



# Recuperación de áreas afectadas por hidrocarburos. Monitoreo de intervenciones de bajo impacto

*Recovery of areas affected by hydrocarbons. Monitoring  
of low-impact interventions*

ADRIANA BEIDER<sup>1\*</sup>, GUSTAVO BUONO<sup>1</sup>, VIRGINIA MASSARA PALETTO<sup>1</sup>,  
SANTIAGO BEHR S.<sup>1</sup>, DARÍO ALMONACID<sup>2</sup>, VALERIA GAISCH<sup>2</sup> Y NÉSTOR RIVAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) EEA Chubut

<sup>2</sup> Y-TEC YPF

\*<beider.adriana@inta.gov.ar>

## RESUMEN

La actividad petrolera impacta el ambiente produciendo cambios en su estructura y función. Trabajar con técnicas de bajo impacto sobre el suelo y la vegetación permite mantener o recuperar con mayor rapidez las funciones de un ecosistema afectado. El objetivo del trabajo es presentar los resultados obtenidos en los primeros relevamientos realizados en un área afectada por un derrame de hidrocarburos en forma de spray. Se evaluaron aspectos del ecosistema que dieran evidencia de un proceso de atenuación natural del contaminante, sin intervención o con intervenciones de bajo impacto. Aspectos estructurales del ecosistema se determinaron analizando las propiedades fisicoquímicas de los suelos, el banco de semillas y los niveles de HCs presentes en suelo y vegetación, y del funcionamiento mediante estimaciones de la productividad (a través de sensores remotos). Los resultados obtenidos hasta el momento, muestran en el período evaluado, evidencias de un proceso de atenuación natural, lo que permite concluir que, en eventos con las características del descripto en el presente trabajo, esta herramienta es factible de aplicar en ambientes áridos y semiáridos, con mínimas intervenciones, o sin ellas, sobre el ecosistema.

## ABSTRACT

*Oil activity impacts the environment producing changes in its structure and function. Working with low-impact techniques on the soil and vegetation allows the functions of an affected ecosystem to be maintained or recovered more quickly. The objective of the work is to present the results obtained in the first surveys carried out in an area affected by a hydrocarbon spill in the form of a spray. Aspects of the ecosystem that gave evidence of a natural attenuation process of the pollutant were evaluated, without intervention or with low-impact interventions. Structural aspects of the ecosystem were determined by analyzing the physical-chemical properties of the soils, the seed bank and the levels of HCs present in the soil and vegetation, and of the functioning through productivity estimates*



*(through remote sensors). The results obtained so far, show in the evaluated period, evidence of a natural attenuation process, which allows to conclude that, in events with the characteristics of the one described in this work, this tool is feasible to apply in arid and semi-arid environments, with minimal or no interventions on the ecosystem.*

---

**Palabras clave:** atenuación natural, hidrocarburo, recuperación natural

---

---

**Keywords:** natural attenuation, hydrocarbon, natural recovery

---

## INTRODUCCIÓN

La actividad petrolera, al igual que otras actividades económicas, impacta el ambiente produciendo cambios en su estructura y función (Navas Romero et al, 2018). Entre los impactos que genera la actividad se encuentran los derrames de hidrocarburos (HCs), causados por incidentes ocasionados en las distintas etapas de la actividad. El volumen derramado depende del tipo de incidente y del tiempo que transcurra hasta su detección y control.

En el pasado, las intervenciones se enfocaban en la extracción de HCs derramados sin considerar el estado final del ecosistema afectado. Era frecuente la implementación de técnicas en las que se extraía el suelo contaminado, o se cubría con material procedente de otras áreas. Actualmente, se busca implementar técnicas de recuperación que produzcan bajos impactos sobre el suelo y la vegetación, a fin de mantener o recuperar rápidamente las funciones de los ecosistemas afectados.

Entre estas técnicas de bajo impacto se encuentra la “atenuación natural”, proceso mediante el cual los componentes del petróleo se degradan por la acción de factores ambientales y de microorganismos presentes en el ambiente (Corona Ramirez, 2005). La velocidad de remo-

ción de compuestos orgánicos dependerá de las condiciones ambientales que se sucedan durante el proceso (Margesin, 2000). Esta transformación natural minimiza la intervención en el ecosistema y evita el deterioro de la estructura de la vegetación y el suelo que producen otras intervenciones (Luque, 2009). El nivel de impacto inicial definirá el tipo de intervención a realizar en función del tamaño del evento y de los servicios ecosistémicos afectados.

Desde 1994, YPF SA ha trabajado junto a INTA en la recuperación de áreas afectadas por la actividad petrolera. Algunos ejemplos de acciones realizadas son la revegetación de taludes, picadas y canteras, la evaluación de pasivos ambientales y el reúso de residuos de perforación en base agua. Como resultado del trabajo conjunto se desarrollaron prácticas y procedimientos para la recuperación de áreas degradadas.

En enero de 2018, durante las tareas de terminación de un pozo de YPF SA ubicado en el Yacimiento Manantiales Behr (golfo San Jorge, Chubut), se produjo una surgencia de hidrocarburo y gas que se esparció en forma de spray y afectó la superficie de una planicie adyacente y el área situada entre dos cañadones secundarios en dirección ESTE. El incidente involucró un volumen aproximado de 25 m<sup>3</sup> de hidrocarburo y 60 m<sup>3</sup> de lodo

en base agua, utilizado para detener el descontrol del pozo, y afectó un área estimada en 89,5 ha. YPF SA realizó una zonificación del área afectada en la que determinó zonas con distintos niveles de impacto (**Figura 1**) e implementó medidas de contingencia preliminares en las zonas con muy alto y alto impacto. Algunas de estas medidas fueron la poda selectiva de la vegetación afectada, el retiro de suelo contaminado en forma manual y con maquinaria liviana y el traslado de material contaminado al repositorio para su posterior tratamiento. Finalmente, personal del INTA evaluó y monitoreó la evolución de los recursos y procesos afectados. El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados del monitoreo de la atenuación natural de los distintos sectores del área bajo estudio.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Descripción general del área

El Yacimiento Manantiales Behr (Latitud 45.67 S, Longitud 67.77 O) se ubica en el distrito del golfo San Jorge de la provincia fitogeográfica patagónica (León et al, 1998). Se caracteriza por la presencia de una estepa arbustiva alta, en las laderas y áreas colinadas de cañadones que descienden al mar, y estepas arbustivo-herbáceas en las áreas planas y pampas (León et al., 1998). El clima es templado, las temperaturas y precipitaciones medias anuales rondan los 10 °C y 240 mm respectivamente (Salazar, 1997). La presencia de fuertes y constantes vientos del oeste acentúa la evapotranspiración y aridez en el área (Beeskow, 1987). Los suelos predominantes son paleargides y haplalgides (Salazar, 1997). A lo largo del área afectada, la vegetación presenta

varias fisonomías: estepas gramíneas arbustivas, subarbustivas y matorrales abiertos. Las especies gramíneas dominantes son *Festuca argentina*, *Pappostipa speciosa*, *P. humilis* y *Poa ligularis*. *Nardophyllum bryoides*, *Colliguaya integrerrima*, *Azorella prolifera*, *Mulguraea tridens* y *Senecio filaginoides* predominan entre las arbustivas y *Azorella prolifera* y *Acaena* sp. entre las subarbustivas.

### Caracterización y monitoreo

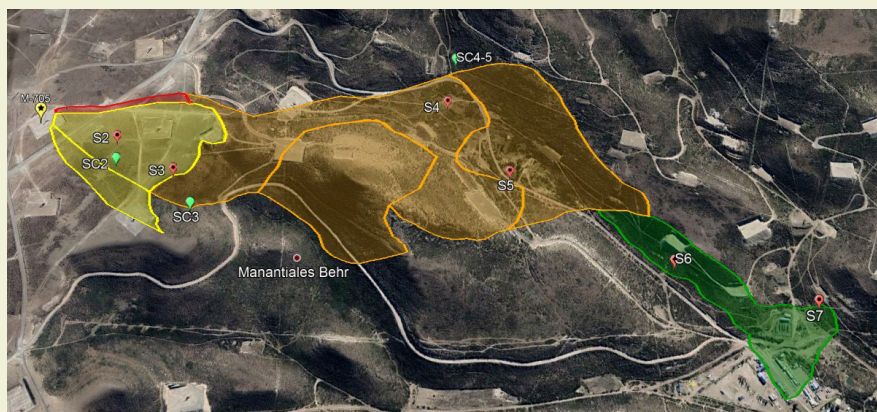
En primera instancia, el área de Medio Ambiente de YPF, realizó la zonificación de los distintos niveles de impacto de muy alto a bajo, mediante un relevamiento aéreo con una unidad no tripulada.

En el área más cercana a la fuente del incidente y clasificada como de muy alto impacto, la empresa realizó la poda total de todas las plantas, dado que se hallaban completamente cubiertas por petróleo, y la remoción de los primeros centímetros de suelo contaminados, por lo que los muestreos se realizaron en las áreas clasificadas de alto, moderado y bajo impacto y áreas sin afectar. Se ubicaron: a) 7 sitios en áreas afectadas: S2 con mínima intervención, en el cual la empresa realizó una poda selectiva de las plantas extrayendo solo las partes más afectadas y S3 a S7 sin intervención; b) 4 sitios en áreas no afectadas como sitios control (SC2, SC3, SC4-5, SC6-7). (**Figura 1**)

Los muestreos se realizaron en abril de 2018 y octubre de 2019.

### Caracterización fisicoquímica de los suelos

Se tomaron muestras compuestas del suelo superficial (0-10 cm), para la determinación de: a) Ph (1:2,5 - procedimiento



**Figura 1.** Imágenes de Google Earth con la zonificación realizada por Medio Ambiente de YPF y la ubicación de las estaciones de muestreo

*Figure 1. Google Earth images with the zonification made for the Environment Departmente of YPF, and the sample sites location*

to RILSAV INTA), b) Conductividad eléctrica (conductimetría en el extracto de la pasta de saturación de suelo), c) Sodio (determinación de sodio en extracto de suelo por fotometría de llama), d) Permeabilidad (en extracto de saturación), e) Textura.

### **Banco de semillas**

Se colectaron 3 muestras de 15 cm de diámetro y 3 cm de profundidad de suelo, para determinar el banco de semillas germinable por el método de germinación directa en invernadero, con una temperatura promedio de 12 °C y aplicación de riegos periódicos, identificando y contabilizando las plántulas emergidas semanalmente durante 90 días (Bertiller M.B. y Aloia D., 1997). Los datos fueron analizados por medio de un análisis estadístico Anova y las medias se compararon con el test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### **Concentración y composición de HCs presentes en suelo y vegetación**

En este caso, las muestras se tomaron en los sitios afectados S2, S3, S4 y S6 y como sitio control (SC6-7). Se colectaron: a) muestras compuestas de suelo superficial, en interparques de suelo desnudo, hasta la profundidad donde la capa de HCs había penetrado (0 - 0.5 cm); b) canopeo de pastos; c) canopeo de arbustos. Las muestras se conservaron refrigeradas hasta el envío al laboratorio para realizar las cuantificaciones de HCs presentes, mediante Cromatografía Gaseosa de Alta Resolución (CGAR o HRGC, por sus siglas en inglés).

### **Radiometría de campo**

Se realizaron mediciones de absorción y reflexión de radiación fotosintéticamente activa para evaluar la respuesta

espectral de la vegetación en los distintos sitios, utilizando un espectrómetro JAZ multipropósito, con un rango de longitud de onda de 330 a 1000 nm (UV-Visible-Infrarrojo), cuya resolución espectral varía entre 0.28 y 0.37 nm y una fibra óptica con amplitud de 15 grados. (Ocean Optics, 2010).

## RESULTADOS

### Propiedades físicoquímicas de los suelos

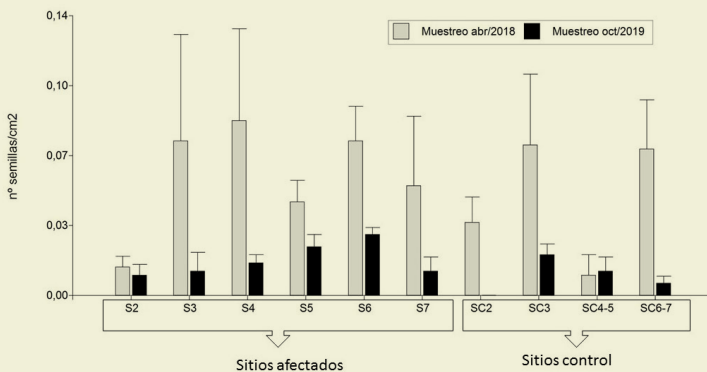
Las características físicoquímicas de los suelos, tanto en los sitios afectados como en los sitios control, fueron similares, presentando valores de los suelos típicos del área. Los valores de Ph se mantuvieron entre moderados a débilmente alcalinos (7.9 – 7.4). Ninguna de las muestras presentó problemas de salinidad ni de sodicidad, la permeabilidad en todos los casos fue rápida lo que les infiere una alta capacidad de drenaje y las clases texturales se hallaban entre arenosas a franco arenosas.

### Banco de semillas

Las plántulas emergidas mayormente pertenecían a especies anuales de la clase dicotiledónea (**Figura 2**). No se registraron diferencias significativas en el número de semillas germinadas entre sitios afectados y sitios control en ninguno de los dos muestreos realizados.

### Presencia de HCs en las muestras de suelo y vegetación

En el primer relevamiento la concentración total de HCs en todas las muestras de suelo superficial fueron menores a 0,5% (**Tabla 1**), por lo que se encontraron por debajo del valor umbral de remediación (1%) establecido por el decreto de HCs de la provincia de Chubut (Dto. N° 1005/16). Las mayores concentraciones de HCs se registraron en la estación de muestreo más cercana al lugar del incidente (**S2, Tabla 1**). Las muestras de arbustos presentaron concentraciones más altas que las de suelo y pastos, registrando HCs aún en el sitio control



**Figura 2.** Número de semillas germinadas por  $\text{cm}^2$  por sitio en las fechas de muestreo  
*Figure 2. Germinated seeds per  $\text{cm}^2$  number per site in each sample date*

**Tabla 1.** Concentración de los HCs Alifáticos Totales (HATs) e HCs Aromáticos Policíclicos (HAPs), expresadas en  $\mu\text{g/g}$ , correspondientes a los relevamientos de 2018 y 2019  
*Table 1. Concentration of Total Aliphatic HCs (HATs) and Polycyclic Aromatic HCs (HAPs), expressed in  $\mu\text{g/g}$ , for the 2018 and 2019 surveys*

Muestra	HATs $\mu\text{g/g}$		HAPs $\mu\text{g/g}$	
	2018	2019	2018	2019
Control Pasto	13,1	1589,0	0	0
S2 pasto	2181,9	1433,0	1,15	0
S3 pasto	927,3	1623,0	0,02	0
S4 pasto	237,1	1567,0	0,05	0
S6 pasto	204,5	1595,0	0,05	0
Control Arbusto	725,4	449,0	0,34	0
S2 arbusto	5690,8	3429,0	0,14	0
S3 arbusto	5358,9	455,0	5,48	0
S4 arbusto	3599,5	321,0	0	0
S6 arbusto	1810,3	315,0	0	0
Control Suelo	5,6	95,7	0	0,03
S2 suelo	4113,5	91,7	1,76	0,00
S3 suelo	91,2	63,7	0	0,01
S4 suelo	13,1	67,2	0	0,00
S6 suelo	7,8	82,4	0	0,02

(**Tabla 1**). Las concentraciones de HCs totales en las muestras fueron disminuyendo gradualmente hacia el área de menor impacto.

En las muestras colectadas durante 2019 la concentración de HCs en el suelo y en los arbustos fue menor en comparación con los valores obtenidos a partir de las muestras colectadas en 2018. Por el contrario, la concentración de HCs en los pastos fue menor en las muestras colectadas en 2018 respecto de las de 2019 (**Tabla 1**).

Los HCs aromáticos policíclicos (HAPs) de alta toxicidad estuvieron presentes en las muestras de arbustos, pastos y suelo de 2018. En 2019 solo estuvieron presentes en el suelo (**Tabla 1**).

### Perfiles espectrales

En ambas fechas de medición, las características de los perfiles espectrales de los datos, permitieron agrupar los sitios de muestreo afectados y controles en pares: S2-S3/ SC2-SC3, área de alto impacto (AI); S4-S5/ SC5-6, área de mo-

derado impacto (MI) y S6-S7/ SC6-7, área de bajo impacto (BI). En el primer relevamiento las tres áreas presentaron diferencias en la absorción de la radiación por parte de la vegetación afectada con respecto a sus controles.

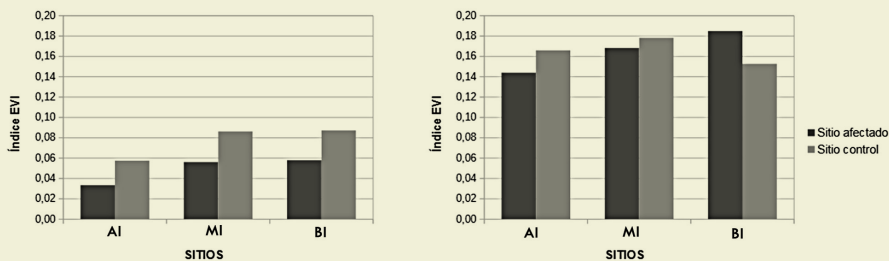
En el segundo relevamiento en cambio, la respuesta espectral de la vegetación en los sitios afectados respecto a sus controles fue similar (Figura 3, derecha).



**Figura 3.** Firmas espectrales de los sitios de muestreo dentro del área del incidente, año 2018 (izquierda), año 2019 (derecha)

*Figure 3. Spectral signs of sample sites in the affected area, year 2018 (left), year 2019 (right)*





**Figura 4.** Índice de vegetación mejorado (EVI) de los sitios de muestreo dentro del área del incidente, año 2018 (izquierda), año 2019 (derecha)

*Figure 4. Enhanced Vegetation Index (EVI) of the sample sites in the affected area, year 2018 (left), year 2019 (right)*

Esta misma tendencia en la respuesta se obtuvo con los índices de vegetación EVI obtenidos a partir de imágenes satelitales MODIS (**Figura 4**).

## DISCUSIÓN

Las texturas en superficie de suelos del lugar son muy susceptibles a los procesos erosivos, por ello la cobertura vegetal juega un papel fundamental en la protección de estos procesos, por ello en la medida de que sea factible, lo recomendable es no remover la vegetación o aplicar métodos de bajo impacto como la poda selectiva.

La lluvia de semillas, en la zona de estudio, comienza a mediados de la primavera hasta fines del verano (octubre-marzo). A partir de ese momento, el banco de semillas del suelo comienza a disminuir por diversos factores, tales como germinación, falta de viabilidad, depredación, parasitismo y senescencia, por lo que va variando en composición y cantidad a largo del año (Piudo, 2005). En el presente trabajo no realizamos la comparación del banco de semillas entre

las fechas de muestreo, dado que no se pudieron realizar en fechas comparables. La primera se llevó a cabo al finalizar la lluvia de semillas (abril 2018), mientras que la segunda fecha fue al inicio (octubre 2019). La marcada presencia de especies anuales en todas las muestras coincide con lo publicado en otros estudios que postulan que la composición del banco de semillas difiere de la composición de especies presentes en el sitio (Fenner, 1985; Thompson, 1992 en Hartcher, 1995; Christofolletti, 1998) y que en general el banco de semillas está compuesto por especies colonizadoras anuales y bienales que producen gran cantidad de semillas pequeñas que se dispersan muy poco, por lo que se entierran más fácilmente persistiendo en el lugar tendiendo a ser más longevas (Funes et al., 2001; Figueroa, 2004).

De las diferentes fracciones del petróleo, los HAPs son los de mayor toxicidad y al mismo tiempo los más recalcitrantes a los métodos convencionales de remediación (Maliszewska et al., 2009). Las concentraciones obtenidas en el primer muestreo se encuentran dentro del rango



de concentraciones de HAPs reportadas para varias regiones del mundo (Ortiz-Salinas et al., 2011). Los menores valores de concentración obtenidos en el segundo muestreo, podría deberse a la acción de los factores ambientales en el período de tiempo transcurrido entre muestreos (Maliszewska et al., 2009).

La deposición de hidrocarburos sobre la vegetación puede tener efectos mecánicos, donde los HCs tienen la tendencia de adsorberse a la superficie afectando directamente la capacidad para absorber la radiación fotosintéticamente activa, fundamental para su crecimiento y desarrollo, o bien efectos de tipo tóxico donde los HCs pueden acumularse a nivel de membrana provocando la inhibición de procesos metabólicos y los intercambios entre célula y medio exterior (Arellano et al., 2015). En consecuencia, habrá diferencias entre los índices espectrales obtenidos a partir de vegetación afectada y no afectada por la deposición de HCs (Arellano et al., 2017). El aumento entre el primer y segundo muestreo de los valores espectrales en las áreas afectadas, posiblemente debido a la atenuación natural de la deposición de los HCs sobre la vegetación, implicaría la recuperación de las funciones de la vegetación.

La disminución del contenido de HCs registrada en el suelo y en arbustos, al comparar entre las muestras colectadas en ambas fechas señalarían la atenuación natural en el período evaluado. El incremento registrado en los pastos colectados durante la segunda fecha de muestreo, en comparación con los valores obtenidos en las muestras colectadas en la primera fecha, podrían deberse a HCs del tipo biogénicos. En las muestras de pastos de la segunda fecha se registraron concentraciones de los n-alcános 27, 29 y

31 mayores a las obtenidas en la primera fecha (datos no presentados). La mayoría de las especies forrajeras tienen una mezcla de n-alcános con una abundancia mayor de aquellos con número impar de carbonos y longitud de cadena de entre 23 y 35 carbonos (Bakker et al., 2017).

Los resultados obtenidos de los trabajos de campo y en gabinete, muestran en el período evaluado un proceso de atenuación natural mitigando el impacto del incidente. El avance en la concientización y la responsabilidad ambiental por la empresa a partir del trabajo conjunto, y del respeto de las normativas vigentes, se ponen de manifiesto en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, P., K. TANSEY, H. BALZTER & D. BOYD, 2017. Field spectroscopy and radiative transfer modelling to assess impacts of petroleum pollution on biophysical and biochemical parameters of the Amazon rainforest. *Environmental Earth Science* 76:217.
- BEESKOW, A.M., H. DEL VALLE & C.M. ROSTAGNO, 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la Provincia de Chubut. Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, 173 pp.
- BAKKER, M.L., M.D.C. FERRAGINE, & M. BIGLIARDI, 2017. Alcanos en cultivares comerciales de festuca alta [*Lolium arundinacea* (Schreb.) Darbysh.] como indicador de su consumo por bovinos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 43(2): 123-127. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- BERTILLER, M.B. & D. ALOIA, 1997. Seed bank strategies in Patagonian semi-arid grasslands in relation to their management and conservation. *Biodiversity and Conservation* 6: 639-650.

- CHRISTOFOLETTI, P. J., & R.S.X. CAETANO, 1998. Soil seed banks. *Scientia agrícola*, 55(SPE): 74-78.
- CORONA RAMÍREZ, L. & R. ITURBE ARGÜELLES, 2005. Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. *Ingeniería. Investigación y Tecnología VI(2)*: 119-126. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- FIGUEROA, J. & F. JAKSIC, 2004. Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 77(1): 201-215.
- FUNES, G., S. BASCONCELO, S. DÍAZ & M. CABIDO, 2001. Edaphic patchiness influences grassland regeneration from the soil seed-bank in mountain grasslands of central Argentina. *Austral Ecology* 26: 205-212.
- GUIBERT, L.M., 2014. Biodegradación de Hidrocarburos Alifáticos en Sedimentos Marinos Subantárticos: Estudios Poblacionales y Metagenómicos. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET)
- HARETCHE F. & C. RODRÍGUEZ, 2006. Banco de semillas de un pastizal uruguayo bajo diferentes condiciones de pastoreo. *Ecología Austral* 16: 105-113.
- LEÓN R., D. BRAN, M. COLLANTES, J. PARUELO & A. SORIANO, 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8: 125-144.
- LUQUE J., 2009. Desempeño de cuatro especies vegetales para fitorremediar suelos contaminados con hidrocarburos en Patagonia. Tesis de Maestría en Manejo Ambiental. Universidad Maimónides.
- MALISZEWSKA, B.K., B. SMRECZAK & A. KLIMKOWICZ, 2009. Concentrations, sources, and spatial distribution of individual polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in agricultural soils in the Eastern part of the EU: Poland as a case study. *Science of Total Environment* 407: 3746-3753.
- MARGESIN R. & F. SCHINNER, 2000. Bioremediation (Natural Attenuation and Biostimulation) of Diesel-Oil-Contaminated Soil in an Alpine Glacier Skiing Area. Institute of Microbiology, University of Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Austria.
- OCEAN OPTICS, INC., 2010. Jaz Installation and Operation Manual. Document Number 013-RD000-000-02-201103. USA.
- ORTIZ-SALINAS, R., S. CRAM & I. SOMMER, 2011. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en suelos de la llanura aluvial baja del estado de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 28(2): 131-144, 2012.
- SALAZAR, J.C., 1997. Suelos. Geomorfología. INTA Castelar en Consorcio DHV-Swedforest. Desertificación en la Patagonia.
- NAVAS ROMERO, A.L., M.A. DUPLANCIC VIDELA, M.A. HERRERA MORATTA, V. E. PARERA & A.D. DALMASSO, 2018. Restauración de locaciones petroleras abandonadas en el yacimiento Cerro Fortunoso, Malargüe, Mendoza. En: Massara Paletto, V., M. Rostagno, G. Buono, C. González & N. Ciano (Eds.), *Restauración ecológica en la diagonal árida argentina*. 3: 298-301.
- PARDO CASTRO, J.L., M.C. PERDOMO ROJAS & J. BENAVIDES, 2004. Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. *NOVA publ. cient.* 2(2): 40-49.
- PIUDO, M.J & R.Y CAVERO, 2005. Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica* 2005;16: 71-85.

Recibido: 07/2020  
Aceptado: 12/2020