

CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO POR EFECTO DEL TAPADO DE PILETONES CON RESIDUOS DE PETRÓLEO

Est. CONICET

LOCACION TUPUQUAHUA.....

Rodolfo Mendoza¹, Eduardo Pagani¹, Marta Collantes¹ y René Portal²

1. Centro de Ecofisiología Vegetal. CEVEG (CONICET). Serrano 669. 1414 Buenos Aires. Argentina. T.E.: 54 1 856 7110. Fax: 54 1 856 7110.

E-mail: emendoza@mail.retina.ar

2. Total Austral S.A. Moreno 877. 1091. T.E.: 346-6400. Buenos Aires. Argentina.

Abstract

Se estudiaron los cambios en la cobertura vegetal y en las características químicas del suelo en locaciones que contenían piletones con residuos de petróleo y que fueron tapados durante los últimos cuatro años. También se estudió, el efecto del surcado del terreno dentro de la locación, la siembra de una gramínea y la fertilización sobre la cobertura vegetal. Se seleccionaron seis locaciones ubicadas en distintas zonas del yacimiento El Huemul-Koluel Kaike de la Total Austral S.A. Se midieron las características químicas del suelo dentro y fuera de la locación y la dinámica de la vegetación a través del tiempo. En una locación, se realizaron surcos en el terreno, se sembró cebadilla criolla y se fertilizó con N y P; luego se midió la cobertura de la vegetación.

La revegetación natural dentro de las locaciones aumenta con el tiempo. El contenido de hidrocarburos en el suelo de superficie de cada locación también disminuye con el tiempo transcurrido. La fertilización aumenta la cobertura total de la vegetación. Las gramíneas más importantes en la revegetación son: *Hordeum pubiflorum*, *Bromus unioloides* y *Stipa humilis*. Las dicotiledóneas más importantes son: *Erodium cicutarium*, *Lepidium perfoliatum* y *Brassica campestris*. El surcado y la siembra aumentan la cobertura tanto de gramíneas como de dicotiledóneas.

Introducción

La Patagonia es una de las áreas del país más productivas tanto para la producción de lana como para la producción petrolera. La presencia de "piletones, piletas o bateas" contiguas al pozo en explotación que contenían cantidades variables de residuos orgánicos de petróleo, constituían un verdadero riesgo sobre la preservación del medio ambiente (Mendoza et al., 1995). Debido a que la actividad petrolera y la producción ovina se encuentran superpuestas, las mismas deben compatibilizarse de la manera más racional posible y avanzar con hechos concretos que resulten ecológica y económicamente viables con un enfoque directo hacia la preservación del ecosistema y del medio ambiente.

El tapado de los piletones con residuos de la explotación petrolera ha ocupado una gran importancia en los últimos años. En este sentido, todos los piletones de Patagonia correspondientes a los yacimientos de la Total Austral S.A., han sido

tapados. Sin embargo, no existe información debidamente documentada en donde se haya estudiado el efecto de las labores de tapado de los piletones sobre los cambios producidos en las características del suelo de superficie y su relación con la dinámica de la flora de colonización en la locación tratada. Este trabajo tiene dos objetivos:

1. Estudiar los efectos producidos por el tapado de los piletones sobre la colonización de las especies vegetales y los cambios en las características químicas del suelo en locaciones del yacimiento Koluel Kaike en el norte de la Provincia de Santa Cruz.
2. Estudiar el efecto de los cambios en la cobertura vegetal dentro de la locación, promovidos por el surcado del terreno, la siembra de gramíneas y la fertilización.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos trabajos: el relevamiento de locaciones correspondientes a piletones tapados y un estudio sobre el efecto del surcado, la siembra y la fertilización sobre la cobertura vegetal dentro de una locación.

1) Relevamiento de locaciones

Se relevaron tres zonas del yacimiento distantes unas de otras a los efectos de abarcar un mayor espectro en las características de los suelos. Las locaciones correspondieron a piletones que habían sido tapados en distinta época, algunos recientemente y otros con más de tres años de tratados.

Finalizado el reconocimiento, el muestreo de suelo y el de vegetación en las distintas zonas del yacimiento, se seleccionaron seis locaciones que fueron tratadas en distinta época y que correspondieron a seis pozos identificados como: EH 812 y EH 262 de la zona norte del yacimiento, HT 15-1 y HT 5-1 de la zona oeste, KK 268 de la zona sur y EH 1157 de la zona central.

De cada lugar seleccionado, se tomaron muestras de suelo a tres profundidades (0-5, 5-10 y 10-15 cm), dentro de la locación y fuera de la misma sobre el terreno natural. Los muestreos se realizaron dos veces al año, en Noviembre y Mayo, y se midió: pH (Peech, 1965); hidrocarburos totales (HCT) por espectrometría infrarroja (EPA No. 418.1; Kopp y Mc Kee, 1983); conductividad eléctrica (CE), (Bower y Wilcox, 1965); fósforo disponible (P), (Olsen et al., 1954); nitrógeno destilable (Ndd), (Bremmer y Mulvaney, 1982); carbono total (C), (Richter y von Wistinghausen, 1981); capacidad de intercambio catiónico (CIC), (Chapman, 1965a); y cationes de intercambio (Ca, Mg, Na y K), (Chapman, 1965b).

Los muestreos de vegetación también se realizaron dentro de la locación a través del tiempo y fuera de la misma durante el muestreo inicial. Se utilizó el método de Braun-Blanquet modificado por Westhoff y Van der Maarel (1978), que estima el grado de cobertura vegetal.

2) Surcado, siembra y fertilización

Para este trabajo se seleccionó la locación correspondiente al pozo EH 1157 donde el piletón existente fuera tapado en enero de 1996. Una superficie apropiada dentro de la locación fue cercada y dentro de ella se realizaron dos ensayos con el

mismo diseño experimental de tres bloques con tres repeticiones distribuidos al azar. En un ensayo el terreno fue surcado con una rastra diseñada para tal fin que realizaba surcos separados a 10 cm y de 5 cm de profundidad y en el otro ensayo el terreno fue dejado tal como estaba luego del tapado del piletón. En cada ensayo se realizó: la siembra de cebadilla (*Bromus unioloides*) en dos tratamientos (sembrado y sin sembrar) y la fertilización con nitrógeno y fósforo (100 kg/ha de cada elemento) también en dos tratamientos (fertilizado y sin fertilizar). El trabajo se realizó en parcelas de 2 x 2 metros de manera factorial entre los tratamientos. Se utilizó el método de Braun-Blanquet modificado por Westhoff y Van der Maarel (1978), para estimar el grado de cobertura vegetal del terreno.

Resultados y Discusión

Debido a la similitud existente entre las características de las locaciones correspondientes a la misma zona, se presentan los resultados correspondientes a cuatro de las seis locaciones estudiadas.

1) Relevamiento de Locaciones

Tanto las características químicas del suelo como la composición florística de la vegetación, cambiaron como consecuencia de la remoción del horizonte superficial y de las características del suelo utilizado para el tapado de los piletones.

Las piletas han sido tapadas en todas las zonas visitadas con una metodología similar, y que ha llevado a la situación a un estado sustancialmente mejor que al existente antes de ser tapada. El material de suelo empleado para el tapado tiene generalmente un mayor valor de pH, y conductividad eléctrica que refleja un mayor contenido de sales, especialmente de Ca y de Na (Tablas 1, 2, 3 y 4). Los resultados sugieren que se trata en todos los casos de material provenientes de horizontes subsuperficial en alta proporción y en menor medida de suelo de superficie. Estas condiciones mostradas claramente por los análisis de suelos, dificultan posteriormente el establecimiento e implantación de especies vegetales.

Las especies que están colonizando son principalmente en forma de "pastos cortos" como *Hordeum pubiflorum* (nativa) y *Bromus unioloides* (nativa), (Tabla 1, 2, 3 y 4). La cobertura total de la vegetación no debe ser necesariamente igual a la sumatoria de las especies componentes de la comunidad, en razón que la cobertura total puede incluir la cobertura de una o mas especies que crecen de manera superpuestas (Tablas 1, 2, 3 y 4). Las especies de mayor porte tienen serias dificultades de implantación con excepción de aquellos manchones en donde el suelo es mas suelto en superficie. En esos manchones se han encontrado principalmente plantas dicotiledóneas anuales tales como: *Lepidium perfoliatum*, *Erodium cicutarium* y *Brassica campestris* (Tablas 1, 2, 3 y 4), todas estas son plantas introducidas y características de lugares disturbados y de baja compactación. Pese a que estas plantas son de bajo valor forrajero, contribuyen a la mejora de la condición física, química y microbiológica del suelo.

Los relevamientos de vegetación dentro de la locación, donde se encontraba la pileta, muestran que inicialmente existe una colonización de especies de pastos

cortos, que poseen un valor forrajero sustancialmente mejor al encontrado fuera de la locación en el terreno natural sin perturbar. Estas especies son propias de suelos con pH alcalino y donde existe una compactación que permite su establecimiento favorecido por la escasa competencia de otras especies de mayor porte.

Los contenidos de hidrocarburos (HCT) dentro de la locación son mayores a los valores encontrados afuera de ella. Sin embargo en ningún caso fueron tal altos como para considerar como inapropiado el material de tapado en cuanto a la concentración de HCT empleada como dilución (Tablas 1, 2, 3 y 4). Sin embargo, esto no significa que el contenido de HCT sea homogéneo en profundidad hasta llegar al fondo de la pileta, puesto que se ha encontrado material de tapado con mucha variabilidad en el contenido de HCT (hasta el 10 %) y podría suceder que exista una mayor concentración de HCT a una profundidad superior a los 15 cm muestreados.

En líneas generales y luego de dos años, se ha observado un aumento en la cobertura vegetal de los suelos dentro de las locaciones y un comienzo en la colonización de *Stipa humilis* (nativa) y *Senecio filaginoides* (nativa), especies de una importante masa radical (Tabla 1).

Una vez terminada la labor dentro de la locación sería conveniente pasar una rastra de manera de realizar en el terreno surcos poco profundos de 4-7 cm en sentido transversal a los vientos predominantes para favorecer la conservación de la humedad, prevenir la erosión y promover el desarrollo de especies nativas de pastos cortos que aumentan el valor forrajero del lugar. Además, la descompactación podría permitir el establecimiento de otras especies vegetales de mayor porte, siempre y cuando sean ellas tolerantes a la salinidad y alcalinidad.

También resulta conveniente realizar el tapado superficial de la locación con suelo de los horizontes superficiales que posee mejores condiciones nutricionales que los subsuperficiales. De esta manera se promovería aún más la colonización vegetal de la locación ya tratada.

Para disminuir los tiempos de revegetación podrían realizarse algunas tareas culturales específicas que favorezcan el establecimiento de especies vegetales (fertilización, descompactación, siembra de especies tolerantes, promoción de crecimiento de especies nativas, etc.).

Tabla 1. Características del suelo y de la vegetación de la locación EH 812 correspondiente a la zona norte del yacimiento. Este pozo corresponde a la Batería 169 y el piletón fue tapado en agosto de 1994.

a) Determinación de hidrocarburos y características químicas del suelo.

Dentro de la locación

Fecha	6/11/95	18/4/96	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
pH	8.82	8.85	8.9	8.85	8.84	8.80
HCT (%)	0.33	0.25	0.13	0.16	0.08	0.07

Características químicas del suelo

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación		Fuera de Locación	
		18/4/96		18/4/96	
0 - 5	pH	8.82	—	8.64	—
"	HCT (%)	0.330	—	0.043	—
"	CE (ds/m)	3.79	—	0.97	—
"	C total (%)	0.77	—	0.51	—
"	P (ppm)	6.5	—	8.9	—
"	Ndd (ppm)	56.3	—	63.0	—
"	CIC (cmol/kg)	18.86	—	7.56	—
"	Ca (cmol/kg)	28.6	—	5.8	—
"	Mg (cmol/kg)	4.2	—	1.2	—
"	Na (cmol/kg)	5.6	—	0.7	—
"	K (cmol/kg)	0.5	—	0.4	—
5 - 10	pH	8.85	—	---	---
"	HCT (%)	0.06	—	---	---
10 - 15	pH	8.72	—	---	---
"	HCT (%)	0.10	—	---	---

Tabla 1 (continuación).

b) Determinación de la vegetación.

Dentro de la locación

Especies	Cobertura de Plantas (%)				
	6/11/95	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
Gramíneas					
<i>Bromus unioloides</i>	0.5	0.5	1.0	2.0	2.0
<i>Aira praecox</i>	0.5	---	---	---	---
<i>Stipa humilis</i>	0.0	1.0	1.0	3.0	2.0
<i>Hordeum pubiflorum</i>	0.0	1.0	1.5	10.0	12.0
Cobertura Total de Gramíneas	1.0	2.0	3.0	13.0	15.0
Dicotiledóneas					
<i>Lepidium perfoliatum</i>	5.0	10.0	1.0	35.0	70.0
<i>Erodium cicutarium</i>	2.5	1.0	1.0	1.5	---
<i>Brassica campestris</i>	---	---	---	1.5	2.0
<i>Senecio filaginoides</i>	---	---	---	---	1.0
Cobertura Total de Dicotiledóneas	7.0	9.0	2.0	36.0	70.0
Cobertura Total de la vegetación	7.0	10.0	5.0	45.0	80.0
Suelo desnudo	93.0	90.0	95.0	55.0	20.0

Fuera de la locación

Matorral con un estrato superior con 40 % de cobertura dominado por *Junellia tridens* y *Senecio filaginoides*. Un estrato inferior con 30 % de cobertura integrado por *Stipa humilis* y *Festuca* entre las Gramíneas y también *Azorella monantha*. La comunidad presenta entre un 40 y 50 % de suelo desnudo.

Tabla 2. Características del suelo y de la vegetación en la locación HT 15-1 ubicado en la zona oeste del yacimientos y correspondiente a la Batería 130. El pileton fue tapado en octubre de 1993.

a) Determinación de hidrocarburos y características químicas del suelo

Dentro de la locación

Fecha	6/11/95	18/4/96	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
pH	8.53	8.00	8.78	8.38	8.93	8.65
HCT (%)	0.31	0.20	0.33	0.07	0.08	0.08

Características químicas del suelo

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación 18/4/96	Fuera de Locación 18/4/96
0 - 5	pH	8.00	8.18
"	HCT (%)	0.20	0.02
"	CE (ds/m)	4.52	0.78
"	C total (%)	0.48	1.23
"	P (ppm)	12.46	28.30
"	Ndd (ppm)	45.5	122.5
"	CIC (cmol/kg)	20.21	11.76
"	Ca (cmol/kg)	26.7	16.0
"	Mg (cmol/kg)	3.6	1.8
"	Na (cmol/kg)	4.0	0.2
"	K (cmol/kg)	0.4	0.6
5 - 10	pH	8.11	---
"	HCT (%)	0.10	---
"	CE (ds/m)	5.3	---
"	C total (%)	0.37	---
"	P (ppm)	14.2	---
"	Ndd (ppm)	41.7	---
"	CIC (cmol/kg)	8.49	---
"	Ca (cmol/kg)	26.4	---
"	Mg (cmol/kg)	1.1	---
"	Na (cmol/kg)	1.1	---
"	K (cmol/kg)	0.2	---

Tabla 2 (continuación).

b) Determinación de la vegetación.

Dentro de la locación

Especies	Cobertura de Plantas (%)				
	6/11/95	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
Gramíneas					
<i>Hordeum pubiflorum</i>	1.0	1.0	3.0	7.0	15.0
<i>Aira praecox</i>	1.0	---	---	---	---
<i>Bromus unioloides</i>	---	---	---	3.0	2.0
<i>Stipa humilis</i>	---	---	1.0	5.0	5.0
Cobertura Total de Gramíneas	2.0	1.0	4.0	13.0	18.0
Dicotiledóneas					
<i>Erodium cicutarium</i>	1.0	---	---	3.0	---
<i>Lepidium perfoliatum</i>	0.5	---	---	1.0	1.0
<i>Brassica campestris</i>	---	---	---	2.0	1.0
Cobertura total de Dicotiledóneas	1.5	---	---	6.0	2.0
Cobertura total de la vegetación	3.5	1.0	4.0	17.0	20.0
Suelo desnudo	96.5	99.0	96.0	83.0	80.0

Fuera de la locación

Matorral de 60 cm de altura y 25 % de cobertura integrado por: *Berberis* sp, *Junellia tridens* y *Trevoa patagonica*. Un estrato inferior con un 30 % de cobertura está dominado por *Nassauvia ulicina*, Coirones (*Festuca* y *Stipa*), *Erodium cicutarium* y *Hordeum* sp. La comunidad presenta un 45 % de suelo desnudo con pedregosidad en superficie del 20 %.

Tabla 3. Características del suelo y de la vegetación en la locación KK 268. Este pozo esta ubicado en la zona sur del yacimiento, corresponde a la Batería 154 y el piletón fue tapado en febrero de 1993.

a) Determinación de hidrocarburos y características químicas del suelo

Dentro de la locación

Fecha	6/11/95	6/11/97
pH	9.08	8.55
HCT (%)	0.06	0.02

Características químicas del suelo

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación 18/4/96	Fuera de Locación 18/4/96
0 - 5	pH	9.08	8.27
"	HCT (%)	0.06	0.04
"	CE (ds/m)	4.46	0.61
"	C total (%)	0.28	0.44
"	P (ppm)	10.7	12.2
"	Ndd (ppm)	45.0	56.0
"	CIC (cmol/kg)	9.76	6.7
"	Ca (cmol/kg)	21.8	5.4
"	Mg (cmol/kg)	1.4	0.5
"	Na (cmol/kg)	0.8	0.1
"	K (cmol/kg)	0.2	0.4
5 - 10	pH	9.30	8.38
"	HCT (%)	0.02	0.01
"	CE (ds/m)	0.53	0.36
"	C total (%)	0.37	0.40
"	P (ppm)	14.2	6.3
"	Ndd (ppm)	41.7	64.1
"	CIC (cmol/kg)	8.49	6.17
"	Ca (cmol/kg)	26.4	4.0
"	Mg (cmol/kg)	1.1	1.3
"	Na (cmol/kg)	1.3	0.5
"	K (cmol/kg)	0.2	0.3

Tabla 3 (continuación).

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación 18/4/96	Fuera de Locación 18/4/96
10 - 15	pH	9.4	8.98
"	HCT (%)	0.11	0.03
"	CE (ds/m)	0.54	0.61
"	C total (%)	0.44	0.28
"	P (ppm)	11.6	2.6
"	Ndd (ppm)	51.7	54.4
"	CIC (cmol/kg)	12.53	6.43
"	Ca (cmol/kg)	28.6	3.7
"	Mg (cmol/kg)	1.7	1.4
"	Na (cmol/kg)	1.9	1.5
"	K (cmol/kg)	0.3	0.1

b) Determinación de la vegetación

<u>Especies</u>	<u>Cobertura de Plantas (%)</u>	
	6/11/95	6/11/97
Gramíneas		
<i>Hordeum pubiflorum</i>	50.0	60.0
<i>Bromus unioloides</i>	18.0	20.0
<i>Stipa humilis</i>	5.5	3.0
Cobertura Total de Gramíneas	70.0	80.0
Dicotiledóneas		
<i>Erodium cicutarium</i>	5.0	5.0
<i>Acaena platiacantha</i>	2.5	2.5
<i>Lepidium perfoliatum</i>	---	1.0
<i>Brassica campestris</i>	---	1.0
Cobertura total Dicotiledóneas	7.0	10.0
Cobertura total de la Vegetación	70.0	85.0
Suelo desnudo	30.0	25.0

Fuera de la Locación

Matorral abierto con un 15 % de cobertura integrado por: *Berberis* sp y *Junellia tridens*. Un estrato intermedio, con un 35 % de cobertura está dominado por *Stipa* sp. Un estrato inferior presenta *Junellia* sp, *Erodium cicutarium*, *Nassauvia ulicina* y *Poa rigidifolia*. El suelo desnudo esta en el 63 %.

Tabla 4. Características del suelo y la vegetación en la locación EH 1157 de la zona centro del yacimiento. Este pozo corresponde a la Batería 3-1 y el piletón fue tapado en enero de 1996.

a) Determinación de Hidrocarburos y características químicas del suelo

Dentro de la locación

Fecha	18/4/96	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
pH	8.23	8.07	8.24	8.72	8.18
HCT (%)	4.3	3.91	1.3	0.65	0.52

Características químicas del suelo

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación 18/4/96	Fuera de Locación 18/4/96
0 - 5	pH	8.23	8.10
"	HCT (%)	4.30	0.04
"	CE (ds/m)	7.04	0.41
"	C total (%)	2.38	0.98
"	P (ppm)	6.1	20.8
"	Ndd (ppm)	50.10	101.30
"	CIC (cmol/kg)	18.38	10.14
"	Ca (cmol/kg)	25.2	11.7
"	Mg (cmol/kg)	2.9	1.0
"	Na (cmol/kg)	6.00	0.06
"	K (cmol/kg)	1.20	0.08
5 - 10	pH	8.17	8.07
"	HCT (%)	1.20	0.03
"	CE (ds/m)	1.24	0.35
"	C total (%)	1.00	0.96
"	P (ppm)	5.24	7.8
"	Ndd (ppm)	45.20	154.2
"	CIC (cmol/kg)	10.09	22.34
"	Ca (cmol/kg)	25.4	23.4
"	Mg (cmol/kg)	2.3	3.5
"	Na (cmol/kg)	4.1	0.2
"	K (cmol/kg)	0.5	0.5

Tabla 4 (continuación)

Profundidad (cm)	Medida	Dentro de Locación 18/4/96	Fuera de Locación 18/4/96
10 – 15	pH	8.11	8.02
“	HCT (%)	0.90	0.02
“	CE (ds/m)	0.7	0.4
“	C total (%)	0.90	0.72
“	P (ppm)	4.2	3.1
“	Ndd (ppm)	55.4	104.2
“	CIC (cmol/kg)	8.24	27.20
“	Ca (cmol/kg)	27.3	23.7
“	Mg (cmol/kg)	5.1	4.1
“	Na (cmol/kg)	1.8	0.3
“	K (cmol/kg)	0.7	0.4

b) Determinación de la vegetación.

Dentro de la locación

Especies	Cobertura de Plantas (%)				
	6/11/95	6/11/96	15/5/97	6/11/97	6/5/98
Gramíneas					
<i>Bromus unioloides</i>	0.5	0.5	0.5	4.0	4.0
<i>Stipa humilis</i>	---	---	0.5	1.0	1.0
<i>Hordeum pubiflorum</i>	---	---	---	2.0	4.0
Cobertura Total de Gramíneas	0.5	0.5	1.0	6.0	8.0
Dicotiledóneas					
<i>Lepidium perfoliatum</i>	---	---	---	2.0	2.0
<i>Erodium cicutarium</i>	---	---	---	0.5	---
<i>Brassica campestris</i>	---	---	---	10.0	20.0
Cobertura Total de Dicotiledóneas	---	---	---	11.0	20.0
Cobertura Total de la vegetación	0.5	0.5	1.0	15.0	25.0
Suelo desnudo	99.5	99.5	99.0	85.0	75.0

Fuera de la Locación

Matorral abierto con un 20 % de cobertura integrado por: *Berberis* sp y *Junellia tridens*. Un estrato intermedio, con un 30 % de cobertura está dominado por *Stipa* spp. Un estrato inferior presenta *Junellia* sp, *Erodium cicutarium*, *Nassauvia ulicina* y *Poa rigidifolia*. El suelo desnudo esta en el 60 %.

Surcado, siembra y fertilización

Tanto la siembra como la fertilización aumentaron la cobertura del terreno en ambos ensayos, surcado y no surcado. Sin embargo, la cobertura vegetal en el terreno surcado fue sustancialmente mayor respecto del no surcado (Figura 1). La fertilización tuvo un mayor efecto que la siembra sobre el aumento de la cobertura vegetal, mientras que la combinación de la siembra con la fertilización tuvo interacción positiva solamente en el terreno sin surcar (Figura 1). Es posible que el efecto del surcado sobre el aumento de la cobertura vegetal se encuentre relacionado con una mayor conservación de la humedad dentro del surco y un menor efecto del viento durante la implantación de las especies vegetales.

Conclusiones

- 1.- La revegetación natural dentro de las locaciones aumenta con el tiempo. La cobertura vegetal del terreno dentro de cada locación en particular, depende de las características del suelo utilizado en el tapado del piletón.
- 2.- El contenido de hidrocarburos en el suelo de superficie de cada locación también disminuye con el tiempo transcurrido y en algunos casos a valores similares a los encontrados en el suelo natural sin disturbar contiguo a la locación.
- 3.- La fertilización aumenta la revegetación medida a través de la cobertura total de plantas. La fertilización promueve en mayor medida el aumento de la cobertura de gramíneas que de dicotiledóneas.
- 4.- Las gramíneas nativas más importantes en la revegetación y ordenadas de acuerdo con la mayor cobertura observada son: *Hordeum pubiflorum*, *Bromus unioides* y *Stipa humilis*.
- 5.- Las dicotiledóneas introducidas más importantes son: *Erodium cicutarium*, *Lepidium perfoliatum* y *Brassica campestris*; que varían la cobertura de acuerdo a la locación.
- 6.- El surcado y la siembra aumentan la cobertura total del terreno tanto de gramíneas como de dicotiledóneas.

Bibliografía

- Bower C. A. y W. Wilcox. 1965. Soluble Salts. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 933-940 (Black C. A., et al. Eds.). American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.
- Bremner J. M y C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 610-616. (Page A. L., et al. Eds.). American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.

- Chapman H. D. 1965a. Cation-exchange Capacity. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 894-899. (Black C. A., et al. Ed.). American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.
- Chapman H. D. 1965b. Total Exchangeable Bases. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 902-904. (Black C. A., et al. Ed.). American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.
- Kopp J., y G. Mc Kee. 1983. Method for Chemical Analysis of Water and Wastes. *Technical Report* EPA 600/4-79-020.
- Mendoza R., M. Taboada, D. Rodriguez, O. Caso, y R. Portal. 1995a. Use of Oily Waste Organics as Amendment of Soils. In: *Applied Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons*. pp. 319-328. (Hinchee E., Kittel J. and H. Reisinger. Eds). Battelle Press. Columbus. USA.
- Olsen S. R., C. Cole, F. S. Watanabe y L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ.* 939.
- Peech M. 1965. Hydrogen-ion activity. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 914-926. (Black C. A., et al. Eds.). American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.
- Richter M. y E. von Wistinghausen. 1981. Unterscheidbarkeit von Humusfraktionen in Boden bei Unterschiedlicher Bewirtschaftung. *Z Pflanzenernaehr Bodenk* 144: 395-406.
- Westhoff V., y Van der Maare. 1978. The Barun-Blanquet Approach. In: *Classification of Plant Communities*, pp 287-399. (R. H. Whittaker. De). Junk, The Hague Switzerland.
- Bower C. A. y W. Wilcox 1965. Soluble Salts. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 933-940 (Black C. A., et al. Eds.). American Society of Agronomy Madison Wisconsin USA.
- Brimmer J. M. y G. S. Manly. 1983. Nitrogen-total. In: *Methods of Soil Analysis, Agronomy N° 9*. Part 2, pp 610-616 (Page A. L., et al. Eds.). American Society of Agronomy Madison Wisconsin USA.

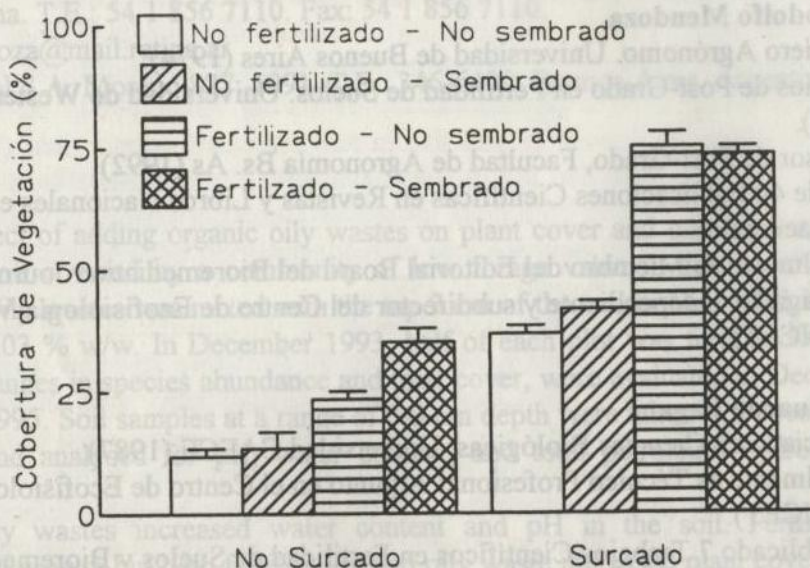


Figura 1. Efecto del surcado del terreno, la siembra de *Bromus unioloides* y la fertilización sobre la cobertura vegetal del terreno en la locación EH 1157 de la zona centro del yacimiento. Este pozo corresponde a la Batería 3-1 y el piletón fue tapado en enero de 1996.

CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO POR EFECTO DEL TAPADO DE PILETONES CON RESIDUOS DE PETRÓLEO

Rodolfo Mendoza, Eduardo Pagani, Marta Collantes y René Portal

Curriculum Vitae Resumido de los Autores

1. Rodolfo Mendoza

Ingeniero Agrónomo. Universidad de Buenos Aires (1974).
Estudios de Post-Grado en Fertilidad de Suelos. Universidad de Western Australia (1985).
Profesor de Post-Grado, Facultad de Agronomía Bs. As (1992).
Más de 40 Publicaciones Científicas en Revistas y Libros Nacionales e Internacionales.
Actualmente es Miembro del Editorial Board del Bioremediation Journal, USA.
Investigador Independiente y subdirector del Centro de Ecofisiología Vegetal (CONICET).

2. Eduardo Pagani

Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad CAECE (1987).
Actualmente es Técnico Profesional Adjunto en el Centro de Ecofisiología Vegetal (CONICET).
Ha Publicado 7 Trabajos Científicos en Fertilidad de Suelos y Bioremediación de Suelos Contaminados.

3. Marta Collantes

Ingeniera Agrónoma. Universidad de Buenos Aires (1969).
Estudios de Post-Grado, Academia de Montpellier, Francia (1975).
Profesor de Ecología de Biología y Ecología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas (UBA).
Más de 40 Publicaciones Científicas en Revistas y Libros Nacionales e Internacionales.
Actualmente es Investigador Adjunto en el Centro de Ecofisiología Vegetal (CONICET).

4. René Portal

Licenciado en Química (1966) y Doctor en Química (1969), Facultad de Ciencias Exactas (UBA).
Post-Grado en Higiene y Seguridad, Facultad de Ciencias Exactas (1982).
Más de 20 Publicaciones Científicas en Revistas Nacionales e Internacionales.
Actualmente es Gerente de Higiene, Seguridad y Prevención del Medio Ambiente en TOTAL AUSTRAL S.A.