





Caracterización de efluentes

Ing. Agr. Amabelia del Pino
Dpto. de Suelos y Aguas
Facultad de Agronomía



Esquema de la clase

- Características generales de efluentes
- Aporte de nutrientes
- Aporte de materia orgánica
- Pasos a seguir para la aplicación de efluentes
- Efectos de los efluentes sobre el suelo
- Muestreo de suelos y enmiendas



ENMIENDAS ORGÁNICAS

- **PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL Y/O VEGETAL QUE SE AGREGAN AL SUELO PARA MEJORAR PROPIEDADES FÍSICAS Y/O APORTAR NUTRIENTES**

ENMIENDAS O MATERIALES ORGANICOS

- Características:
 - Gran cantidad de agua
 - Gran cantidad de C: energía para microorganismos
 - Bajo % de nutrientes y en proporciones muy variables
 - Aportan otras sustancias (ác. húmicos, hormonas, enzimas).
 - Mejoran las propiedades físicas del suelo (aireación, MO, retención de agua, infiltración, agregación), propiedades químicas (aporte de nutrientes, CIC, poder buffer) y propiedades biológicas.
- DESVENTAJAS: NECESIDAD DE ALMACENAMIENTO, DIFÍCIL TRASLADO Y APLICACIÓN

EFLUENTES

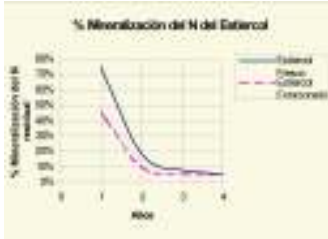
El componente principal de los efluentes es: ESTIÉRCOL

- Consta de una parte líquida y una sólida – Interfase.
- Composición de nutrientes varía según:
 - especie animal
 - edad del animal
 - dieta del animal
 - otros materiales (residuos de alimentación, etc).
 - manejo del estiércol
 - almacenamiento del estiércol

- Gran variabilidad de las características físico-químicas explicado por:
 - la heterogeneidad en el origen de los materiales
 - sistema de manejo de efluentes
 - condiciones de almacenamiento - Pérdidas
- Necesidad de caracterizar cada material.
 - Muestras representativas
 - Variación espacial y temporal

% de mineralización anual de N del estiércol

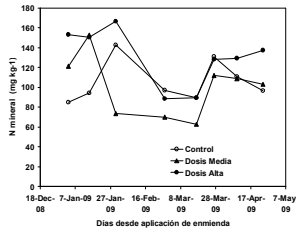
- El estiércol, como otras enmiendas orgánicas, debe sufrir un proceso biológico de mineralización para liberar los nutrientes contenidos en forma orgánica



Esta tendencia es general, pero las proporciones varían ampliamente

Mineralización de N de enmiendas

- Un problema adicional es que no siempre se puede predecir en qué momento se producirá la mineralización



Suelos de invernáculo (Salto) con aplicación de diferentes dosis de mantillo (mezcla de estiércol y hojarasca) Barbazán et al., 2010

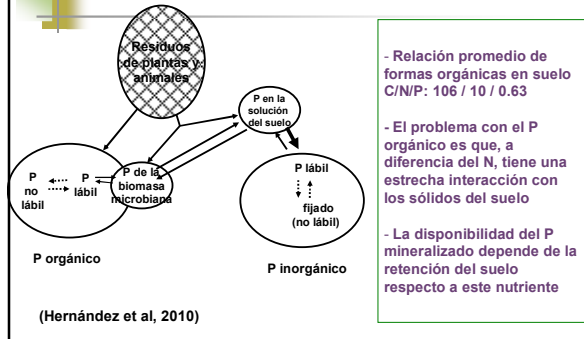
¿Que cantidad de N mineral se produce?

- Se plantea una aplicación de 25000 kg/ha de estiércol estacionado (base seca).
- 2% N
- Supuesto: 45 % se mineraliza el primer año
 - $25000 \times 0.02 \times 0.45 = 225 \text{ kg/ha N}$
 - Equivale aprox. 500 kg/ha Urea

En la fracción líquida puede haber formas de N inmediatamente disponibles (NH_4^+ disuelto, moléculas orgánicas simples)

P orgánico y liberación de P en suelos de Uruguay

En suelos del Uruguay de campo natural aprox el 50 % del P es orgánico (Rango 33 – 67 %)



¿Qué cantidad de P disponible se produce?

- 25 000 kg/ha de Estiércol
 - 1 % de P_2O_5 (0.44 % de P)
 - Supuesto: aproximadamente 50 % está inmediatamente disponible
 - 50 % tiene que mineralizarse
- $25.000 \text{ kg/ha} \times 0.01 \times (0.50) = 125 \text{ kg/ha de } P_2O_5 \text{ el primer año}$

En la fracción líquida puede haber formas de P solubles rápidamente disponibles.

Problema: baja relación N/P del estiércol (y efluentes?)

- Suponemos que a partir de los 25000 kg de estiércol estacionado se mineralizaron 225 kg/ha de N y 54 kg/ha de P (125 kg de P_2O_5)
- La relación N/P mineralizado será 4:1
- La relación N/P de las plantas es aproximadamente 10:1 (P. ej. una avena con 2.5 % de N y 0.25 % de P).
- En consecuencia no se puede ajustar los requerimientos de ambos nutrientes a partir de la aplicación de estiércol.
 - Si se ajusta por N, el P tenderá a acumularse con consecuencias negativas para el medio ambiente.
 - Si se ajusta por P, deberá complementarse con fertilización nitrogenada.

OTROS NUTRIENTES APORTADOS POR EL ESTIERCOL

- **K: está todo disponible**
 - Ejemplo: Dosis 25000 kg/ha estiércol con 0.4 % de K. Equivale 0.5 % K_2O
 - $25000 \times 0.05 = 125$ kg/ha de K_2O
- **S: está como S orgánico y S inorgánico**
 - pérdidas
- **Ca, Mg, Mn, Fe, B, Cu, Zn, Mo, Cl, Na**
 - necesidad de analizar c/u

¿El uso de enmiendas orgánicas, aumenta la Materia Orgánica del suelo?

Ejemplo:

- **Suelo:**
 - 3.0 % de MO \approx 75 ton/ha de humus 0-20 cm (1 ha de suelo con una Dap de $1,25 \text{ g/cm}^3$ y 20 cm de prof. pesa 2.500.000 kg). El 3% es 75.000 kg
 - Pérdida anual de humus: 2% \approx 1500 kg/ha de humus son descompuestos por la población microbiana
- Se agregan 20 ton/ha de MS de un efluente con 30 % de C (suponiendo 15 % de MS, equiv. a 133 ton/ha de material fresco)
 - Esto contiene $20000 \times 0.30 = 6000$ kg/ha de C
- Se asume que los microorg incorporan 1/3 del total de C que hay para descomponer. El resto es respirado como CO_2
 - $6000 \times 0.33 = 2000$ kg/ha de C pasan a formar parte del tejido microbiano

- Se estima que el humus tiene 60 % de C. Por lo tanto se formaría
 - $2000/0.6 = 3333$ kg/ha de humus
- Balance de humus = $3333 - 1500 = 1833$ kg/ha de humus formado
- Nuevo valor de humus (h):
 - 75000 de humus original + 1833 ganados = 76833 kg/ha
- Nuevo valor de la MO:
 - 3.07 %
- Estos aumentos serían difíciles de detectar por las técnicas de medición de C. Sin embargo pueden ser importantes para lograr la sostenibilidad en el largo plazo

Utilización de enmiendas - Efluentes

- Primer paso: ¿Qué material se usa?
- Segundo paso: ¿Qué disponibilidad potencial tienen los nutrientes?
- Tercer paso: ¿Cómo calcular las dosis?
- Cuarto paso: ¿Qué efectos tienen en el suelo - ambiente?

Primer paso: caracterización de enmiendas - Análisis

Composición – Base seca

	Estiércol Vaca	Estiércol Gallina	Cama de Pollo
pH _(H2O)	7.7	8.7	6.7
C total (%)	38	26	32
N total (%)	2.2	1.8	2.8
C:N	18	15	12
P (%)	0.91	1.59	1.72
Ca (%)	0.92	10.03	2.23
Mg (%)	0.36	0.97	0.49
K (%)	0.35	1.13	1.77
Na (%)	0.07	0.30	0.46

Mineralización de estiércoles de diferentes orígenes – del Pino et al., 2008.

Problema – Gran variabilidad en la composición

- En un establecimiento con un sistema estabilizado de manejo de efluentes, incluyendo forma de aplicación al suelo **un análisis** de los mismos **no aporta información suficiente** para conocer la composición de lo que se agrega al suelo.
- Una posible forma de resolverlo es realizar series históricas de composición. Por ejemplo análisis cada 6 meses.
- De esta forma se establecerá un rango de contenidos que permitirá ajustar mejor las dosis

Primer paso: caracterización de enmiendas

Procesos que ocurren en el suelo (descomposición, disolución, etc.)

Para estudiar la descomposición de materiales, se estudia el comportamiento de enmiendas orgánicas aplicadas al suelo:

- bajo condiciones controladas
- bajo condiciones de producción

Mediante incubación aeróbica puede evaluarse el aporte de nutrientes que realizan los materiales orgánicos, especialmente N.

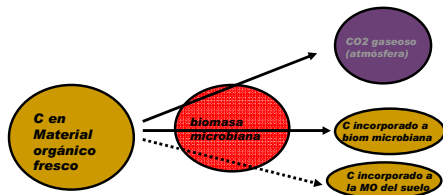


Incubaciones aeróbicas
Muestreros sucesivos y análisis de suelo

Tasa de descomposición
Evolución del CO₂

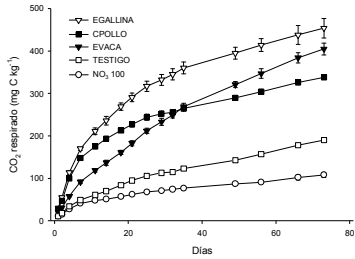
La descomposición de materiales orgánicos (humus, residuos de plantas y animales) en el suelo constituye un proceso biológico en el que el C es reciclado hacia la atmósfera (CO₂), mientras otros nutrientes del material son liberados.

La cuantificación del (CO₂) producido es una medida de la descomposición del material.



Primer paso: caracterización de enmiendas

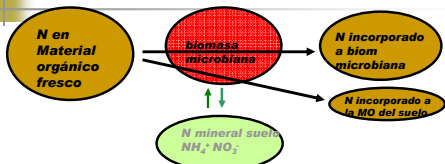
Descomposición



Carbono respirado en un suelo con agregado de estiércol de vaca, gallina, cama de pollo, dos niveles de KNO₃ y testigo sin agregados. Las barras indican desvío standard.

Fuente: del Pino et al, 2008

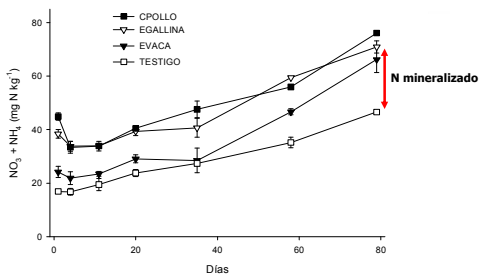
La mineralización de N depende de los flujos de C. Si el N presente en el material descompuesto es escaso (alta C/N) ocurre la inmovilización de N mineral presente en el suelo.



- Habrà inmovilización neta de N cuando:
C/N > 33/1
% N < 1.2
- Habrà mineralización neta (liberación) de N cuando :
C/N < 15/1
% N > 2.6
- La velocidad del proceso depende de:
1) Características químicas de los materiales 2) Forma física

Primer paso: caracterización de enmiendas

Descomposición y liberación de N



Mineralización de N (NH₄⁺ + NO₃⁻) en un suelo con agregado de estiércol de vaca, gallina, cama de pollo, y testigo sin agregados. Las barras indican desvío standard. del Pino et al, 2008

Primer paso: caracterización de enmiendas

% del C y N iniciales que son liberados por la descomposición del estiércol

Tratamiento (mg kg ⁻¹ suelo)	C incorporado	Rel. C/N	% del C inic. respirado	% del N inic. mineralizado
Est. vaca	1564	17.5	14	22
Est. gallina	1302	14.5	21	27
Cama pollo	1025	11.5	15	33

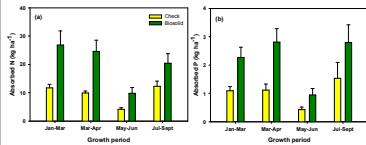
- El total de N mineralizado en 4 meses, respecto al inicial, fue 22% para estiércol de vaca, 27 % para estiércol de gallina y 33% para cama de pollo.
- El % de mineralización de N de los estiércoles estuvo inversamente relacionado a C/N.

Segundo paso: ¿Qué disponibilidad tienen los nutrientes para las plantas?

Experimentos de invernáculo y campo

- Invernáculo:** tienen la ventaja de permitir la máxima expresión de influencia de la disponibilidad de nutrientes sobre la producción vegetal.
- Campo:** permiten la evaluación de dosis de aplicación, los resultados pueden ser extrapolados a condiciones de producción.

Contenido de nutrientes a) N, y b) P de *Festuca arundinacea* después de una aplicación de 100000 L/ha de lodo de biogas (88 kg/ha de N y 64 kg/ha de P₂O₅). (del Pino et al., 2012)



La diferencia en absorción entre el tratamiento con lodo y el testigo fue 44 kg/ha de N y 5 kg/ha de P. (representan 50 % del N y 17 % del P agregado con el lodo).

Efectos de los efluentes sobre el suelo

- **En todos los casos dependen del tipo de suelo:**
 - Textura (poder buffer),
 - Diferenciación textural (lixiviación),
 - Estado de degradación
- **Los diferentes tipos de efluente a su vez provocan diferentes efectos, por lo tanto no puede establecerse pautas generales**

Efectos de los efluentes sobre el suelo

- **MO. Escaso efecto. Aplicaciones en dosis altas (base seca) pueden mejorar suelos muy degradados**
- **pH. Depende del poder buffer. Suelos de texturas livianas y poco buffer: mayor efecto negativo o positivo.**
 - Efluentes altos en N pueden acidificar.
 - Altos contenidos de Na, K, Ca, Mg pueden producir aumento de pH (sólidos de lagunas?).
- **Contenido de bases.**
 - Ca y Mg escaso efecto.
 - K y Na pueden aumentar (dependen del efluente)
- **P disponible. Tiende a acumularse si se aplican dosis altas o frecuentes.**

Bibliografía

- La Manna, Mieres, Acosta, Torres. 2004 Utilización de Efluentes en Tambos - Resumen de Investigación. Resultados Experimentales de Lechería. (Actividad de difusión 36). Montevideo: INIA.
- Barbazán, M.; del Pino, A., Moltini, C, Hernández, J., Rodríguez, J. 2011. Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay. Agrociencia 15. V 1: 82-92.
- del Pino, A., Repetto, C., Mori, C., Perdomo, C. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. Terra Latinoamericana 26:43-52.
- Casanova, O., Durán A., Mello, R y del Pino, A. 2007 Manejo de efluentes de tambo. Revista Canqué, EEMAC, Paysandú, Uruguay Nº 29 pp 94-96.
- Medio ambiente y producción lechera – Publicación de DINAMA, noviembre de 2000. Disponible on line. <http://www.mvotma.gub.uy/ciudadania/item/10002552-medio-ambiente-y-producci%C3%B3n-lechera.html>
