

## EFFECTO DE PRADERA MIXTA Y CULTIVOS ANUALES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN HAPLUSTOL ENTICO

T LOEWY, R L LOPEZ

INTA - Estación Experimental Agropecuaria Bordenave 8187 Bordenave, Prov. Buenos Aires, Argentina

### EFFECT OF MIXED PASTURE AND ANNUAL CROPS ON THE PROPERTIES OF AN ENTHIC HAPLUSTOL

The objective of this paper was to evaluate the effect of different sequences of annual crops and perennial pasture on the properties of an Entic Haplustol, using traditional tillage equipment. Between 1980-1986 a crop rotation experiment was carried out in Bordenave Experimental Station (Argentina) with a design of 4 complete blocks, the experimental unit being 300 m<sup>2</sup>. Treatments were mixed pasture (PM) and 4 sequences of annual crops: continuous wheat (TC), wheat every other year alternated with grazing of the stubble (TP), summer crops (CV) and winter forage crops (VI). At the end of the experiments samples were taken from all the plots for analysis. Total nitrogen (NT), total carbon (CT), hydrolized nitrogen (NH) and light carbon (CL) were determined in each sample. Stability of soil aggregates (EA) was evaluated in PM, CV and TC. The cumulative number of tillage practices (L), months of fallow (B) and of forage production (F) were recorded for each treatment.

The soil under pasture showed better chemical and physical values than the different sequences of annual crops. TC maintained 84, 89, 66, 85 and 83 % of CT, NT, CL, NH and Ea found in the pasture, in that order. Among the annual crops, summer or harvest crops were not more soil degrading than winter or forage crops respectively. The trend in chemical soil test values for all treatments other than PM was TP > CV > TC > VI. The variables L, B or F explained between 63 and 85 % of the variation of the mean values of CT, CL and NH. NT showed a greater dispersion as L increased.

**Key words:** Rotation - Tillage practices - Soil N and soil C - Structural stability.

### INTRODUCCION

La modalidad de uso de los suelos tiene una implicancia directa sobre la evolución de su productividad y estabilidad. Las secuencias de cultivo, los métodos de labranza y una eventual fertilización, configuran un sistema de producción, no siempre viable en el tiempo.

Entre las decisiones primarias de un productor del sudoeste bonaerense se halla la definición del uso de cultivos anuales, de invierno y de verano y la posibilidad de incorporar pasturas y leguminosas en la rotación. Los suelos del área presentan una aptitud ganadero-agrícola (SEAG y P - INTA, 1986), por lo que una producción mixta resulta lo más conveniente. La proporción de agricultura o, con mayor propiedad, de cultivos anuales, podría variar con los medios y formas de labranza empleadas.

El balance de los nutrientes en el suelo puede

regularse ampliamente con el uso de fertilizantes y leguminosas. La modificación de parámetros físicos y biológicos, que perduren en el tiempo, se asocian con prácticas más complejas y sistemáticas: Un cambio en el contenido de carbono orgánico (y nitrógeno total) se halla generalmente involucrado en estos casos. Al respecto el rol positivo de leguminosas perennes y praderas es destacable, frente a los cultivos anuales (Whitehouse, Littler 1984, Holford 1990).

En el país existen diversos trabajos que miden los efectos de distintas rotaciones de cultivos, incluyendo pasturas, sobre sus características físicas y químicas (Tallarico, Puricelli 1983, Mon *et al.* 1986, Miglierina *et al.* 1990). No se conocen aportes, sin embargo, con pradera mixta y cultivos anuales, diferenciados por época (invierno-verano) y por destino (grano-forraje), bajo una misma modalidad de labranza y siembra.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto



de diferentes secuencias de cultivos anuales y pastura perenne, sobre el carbono, nitrógeno y estabilidad de agregados (en un Haplustol éntico) con el uso de implementos tradicionales de laboreo.

## MATERIALES Y METODOS

Entre los años 1980 y 1986 se condujo en la EEA Bordenave un ensayo de rotación de cultivos para estudiar la evolución y el control de una maleza (*Avena fatua*) de los cereales de invierno. Sobre las parcelas de este experimento se realizaron las evaluaciones que dieron lugar al presente trabajo.

El suelo empleado fue un Haplustol éntico, de textura franco arenosa fina y con valores de 1.90 y 0.188 % de carbono y nitrógeno total, respectivamente (Gomes *et al.* 1981). El uso previo del lote registraba siembras anuales durante los últimos 10 ciclos. Los tratamientos probados, dentro de un diseño de 4 bloques completos y unidad experimental de 300 m<sup>2</sup>, se pueden observar en la Tabla 1. La pradera estaba compuesta por alfalfa (*Medicago sativa*) y Festuca (*Festuca arundinacea*). Los implementos de labranza y siembra fueron de tipo convencional (arado rastra, rastra de discos, rastra excéntrica y de dientes). Excepcionalmente se utilizó cincel o vibrocultivador. Los barbechos para cultivos de invierno se iniciaron en enero y para cultivos de verano, en agosto. El pastoreo de las parcelas se realizó con bovinos, en períodos cortos (1 a 2 días) y con altas cargas. Los rendimientos no fueron considerados como variable de análisis, debido a la incidencia de la maleza citada.

En 1985 se sembró trigo en todas las parcelas, con idéntica tecnología y período de barbecho. En el rastrojo en pie de este cultivo (enero 86) se procedió a extraer muestras de capa arable (0-12 cm), con el fin de determinar los siguientes parámetros: nitrógeno total (Kjeldahl), carbono total (Walkley, Black), carbono liviano (Ritcher *et al.* 1975) y nitrógeno hidrolizable (Chalk, Waring 1970). En los tratamientos PM, CV y TC se incluyó, además, la determinación de inestabilidad de agregados (De Leenheer, De Boodt 1958).

Todos los datos obtenidos fueron analizados en su significancia, mediante el valor F. La comparación de tratamientos se hizo por medio del test de Duncan (5%). Se determinaron los coeficientes de correlación lineal entre las variables dependientes (químicas). Se formularon, para cada tratamiento, 3 variables independientes de manejo y uso del suelo (Tabla 2). Para estudiar la relación entre variables dependientes e independientes se hicieron regresiones lineales simples. En el análisis de varianza de cada una, la suma de cuadrados de los tratamientos se repartió entre las variaciones debidas a la regresión y a las desviaciones respecto a la regresión. La significación de estos dos fuentes de variación se probó con el F. En el segundo caso, la aceptación de la hipótesis nula indica la bondad de ajuste (Fischer 1949).

## RESULTADOS

En la Tabla 3 se observa el efecto de los tratamientos sobre todas las variables analizadas. El suelo bajo pastura (PM) mostró los mejores valores químicos y físicos, en relación a los demás manejos. El CLy N (total y lábil)

Tabla 1. Secuencias de cultivos empleados entre los años 1980-85.

Tratam	Not.	1980	1981	1982	1983	1984	1985
P mixta	PM	P	P	P	P	P	T
T-pastoreo	TP	R	T	R	T	R	T
C verano	CV	R/SG	SG/MP	MP/G	G/T	VI	T
T continuo	TC	T	T	T	T	T	T
V invierno	VI	VI	VI	T	VI	VI	T

Ref. P: Pastura perenne; T: Trigo; C: Cultivo; V: Verdeo, R: Rastrojo en pastoreo; SG: Sorgo granífero; MP: Maíz de pastoreo; G: Girasol.

Tabla 2. Variables de manejo del suelo durante el período del ensayo, según tratamiento (valores acumulados)

Var. Trat.	Meses con forraje (F)*	Meses de barbecho (B)	Número de labranzas (L)
PM	60	8	6
TP	36	11	9
CV	10	22	19
TC	0	34	25
VI	16	24	19

\* Período en producción de forraje, oportunamente pastoreado.

dentro de las secuencias anuales fue menor, aunque sin diferencias estadísticas entre sí. Los valores químicos mostraron la siguiente tendencia: TP > CV > TC > VI.

El CL acusó una caída del 30%, en relación a PM, duplicando la ocurrida para el resto de las determinaciones. El tratamiento VI determinó un nivel significativamente menor de NH que en CV y TP. Las parcelas con PM exhibieron mayor estabilidad de agregados que las de CV y TC, que a su vez no se diferenciaron entre sí (Tabla 3).

La relación C/N media de los tratamientos fue de 11.4, con una oscilación máxima del 3%. El porcentaje de la fracción lábil del C fue 14 para TC y VI, 15 para TP, 16 para CV y 18 en PM. El porcentaje de NH (sobre N total) osciló entre 12.5 para la pradera (PM), 13 para la secuencia de invierno y 14 en la serie de verano (CV).

La correlación lineal de las variables dependientes, entre sí, fue altamente significativa ( $r = 0.71$  a  $0.94$ ), correspondiendo los coeficientes más bajos al NT. Para esta variable no se consideró la posibilidad de hacer regresiones (con las de manejo) ya que no cumpliría el supuesto estadístico de homocedasticidad (Figura 1).



Tabla 3. Variación del C, N y de la estabilidad de agregados en función del sistema de cultivos.

Tra	C.total Ct (%)	N.total Nt (%)	C.liv. CL (%)	N.hidroliz. NH (ppm)	Est.de agreg. CDPM (mm)
PM	2,23 a	0,201 a	0,405 a	255 a	2,126 a
TP	2,02 b	0,177 b	0,309 b	235 b	-
CV	1,92 b	0,170 b	0,299 b	230 b	2,439 b
TC	1,88 b	0,172 b	0,266 b	218 bc	2,494 b
VI	1,83 b	0,167 b	0,249 b	210 c	-
CV	6,8	5,3	13,3	5,0	7,4

Tratamientos con letras distintas, en cada columna, difieren al 5 % (Duncan).

La relación entre las variables independientes y dependientes, puede describirse adecuadamente como lineal, para el rango estudiado, de acuerdo con los resultados del test de bondad de ajuste. Esto es particularmente válido para F (Tabla 4).

En conjunto, F, B o I explicaron entre un 68 y 85 % de la variación de los promedios de CT, CI o NH. Las regresiones de CT y CL con B y L sólo fueron significativas al 10 %, al igual que para NH con las tres variables de manejo. La mejor significancia, (5%) se obtuvo para CT y CL vs F ( $r^2 = 85$  y 78 %, respectivamente).

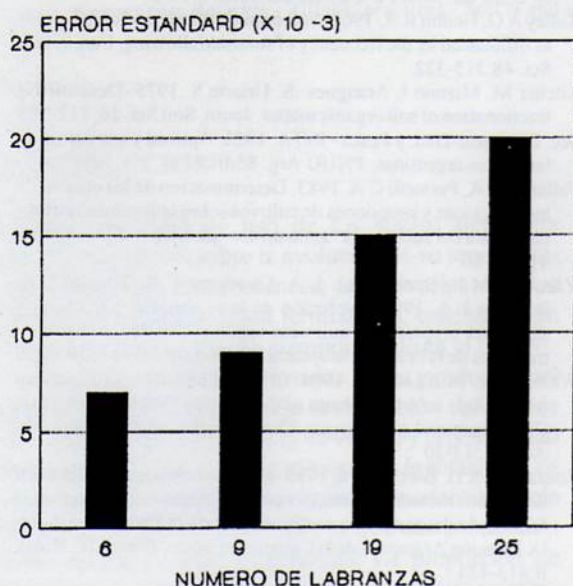


Figura 1; Variación del error estandar (SD) del nitrógeno total (NT) en función del número de labranzas

Tabla 4. Test de bondad de ajuste entre variables independientes y dependientes. Valores de F n = 20.

Regresión lineal entre		F observados			F teórico	
var.ind.	var.dep	CT	CL	NH	25 %	10 %
		F	0,63	1,38	1,52	
L		1,11	2,08	1,72	1,52	2,36
B		1,96	2,36	1,85		

G.L. desviaciones de la regresión t-2=3 t= n° de tratamientos.

G.L. dentro n-t = 15n= número de casos.

## DISCUSION

### Parámetros químicos

Aún cuando no se cuenta con valores iniciales a nivel de parcela, los resultados sugieren claramente un incremento del C y el N en PM, una relativa estabilidad en TP y una lenta disminución en las 3 secuencias de cultivo continuo. La mejora se vincula más con el C y la reducción con el N. Los ritmos de variación se corresponden con un suelo inicialmente degradado.

La mayor sensibilidad observada en el CL es consistente con lo hallado por otros autores, en una amplia gama de suelos y manejos de la región pampeana (Conti *et al.* 1990, Vazquez *et al.* 1990). El porcentaje de esta fracción lábil, en relación al CT, disminuyó en las parcelas con cultivos anuales. Los valores obtenidos aquí se aproximaron a los reportados por Barberis (1983) en la Pampa Ondulada, con un período similar de uso agrícola de los suelos.

La tendencia positiva del tratamiento TP, se compadece con su menor presión de uso. Una mayor oxidación del C se da como resultado previsible del laboreo (Ridley, Hedlin 1968). Dentro de las secuencias anuales más intensivas no se detectaron variaciones por épocas o destinos de los cultivos. La velocidad de degradación, no obstante, podría variar con diferentes sistemas de laboreo (Pilatti *et al.* 1988).

### Relación entre variables

La asociación entre los parámetros químicos (ver resultados) fue normalmente alta y comparable a la obtenida por otros autores (Zourarakis, Barberis 1980,



Conti 1990). El NT mostró un comportamiento particular, ante las variables independientes, exhibiendo una mayor dispersión de los valores con el aumento de L. Un aumento de 6 labores, por ejemplo, incrementó el error standard en un 33% (Figura 1). Se reafirma la importancia decisiva de la praderización o el laboreo sobre la evolución del suelo. Los coeficientes de determinación logrados en las regresiones se consideran altos, al no haber ponderado cultivos, épocas de labranza o residuos involucrados. El análisis de las variables de manejo sugiere que F podría ser más consistente que las demás, por ejemplo, en la elaboración de modelos. Aparentemente, los procesos constructivos de fertilidad, en períodos estacionales, son neutralizados o superados por los labores (VI, TC y CV). En períodos anuales se insinúan positivamente (TP) y se consolidan, sólo con varios años sucesivos (PM). En otros términos, el tiempo sin laboreo, dentro de ciertos rangos sería una variable más expresiva que el número de labranzas.

### Estabilidad de agregados

La influencia de la pastura perenne, sobre la estabilidad de agregados, ya fue cuantificado en otros suelos de Bordenave. Se observó que el efecto positivo de la pradera quedaba neutralizado con 4 cultivos anuales sucesivos. En conjunto la rotación superaba al trigo continuo, en ese parámetro, pero no al cultivado año por medio (Mon *et al.* 1986, Kruger *et al.* 1988).

De acuerdo a los antecedentes y resultados es probable que el tratamiento TP haya conservado una mejor estabilidad de agregados, que el resto de las secuencias anuales. Ello implicaría que el más tradicional de los manejos no habría sido el más degradativo.

Se confirma, por último, que la frecuencia de remoción del suelo tiene una importancia esencial sobre la evolución del recurso edáfico. Las alternativas verano-invierno o ganadero-agrícola no serían relevantes *per se*, dentro de los rangos estudiados.

En 5 años la pastura mixta diferenció positivamente parámetros químicos y físicos, en relación a distintas secuencias de cultivos anuales. El trigo continuo, por ejemplo, sólo mantuvo un 84, 89, 66, y 83 % del CT, NT, CL, NH y estabilidad de agregados, respectivamente.

Los resultados sugieren la necesidad de experimentar métodos y niveles de laboreo que definan, aproximadamente, el número de cultivos anuales compatibles con la sostenibilidad de los sistemas mixtos, en diferentes suelos.

### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a MEB de Sardil y al P Daniel por las determinaciones físicas y químicas de los suelos. A M M Ron por el análisis de las regresiones.

### REFERENCIAS

- Barberis L A, Nervi A, del Campo H, Conti M, Urricariet S, Sierra J, Daniel P, Vazquez M, Zourarakis D. 1983. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. *Ciencia del Suelo* 1:51-64.
- Conti, M E, Palma R M, Gonzalez M G, Giardina E. 1990. Influencia de dos sistemas de manejo sobre algunas variables orgánicas de suelos de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA* 11: 1-6.
- Chalk P M, Waring S A. 1970. Evaluation of rapid test for assessing nitrogen availability in wheat soils. 1. Correlation with plant indices of availability obtained in pot culture. *Aust. Journ. Exp. Ag. An. Husb.* 10: 298-305
- DE Leenheer L, Deboodt M. 1958. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. *Inter. Symp. on Soil Structure. Medeligen. Landbouw- hogeschool. Ghent (Belgium).* 24: 290-300
- Fisher A. 1949. Métodos estadísticos para investigadores. Ed Aguilar S.A. Madrid. Cap. VIII. 332 p
- Gomez LA, Nakama V, Puricelli C A. 1981. Carta detallada de suelos de la EEA Bordenave. CNIA-Departamento de suelos, INTA Castelar
- Holford I C R. 1990. Effect of 8-year rotations of grain sorghum with lucerne, annual legume, wheat and long fallow on nitrogen and organic carbon in two contrasting soils. *Aust. J. Soil Res.* 28: 277-91
- Kruger, HR, Glave A E, Loewy T. 1987. Informe anual Plan de Trabajo N° 42-2998: Diagnóstico de las condiciones físicas de los suelos en la EEA Bordenave. *Doc. Int. INTA Bordenave*
- Miglierina A M, Galantini J A, Iglesias J O, Rosell R A, Glave A. 1990. Efecto de rotaciones de cultivos y labranzas sobre el carbono y el nitrógeno del suelo. *Actas II Congreso Nacional del Trigo (Pergamino).* Cap I: 70-75
- Mon R, Santanatoglia O, de Sardi M E B. 1986. Variaciones de las propiedades físicas de un suelo de Bordenave. *Ciencia del Suelo* 2: 161-164
- Pilatti M A, de Orellana J A, Priano L J, Felli O M, D.A. Grenon D A. 1988. Incidencia de manejos tradicionales y conservacionistas sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un Argiudol en el sur de Santa Fé. *Ciencia del Suelo* 6:19-29
- Ridley A O, Hedlin R A. 1968. Soil organic matter and crops yields as influenced by the frequency of summerfallowing. *Can. J. Soil Sci.* 48:315-322.
- Ritcher M, Mizuno I, Aranguez S, Uriarte S. 1975. Densimetric fractionation of soil organic matter. *Journ. Soil Sci.* 26: 112-123
- Sec. DE Agric. Gan. y Pesca - INTA. 1986. Aptitud y uso actual de las tierras argentinas. PNUD Arg. 85/019
- Tallarico L A, Puricelli C A. 1983. Determinación de los efectos de las rotaciones y sucesiones de cultivos sobre la fertilidad química y física del suelo en la "zona centro" de CREA. *I.D.I.A.* 409/412:68-86
- Vázquez M E, Berasategui L A, Chamorro E R, Taquini L A, Barberis L A. 1990. Evolución de la estabilidad estructural y diferentes propiedades químicas según el uso de los suelos en tres áreas de la Pradera Pampeana. *Ciencia del Suelo* 8: 203-210
- Whitehouse, M.J, Littler J. 1984. Effect of pasture on subsequent wheat crops on a black earth of the Darling Downs. II. Organic C, nitrogen and pH changes. *Queensland J. of Agric. and An. Aci.* 41:13-20
- Zourarakis S D, Barberis L a. 1980. Estudio comparativo del valor de algunos métodos químicos como elemento diagnóstico de la fertilidad nitrogenada en suelos de la Pradera Pampeana. *Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná (E. Rios).* II:413-424