

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS URBANOS EN LA EVOLUCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL DE UN SUELO DEGRADADO

G. CUEVAS, R. CALVO¹, F. MARTINEZ, T. IGLESIAS, I. WALTER
Dpto. Uso Sostenible del Medio Natural. INIA. Apdo. 8111. 28080 Madrid

¹Sevicio de Biometría. INIA. Apdo.8111. 28080 Madrid.

RESUMEN

Se ha evaluado los cambios de la vegetación espontánea de un suelo degradado, de la Comunidad de Madrid, tratado con diferentes dosis de residuos orgánicos urbanos. Para ello durante tres años consecutivos después de la aplicación de los residuos, se ha muestreado la presencia-ausencia y cobertura vegetal de las diferentes especies, en tres fechas cada año (marzo, mayo y septiembre). Los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente mediante un análisis de clasificación (TWISPAN), un análisis discriminante paso a paso y un análisis discriminante canónico. Los resultados obtenidos nos demuestran claramente que existe una vegetación característica para cada tipo de tratamiento (control, biosólido y RSU). El aporte de nutrientes por parte de los residuos a favorecido un mayor desarrollo de las especies anuales y nitrófilas frente a las perennes.

P.C.: Vegetación espontanea, biosólido, residuos sólido urbano. TWISPAN, análisis discriminantes.

SUMMARY

Urban organic waste were surface applied at different rates to a degraded soil site in the Madrid Community to determine its effects on the evolution of native plant species at one, two and three years after the wastes application. Presence-absence of species and plant canopy cover were measured in March, May and September each year. The data obtained were statistically processes with a dendrogram (TWISPAN), a stepwise discriminat and a canonical discriminat analyses. The results obtained show that there is a characteristic vegetation for each treatment (control, biosolid and MSW). The major factor of this fact is the supply of wastes nutrients, which enhance the development of annual species

K.W.: Native vegetation. Biosolids, MSW. TWINPAN, discriminat analyses.

INTRODUCCIÓN

Las tierras abandonadas de cultivo, los terrenos marginales, los suelos que han sufrido un incendio forestal etc., están expuestos a constantes procesos de degradación por haber perdido parte o toda su cobertura vegetal protectora. Estos suelos deben recuperar sus propiedades físicas, químicas y biológicas para evitar que se sigan erosionando y poder así restituir el paisaje perdido.

Se ha constatado que en los ecosistemas áridos y semiáridos la aplicación de materia orgánica y elementos nutritivos pueden restablecer la fertilidad de los mismos y en consecuencia favorecer el desarrollo de la cubierta vegetal (BIONDINI & REDENTE, 1986). Los biosólidos (lodos de depuradora) y residuos sólidos urbanos (fracción orgánica de las basuras domestica compostada) pueden ser materiales idóneos para este fin (WHITE et al., 1997). El uso de estos residuos como enmienda orgánica en suelos ayudaría, además, a eliminarlos de forma racional, minimizando el impacto ambiental que podrían producir su acumulación.

El objetivo de este trabajo fue estudiar, durante tres años consecutivos, la evolución de la cubierta vegetal autóctona de un suelo degradado de la Comunidad de Madrid, enmendado con diferentes dosis de biosólido y residuo sólido urbano.

MATERIALES Y METÓDOS

La experiencia se realizó en un monte bajo del termino municipal de San Martín de la Vega, que presenta un alto grado de degradación (baja cobertura vegetal). El clima se clasifica como continental occidental semiárido (ALLUE, 1990). La parcela experimental se dividió en cuatro bloques situados a diferentes alturas del monte, cada bloque se subdividió en ocho subparcelas de 30 m². Para evitar influencias por vecindad se separaron las subparcelas por pasillos y los bloques por zanjas. En marzo de 1997 se aplicaron en superficie 20, 40, 80 y 120 Mg ha⁻¹ de biosólido, B (depuradora La China) y 40, 80 y 120 Mg ha⁻¹ de residuo sólido urbano, R (planta de

Valdemingómez) que se distribuyeron al azar en cada bloque, dejando una subparcela sin enmendar, como testigo, C.

El muestreo de la vegetación espontánea se realizó en marzo, mayo y septiembre de 1998, 1999 y 2000, mediante un modelo parcialmente al azar (MONTES & RAMIREZ-DÍAZ, 1978). Se estudiaron 16 unidades de muestreo de 22x22 cm por subparcela, registrándose presencia-ausencia y porcentaje de cobertura de unas 40 especies vegetales previamente identificadas para cada fecha de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Principales especies identificadas durante los tres años de estudio

Especie	Grupo	Especie	Grupo
<i>Plantago albicans</i> L.		<i>Eruca vesicaria</i> L. Cav.*	
<i>Leontodon hispidus</i> L.*		<i>Biscutella auriculata</i> L.	Crucíferas
<i>Helianthemum asperum</i> Lag.Dunal		<i>Sinapis alba</i> L.*	Crucíferas
<i>Thymus zygis</i> L *		<i>Sinapis arvensis</i> L.*	Crucíferas
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i> L		<i>Papaver rhoeas</i> L.	
<i>Medicago minima</i> (l) Bartal		<i>Erodium malacoides</i> L. L'Her*	
<i>Lamium amplexicaule</i> L *		<i>Carthamus lanatus</i> LSp. Lanatus	Cardos 1
<i>Echium vulgare</i> L		<i>Centaurea melitensis</i> L	Cardos 1
<i>Anthemis arvensis</i> L		<i>Centaurea</i> sp.	Cardos 1
<i>Stipa lagascae</i> Roemer et Schult	Gramíneas 1	<i>Cirsium vulgare</i> Savi. Ten*	Cardos 2
<i>Stipa tenacissima</i> L*	Gramíneas 1	<i>Onopordum acanthium</i> L.*	Cardos 2
<i>Avena sterilis</i> L *	Gramíneas 2	<i>Eryngium campestre</i>	Cardos 2
<i>Bromus madritensis</i> L	Gramíneas 2	<i>Hedysarum humile</i>	Leguminosas
<i>Bromus rubens</i> L	Gramíneas 2	<i>Hippocrepis comosa</i>	Leguminosas
<i>Bromus squarrosus</i> L*	Gramíneas 2	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.*	Leguminosas
<i>Bromus tectorum</i> L	Gramíneas 2	<i>Bellardia trixago</i> L. All*	
<i>Dactylis glomerata</i> L *	Gramíneas 2	<i>Cleonia lusitanica</i> (L.) L.	
<i>Echinaria capitata</i> (l) Desf	Gramíneas 2	<i>Teucrium capitatum</i> L Arcangeli	
<i>Lophocloa cristata</i> (L) Hyl *	Gramíneas 2	<i>Phomis lyncitis</i> L.	Phomis
<i>Taeniatherum caput-medusae</i> L*	Gramíneas 2	<i>Phomis herva-venti</i> L.	Phomis
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort*	Gramíneas 2	<i>Nigella arvensis</i> L.	
<i>Vulpia unilateralis</i> L. Stace*	Gramíneas 2	<i>Reseda lutea</i> L.	
<i>Aristolochia pistolochia</i> L.		<i>Pallenis spinosa</i> (l) Cass *	

*: indica la existencia de otros nombres para la especie.

Con los datos obtenidos se realizó un estudio descriptivo, un análisis de clasificación de doble vía TWINSpan, (HILL, 1974) para todas las fechas, y para el mes de mayo de cada año (el más representativo) se realizó un análisis discriminante paso a paso y un análisis discriminante canónico. Estos análisis se llevaron a cabo con los siguientes paquetes estadísticos SAS, BMDP, TWINSpan, previo tratamiento de los datos mediante la transformación de BOX & COX (1964) para la normalización de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El TWINSpan es un programa de clasificación de doble entrada que agrupa primero las parcelas en función de la presencia y la ausencia de las especies, teniendo en cuenta el porcentaje de abundancias de las mismas y por último agrupa las especies.

Los resultados obtenidos con este análisis se encuentran en la Tabla 2. La separación por grupos que se obtiene es en función de la vegetación existente y está caracterizada por la apetencia de nitrógeno por parte de las especies. En general, en la primera división, hay una separación entre los tratamientos con biosólido, frente al resto de los tratamientos. En la segunda división se definen aun más los agrupamientos, ya que el control se separa de los residuos sólidos urbanos y los tratamientos con biosólidos se separan las dosis bajas de las dosis medias y altas. La dosis más baja de los residuos puede encontrarse en algunos casos también agrupadas con el control. Estos resultados concuerdan con los tratamientos realizados ya que la cantidad de nutrientes que aportan los residuos y especialmente el N que liberan, condiciona el crecimiento y desarrollo de ciertas especies. Dentro de los residuos, el biosólido aporta más y de forma más rápida el N que el RSU, ya que este último residuo al estar compostado contiene menor concentración de N y una materia orgánica más estabilizada, por lo cual la mineralización del N orgánico es más lenta.

Para la realización del análisis discriminante paso a paso se agruparon las parcelas según los

tratamientos a saber C; B y R, (sin diferenciar dosis). Con este tipo de análisis se consigue la combinación lineal que mejor discrimina los grupos (tratamientos). Las especies fueron las crucíferas, *Eruca*, gramíneas 2 y *papaver* en 1998. Las gramíneas 2, *Plantago*, *Anthemis*, *Erodium* y *Leontodom* en 1999 y para el año 2000 fueron *Thymus*, *Eruca*, *Cleonia*, *Bellardia* y *Helianthemun*. Con solo estas especies se consiguen una reclasificación de las parcelas al 100 % para C y R en los años 1998 y 1999 y de 81,3 % y 93,8 % para la parcelas con tratamiento B en 1998 y 1999 respectivamente. Para el año 2000 la reclasificación de las observaciones es 100 % correcta dentro de los grupos C y B, mientras que para el grupo R es de un 83,3 %.

Estos resultados nos confirman, nuevamente, que los tratamientos con residuos presentan diferencias respecto al tipo de vegetación desarrollada frente al testigo. Así mismo según el tipo de residuo aplicado (B ó R) se observan diferencias en el número y cobertura de las especies.

Para obtener una información más completa se realizó un análisis discriminante canónico que tiene en cuenta todas las especies seleccionadas. En 1998 la correlación al cuadrado conseguida para el primer eje es de 0,86 y para el segundo eje 0,63. En el año 1999 la correlación al cuadrado es 0,87 y 0,71 para el eje canónico 1 y 2 respectivamente y para el último año estas son 0,94 para el eje 1 y 0,82 para el eje 2. Obtenidas estas correlaciones al cuadrado tan significativas, se representó gráficamente los ejes canónicos para los tres años (Figura 1). En ella observamos que en 1998 las parcelas con tratamiento B se separan de las parcelas R y C por el eje 1, esto es debido principalmente a la presencia de gramíneas 2, crucíferas, gramíneas 1 y *Erodium*. El eje 2 separa las parcelas C de las parcelas con tratamiento R. Esta separación se debe a la presencia de gran cantidad de *Eruca* en las parcelas con R, mientras que el control se caracteriza principalmente por encontrarse *Plantago* y *Thymus*. Para el año 1999, el primer eje separa las parcelas C (*Thymus*, *Plantago* y leguminosas) de las parcelas con residuos (R y B), El segundo eje separa las parcelas con B (principalmente gramíneas 2) de las R (*Plantago*, *Erodium*, gramíneas 1). Para el año 2000 el primer eje separa al grupo C (*Thymus*, *Teucrium capitatum*) de los grupos B y R (*Eruca*, *Echium vulgare*). El segundo eje separa las parcelas con tratamiento B (gramíneas 2, *Erodium malacoides*, *Echium vulgare* y cardos 2) y las parcelas con tratamiento R

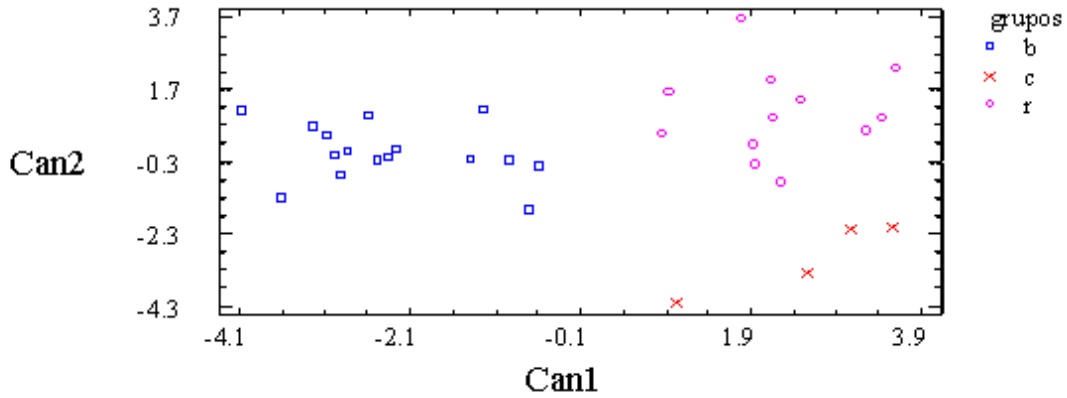
TABLA 2: Agrupación de las parcelas en función de la vegetación (TWINSPAN) en los tres años de estudio

AÑO	MES	1ª DIVISIÓN	2ª DIVISIÓN
1998	MARZO	C-R	C-R40
			R120-R 80
		B-R120*	B
	MAYO	C-R-B20	R120*
			B20-R120
		B20*-B40-B80-B120	C-R40-R80
			B80-B120
	SEPTIEMBRE	C-B20-R	B20*-B40
			C-R40
B20*-B40-B80-B120-R120*		B20-R80-R120	
		B40-B80-B120	
1999	MARZO	C-R40	B20*-R120*
			C
		B-R80-R120	R40
	MAYO	C-B20-R	B40-B80-B120
			B20-R80-R120
		B20*-B40-B80-B120-R80*-R120*	B40-B80-B120
			B20*-R80*-R120*
	SEPTIEMBRE	C-B20-R40-R80	C-R40
			R80-B20
		B40-B80-B120	

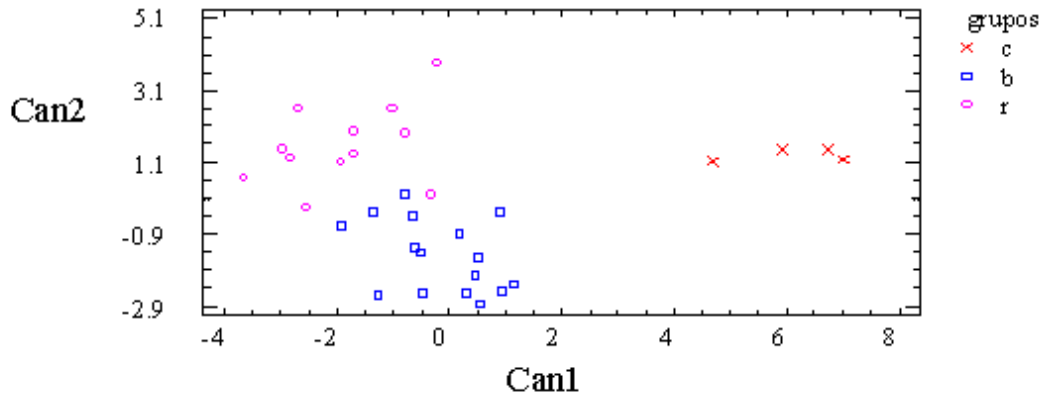
		B40-B80-B120-R80*-R120	R80*-R120
2000	MARZO	C-B20-R40	C
			B20-R40
		B40-B80-B120-R80-R120	B80-B120
	MAYO		B40-R80-R120
		C-B20-R	C
			B20-R
		B40-B80-B120-R120*	B80-B120
	SEPTIEMBRE		B40-R80*-R120*
		C-B20-R40	C
		B20-R40	
B20*-B40-B80-B120-R80-R120		B40-B80-B120-R120*	
		B20*-R80-R120	

*: Representa una sola parcela

AÑO 98



AÑO 99



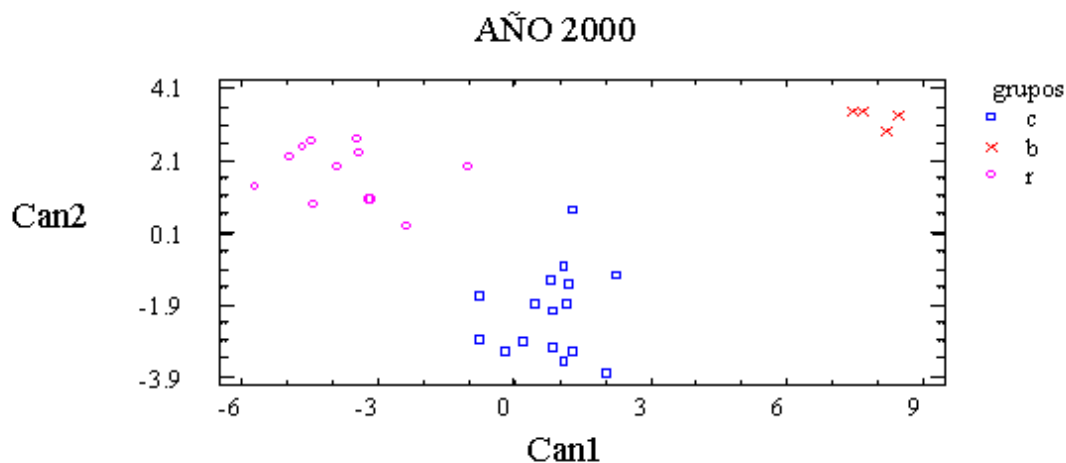


Figura 1. Representación gráfica de los dos ejes canónicos para los tres años de estudio. c:control, b:parcelas con biosólido y r: parcelas con residuo sólido urbano. (*Plantago*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Helianthemum asperum*, *Cleonia* y *Bellardia*).

El tratamiento aplicado define claramente la vegetación que se desarrollará, así nos encontramos con un rápido incremento de determinadas especies herbáceas anuales en los tratamientos con B, principalmente gramíneas 2 y una disminución notable de las perennes, resultados similares fueron registrados por LOFTIN & AGUILAR, 1994. En los tratamientos con R sí bien hay un aumento de las herbáceas, éste no es tan acusado como en los tratamientos con biosólidos. El control mantiene su vegetación prácticamente constante en los tres años del estudio y se encuentra caracterizada principalmente por *Thymus* y *Teucrium capitatum*. Es notorio como los tratamientos se van distanciando cada vez mas entre ellos a medida que transcurren los años (Figura 1).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a lo largo de tres años nos indican que, en nuestras condiciones experimentales, la aplicación de los residuos orgánicos urbanos incrementa el número y la producción de las especies herbáceas, con lo que se consigue una mayor cobertura vegetal. Estos incrementos son especialmente debidas a las mejoras químicas del suelo, debido a la aplicación de los residuos, sin olvidar las mejoras físicas y biológicas del mismo, que también contribuyen al desarrollo de las plantas. Las especies mas oportunistas desplazan a las perennes (*Thymus*, *Teucrium capitatum* y *Plantago*) en los tratamientos con ambos residuos. También existe una separación entre ambos residuos que esta caracterizada por comunidades de vegetaciones diferentes. Esto se deben principalmente a la menor cantidad de N y a una liberación más lenta de este por parte del residuo sólido urbano.

Por consiguiente, si el objetivo es aumentar la cobertura vegetal de zonas degradadas con el fin de disminuir la erosión, la aplicación de residuos a dosis altas es lo adecuado, mientras que si el objetivo es incrementar el número de especies en zonas degradadas es necesario reducir los factores de estimulo (N, humedad, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

- ALLUE, J.L. (1990). Atlas fitoclimático de España. INIA. MAPA.
- BIONDINI, M. & REDENTE, E. (1986) Interactive effect of stimulus and stress on plant community in reclaimed lands. *Reclamation and Revegetation Research* 4. 211-222
- BOX, G.E.P. & COX, D.R. (1966) An analysys of transformations. *J. Roy Statist Soc*, 2. 211-254.
- HILL, M.O. (1979) TWINSPLAN a fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and systematics*. Cornell University, Ithaca. New York.
- LOFTIN, S.R. & AGUILAR, R. (1994). Semiarid rangeland response to municipal sewage sludge: plant growth and litter decomposition sewage sludge. *Land Utilitation and Environment*. ASA-CSSA-SSSA Editions Madison USA. Chaper 30.

- MONTES, C.& RAMIREZ DÍAZ, I, (1978). Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades vegetales y animales. Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Anales de la Universidad Hispalense. 5-82.
- WHITE, C.S.; LOFTIN, S.R.; AGUILAR, R. (1997). Application of biosolids to degraded semiarid rangeland: nine-year responses. *J. Environ. Qual.* 26. 1663-1671.