

NOT  
1992/16

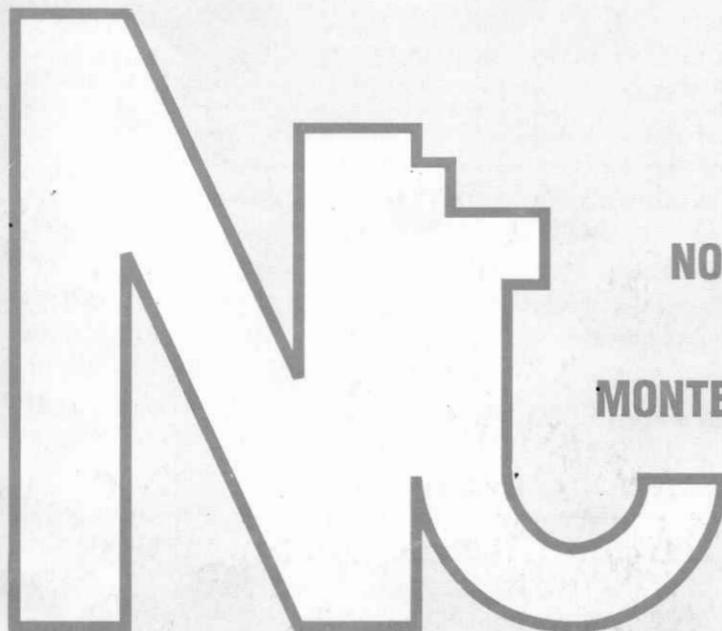
Universidad de la República  
FACULTAD DE AGRONOMIA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

**EFFECTO DE LA APLICACION DE EFLUENTES  
ORGANICOS DE TAMBO SOBRE LA  
PRODUCCION DE VERDEOS Y PROPIEDADES  
FISICO-QUIMICAS DEL SUELO**

Alfredo Silva - Julio Ponce de León  
Ricardo Cavassa - Washington Reyes



**NOTAS TECNICAS  
Nº 16  
MONTEVIDEO - URUGUAY**

Las solicitudes de adquisición y de intercambio con esta publicación deben dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY

**Comisión de Publicaciones Científicas:**

Ing. Agr. Gonzalo González  
Ing. Agr. Jorge Hernández  
Ing. Agr. Margarita García  
Ing. Agr. Alfredo Silva  
Ing. Agr. Carlos Faroppa  
Ing. Agr. Pablo Carrasco  
Ing. Agr. Daniel Fernández Abella  
Ing. Agr. Pablo Furest  
Lic. Carlos Bentancourt  
Lic. Nilda García (Biblioteca)  
Bach. Gustavo Uriarte (Editor)

**ESTA PUBLICACION FUE POSIBLE GRACIAS AL FINANCIAMIENTO DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE LECHE (CONAPROLE).**

Efecto de la aplicación de efluentes orgánicos de tambo sobre la producción de verdes y propiedades físico-químicas del suelo / Alfredo Silva... / et al. / -- Montevideo: Facultad de Agronomía, 1992. -- 16p -- (Notas técnicas; 16)

ABONOS ORGANICOS  
CULTIVOS FORRAJEROS - PRODUCCION  
SUELOS - FERTILIDAD  
SUELOS - PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Silva, Alfredo

CDU 631.86/87

## EFFECTO DE LA APLICACION DE EFLUENTES ORGANICOS DE TAMBO SOBRE LA PRODUCCION DE VERDEOS Y PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SUELO

Ings. Agrs. Alfredo Silva\*, Julio Ponce de León\*,  
Ricardo Cavassa\*\*, Washington Reyes\*\*\*

### RESUMEN

El empleo de abonos orgánicos es una práctica de manejo en sistemas intensivos conservacionistas, que en el caso de efluentes de tambo, permite aumentar la eficiencia en el uso de los recursos internos, y recuperar o mantener la productividad del suelo. En tal sentido, se llevaron a cabo estudios exploratorios con el fin de evaluar diferentes dosis de efluentes orgánicos de tambo, en la producción de verdeos de verano (sorgo y maíz) y de invierno (avena) y en algunas propiedades físico-químicas del suelo (M.O., pH, % agua a CC y DAp).

En los verdeos se midió el rendimiento de materia seca y la extracción de N, P y K foliar. Los resultados obtenidos muestran un incremento de la producción para sorgo, maíz y avena del 30, 45 y 32% respectivamente, en relación al testigo. Paralelamente se encontró un aumento significativo de la calidad del forraje en el maíz. En cuanto a las propiedades químicas del suelo no se observaron diferencias, en tanto que para las físicas se encontró un ligero aumento en la porosidad total, siendo la macroporosidad la responsable de dicho cambio.

### INTRODUCCION

Una parte importante de la cuenca lechera del Departamento de Canelones, especialmente de pequeños productores, se encuentra sobre suelos que poseen una historia de uso agrícola muy intenso. La utilización prolongada del suelo en un esquema de manejo no conservacionista, ha determinado una pérdida importante de materia orgánica. Esto trae aparejado, por un lado, una significativa degradación de

Recibido el 10 de febrero, 1992

Aceptado el 16 de marzo, 1992

\* Docentes Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía

\*\* Técnico Asesor Establecimiento "El Tranquerón"

\*\*\* Técnico Dpto. Extensión CONAPROLE

sus propiedades físicas así como la pérdida parcial del horizonte A y por otro, una disminución de su capacidad de suministrar nutrientes, especialmente N, en la cantidades y momentos más adecuados.

En general, la producción lechera ha puesto poca atención en los residuos animales como fertilizantes y enmiendas físicas del suelo. En determinados tipos de explotación se concentran grandes cantidades de estiércol, que traen como consecuencia problemas sanitarios, contaminación de fuentes de agua, y difícil manejo del propio estiércol, el cual es aprovechado sólo en áreas muy reducidas.

La práctica de incorporación de abonos orgánicos en forma periódica en estas explotaciones, permite no sólo mantener la productividad del recurso suelo a largo plazo, sino que mejora el uso de los recursos internos y tiende a minimizar la utilización de los externos, especialmente al ser factible la sustitución, al menos parcial, de los fertilizantes químicos importados comúnmente empleados.

La investigación sobre materiales orgánicos, particularmente abonos de origen animal, fue popular previo a la disponibilidad de fertilizantes nitrogenados inorgánicos baratos, de menor costo que aparecieron luego de la segunda guerra mundial. Con las ventajas de estas fuentes inorgánicas decreció la investigación sobre abonos orgánicos. El interés y actividad por los mismos se volvió a incrementar nuevamente, a nivel internacional, en los años 70. Dicha modificación ha sido consecuencia en parte de la necesidad de tierras para depositar grandes volúmenes de estiércol animal (Pratt, Broadbent y Martín, 1973).

La aplicación al suelo de estiércol es una valiosa fuente como fertilizante y enmienda del suelo, en la producción de cultivos (Freeze y Sommerfeldt, 1985; Campbell et al., 1986). Sin embargo, cuando es aplicado en cantidades excesivas, el estiércol tiene un potencial de contaminación (N, sales, patógenos) del suelo y el agua (Mc. Calla, 1974).

A nivel nacional, existen pruebas de campo de aplicación de efluentes orgánicos llevados a cabo por productores con técnicos asesores. Los mismos al ser aplicados luego de cada rebrote de avena, mostraron resultados alentadores. En tal sentido, Cavassa (1988), al comparar una chacra que recibió aproximadamente 12.000 l/ha de efluente orgánico (EF) con otra chacra contigua de iguales condiciones que recibió el agregado de urea (50 Kg./ha), encontró que el número de días de pastoreo se incrementó 8 días y la producción en 5794 l. de leche. (Cuadro 1)

**Cuadro No.1**

**Días de pastoreo y litros de leche producida en una chacra fertilizada una parte con Urea y otra con efluente orgánico (EF).**

Manejo	Días de pastoreo (hasta 3er. rebrote)	Litros de leche producidos
Avena + 12.000 l EF / ha por rebrote	20	13.958
Avena + 50 kg de Urea/ha por rebrote	12	8.164
Diferencia	8	5.794

Fuente: R. Cavassa, Com. pers

Luego del 3er. rebrote no se aplicó más efluente ni urea. En la chacra que se aplicó efluente se obtuvieron 3 rebrotes más, dando 20 días más de pastoreo, y 23.014 litros de leche. En la chacra con Urea se cosecharon 24.000 Kg. de materia seca de silo. De esta información surge además la importancia de otros factores de crecimiento diferentes del N aplicado por ambas fuentes, que aproximadamente fueron equivalentes.

Ensayos realizados en Brasil por Auricibia (1978), citado por Benicasa(1987); muestran cambios positivos en la capacidad de retener agua y la conductividad hidráulica del suelo, al recibir biofertilizantes. Igualmente se encontró un aumento en la materia seca acumulada en un cultivo de poroto, y en la producción de granos. El mismo autor citó un aumento en la producción de maíz, donde no sólo evaluó las cantidades aplicadas, sino el momento de aplicación. Se encontró mayor respuesta con la aplicación de dosis mayores a 20 m<sup>3</sup>/ha, incorporado al suelo 30 días antes de la siembra. Algunas de las características del material utilizado en los ensayos anteriores son los siguientes: N 1,5%, P(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0.35 %; K (K<sub>2</sub>O) 0.7%. Otro aspecto que destacan estos autores es el cambio favorable en cuanto al tenor de estos elementos al fermentar el estiércol fresco, siendo los valores de este último: N 0.6-0,7%; P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0.15-0.20%; K (K<sub>2</sub>O) 0.4%.

En este sentido estudios realizados en China comparando el abono del biogás con el compost líquido y tradicional, encontraron diferencias importantes en cuanto a pérdidas de materia orgánica y nitrógeno. (Cuadro 2)

**Cuadro No.2**

**Pérdidas (%) de materia orgánica y N en diferentes materiales orgánicos**

Material	Pérdidas ( % )		Fermentación
	Materia Orgánica	N	
* Fertilizante de biogás	30-40	± 5	hermético
* Compost líquido	± 40	± 20	semi-hermético
* Compost tradicional	50	20-40	aeróbica

La volatilización del amoníaco y pérdida de nutrientes sería menor gracias a la fermentación anaeróbica hermética del digestor. La presencia de gran cantidad de ácido orgánico promovería la disolución y conversión de los elementos inorgánicos, aumentando la disponibilidad de nutrientes. Neutralizaría y estabilizaría el amoníaco liberado para evitar su volatilización.

Otra ventaja que se atribuye al efluente orgánico, es la de su mayor facilidad de aplicación que el estiércol sólido. Con esto se logra hacer una distribución más eficiente del abono, pudiéndose abarcar una mayor área a ser tratada uniformemente (Côte, D., 1981). Además, este autor menciona que la aplicación de un cargamento de 10 m<sup>3</sup> no lleva más de 5 a 8 minutos. Con el ancho de aplicación que oscila de 5 a 10 m, se reduce la frecuencia de pasadas dentro del campo.

La Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía, a iniciativa de técnicos de Conaprole, comenzó en 1988 trabajos de campo, con carácter exploratorio, para evaluar los efectos de este tipo de material orgánico en la producción vegetal, y sobre algunas propiedades del suelo, con diferentes dosis.

## MATERIALES Y METODOS

Se instaló un experimento en un predio propiedad del Sr. Pablo Cavassa, remitente de Conaprole, ubicado en la ruta 9, Km. 73.500, Departamento de Canelones. Las evaluaciones presentadas en este trabajo corresponden a la información obtenida durante el período 1988-1990. Se ubicó el experimento en un suelo diferenciado, Brunosol Subéutrico, Típico/Lúvico, siendo algunas de las características del mismo, las que se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro No.3**

**Propiedades químicas del suelo donde se ubicó el experimento (Horizonte A)**

pH		MO (%)	P (ppm)
H <sub>2</sub> O	KCL		
5.9	4.7	2.9	5.3

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron 3 dosis de efluente orgánico: EFO = 0 l/ha; EF1 = 33.000 l/ha y EF 2 = 66.000 l/ha. La composición y características del efluente orgánico aparecen en el Cuadro 4. El mismo fue incorporado 30 días antes de la siembra de cada cultivo (09/88, 10/89 y 04/90).

**Cuadro No.4**

**Composición y características del efluente orgánico aplicado (valores promedios)**

Tipo de material	Materia seca (%)	pH	N			P		Ca
			N (%)		P (%)			
Afluente*	8.7	7.25	2.14	0.87			1.12	
Efluente**	9.5	7.29	3.29	0.99			1.23	

\* estiércol fresco más agua.

\*\* producto de la fermentación anaeróbica (30 - 60 días)

Los cultivos sembrados fueron: sorgo forrajero (var. sx. 121), avena y maíz para silo. Se midió: a) en el suelo (Horiz. A): retención de agua a capacidad de campo (CC, 10 Kpa), densidad aparente (DA, g. cm<sup>-3</sup>), materia orgánica (M.O.%), pH y Fósforo (P, ppm). b) en los cultivos: materia seca (Kg. Ha) y N, P y K foliar (%). Con los valores de DA se calculó el valor de porosidad total (PT%). La microporosidad se obtuvo multiplicando CC por DA. En el sorgo y avena se muestrearon 2 m<sup>2</sup> por parcela y en el maíz 20 plantas por parcela.

Se utilizó un tanque estercolero con una bomba de doble acción, con una capacidad de 4 m<sup>3</sup>, un esparcidor de un ancho aproximado de 10 m.

En las fotos No. 1 a la No. 2 se pueden apreciar algunas etapas de la distribución del efluente orgánico. Con la información obtenida, se realizaron los correspondientes análisis de varianza y separación de medias.

Se consideró el testigo al tratamiento EFO, que recibió 120 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

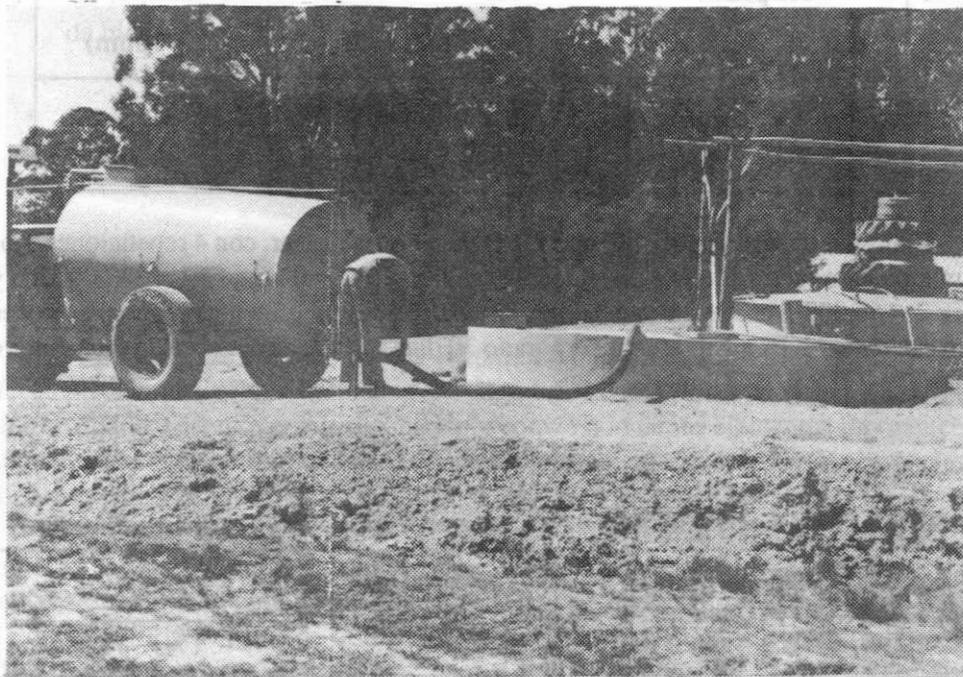


Foto No. 1: Tanque estercolero de 4 m<sup>3</sup> de capacidad, tomando el efluente de un biodigestor tipo Indio termorregulable (62 m<sup>3</sup>).



Foto No. 2: Aplicación del efluente orgánico (ancho aproximado 10 m.)

Meses	1988	1989	1990	1991
Total acum.	244	402	1.332	717
diciembre	---	100	182	144
noviembre	139	88	192	129
octubre	32	8	139	60
septiembre	70	22	88	60
agosto	---	77	18	48
julio	---	---	---	---

**RESULTADOS**

a) Sorgo forrajero (1988)

En el Cuadro 5 aparece la cantidad de sorgo cosechado al segundo corte.

La información correspondiente al primero no se pudo obtener por invasión de ganado del establecimiento en el ensayo. La temporada (88 - 89) en que se instaló este cultivo, se caracterizó por un déficit hídrico muy pronunciado (Cuadro 6), lo que afectó severamente la producción en general.

**Cuadro No.5****Producción de sorgo forrajero (sx. 121) (Segundo corte).**

Tratamientos	Materia seca (Kg. Ha <sup>-1</sup> )	
EF 0	3.280	a
EF 1	4.630	b
EF 2	3.410	a

Las cifras seguidas de igual letra no difieren significativamente (P < 0.05) según test de DMS.

Según los datos anteriores, la aplicación de efluentes orgánicos de tambo tuvo para ese año y esas condiciones, una respuesta importante (sólo EF1) que es significativa (P < 0.04) no obstante la pérdida del primer corte y el año seco.

**Cuadro No.6****Registros pluviométricos del establecimiento  
"El Tranquerón" 1988-1990 (mm)**

Meses	1988	1989	1990	1991	Promedio
enero	---	---	179	50	114.5
febrero	---	65	135	52	84.0
marzo	---	70	37	10	39.0
abril	---	117	197	72	128.6
mayo	---	22	110	62	64.6
junio	---	30	57	80	55.7
julio	---	---	---	70	70.0
agosto	---	77	16	----	46.5
setiembre	70	22	88	----	60.0
octubre	35	8	139	---	60.7
noviembre	139	88	192	---	139.7
diciembre	---	106	182	---	144.0
<b>Total acum.</b>	<b>244</b>	<b>605</b>	<b>1.332</b>		<b>727</b>

b) Maíz (1989/90)

b.1. Producción de maíz (planta entera)

En el cuadro 7, aparece representada la producción de maíz. Siendo maíz para silo, se efectuó un único corte en el estado de grano pastoso.

**Cuadro No.7**

**Producción de maíz para silo**

Tratamiento 1/ha	Materia seca kg ha <sup>-1</sup>	
EF 0	9.853	a
EF 1	11.203	a
EF 2	13.965	b

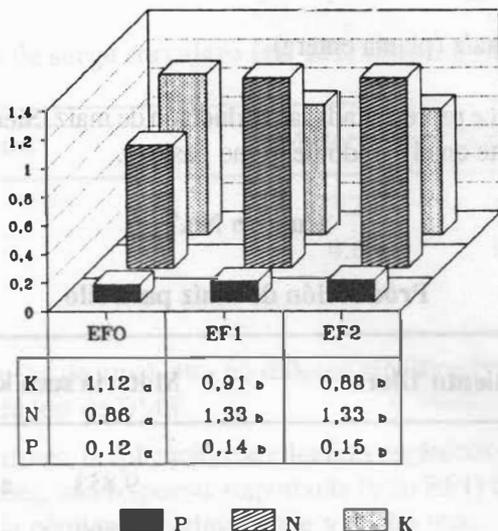
Las cifras seguidas de igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ), según test de DMS.

Al tomar en consideración la información precedente, podemos apreciar diferencias en cuanto a la respuesta al agregado de efluente orgánico. Las mismas son estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ), sólo EF1. La dosis mayor representa una producción que supera en 45% al testigo, en tanto que la menor (EF 1) es 17% mayor que el mismo.

b.2. Análisis foliar del maíz.

En la Figura 1, aparecen los resultados obtenidos en el material cortado al estado de grano pastoso.

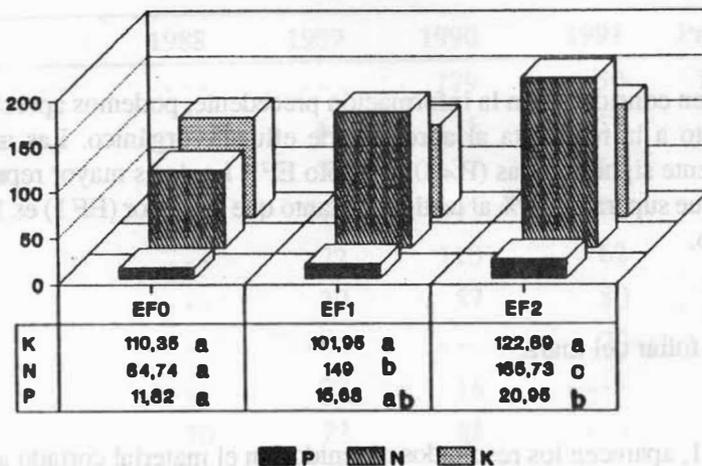
**ANALISIS FOLIAR (N,P,K) % - MAIZ**



Los tratamientos seguidos con igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según test de DMS.

Figura No.1: Porcentaje de N, P y K, en planta entera (Promedio 4 repeticiones)

**EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES - MAIZ (kg. ha<sup>-1</sup>)**



Los tratamientos seguidos con igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según test de DMS.

Figura No. 2: Extracción (kg. ha<sup>-1</sup>) de N, P y K por el cultivo de maíz según tratamiento.



Foto 3 y 4: Tamaño de plantas de maíz en parcelas sin (FO) y con (F2) aplicación de efluente orgánico.

Las diferencias observadas en la Figura 2, en cuanto a kilogramos extraídos por hectárea por el maíz, son significativas ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.03$ ) para el N y P, respectivamente, no así para el K.

c) Avena. (1990)

c.1. Producción de avena.

En el cuadro 8 se puede ver la producción obtenida de avena.

**Cuadro No.8**  
**Producción de avena, materia seca (Kg, ha)**

Tratamiento	Materia seca (Kg/ha)	
EF 0	4350	a
EF 1	4453	a
EF 2	5738	b

Las cifras seguidas de igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según test de DMS.

El tratamiento con mayor agregado de efluente (EF 2) representa con respecto al testigo un aumento del 32% en la producción, siendo las diferencias entre tratamientos estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ). En este caso se efectuó un solo corte final, es de suponer entonces que las diferencias pueden incrementarse si se efectúa más de uno.

c.2. Análisis foliar de la avena

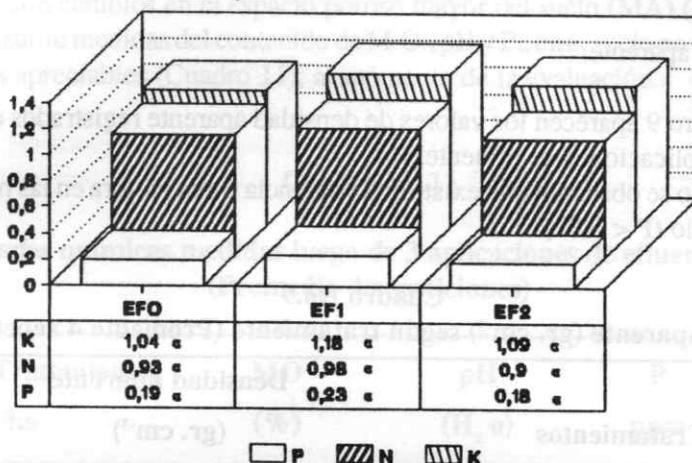
Los porcentajes de N, P y K encontrados en la avena al momento de la cosecha, aparecen en la Figura 3

No se aprecian variaciones importantes en los porcentajes de los elementos determinados, salvo ligeras tendencias a ser mayor en el nivel intermedio de efluente aplicado (33.000 l/ha).

De igual forma en la Figura 4 se puede apreciar los kilogramos de elementos por hectárea extraídos por el cultivo de la avena.

Las diferencias no son importantes, no difiriendo estadísticamente entre sí.

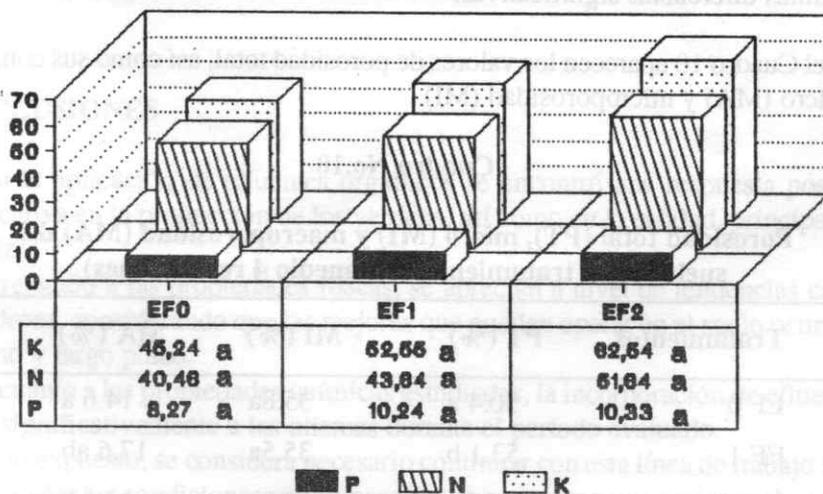
**ANALISIS FOLIAR (N,P,K) % - AVENA**



Los tratamientos seguidos con igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según test de DMS.

**Figura No. 3:** Porcentaje de N, P y K, en planta de avena a la cosecha (Promedio 4 repeticiones)

**EXTRACCION DE NUTRIENTES % - AVENA (kg. ha<sup>-1</sup>)**



Los tratamientos seguidos con igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según test de DMS.

**Figura No.4:** Extracción (kg. ha<sup>-1</sup>) de N, P y K por el cultivo de avena según tratamiento.

## d) Propiedades físico-químicas del suelo.

## d.1. Densidad aparente.

En el Cuadro 9 aparecen los valores de densidad aparente registrados en el suelo, luego de las aplicaciones de efluente.

En el mismo se observan que existe una tendencia a una mejora en las propiedades físicas del suelo ( $P < 0.02$ ).

**Cuadro No.9**  
**Densidad aparente (gr. cm<sup>-3</sup>) según tratamiento (Promedio 4 repeticiones)**

Tratamientos	Densidad aparente (gr. cm <sup>-3</sup> )
EF 0	1.31 a
EF 1	1.24 b
EF 2	1.23 b

Las cifras seguidas de igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ), según test de mínimas diferencias significativas.

En el Cuadro 10 aparecen los valores de porosidad total, así como sus componentes, macro (MA) y microporosidad (MI).

**Cuadro No.10**

**Porosidad total (PT), micro (MI) y macroporosidad (MA) del suelo según tratamiento. (Promedio 4 repeticiones)**

Tratamientos	PT (%)	MI (%)	MA (%)
EF 0	50.4 a	35.8a	14.6 a
EF 1	53.1 b	35.5a	17.6 ab
EF 2	53.4 b	34.3a	19.1 b

Las cifras seguidas de igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ), según test DMS.

**AGRADECIMIENTOS**

A los Ings. Agrs. Fernando García (PhD) y Omar Casanova, por su colaboración en la discusión del proyecto, y al Ing. Agr. Claudio García, por su apoyo en tareas de laboratorio y campo.

Los autores agradecen a la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE) el haber otorgado a la Facultad de Agronomía el financiamiento que hizo posible la publicación de este trabajo.

**BIBLIOGRAFIA**

- BENICASA, M. Biofertilizante: Composição Química e Propiedades; Efeitos no solo nas culturas. In: Seminario Internacional de Biodigestión Anaeróbica. FAO, Comisión de Agroenergía. DIPYPA (MGAP), CONAPROLE, 1987. Montevideo.
- BRATT, P. F., BROADBENT, F.E. and MARTIN, J. Using Organic. California Agriculture. 27 (6): 10-13, 1973.
- CAMPBELL, C.A. et al. Effects of manure and P fertilizer on properties of Black Chernozem in southern saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science. 66: 601-613.
- COTE, D. Epan dage des fumiers. Conseil des productions végetales du Quebec; 35-43. 1981.
- FAO. China. Curso de Capacitación Reciclaje de Materias Orgánicas y Biogás, Chengdu, China, 1984. Reciclaje de Materias Orgánicas y Biogás: una experiencia en China. Santiago. Chile. FAO. 419 p.
- FREEZE, B.S. and SOMMERFELDT, T. G. 1985. Breakeven handling distances for feedlot manure in southern Alberta. Canadian Journal of Soil Science. 65: 687-693.
- MC. CALLA, T.M. 1974. Use of animal manure wastes as a soilmentment. J. Soil Water Conserv. 29: 213-216.

Biblioteca de la FAGRO



Notas técnicas  
1992 nro. 16 c. 1