficie en la cual a través de la descomposición de los restos de las praderas se vuelven disponibles para los cultivos.

- 3) Aumento de la disponibilidad de algunos elementos a través de la utilización de especies de alto poder de extracción. Por ejemplo, el Melilotus es capaz de utilizar fósforo no accesible, por su fuente, a otros cultivos, y luego, a través de la descomposición de la materia orgánica, liberarlo en formas fácilmente utilizables.

Efecto de las praderas en la estructura de los suelos.

La estructura o agregación de los suelos es una característica muy importante ya que regula la infiltración, la permeabilidad y la aereación; afecta el nacimiento y la emergencia de las plantas, así como, aumenta la resistencia a la erosión.

Del punto de vista de su efecto en la estructura del suelo los cultivos se pueden clasificar en:

- a) Muy destructores - cultivos carpidos
- b) Destructores - cultivos densos
- c) Regenadores - praderas

En una gran diversidad de suelos y climas, las praderas mejoran la estructura de los suelos. Sin embargo en muchas regiones esas mejoras son muy limitadas o no tienen importancia del punto de vista de la productividad de esos suelos. Por ejemplo, en los Grandes Lla-

nos y en el medio-oeste de E.E.U.U., así como en Inglaterra, la mejora de la estructura, a pesar de existir, no tiene importancia práctica.

Por el contrario, en zonas de suelos limosos o arenosos las condiciones de estructura son muy importantes para evitar el encostramiento y aumentar la infiltración, la aereación y la resistencia a la erosión.

En general se ha encontrado que el efecto de las gramíneas en la mejora de la estructura es superior al efecto de las leguminosas. Esto se explica, en parte, por la mayor abundancia de raíces y la mayor ramificación de las mismas que se da en las gramíneas.

A continuación se muestran algunos datos que corroboran esta afirmación:

E s p e c i e s	% de agregados estables	
	12 meses	20 meses
Rye-grass perenn.	85,6	90,0
Festuca	85,5	91,1
Dactylis	85,8	89,5
Trébol Blanco	80,8	86,3
Trébol Rojo	75,0	83,3

En suelos livianos se compararon rye-grass en mezcla con Trébol y Trébol solo y se encontró que el efecto en la estructura se dio decrecientemente en ese orden.

En suelos livianos del suroeste de los E.E.U.U. se obtuvieron los siguientes resultados que ilustran el efecto de la secuencia de los cul-

tivos en la estabilidad de los agregados.

% de agregados estables (3 a 5 mm.)					
Ultimo año pas- tura.	R o t a c i ó n		Cúltivo continuo		
	M a í z		Trigo	Con abo-	Sin abo-
	1º año	2º año		no verde	no verde
78	68	59	64	41	48

De los datos se desprende claramente el efecto de cada cultivo de la rotación en la estructura del suelo. También se puede notar el menor porcentaje de agregados estables cuando se hacen cultivos continuos sin incluir praderas, así como, la pequeña mejora debido al uso de abonos verdes.

En general se puede decir que las praderas mejoran la estructura de los suelos. La magnitud y trascendencia práctica de esa mejora depende del tipo de suelo y del clima de la región. En suelos de texturas medias y livianas, bajo climas relativamente lluviosos el mantenimiento de una buena estructura se vuelve generalmente importante.

Efecto de las praderas en la permeabilidad y penetrabilidad del subsuelo.

Las leguminosas de raíz profunda son capaces de mejorar la permeabilidad y penetrabilidad del subsuelo en algunas condiciones.

Al respecto se pueden mencionar tres casos:

- 1) En Ohio (E.E.U.U.), en suelos pesados se observó que en las parcelas de maíz en rotación con alfalfa el agua drenaba más rá-

pidamente que en las parcelas de maíz -- continuo.

- 2) En Iowa (E.E.U.U.), experiencias similares no dieron diferencias.
- 3) En Misissipi (E.E.U.U.), se encontró un efecto importante del kudzú (leguminosa de raíz profunda).

Cultivo previo	Fertilización.			Rend. Maíz en Kg. l. H&.	
	N	P	K	1r. año	2o. año
4 años Kudzu- follaje enterrado	160	80	80	4100	4340
4 años Kudzu follaje cosechado	160	80	80	3780	5080
4 años Maíz	160	80	80	3220	3720

N: nitrógeno --- P: fósforo --- K: potasio

- a) A pesar de la alta fertilización (N-P-K) el maíz posterior al Kudzú rindió más que el maíz posterior al maíz.
- b) Además se midió la cantidad de agua y fósforo absorbidos de diferentes profundidades y se vio que la absorción en el subsuelo era mayor en el maíz posterior al Kudzú lo cual demuestra el efecto de esa leguminosa en la mejora de la penetrabilidad del subsuelo.

Como se desprende de los datos en años secos el manejo de la pradera previa al maíz produjo una diferencia importante en el agua reservada en el suelo, lo cual fue de fundamental importancia en la determinación del rendimiento del maíz posterior (aumento del 77 %).

Rol de las rotaciones en la conservación del suelo.

Cualquier suelo en condiciones naturales está sometido a cierto proceso de erosión de mayor o menor intensidad dependiendo de los factores locales (clima, topografía, vegetación, tipo de suelo, etc.). Al ser cultivado se acelera ese proceso y las pérdidas que se producen van a depender del manejo que se haga del suelo y del sistema de cultivos que se utilice. Para asegurar la productividad de un suelo a largo plazo las pérdidas por erosión deben ser reducidas a un nivel razonable que depende del tipo de suelo. Por lo tanto, las normas de manejo, así como, el sistema de cultivos a utilizar debe adecuarse a esas exigencias en cuanto a pérdidas de suelo por erosión.

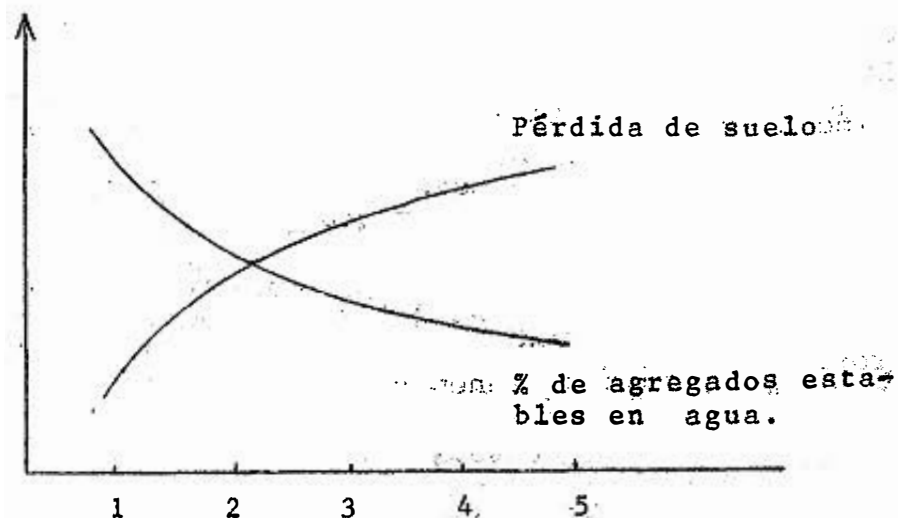
Cada tipo de cultivo tiene una determinada capacidad de protección del suelo contra la erosión. En orden creciente en cuanto a su capacidad protectora tenemos:

- a) Cultivos carpidos;
- b) Cultivos densos, y
- c) Praderas.

Los cultivos carpidos dejan el suelo muy expuesto a la acción de la lluvia y el escurrimiento del agua además de reducir la estabilidad de los agregados. Los cultivos densos cu-

bren mejor el suelo y reducen menos la estabilidad de la estructura ofreciendo una mayor protección. Las praderas tienen un doble efecto en la protección de los suelos. Por un lado, aumentan la estabilidad de la estructura y la infiltración, lo cual hace que los agregados sean más difícilmente arrastrables y que se reduzca el escurrimiento superficial del agua. Por otro lado protegen mecánicamente el suelo cuando están presentes en la rotación, reduciendo por lo tanto las pérdidas totales en el sistema de cultivos.

El efecto de la estabilidad de la estructura en la resistencia de los suelos a la erosión se puede ver en la siguiente gráfica:



Años de maíz posterior a una pradera

De las curvas expuestas resulta claro que existe una relación inversa entre la estabilidad de los agregados y las pérdidas de suelo.

Las pérdidas de suelo bajo un cultivo determinado están condicionadas, en parte, por el

cultivo previo debido a su efecto en las propiedades del suelo.

EFFECTO DEL CULT. PRECEDENTE EN LAS PERDIDAS DE SUELO BAJO UN CULT. DETERMINADO

Cultivos previos	Pérdidas de suelo en ton/Há. bajo maíz
Avena	20
Lezpedeza	16
1 año después de:	
Melilotus enterrado	13
Melilotus cosechado	8
Pradera gram-tréboles	4

En base a lo dicho anteriormente queda claro que el sistema de cultivos (rotación) puede ser una medida importante para la conservación de los suelos.

Para dar una idea relativa del efecto de las rotaciones como protectoras del suelo contra la erosión se pueden dar los datos resumidos en el próximo cuadro.

De este cuadro surge claramente que las pérdidas de suelo por erosión pueden reducirse hasta 20 veces sólo mediante el sistema de cultivos utilizado.

PERDIDA RELATIVA DE SUELO,
BAJO DIFERENTES ROTACIONES

R o t a c i ó n	Pérdida relativa
C continuo	4.0
C - C - D	3.0
C - C - D - LAV	2.0
C - D	2.0
C - C - D - LAV	1.5
C D D	1.0
C - C - D - P ₃	0.8
C - D - P ₃	0.4
C - D - P ₄	0.3
C - D - P ₅	0.2

C: Cultivo carpido (maíz).

P₂: dos años de pradera.

P₄: cuatro años de pradera, etc.

LAV: Leguminosa para abono verde.

D: Cultivo denso (trigo).

Erratas:

- pág.15 - donde dice "influída la fluctuación diaria"
debe decir "afectada la fluctuación -- diaria".
- pág.27 - donde dice "escarificador de superficie"
debe decir "escarificador de subsuperficie".
- pág.57 - donde dice "tienen a unir fuertemente"
debe decir "tienden a unir fuertemente".
- pág.71 - donde dice "son las cortas y arrastres de..."
debe decir "son los cortes y arrastres de...".
- pág.97 - donde dice "Cuando se condiera una..."
debe decir "Cuando se considera una..."
- pág.104- donde dice "Costridium"
debe decir "Clostridium".
- pág.114- donde dice "Los datos nos muestras que"
debe decir "Los datos nos muestran que"
- pág.120- en "b) Melilotus"
falta "5 metros (2 años)"