

# **VERTEDERO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS: PEDOGENESIS COMPARADA ENTRE SITIOS DE UNA PLANTACION DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Y DE VEGETACION HERBACEA NATURALIZADA**

**J.W. LANFRANCO<sup>1</sup>**

**R.M. MARLATS<sup>1,2</sup>**

**E. BARIDON<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Casilla de Correo n.º 31  
1900 La Plata. ARGENTINA

<sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. ARGENTINA

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue comparar distintos niveles de procesos pedogenéticos entre sitios con una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* y otros con vegetación herbácea naturalizada. El experimento se ubicó en la cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos de Villa Domínico, Buenos Aires, Argentina, (34° 40' 50" S; 58° 18' 45" W; 4 m snm). A las edades de seis años de la plantación y 14 del vertedero de residuos sólidos urbanos, fueron realizadas las siguientes determinaciones: 1- Caracterización físico química de micrositios análogos con influencia del árbol y del pastizal naturalizado; 2- Biomasa radicular de árboles y tapiz herbáceo naturalizado; 3- Evaluación cualitativa de microorganismos rizosféricos y 4- Desarrollo y estado sanitario de los árboles. Los resultados mostraron capacidad de soporte biológico producido por una marcada evolución pedogenética antrópica. Se registraron horizontes culturales dentro de la cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos a través del tiempo. Existió una ventaja de estos procesos en los micrositios con árboles respecto de los pastizales.

**PALABRAS CLAVE:** Vertedero de residuos sólidos urbanos  
Cubierta  
Edafogénesis  
Arboles  
Herbáceas naturalizadas

## **INTRODUCCION**

Junto con los núcleos urbanos, aparecen los depósitos de sus deshechos, comúnmente conocidos como vertedero de residuos sólidos urbanos. Los crecimientos poblacionales van cercando los lugares en los cuales se ubican esos depósitos y, una vez finalizado su cometido, se produce una presión para su uso, exigiéndose de ellos una respuesta utilitaria. Dentro de sus posibilidades se mencionan la recreación, la producción forestal u otras formas comerciales de producción vegetal (Leone *et al.*, 1979).

---

Recibido: 5-8-98

Aceptado para su publicación: 3-3-99

La técnica de construcción de los vertederos de residuos sólidos urbanos implica la distribución y compactación de la basura con maquinaria pesada, terminando en la parte superior con una cubierta de tierra cuyo espesor varía entre 50 a 80 cm. Esta cubierta tiene una permeabilidad restrictiva que confina los productos de desintegración de los residuos. Por las características biológicas del material de los vertederos de residuos sólidos urbanos, los procesos de su degradación generan gases y lixiviados que se constituyen en limitantes para el aprovechamiento de esas áreas. Los gases más abundantes son el CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) y el CH<sub>4</sub> (metano) que, con diferentes mecanismos pero con idénticos efectos, actúan como desplazadores del oxígeno del suelo más que por su directo efecto tóxico (Farquhar y Rovers, 1973). En esas condiciones ambientales, la respuesta de las plantas al estrés tiene diferentes manifestaciones y como son varios los factores que inciden, es sumamente difícil identificar cualicuantitativamente a los responsables de los síntomas. Reich y Schoettle (1988) realizaron experiencias en laboratorio sobre la afectación al vigor y la supervivencia de las plantas con dosajes de gases y lixiviados en sustratos similares a las cubiertas de los vertederos de residuos sólidos urbanos. En todos los casos, trataron de simular las condiciones y evoluciones tendientes a la estabilidad de los sistemas. Tosh *et al.* (1994) definieron a la estabilización como el momento a partir del cual esa cubierta se convierte en un soporte edáfico aceptable para algunas plantas, recomendando las pruebas de campo para la validación de los resultados de las predicciones generadas en laboratorio.

Aunque el comportamiento de las plantas en esos ambientes es específicamente diferente, Schultz (1972) y Zhange *et al.* (1994) demostraron que características como los hábitos de arraigamiento (dirección y distribución radical) que estaban bajo un control genético, se modificaron significativamente a través del tiempo, debido a la persistencia de condiciones desfavorables asociadas a la textura, compactación, tenor hídrico y a la presencia de capas obstructoras en el suelo. Lanfranco *et al.* (1996) también en esos tipos de terrenos, encontraron que además de los factores considerados anteriormente, hubo otros, como la alcalinidad y la alta sodicidad en el complejo de intercambio que impidieron o limitaron el arraigamiento de varias especies arbóreas.

Los conceptos precedentemente considerados se refieren a las consecuencias del medio sobre las plantas pero, a su vez, existe el efecto de las plantas sobre el suelo, que está asociado a hábitos y actividades de comportamiento específicos, Buol *et al.* (1980) encontraron influencias de las plantas en la formación de horizontes culturales tales como: bioturbación, generación de estructura, variaciones de densidad aparente y del tamaño de poros y, Papadakis (1980) efectos en la ferruginación. Además de estos procesos, MacFall *et al.* (1990) estudiando la absorción de agua y nutrientes para distintos tipos de plantas (herbáceas y leñosas), hallaron intensidades de actividad biológica y consecuentes modificaciones físicas y químicas rizosféricas asociadas a la proyección espacial de las exploraciones radiculares. Singh y Kohli (1992) señalaron que, para optimizar estos efectos, es necesario estudiar las especies a instalar, evitando alelopatías que limitarían ciertas combinaciones.

De acuerdo a estos antecedentes, la hipótesis de trabajo plantea diferencias de intensidades de pedogénesis en las cubiertas de los vertederos de residuos sólidos urbanos, correlacionadas con el efecto de los hábitos de arraigamiento y su adaptación entre especies herbáceas y leñosas.

El objetivo de este trabajo fue comparar, en la cubierta de un vertedero de residuos sólidos urbanos, la presencia y formación de horizontes culturales de distintos niveles, entre los sitios de una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y otros con vegetación herbácea naturalizada.

## MATERIAL Y METODOS

El lugar de trabajo fue la Celda 1, Modulo A1F, ubicada en el vertedero de residuos sólidos urbanos de Villa Domínico, Buenos Aires, Argentina, de Coordinación Ecológica Area Metropolitana, Sociedad del Estado (CEAMSE), (34° 40' 50" S; 58° 18' 45" W; 4 m snm).

La cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos provino de materiales disturbados de suelos halo-hidromórficos preexistentes en el lugar, originados en ingresiones marinas del Querandinense (Cappannini y Mauriño, 1966), principalmente Natracualf y Halaquepts (Lanfranco, 1984) consistentes en partes de horizontes diagnóstico nátrico y ócrico, de colores gley, con altos tenores de sales solubles; de texturas predominantemente arcillosa y con elevados contenidos de arcillas expansibles. Su relieve original era deprimido y fácilmente inundable por su cota inferior a los 2,5 m snm.

En el año 1988 en un vertedero de residuos sólidos urbanos de nueve años de edad, se instalaron dos parcelas de prueba con nueve plantas cada una de *Eucalyptus camaldulensis* (E.c.), de procedencia comercial local. En el punto inicial del experimento (1989), la evaluación de los suelos de la cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos permitió definir un incipiente desarrollo de su perfil con marcada incidencia de los principales grupos de microorganismos presentes (Lanfranco *et al.*, 1996).

En 1995, a los seis años de iniciada la experiencia se realizaron las siguientes tareas

1. Relevamiento del tapiz herbáceo: se efectuaron inventarios florísticos del pastizal naturalizado utilizando el método fitosociológico de Braun Blanquet (1979).

2- Evaluación del componente arbóreo: se registró sanidad, supervivencia y se calculó el incremento medio anual en base a la altura total de todas las plantas. Este incremento, se comparó con los registrados en otros sitios para obtener una referencia de la clase de respuesta de la especie al medio (Clutter *et al.*, 1983).

3. Relevamiento de la biomasa radicular arbórea y herbácea: mediante métodos de muestreos no destructivos (Caind y de Oliverira Castro, 1959), se procedió a relevar el volumen radicular de los árboles y del tapiz herbáceo naturalizado de sitios adyacentes a esos árboles y, pertenecientes a la misma unidad de vertedero de residuos sólidos urbanos, cuidando con cateos previos de realizar la prospección en sitios analógicamente comparables. Para los árboles se eligieron dos individuos promedio de cada parcela (cuatro en total). En sus respectivos sitios se abrieron trincheras, cuya profundidad comprendió el espesor de la cubierta (50 a 60 cm) y una longitud de 3 m a partir de los troncos de los árboles, que, basada en muestras previas fue considerada suficiente para registrar el desarrollo lateral de las raíces forestales. En esas trincheras, a partir de 1 m del eje del árbol, cada 0,50 m y hasta los 3 m del mismo, se insertaron cajas de metal de 60 cm de profundidad por 18 cm ancho y por 7 cm de espesor, extrayéndose un volumen conocido (cinco por árbol) de la cubierta del suelo, con escasa perturbación física, constituyendo un corte radial de la misma en relación a la ubicación del árbol. Con un procedimiento similar se tomaron 20 muestras de 20 micrositos con exclusivamente tapiz herbáceo

Todas las muestras correctamente identificadas, fueron trasladadas a laboratorio, donde se procedió a separar las raíces del suelo por hidrolavado con Hidróxido de Sodio, agitación mecánica y tamizado, se realizó un conteo de las raíces por horizonte, discriminadas por su grosor en cinco clases diamétricas: > 50 mm; 50 a 25 mm; 25 a 10 mm; 10 a 2 mm y < 2 mm. Posteriormente el material radicular fue llevado a estufa (60 °C), cuando alcanzó peso constante, se expresó su biomasa por clase y total en kilogramo de raíces por metro

cúbico de suelo ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), discriminada por horizonte del suelo de la cubierta. De esa forma se reconstruyeron los hábitos de arraigamiento y su relación con la dirección, morfología y distribución de las raíces de los árboles y del pastizal naturalizado.

4. Caracterización fisicoquímica del suelo perteneciente a los micrositos con árboles y al tapiz herbáceo. Se describieron las situaciones morfológicas y químicas de cada microsito de acuerdo al Soil Survey Manual (1982), realizándose las siguientes determinaciones: Identificación de horizontes, espesor (cm) y límites; color (Munsell); consistencia en seco, húmedo y mojado; estructura, tipo, clase y grado; textura (Bouyoucos); definición de grietas, frecuencia y espesor (mm); humedad gravimétrica (%); presencia de macroorganismos. Densidad aparente ( $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ); porosidad (%); pH (potenciométrico); conductividad eléctrica ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). Carbono orgánico (%; Walkley Black); Nitrógeno total (%; Kjeldahl); capacidad de Intercambio Cationico y bases de intercambio ( $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$  por Acetato de amonio Normal neutro).

5. Evaluación cualitativa de microorganismos en las rizosferas forestal y herbácea: fueron extraídas muestras sobre las que se realizaron análisis de los principales grupos funcionales de microorganismos en las áreas rizosféricas; mediante incubación en condiciones de laboratorio. Por reacciones colorimétricas, de observación directa y por microscopía, se identificaron los grupos funcionales presentes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Relevamiento del tapiz herbáceo

La cobertura del pastizal fue del 100 p. 100, y se caracterizó por una integración específica marcadamente primavero-estival, dominada por gramíneas, cuyas especies fueron: cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vhal.), pasto miel (*Paspalum dilatatum* Poir.) y rai-grás criollo (*Lolium multiflorum* Lam.), acompañadas por graminoides como *Carex bonariensis* Kükenth. y esporádica presencia de una leguminosa, el trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

### Evaluación del componente arbóreo

Las plantas de *E.c.* lograron una supervivencia del 100 %, demostrando su rusticidad específica. En su aspecto general aparecieron síntomas de "Stem split", patología que se manifiesta con agrietamientos corticales principalmente en el tronco y son generados en especies perennifolias por cambios bruscos entre lapsos prolongados de sequía y plena disponibilidad de agua (Fernandez Valliela, 1973). Estas hendiduras, aparecieron en el estado actual, totalmente lignificadas, dando la impresión de que el sistema radical alcanzado resulta ahora suficiente para las exigencias hídricas de los árboles, atenuando la situación perturbante. Este supuesto, no es excluyente de la repetición del proceso. Los incrementos anuales promedio en alturas, tomados en el tiempo dado como indicadores de calidad de sitio (Clutter *et al.*, 1983), fueron bajos, oscilaron entre 0,35 a 0,40  $\text{m}\cdot\text{año}^{-1}$ , comparados con 0,80 a 1,00  $\text{m}\cdot\text{año}^{-1}$  en estaciones de crecimiento pobre (Lanfranco *et al.*, 1996). Estos crecimientos lentos, junto con los síntomas asociados a los drásticos cambios de disponibilidad hídrica, fueron en las condiciones ambientales naturales, la respuesta de las plantas

al estresamiento. Para el nivel de análisis del presente trabajo, puede tomarse al ambiente de las cubiertas de los vertederos de residuos sólidos urbanos, como poco favorable para el desarrollo de los árboles, esta generalización, coincide con Reich y Schoettle (1988), quienes agregaron que son varios los factores que inciden para que ello ocurra y es sumamente difícil su identificación cualicuantitativa.

**Relevamiento de la biomasa radicular arbórea y herbácea**

El valor promedio por micrositio, de la masa total de raíces de las herbáceas, fue substancialmente menor en todos los horizontes. La relación fue prácticamente de 4 a 1 a favor de los micrositios con árboles. En esta relación tuvieron fundamental importancia los cordones radiculares arbóreos subsuperficiales que integraron las mayores clases diamétricas (50-25; 25-10 y 10-2) mm del horizonte superior (Ap1). Para la categoría de las raíces menores a 2 mm y también en el Ap1, la diferencia fue menor, con una relación 1,5:1 a favor de los árboles. En el horizonte Ap2, no existieron raíces de las clases 50-25 y 25-10 mm, registrándose en la categoría 10-2 mm, material radicular solo para *Ec*. Para la clase menor a 2 mm, la relación fue superior a 2:1 para el árbol. En el horizonte C, aparecieron raíces para ambas poblaciones (pastizal y árboles) substancialmente en la clase menor a 2 mm y en una relación favorable al árbol de 4:1. Esta situación marca una diferencia importante a favor de la capacidad de incursión del sistema radicular arbóreo, aunque en ambos casos, la disminución de biomasa radicular fue drástica en la medida en que se aproximaban a la interfase suelo cubierta- basura. También se observó que las raíces de los árboles llegaron incursionando por las grietas formadas en la cubierta por las sucesivas expansiones y contracciones propias de su material constituyente, y de las acciones que sobre él, ejerció el ambiente del vertedero de residuos sólidos urbanos.

**TABLA 1**

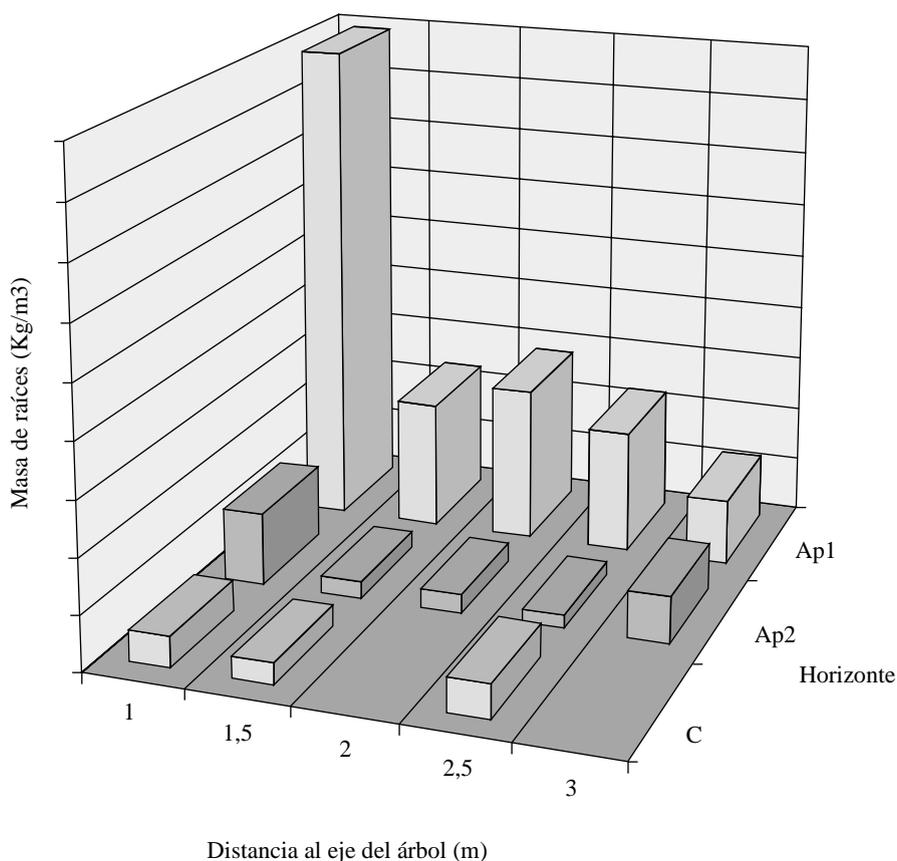
***EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* Y PASTIZAL NATURALIZADO:  
DISTRIBUCION DE LA BIOMASA RADICULAR PROMEDIO (kg·m<sup>-3</sup>) POR  
CLASE DE DIAMETRO (mm) Y HORIZONTES DE LA CUBIERTA**

*Eucalyptus camaldulensis and naturalized grass. mean root biomass distribution (kg·m<sup>-3</sup>) by diameter class (mm) in cover horizon*

Horizonte Clase de diámetro (mm)	Ap1				Ap2				C			
	Biomasa kg·m <sup>-3</sup>		Biomasa kg·m <sup>-3</sup>		Biomasa kg·m <sup>-3</sup>		Biomasa kg·m <sup>-3</sup>					
	Arbol	CV %	Pastizal	CV %	Arbol	CV %	Pastizal	CV %	Arbol	CV %	Pastizal	CV %
50-25	4,04	22	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
25-10	5,51	14	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
10-2	6,44	19	0,52	18	1,42	17	0,00	0	0,01	17	0,00	0
<2	8,05	27	5,02	17	2,88	25	1,36	16	2,08	24	0,54	23
<b>Total</b>	24,04		5,54		4,30		1,36		2,09		0,54	

El comportamiento predominante de los árboles, marcó diferencias para terrenos como los de las cubiertas, donde se adaptaron, en coincidencia a lo encontrado por Schultz (1972) sobre los hábitos de arraigamiento (dirección y distribución radical), que estando bajo un reconocido control genético, pueden modificarse significativamente a través del tiempo, debido a la persistencia de condiciones desfavorables asociadas a la textura, compactación, tenor hídrico y la presencia de capas obstructoras en el suelo así como alcalinidad y alta sodicidad en el complejo de intercambio. El continente de la cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos reunió todas estas características y se constituyó en un medio que acentuó la característica de adecuación de *Ec*.

Con los registros muestrales se reconstruyó el sistema radical del árbol medio y sus niveles de exploración, presentándose los resultados de su masa total en la Figura 1, allí aparece la información correspondiente al espesor de los horizontes para cada micrositio según la distancia al árbol.



**Fig. 1.**—*Eucalyptus camaldulensis*. Distribución media de la biomasa radicular por distancia al árbol y por horizonte

*Eucalyptus camaldulensis*: Mean distribution of root biomass by tree distance and horizon

En el análisis de la Figura 1, se ratifica la relación directa entre el espesor de los horizontes y la biomasa de las raíces. La distribución de la masa total radical, presentó una mayor concentración alrededor del eje, que luego disminuyó con la distancia hasta que apareció una situación de transición, alrededor de los 2 m del árbol, donde aumentó, sin alcanzar los valores máximos anteriores. Mas del 50 p. 100 de la masa localizada se ubicó en el primer horizonte; los valores en los horizontes profundos fueron de muy escasa expresión. Este tipo de distribución y concentración subsuperficial coincidió con lo hallado por Zhang *et al.* (1994) en suelos marcadamente pesados. El análisis radicular de *E.c.*, reveló terminales de cordones radiculares principales suberizados, hasta los 2,50 m de distancia, MacFall *et al.* (1990) comprobaron una plena absorción de agua y nutrientes en ese tipo de raíces, lo cual asociaron a la capacidad del árbol de proyectar una intensa actividad biológica a un amplio espacio.

Bajo la influencia de la corona de la copa de *E.c.*, en coincidencia con la mayor acumulación de su hojarasca, se observó una escasa presencia de herbáceas, este hecho coincide con lo demostrado por Singh y Kohli (1992), respecto del efecto alelopático que la especie ejerce principalmente sobre vegetación gramínea.

### Caracterización del suelo de los micrositos con árboles y los pertenecientes al tapiz herbáceo.

*Descripción morfológica de los perfiles modales con pastizal naturalizado y con plena influencia del árbol*

**TABLA 2**

#### **DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS MICROSITIOS MODALES CON PLENA INFLUENCIA DEL ARBOL Y CON PASTIZAL NATURALIZADO**

*Morphological description of microsite with full influenced of tree and grass modal microsite*

	<b>Arbol</b>	<b>Pastizal</b>
	Posición topográfica, alto. Vegetación asociada: gramínea, cobertura menor al 5 %. Pendiente: inferior al 1 %.	Posición topográfica, alto. Cobertura herbácea 100 %. Pendiente: inferior al 1 %.
<b>Horizontes</b>	Profundidad 0-5 cm; color negro pardusco en húmedo (10 Y 3/2); textura arcillosa; estructura en bloques, medios y fuertes; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo y muy plástico y adhesivo en mojado; películas de arcilla escasas, grietas finas, continuas y abundantes; raíces finas abundantes; presencia de macroorganismos escasa (bicho bolita); límite neto y suave.	Profundidad 0-12 cm color de la matriz gris amarillento en húmedo (2,5Y 4/1), color de películas de arcilla en seco pardo rojizo brillante (5YR 5/8) y abundantes; textura arcillosa; estructura en bloques, medios y fuertes; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo y muy plástico y adhesivo en mojado; grietas medias, continuas y abundantes; raíces medias escasas y finas abundantes; presencia de macroorganismos escasa (bicho bolita); límite claro y suave.
<b>Apl</b>		

**TABLA 2 (continuación)****DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS MICROSITIOS MODALES CON  
PLENA INFLUENCIA DEL ARBOL Y CON PASTIZAL NATURALIZADO***Morphological description of microsite with full influenced of tree  
and grass modal microsite*

	<b>Arbol</b>	<b>Pastizal</b>
<b>Horizontes Ap2</b>	Profundidad 5-25 cm; color de la matriz gris (10 YR 2/2) en húmedo, color de películas de arcilla en húmedo negro rojizo (2,5 YR 2,5/1); textura arcillosa; estructura en prismas, gruesos y fuertes; existen caras de fricción abundantes; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo y muy plástico y adhesivo en mojado; grietas finas, continuas y abundantes; raíces finas y escasas; límite gradual y suave.	Profundidad 12-32 cm; color de la matriz gris (5Y 6/1) y negro pardusco (10YR 2/2) en húmedo, color de películas de arcilla en húmedo amarillo naranja (7,5YR 8/8) y abundantes; textura arcillosa; estructura en bloques, medios y débiles a masivo; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo, muy plástico y adhesivo en mojado; grietas finas, discontinuas y moderadas; raíces medias escasas y finas abundantes; presencia de macroorganismos escasa (bicho bolita); límite gradual y suave.
<b>C</b>	Profundidad 25-55 a + cm; color de la matriz gris (5 Y 4/1) en húmedo, moteados color negro a negro oliva en húmedo (5 Y 2,5/1); textura arcillosa; estructura masivo; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo y muy plástico y adhesivo en mojado; raíces finas escasas, límite gradual y suave. Aparición de basura parcialmente desintegrada con posibilidades de reconocimiento de sus constituyentes y aparición de napa freática.	Profundidad 32-60 a + cm; color de la matriz gris amarillento (2,5Y 5/1) en húmedo, color de películas de arcilla en húmedo pardo amarillento suave (10YR 4/3) y abundantes; textura arcillosa; estructura masiva a bloques, medios y débiles; consistencia en seco extremadamente dura, firme en húmedo y muy plástico y adhesivo en mojado; grietas finas, discontinuas y escasas; raíces medias escasas y finas abundantes; presencia de macroorganismos escasa (bicho bolita); límite gradual y suave. En el límite inferior de este horizonte aparece basura parcialmente desintegrada con posibilidades de reconocimiento de sus constituyentes a profundidades fuera del presente control.

Los datos de laboratorio figuran en la Tabla 3.

TABLA 3

DESCRIPCION DE LABORATORIO. PERFILES REPRESENTATIVOS CON  
PLENA INFLUENCIA DEL ARBOL Y DEL PASTIZAL NATURALIZADO*Laboratory description. Representative profile with full influenced  
of tree and naturalized grass*

Horizonte	Ap1		Ap2		C	
	árbol	pastizal	árbol	pastizal	árbol	pastizal
<b>Espesor (cm):</b>	5	12	20	20	30	28
<b>Textura:</b>						
Arcilla % < 0,002 mm	64	66	71	61	58	58
Limo%			17	24	30	28
0,002-0,05 mm	18	25				
Arena % 0,05-2 mm	18	9	16	15	12	14
D.A. (mg/m <sup>3</sup> )	0,9	0,9	0,9	1,0	0,7	1,0
% Porosidad	78,6	66	64,2	61,6	73,3	61,2
<b>Grietas:</b>						
Grosor (mm)	1	3	2	1	0	1
Profundidad (cm)	5	12	20	5	0	5
Frecuencia	Elevada	Elevada	Elevada	Media	0	Escasa
<b>Análisis químicos:</b>						
pH real:	6,1	6,3	6,2	6,4	7,6	7,3
CE (Ds.m <sup>-1</sup> )	1,12	2,07	1,03	1,55	2,3	2,07
% C.O	4,1	1,25	6,5	1,15	6,5	1,6
% C. Liviano	2,05	0,58	0,59	0,42	0,59	1,62
N t %	0,2	0,15	0,9	0,18	0,15	0,60
C.I.C. (cmol c.kg <sup>-1</sup> )	35,4	35,4	32,3	36,2	32,6	37,4
Ca ++	20,1	20,5	17,3	21,1	14,5	21,1
Mg ++	16	17,9	15,8	18	17,4	17,5
Na +	5,8	6	6,5	8	8,7	8,2
K +	2	3,2	2,2	3,2	3,2	2,2
Suma bases (cmol c.kg <sup>-1</sup> )	43,9	47,6	41,8	50,3	43,8	49

Como se anticipó en el análisis de la incursión radicular de *Ec*, se observaron grietas provocadas por la contracción y expansión debidas a la alternancia de períodos secos y húmedos, esa macroporosidad, favoreció la estructuración, difusión de gases y agua, propiciando la bioturbación. Fue posible distinguir niveles evolutivos, como horizontes culturales con morfología propia, con límites evidentes y generación de estructura en los horizontes superficiales. Propiedad que no apareció tan marcada en los subsuperficiales que tendieron a ser masivos. El perfil con influencia del árbol tuvo una mejor expresión de estas propiedades por la incidencia de mayor contenido de biomasa y por el grosor de las raíces.

La baja densidad aparente que se observó, aunque se partió de una masa compactada por camiones y maquinaria pesada constituyó también un rasgo evolutivo apreciable derivado de las características de los materiales originarios y de la bioturbación.

Los datos de laboratorio mostraron la presencia de sales solubles y de alto contenido de sodio de intercambio, sin evidenciar gradientes con la profundidad del suelo. Por lo tanto, si bien el tamaño de poros medios y grietas facilitarían la infiltración del agua; no fueron aún

evidentes los consecuentes procesos de desalinificación, desodificación y lixiviación. Podrían explicar tal circunstancia la presencia de una napa freática fluctuante, la baja permeabilidad del material arcilloso expandido cuando saturado y el escaso tiempo transcurrido.

La aparición de películas rojizas sobre los agregados fue producto del cambio del estado de oxidación del hierro, que como agente cromógeno, se hallaba en los suelos originales, formando óxidos ferrosos de colores grisáceos o amarillentos mientras que en las circunstancias de la evaluación se había producido un proceso de ferruginación (Papadakis, 1980) con hierro en estado férrico de colores rojizos. En el interior de la matriz del suelo subsistían las condiciones anaeróbicas.

Los valores de Carbono orgánico fueron irregulares en relación a la profundidad, debido a la mezcla de materiales minerales, a la materia orgánica preexistente y la basura. Los contenidos absolutos de la sección controlada indicaron que siempre se trató de suelos minerales. El contenido de Carbono liviano tampoco se vio asociado con la profundidad del suelo, y se halló dentro de los rangos normales aunque en algunos casos superó estos valores.

### **Evaluación cualitativa de microorganismos en la rizósfera de los micrositios**

No se registraron diferencias cualitativas de microorganismos entre los micrositios con árboles y con pastizal.

En los análisis realizados se observó que:

– A los siete días se identificaron fijadores libres de Nitrógeno (*Azotobacter*), Nitritadores y Proteolíticos.

– A los 14 días se reconocieron Celulolíticos.

– A los 21 días se observaron Nitratadores.

La presencia de los principales grupos microbianos en intensa actividad junto con la interpretación analítica de las caracterizaciones y evaluaciones biológicas, físicas y químicas de los diferentes componentes ambientales, puso en evidencia la evolución de un sistema antrópico cuya capacidad de sostener vida aumentó con el tiempo.

Farquhar y Rovers (1973) comprobaron que por las características biológicas del material de los vertederos de residuos sólidos urbanos, los procesos de su degradación generaban gases y lixiviados que con distintos efectos se constituían en limitantes para el aprovechamiento de esas áreas. En el caso del lugar de la presente experiencia, la incidencia de estos productos de desintegración de la basura resultó muy apreciable en los primeros dos años del vertedero de residuos sólidos urbanos, eliminando todo tipo de expresión vegetal superior (Lanfranco, 1984). En las circunstancias actuales, su efecto fue evidentemente menor, permitiendo la instalación natural de una abundante vegetación herbácea, que asociada a microorganismos, insectos y roedores favorecieron la bioturbación. Estos resultados son coincidentes con los hallados por Buol *et al.* (1980) sobre las influencias de las plantas y su actividad biológica asociada en la formación de horizontes culturales. También marcan una situación cercana a la estabilización descrita por Tosh *et al.* (1994) debida a su conversión en un soporte edáfico que puede ser calificado como aceptable para algunas plantas.

La plantación de *E.c.*, posibilitó una mayor generación de los principales rasgos morfológicos, substancialmente en cuanto a la diferenciación de horizontes, generación de estructura, agrietamientos y aporte de biomasa por cantidad y grosor de las raíces. Todo ello, en relación con el perfil descrito en la situación de las herbáceas. Estos resultados pueden

ser un principio de respuesta a esa exigencia utilitaria. que mencionaron Leone *et al.* (1979) para los vertederos de residuos sólidos urbanos.

## CONCLUSIONES

De los resultados del experimento surge que durante el tiempo considerado se ha producido una marcada evolución pedogenética signada por una serie de evidencias naturales y culturales. Existe una marcada evolución de esta cobertura hacia un suelo antrópico. Hasta este momento se verificó una mayor culturización biológica de los árboles en relación a la de los pastizales.

Cabe destacar que los resultados obtenidos están estrictamente asociados a las particularidades intrínsecas de este vertedero.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesionales de CEAMSE; Ing. Forestal José Luis Gianonni, Ing. Agrón. Julio Salinas, a las investigadoras de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata: Ing. Agrón. Marta Grillo, Ana María Iribarne, Gabriela Diosma, Laura De Luca y Mabel Vazquez y a los Sres. Lorenzo Basaldúa, Pablo Gelatti y Martín Maspolli; la colaboración prestada.

## SUMMARY

### **Landfill: Comparison of pedogenesis between sites of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh plantation and naturalized herbaceous vegetation**

The purpose of this work was compared different levels of pedogenetics process between sites with *Eucalyptus camaldulensis* plantation and naturalized grass. The trial was installed on landfill soil cover in Villa Domínico, Buenos Aires Province, Argentine, CEAMSE, 34°40'S, 50°; 58°18'45"W; 4m osl. At five age of trees and fourteen of the Landfill was realized the following determination: 1- Physical and Chemicals characterization of own microsite tree and analogical microsite without trees influence. 2- Biomass root system of trees and naturalized herbaceous vegetation; 3- Microorganisms qualitative evaluation in trees rhizosphere and 4- Survival trees and its developmen as too pathological and physiological damage.

The results showing the antropyc evolution soil with ability to support life on differents espression. It was registred the culturals horizon in the cover landfill generated through the time. Exits the advantage about this process in the microsities tree more than the microsities grass.

**KEY WORDS:** Edaphogenesis  
Landfill cover  
Trees  
Naturalized herbaceous

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRAUN BLANQUET J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, España, Ed. H. Blume. 820 pp.  
BUOL S. W., HOLE F. D., MCCracken R. J., 1980. Soil Genesis and Classification. Iowa State University Press. USA : 93-103.

- CAIN S.A., DE OLIVERIRA CASTRO G.M., 1959. Manual of the vegetation analysis. Harper & Row, Publishers, New York: 34-49.
- CAPPANNINI D, MAURIÑO H., 1966. Suelos de la zona Litoral estuarica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur (PBA). INTA. 45 pp.
- CLUTTER J.L., FORTSON J.C., PIENAR L., BRISTER G., BAILEY R., 1983. Timber management a quantitative approach. Ed. John Wiley and Sons, New York: 18-19.
- ETCHEVEHERE P., 1976. Normas para el reconocimiento de suelos. INTA. Argentina. 240 pp.
- FARQUHAR G.J., ROVERS F.A., 1973. Gas production during refuse decomposition. Department of Civil Engineering, Ontario, Canadá. 24pp.
- FAO, 1977. Guías para la descripción de perfiles de suelos. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. 70 pp.
- FERNANDEZ VALIELA N. V., 1973. Introducción a la fitopatología. Colección Científica INTA Buenos Aires, Vol III: 754.
- LANFRANCO J.W., 1984. Las Unidades de Ambiente del área del Cinturón Ecológico. Revista Facultad de Agronomía, La Plata 29: 67-81.
- LANFRANCO J.W., MARLATS R.M., BARIDÓN E., 1996. Procesos de edafización de la cubierta del vertedero de residuos sólidos urbanos. Comportamientos y efectos de la plantacion de *Eucalyptus camaldulensis*. Actas del 19 Congreso Nacional de la Asociación Ciencia del Suelo, La Pampa, Argentina: 265-266.
- LEONE I.A., FLOWER F.H., GILMAN E.F., ARTHUR J.J., 1979. Adapting woody and planting techniques in landfill conditions. Report of US Enviromental Protection Agency research laboratory Public Work.: 74-75.
- MACFALL J.S., JOHNSON G.A., KRAMER P.J., 1990. Observation of water depletion region surrounding loblolly pine root by magnetic resonance imaging. Proceedings of Naturalits Academic Sciences USA 87: 1203-1207.
- PAPADAKIS J., 1980. El Suelo. Editorial Albatros. Argentina: 81-141.
- REICH P.B., SCHOETTLE A.W., 1988. The role of phosphorus and nitrogen in photosynthetic and whole-plant carbon gain and nutrient use efficiency in eastern white pine . *Oecologia* 77: 25-33.
- SINGH D., KOHLI R.K., 1992. Impact of *Eucalyptus camaldulensis* Sm. shelterbelts on crops. *Agroforestry Systems*, ICRAF, 20: 253-266.
- SCHULTZ R.P., 1972. Root development of intensively cultivated slash pine. *Soil Sciences Society American Proceedings* 36 (1): 158-162.
- SOIL SURVEY MANUAL., 1982. SSS. AID.USDA. SMSS. 380 pp.
- SOIL TAXONOMY, 1992. Key to soil taxonomy. Soil Survey Staff. AID.USDA. SMSS. Technical Monograph 19. Virginia Polytecnic Institute and State University. 541 pp.
- TOSH J.E., SENIOR E., SMITH J.E., WATSON-CRAIK I.A., 1994. Landfill Site Restoration: The inimical challenges of ethylene and methane. *Enviromental pollution*, University of Strathclyde 83: 335-340.
- ZHANG C., HONGTA C., BOSUN W., 1994. Root biomass in subtropical forest. *Journal of Tropical Ecology* 10: 273-279.