



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener
EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO EN RECURSOS
NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

**“Estimación y cuantificación de la intercepción del polvo atmosférico
producto de la erosión eólica por un bosque (*Prosopis caldenia*) en la
región semiárida pampeana central”**

Estela Anahí Rodríguez

Director: Dr. Ramón Alberto Sosa

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2011

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en ésta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en el establecimiento “El Bagual” ubicado en el departamento Toay de esta provincia. El período de muestreo se llevo a cabo desde el 1 de agoto de 2009 al 13 de enero de 2010, bajo la dirección del Dr. Ramón Alberto Sosa y bajo la codirección de la Dra. Graciela Visconti.

Deseo manifestar mis agradecimientos a aquellas personas que han hecho posible la culminación de mis estudios, por esto, agradezco a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por brindarme la posibilidad de formarme como profesional, a los profesores que me entregaron su conocimiento y que servirán en mi desarrollo profesional, al Sr. Alberto Sosa por la dirección del trabajo de tesina, su compromiso, dedicación.

Agradezco a la Dra. Graciela Visconti por su trabajo como codirectora y predisposición en la corrección del escrito, a los profesores MSc. Silvia Aimar y Dra. Mónica Mazzola por su desempeño como jurado, al Sr Kolman por darnos permiso donde realizar este estudio en El Bagual, al Laboratorio de Análisis Sedimentológicos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por el compromiso en el análisis de las muestras, a José Maria Galea, Claire Foster y Lara de La Barra por la colaboración en el trabajo de campo y su gran compañerismo, y agradezco a mi familia y amigos por su apoyo incondicional durante la realización de mi carrera y en especial a mis padres quienes colaboraron en todo momento para poder hoy culminar con mi carrera.

08 de agosto de 2011

RESUMEN

La depositación eólica es un proceso que no se ha estudiado en el bosque de Caldén (*Prosopis caldenia*), por lo que este trabajo es el primero en la región cuyos objetivos fueron evaluar la importancia del bosque como receptor de las partículas desprendidas por erosión eólica que se transportan por suspensión y analizar la concentración de dichas partículas a medida que se avanza hacia el interior del fragmento de bosque. El estudio se llevo a cabo en un fragmento de bosque de Caldén en el establecimiento El Bagual (36° 42' S; 64° 20' O), Departamento Toay, provincia de La Pampa. Las partículas transportadas fueron colectadas mediante colectores fijos, ubicados a 0.4 y 2.0 metros de altura y se compararon los pesos de las muestras a distintas alturas y con controles ubicados fuera del bosque. Los resultados muestran una depositación diferenciada en los colectores controles y los ubicados en el interior del bosque, siendo mayor en períodos lluviosos. No se evidenciaron diferencias significativas en las colectas a distintas alturas dentro del fragmento del bosque, y tampoco entre aquellos ubicadas en el borde y el interior del fragmento, por lo que no pudo contrastarse efecto borde.

ABSTRACT

The eolian deposition is not studied in the caldenal forest fragment, for that, this work is the first in the region. For that the principal objective was evaluate the importance of the caldenal forest as receivers the eolian erosion productions that it is transported by suspension. The other objective was analyzing the concentration of these particles from edge to interior forest. The study you carry out in El Bagual ranch ($36^{\circ} 42' S$; $64^{\circ} 20' W$), Toay, La Pampa. The particles were collected by fixed collectors located to 0.4 and 2.0 meters high, plus controls located outside of the forest at 2 meters high only, because of the agriculture practices. The sample was taken in periods with and without rains. The results show a deposition differed in the collector controls and those located inside the forest, being bigger in rainy periods. We don't evidence significant differences in the sample to different heights in the interior forest, and the edge effect was no significant. We find significant differences in the period with and without rains, were the collect sample was more abundant in the rains period.

INTRODUCCIÓN

La erosión eólica es un proceso mediante el cual se produce disgregación, remoción, transporte y depositación del material del suelo por la acción del viento. Es un proceso geológico que condiciona la evolución natural del paisaje, pero que en los últimos tiempos se ha incrementado drásticamente debido a la acción antrópica (Buschiazzo y Aimar 2003).

La movilización de partículas se produce solamente cuando las fuerzas aerodinámicas (desestabilizadoras) superan la magnitud de las fuerzas estáticas, que mantienen a las partículas agrupadas y adheridas a la superficie del suelo (Figura 1a). Cuando las fuerzas estáticas son superadas, las partículas son puestas en movimiento por el viento, transportadas y nuevamente sedimentadas a mayor o menor distancia y, de acuerdo a su diámetro pueden ser transportadas por rodadura, saltación o suspensión (Figura 1b) (Aimar *et al.*, 2003).

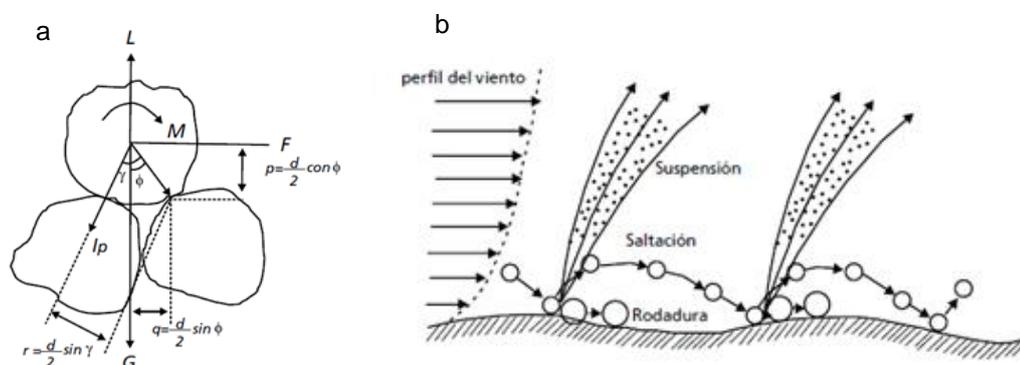


Figura 1: Movilización de las partículas del suelo: a) fuerzas que actúan sobre las partículas (G) fuerza gravitatoria, (L) fuerza de succión, (lp) fuerza entre las partículas que se opone a la fuerza de arrastre del viento F y a la de succión L (Iverson *et al.* 1976) y b) tipos de transporte de las partículas (Tomado de Aimar *et al.*, 2003).

Los suelos de la región semiárida pampeana central (RSPC), mayormente clasificados como *Haplustoles énticos*, evolucionan sobre materiales loésicos holocénicos (Buschiazzo y Taylor, 1993). Son altamente susceptibles a la erosión eólica debido a las condiciones climáticas, con precipitaciones concentradas en periodos cortos de tiempo, vientos de gran intensidad, coincidentes con periodos secos, altas

temperaturas y elevadas tasas de evapotranspiración, y un limitado grado de evolución, de textura gruesa y baja estabilidad estructural (Wischmeier y Mannering, 1969; Buschiazzo y Taylor, 1993; Aimar *et al.*, 2003). Estas características, sumadas a la escasa cobertura vegetal y el uso de una tecnología no adecuada para la zona, aumentan la peligrosidad a la erosión. (Aimar *et al.* 2003).

En la región semiárida de la Argentina, la magnitud de este proceso ha sido demostrado indirectamente por varios autores, pero poco se sabe sobre su grado cualitativo y cuantitativo, el 60% de las pérdidas totales de nitrógeno y fósforo del suelo después de 86 años de cultivo fueron atribuidos a la erosión por viento y solamente el 40% a la extracción por cosecha (Zanotti y Buschiazzo, 1997).

Se ha comprobado que los suelos de la RSPC tienen una tasa de formación que varía entre 0.02 y 0.5 mm al año (Schumm y Harvey, 1982), y que en condiciones extremas, las pérdidas por erosión superan en más de 4 veces a los índices de formación de suelo (Aimar *et al.* 2003).

Los suelos con textura franca sufren pérdidas principalmente de limo y arcilla, y los francos arenosos de arenas finas y limo, modificando la composición mineralógica de la fracción de 73 a 100 micrones, lo que genera un incremento de los minerales pesados (magnetita) en relación al cuarzo (Buschiazzo y Taylor, 1993).

Para otras zonas semiáridas del mundo han sido reportadas pérdidas de materia orgánica y nitrógeno total (Campbell y Souster, 1982; Dalal y Mayer, 1986; Blanck y Fosberg, 1989), cambios texturales (Lyles y Tatarko, 1986) y disminuciones de la capacidad de retener agua (Gregorich y Anderson, 1985; Nizeyimana y Olson, 1988). Paralelamente han sido descritas alteraciones en diversas características morfológicas como disminuciones del espesor de los horizontes A (Gregorich y Anderson, 1985) y acumulación de CaCO₃ (Wieder y Yaalon, 1985).

López *et al.* (2007) comprobaron (para la región semiárida pampeana) que la mitad de estos suelos tienen características erodables (agregados menores a 0,84 mm de diámetro), las excepciones a esta tendencia se dan en los suelos protegidos por el bosque de Caldén. Los meses de primavera y verano son los más críticos para la incidencia de voladuras de suelo, ya a que se producen vientos con mayor velocidad coincidentes con la preparación de los suelos en general para los cultivos de verano (Casagrande y Vergara, 1996).

Buschiazzo y Aimar (2003), señalan que uno de los efectos de las voladuras de suelos trae como consecuencia la liberación de partículas con diámetros menores a 10 μm a la atmósfera. Estas partículas quedan en suspensión provocando un efecto “in situ” y en regiones aledañas, que pueden ocasionar enfermedades respiratorias en humanos (Iwai *et al.*, 2005), contaminación ambiental e intransitabilidad de caminos (Buschiazzo y Aimar, 2003).

Pye (1987), estudiando el material que es transportado en suspensión a diferentes distancias, determinó que comúnmente las partículas corresponden a la fracción limo y en su mayoría tienen un diámetro cercano a los 20 μm . En el suelo de textura más fina, la capa superficial está constituida por partículas y agregados de menor tamaño, ofreciendo un mayor aporte de material transportable por suspensión. Este tipo de transporte se da en partículas pequeñas, menores a 100 μm y se genera por el impacto de otras movilizadas por saltación sobre la superficie del suelo. Las partículas movilizadas por suspensión pueden alcanzar alturas elevadas de unos kilómetros y distancias de varios centenares de km. Entre un 3 y un 40% del total de las partículas son transportadas en suspensión (Chepil, 1945).

Chepil (1958) demostró que los materiales entre 20 y 100 micrones son más susceptibles de ser erosionados por el viento y estos tamaños corresponden a suelos de arena fina y limo. De Oro y Buschiazzo (2008) han determinado como velocidad erosiva a aquellas que superan los 6,7 m/s.

Las transiciones locales que presenta el Caldenal son consecuencia de variables ambientales y de manejo, en la actualidad, la fragmentación y destrucción de estos hábitats está produciendo un cambio progresivo en su configuración. Entre las principales causas de esta variación en la composición florística y su estructura se pueden mencionar: el disturbio provocado durante las primeras décadas de este siglo mediante el pastoreo con ganado ovino y la extracción de madera y; durante las últimas décadas, el pastoreo con ganado vacuno, los incendios (FAO, 1994) y los desmontes para efectuar cultivos (Covas, 1989).

El sobrepastoreo de los pastizales del Caldenal provoca importantes pérdidas de suelo por erosión (Covas y Glave, 1988). Actualmente se estima que la región semiárida pampeana está afectada en diferentes grados, en un 46% por erosión eólica y en un 27% por erosión hídrica (FAO, 1994).

Otra problemática que surge en la región, resultado de los usos que se le han dado al bosque, es el aumento de fragmentos, que lleva aparejado un aumento en el tamaño de los bordes. Las principales consecuencias de la fragmentación son: la reducción del área total de hábitat original, el aislamiento de los fragmentos, la creación de bordes y el efecto de la matriz sobre el fragmento (Debinski, 2006; Fahrig, 2003). Los bordes suelen ser impermeables a algunas transferencias y permeables a algunos materiales u otros flujos, pudiéndose evaluar una dinámica particular entre los componentes del paisaje (Williams y Linera, 1990).

Los cambios microambientales asociados a los bordes en ambientes fragmentados han sido estudiados fundamentalmente para evaluar su efecto sobre la vegetación (William y Linera, 1990; Chen *et al.* 1992, 1995, 1999; Matlack, 1994; Báldi, 1999; Didham y Lawton, 1999; Brososke *et al.*, 2001; Stewart y Mallik, 2006), pero no existen estudios sobre la captura de material erosionado. Entre los estudios realizados en la Argentina, se evaluaron las tasas de deposición de polvo atmosférico en las regiones semiárida y subhúmeda pampeana, pero fuera de aéreas boscosas (Ramsperger *et al.*, 1998), por lo que este trabajo será uno de los primeros.

Objetivos

En este trabajo se evaluará la importancia de los bosques de caldén como receptores del producto de la erosión eólica que se transporta por suspensión. Se analizará la concentración de partículas a medida que se avanza al interior del fragmento de bosque, el efecto borde sobre este factor y también la recolección que hacen los árboles del polvo atmosférico.

Hipótesis

- Los bosques actúan como colectores de partículas provenientes de la atmósfera
- El borde captura mayor cantidad de partículas que el interior de los fragmentos de bosques
- Las condiciones climáticas influyen sobre la precipitación de las partículas en el bosque.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en un parche de bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), de aproximadamente 85 ha. (Figura 2), ubicado en el establecimiento “El Bagual”, Departamento Toay, La Pampa (36° 42' S; 64° 20' O).



Figura 2: Ubicación del área de estudio. En amarillo se encuentra enmarcado el sitio en donde en colocaron lo colectores.

Esta porción de bosque se corresponde con lo descrito por Cano (1980) para la subregión de colinas y lomas (Figura 3).



Figura 3: Tipo de formación de caldén en la subregión de colinas y lomas (modificado de Cano 1980)

Metodología

Para obtener la muestras de polvo atmosférico se utilizó un colector que consta de dos vasos plásticos de 13 cm de alto por 10.5 cm de diámetro, uno de ellos cumple la función de captar el polvo atmosférico, por lo que se instaló abierto, dispuesto verticalmente hacia arriba y por debajo del mismo se ubicó el segundo vaso que actúa

como depósito de las partículas colectadas, entre ambos se halla una malla de 5 μm cuya función es tamizar la muestra (Figura 4). Sobre esta malla se colocaron bolitas de vidrio para impedir que se generen remolinos y perder el material depositado. Se colocaron un total de 20 colectores a los 0.4 m, 20 a los 2.0 m, y tres fuera del fragmento como control.



Figura 4: Esquema de colectores utilizados para el muestreo

Cada uno de estos colectores estuvieron ubicados en cuatro transectas ubicadas en forma perpendicular desde el borde (0 m) hasta el interior del bosque (100 m). La distancia entre cada transecta fue de 50 m (Figura 5). A su vez, se colocaron 3 colectores de control que tomaron muestras dentro del área de rastrojo y sobre el bosque (Figura 5).

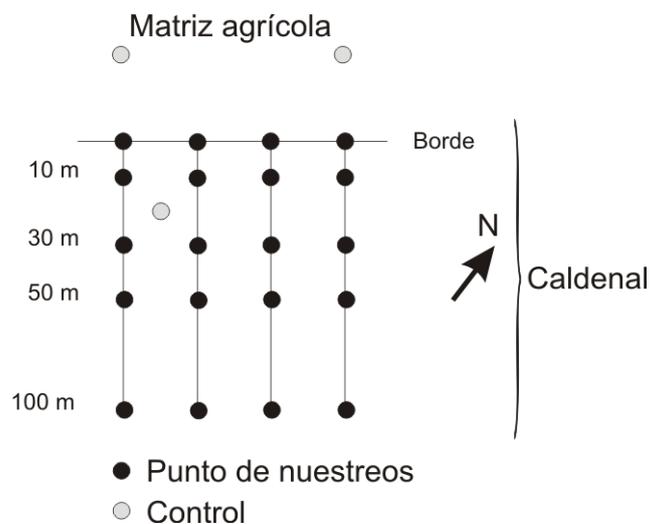


Figura 5: Esquema de disposición espacial de las transectas y sus respectivos puntos de muestreo, desde el borde al interior del bosque y ubicación de los colectores “control” en la parcela de medición

Cada transecta contenía cinco puntos a muestrear (0 m, 10 m, 30 m, 50 m y 100 m) y en cada punto se tomaran dos muestras a distintas alturas (0.4 m y 2 m desde la superficie). Los colectores ubicados a los 0.4 m fueron encerrados con alambrado de púas para evitar la rotura por las ovejas (Figura 6a). Los ubicados a los 2 m del suelo se instalaron en el centro de la copa de los árboles (Figura 6b). Los controles se ubicaron todos a aproximadamente 2 metros de altura (Figura 6c). Debido a la presencia de trabajos rurales en el potrero con rastrojo, no se colocaron colectores de control a 0.4 m.

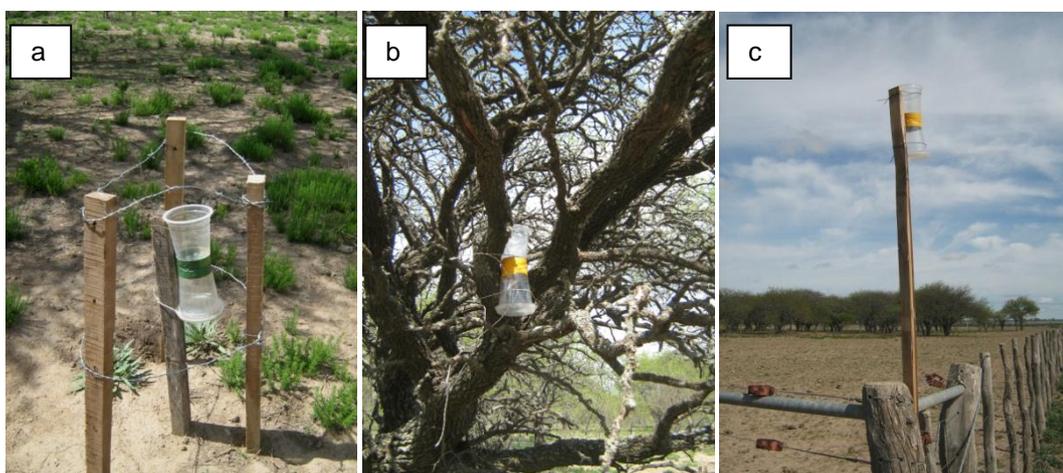


Figura 6: a- colector en el interior del bosque a 0.4 m de altura desde la superficie; b- colector ubicado en el interior del bosque a 2 m de altura desde la superficie; c- colector control ubicado fuera del bosque a 2 m de altura desde la superficie

Los colectores estuvieron activos desde el 1 de agosto de 2009 y hasta el 13 de enero de 2010; en todo este periodo las muestras se colectaron tres veces.

La estructura de la vegetación se midió en parcelas circulares de 20 m de radio, ubicadas a los 0 m, 50 m y 100 m en las mismas transectas descritas anteriormente (Figura 7). En cada parcela se dispusieron cuatro transectas siguiendo la dirección de los puntos cardinales (Lopez de Casenave *et al.*, 1998; Sarasola *et al.*, 2005; Sosa, 2008). En cada una de las transectas se seleccionaron 10 puntos al azar (20 por parcela), en cada uno de los cuales se registró la altura a la que cada planta tocaba una vara

telescópica de 8 m de altura. Dicha vara estaba graduada cada 25 cm los primeros 4 m, y luego cada 1 m.



Figura 7: Transectas en las parcelas para el muestreo de vegetación

Para los análisis granulométricos, las muestras analizadas fueron pretratadas con: Ácido Acético al 5%, Agua Oxigenada de 100 vol., 25 ml de Hexametáfosfato de Sodio y Ultrasonido. La escala utilizada fue la granulométrica Udden-Wenworth (Wenworth 1922). Luego, fueron procesadas con el equipo Malvern Mastersizer 2000 en el laboratorio de Análisis Sedimentológico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLpam.

Análisis Estadísticos

Para las comparaciones de los pesos registrados en los colectores, se utilizó un Análisis de la Varianza de dos Vías (Zar, 1996), con la finalidad de determinar si las precipitaciones incidieron sobre la depositación de las partículas a lo largo del bosque. También se realizaron Análisis de la Varianza de una Vía, cuando las interacciones fueron no significativas. Para las comparaciones entre medias se utilizó una prueba de Tukey, con un grado de significancia del 0.05 (Zar, 1996). Para las comparaciones entre ambos sitios de muestreo y, entre el control y los colectores ubicados a los 2.0 m, se utilizó una prueba t de Student. Para determinar la normalidad se utilizó la prueba W de Shapiro-Wilks (Balzarini *et al.*, 2008). Cuando no existió normalidad se transformaron las variables a la raíz cuadrada.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa InfoStat/Profesional versión 2011 (Di Renzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS

Se colectaron muestras de un total de 134 días de polvo atmosférico, que corresponden a las partículas que se transportan por suspensión. La primera muestra se colectó a los 31 días de colocados los colectores y se correspondieron con un período sin precipitaciones. La segunda muestra fue obtenida a los 48 días y la última a los 55 días, ambas fueron coincidentes con precipitaciones (Anexo: Tabla 1, 2 y 3).

Como el objetivo fue obtener una variable que represente la colección de partículas en unidad de tiempo equivalentes, debido a la disparidad en la duración de cada muestreo, las mismas fueron ajustadas, para su posterior análisis, en gr/mes.

La recolección promedio de polvo atmosférico, en períodos con y sin lluvias, de acuerdo a la distancia al borde se expresan en la Tabla 1.

Para comprobar si el bosque se comporta como colector del polvo atmosférico se analizó la captura de los colectores (control) ubicados en la zona libre de árboles, donde se registró una menor depositación que las ocurridas a la misma altura dentro del fragmento, siendo significativa sólo cuando ocurrieron las precipitaciones ($p < 0.05$).

Distancia al borde	0.4 m		2.0 m	
	<i>Sin lluvia</i>	<i>Con lluvia</i>	<i>Sin lluvia</i>	<i>Con lluvia</i>
0	0.53 (0.31)	0.27 (0.04)	0.12 (0.02)	0.23 (0.04)
10	0.20 (0.10)	0.24 (0.02)	0.11 (0.02)	0.29 (0.03)
30	0.31 (0.29)	0.28 (0.03)	0.15 (0.02)	0.30 (0.03)
50	0.09 (0.06)	0.33 (0.07)	0.13 (0.03)	0.29 (0.03)
100	0.05 (0.02)	0.17 (0.04)	0.09 (0.01)	0.25 (0.03)

Tabla 1: Pesos promedio (error estándar) de las muestras del polvo atmosférico colectado a campo durante el período de muestreo (1 de agosto de 2009- 13 de enero de 2010)

En el análisis de las muestras totales (con y sin lluvia), se observa una disminución en la colección de partículas en los colectores ubicados a los 2.0 m y una dispersión de los valores en los colectores ubicado a 0.4 m del nivel del suelo (Figura 8), pero no se encontraron diferencia significativas ($t = 0.13$; $p > 0.50$).

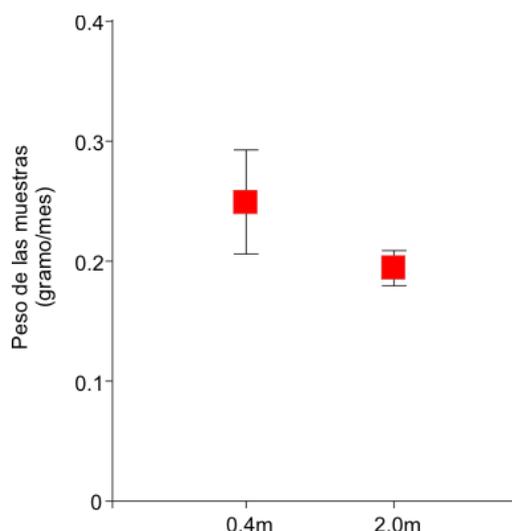


Figura 8: Pesos totales promedio (\pm error estándar) en gramos por mes para los dos sitios de muestreo en el fragmento de caldenal.

Para ninguno de los dos experimentos (0.4 m y 2.0 m) se encontraron efectos de borde significativos, tanto en periodos sin lluvia como durante los lluviosos, (Tablas 2 y 3) (Figura 9a y 9b).

La depositación de partículas a los 0.4 m, en el período libre de lluvias, fue muy variable, teniendo un mínimo de 5×10^{-4} gr/mes y un máximo de 1,45 gr/mes (este dato no se tuvo en cuenta al momento de realizar las pruebas estadísticas, por ser un valor extremo). Durante los períodos lluviosos se observó una mayor depositación de partículas en los 30, 50 y 100 m desde el borde en los colectores ubicados a los 0.4 m (Tukey, $p < 0.05$) (Figura 9a).

F.V.	SC	gl	CM	<i>F</i>	<i>p</i>
Tiempo	0.23	1	0.23	6.75	0.01
Sitio	0.15	4	0.04	1.14	0.36
Tiempo*Sitio	0.07	4	0.02	0.49	0.74
Error	0.87	26	0.03		
Total	1.34	35			

Tabla 2: Cuadro de Análisis de la Varianza para las muestras colectadas a 0.4 m. F.V: Fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medios.

F.V.	SC	gl	CM	F	p
Tiempo	0.23	1	0.23	86.75	<0.0001
Sitio	0.01	4	0.004	1.35	0.27
Tiempo*Sitio	0.01	4	0.002	0.61	0.66
Error	0.08	30	0.003		
Total	0.33	39			

Tabla 3: Cuadro de Análisis de la Varianza para las muestras colectadas a 2.0 m. F.V: Fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medios.

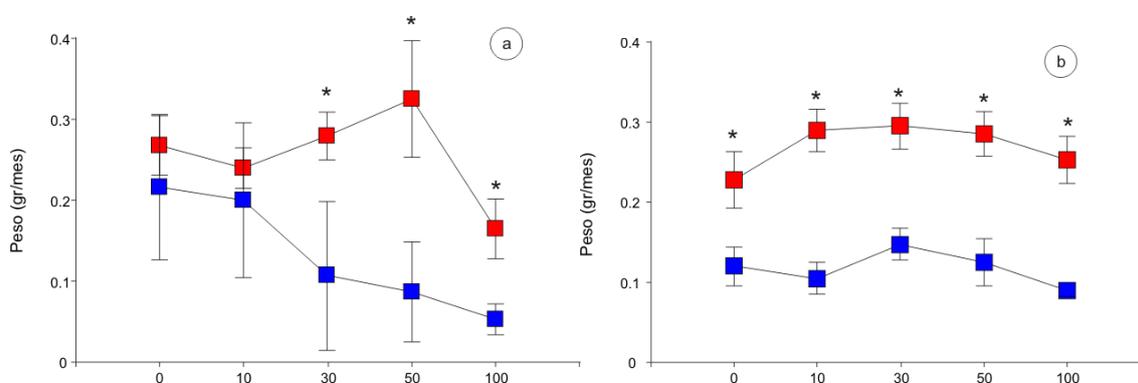


Figura 9: Pesos promedio (\pm error estándar) por mes de material colectado en el fragmento de caldenal a 0.4 m del suelo (a) y a 2.0 m (b), en los períodos sin lluvias (cuadrados azules) y con lluvias (cuadrados rojos). Los asteriscos indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

La depositación de partículas a los 2.0 m fue menos variable en ambos períodos, con acumulaciones entre 0.02 y 0.30 gr/mes sin lluvias y 0.06 y 0.65 gr/mes, cuando ocurrieron las precipitaciones. Si bien durante el período de lluvias hubo mayor depositación de partículas ($F_{(1,30)} = 86.75$; $p < 0.001$), esta no influyó en la distancia al borde ($F_{(4,30)} = 0.61$; $p > 0.60$) (Tabla 3 y Figura 9b). La mayor depositación durante las precipitaciones se registró en todos los puntos muestreados ($p < 0.05$).

Estructura de la Vegetación

La estructura vertical de la vegetación mostró una cobertura similar hasta los 4 m, a partir de esta altura el borde prácticamente no tuvo cobertura y ésta fue mayor a los 100 m. (Figura 10). Las principales especies observadas fueron: caldén (*Prosopis*

caldenia), único árbol presente en el fragmento, escasos arbustos como molle (*Schinus fasciculatus*) y piqullín (*Condalia myrphylla*), además de algunos renuevos de caldén. El ambiente estaba altamente degradado por sobrepastoreo con presencia de especies no palatables y suelo con escaso estrato graminoso- herbáceo, siendo la flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia*) la más abundante, seguida por yerba de oveja (*Baccharis ulicina*), paja blanca (*Stipa ichu*), pasto puna (*Stipa brachychaeta*) (Figura 11).

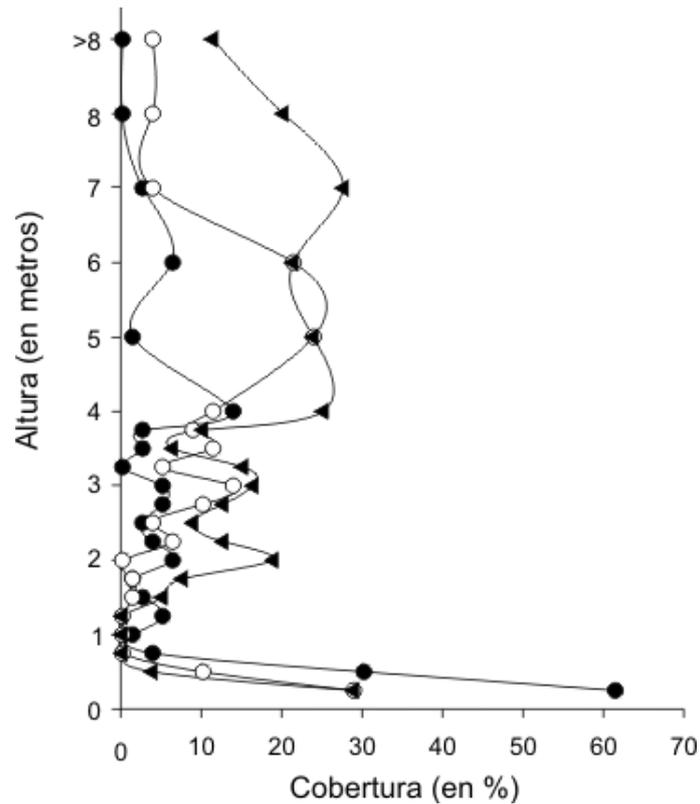


Figura 10: Estructura vertical de la vegetación. Los círculos oscuros representan los 0 metros, los claros los 50 metros y los triángulos los 100 metros.

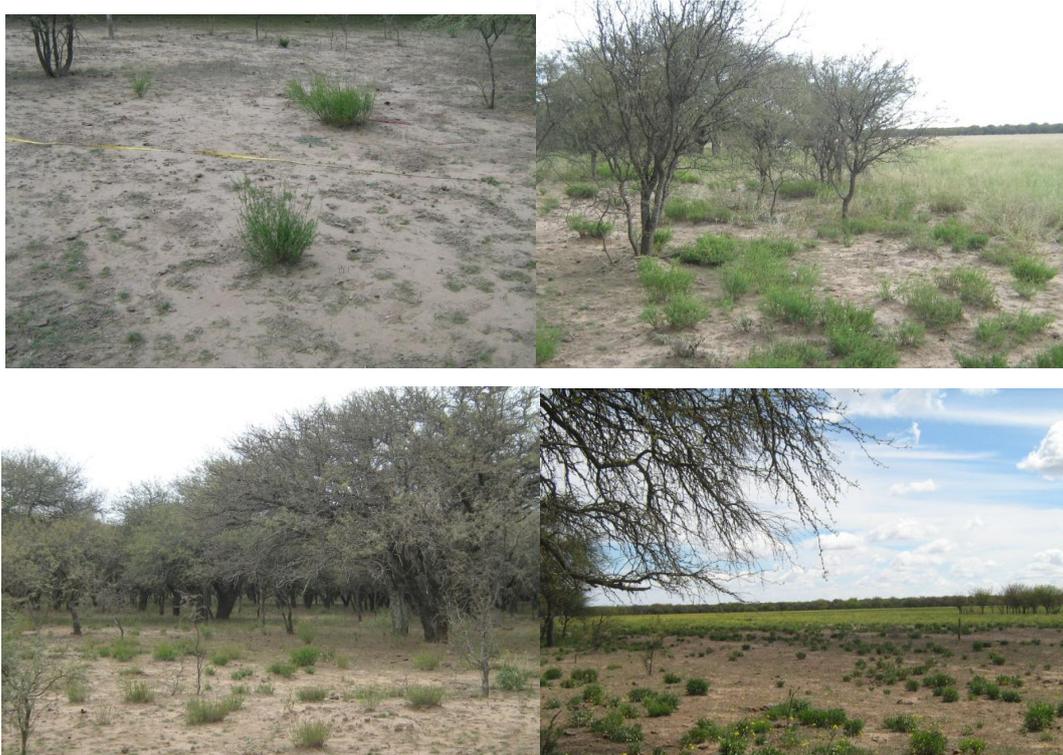


Figura 11: Cobertura de vegetación de los ambientes muestreados.

Clima

Las velocidades promedio de vientos fueron menores en el periodo muestreado sin lluvia, coincidiendo con una menor colección de polvo (Anexo, Tabla N° 1 y 4). Los dos periodos muestreados con presencia de precipitaciones registraron mayor captación del polvo por parte de los colectores con respecto al periodo sin precipitaciones y los valores máximos de depositación de partículas se registraron en el último periodo de estos últimos, donde se registran más precipitaciones y vientos con velocidades más elevadas que las anteriores (Anexo, Tabla N° 2, 3 y 4) (Tabla 4 y Figura 12).

Muestreo	Velocidad Media (Km/h)	Velocidad máxima (Km/h)	Precipitaciones acumuladas (mm)
1	13.58	65	S/P
2	15.73	59	71.7
3	16.86	126	264.3

Tabla 4: Cuadro de velocidades medias, máximas y precipitaciones acumuladas registradas en el periodo muestreado. Datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

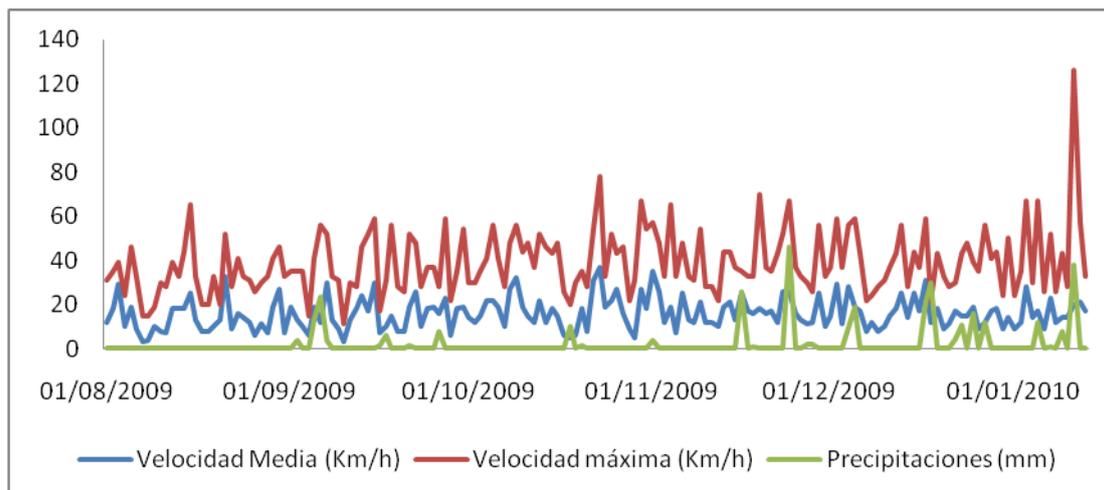


Figura 12: Velocidades medias, máximas y precipitaciones registradas durante el periodo muestreado (1 de agosto de 2009 a 13 de enero de 2010). Datos obtenidos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Granulometría

El análisis granulométrico muestra que las partículas colectadas se corresponden principalmente a las fracciones granulométricas que van de 2 a 50 μm , registrándose las siguientes proporciones: 4.8% de arcilla (0.01-2 μm), 52,6 % de limo (2-50 μm), 28.6 % de arenas finas (50-250 μm), 8.4% de arenas medianas (250-500 μm) y 5.5% de arena gruesa (500-2000 μm) sin diferencia entre las alturas muestreada (Figura 13). Se registró una mayor colecta de arenas finas II (74-100 μm) y arenas finas (100-250 μm) en los colectores ubicados a los 0.4 m ($t = -2.26$; $p < 0.05$; $t = 3.01$; $p < 0.05$). Las partículas de arena gruesa, si bien no representan un porcentaje significativo, pueden haberse colectado debido a las velocidades máximas de los vientos registradas durante el periodo de muestreo (126 km/h) (Tabla 4) y a la formación de agregados en las ramas de los caldenes, los que se desprenden cuando hay viento fuertes y lluvias.

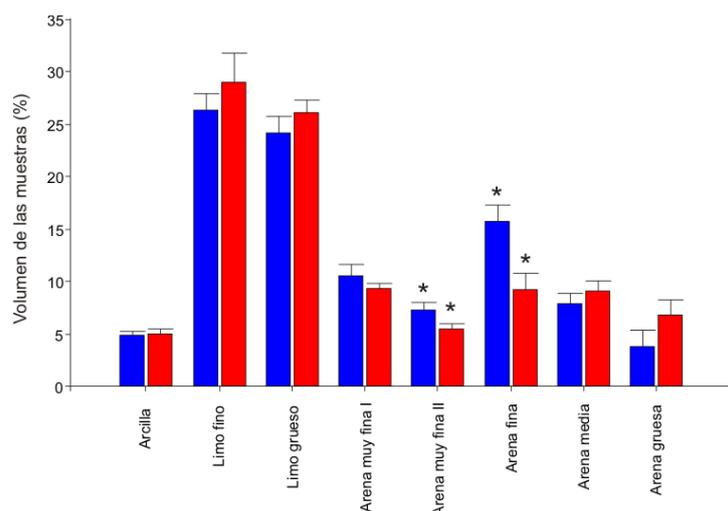


Figura 13: Distribución de la granulometría a los 0.4 m (barras azules) y a los 2.0 m (barras rojas). Los asteriscos indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los suelos de tipo *Haplustol éntico*, característicos de la RSPC son de textura fina con una capa superficial constituida por partículas y agregados de pequeño tamaño, ofreciendo un mayor aporte de material transportable por suspensión (Aimar *et al.*, 2003). La fracción granulométrica entre 20 y 100 μm (arena fina y limo) es aquella más susceptible de ser transportada por suspensión hasta grandes alturas y largas distancias (Chepil, 1958). Al analizar la totalidad de las muestras, se pudo observar una recolección mayor en los colectores ubicados dentro del área boscosa, no siendo así en los que se encuentran fuera del mismo, acentuándose estas diferencias en los periodos con precipitaciones, lo que permite inferir que el bosque se está comportando como una barrera de aquellas partículas que se transportan por suspensión.

Durante las precipitaciones, la mayor colección del polvo resulta del que contiene la atmósfera y precipita. También se colecta aquello que las copas de los árboles tienen acumulado en sus hojas y ramas. La disminución del viento durante la precipitación hace que esa caída sea menos variable en comparación con lo colectado en los periodos sin precipitaciones.

No pudieron observarse diferencias significativas en la colección a medida que se ingresa al interior de bosque, por lo que no se pudo determinar efecto borde. En estudios realizados en fragmentos de caldenal, la profundidad de la influencia del borde no es uniforme para todas las variables ambientales; pudiendo ir desde unos pocos metros a más

de 100 m (Sosa, 2008), mientras que la cobertura vegetal, para el mismo estudio, resultó homogénea. De esta manera, los resultados obtenidos en este trabajo, pueden ser atribuidos a una cobertura homogénea de la vegetación en los primeros dos metros de altura, produciendo que el efecto de borde pueda ser mayor a los preestablecidos para partículas menores a 100 μ m (Figura 10).

CONCLUSIÓN

El bosque de caldén *Prosopis caldenia* funciona como una barrera para las partículas movilizadas por suspensión, generando una depositación diferenciada en los colectores controles y los ubicados en el interior del bosque. Esta diferencia es mayor en periodos lluviosos ya que el polvo contenido en suspensión en la atmósfera precipita, además de producirse el lavado de los árboles que contienen partículas acumuladas en sus hojas y ramas. Cuando se producen las precipitaciones disminuye la velocidad del viento lo que provoca una menor dispersión de las partículas permitiendo una mayor recolección.

La falta de un efecto de borde se evidenciaría o explicaría por la granulometría de las partículas correspondiente principalmente a limo y arenas finas sin diferenciación entre las alturas muestreadas. Además, las partículas colectadas quedan suspendida a altura superiores a la de los árboles, y cuando precipitan lo hacen en forma lenta y poco influenciadas por el viento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aimar S. B., Buschiazzo D. E. y Peinemann N. 2003.** Cuantificaciones de la erosión eólica en suelos de la Región Semiárida Pampeana Central Argentina (RSPC). Cuantificación de material erosionado. En: Viento, Suelo y Planta. Golberg y Kin, Eds. INTA. Pp 35-44.
- Báldi A. 1999.** Microclimate and vegetation edge effects in a redbeed in Hungary. *Biodiversity and Conservation* 8: 1687-1706.
- Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J. A., Robledo C. W. 2008.** Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina
- Blank R. y Fosberg M. 1989.** Cultivated and adjacent virgin soil in north central South Dakota:I. Chemical and physical comparisons. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 1484-1490.
- Brosfke K., Chen J. y Row T. 2001.** Understory vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape. *Forest Ecology and Management* 146: 75-87.
- Buschiazzo D. y Aimar S. 2003.** Erosión eólica: Procesos y Predicción. En: Viento, Suelo y Plantas. Golberg y Kin (eds). INTA. 21:34
- Buschiazzo D. y Taylor V. 1993.** Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de los suelos de la región semiárida pampeana central. *Ciencia del Suelo.* 10/11: 46 - 53.
- Campbell C. y Souster W. 1982.** Loss of organic matter and potentially mineralizable nitrogen from Saskatchewan soils due to cropping. *Can. J. Soil Sci.* 62: 651-656.
- Cano E. 1980.** Compilador. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. INTA, Gobierno de La Pampa, UNLPam. 493 Pp.
- Casagrande G. A. y Vergara G. T. 1996.** Caracterización climática de la región. En: Labranzas en la región semiárida argentina. D.E. Buschiazzo, J.L. Panigatti y F.J. Babinec (eds): pp. 11-18.
- Chen J., Franklin J. y Spies T. 1992.** Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-fir forest. *Ecological Applications* 2: 387-396.
- Chen J., Franklin J. y Spies T. 1995.** Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas forest. *Ecological Applications* 5: 74-86.

- Chen J., Saunders S., Crow T., Naiman R., Brosfke K., Mroz G., Brookshire B. y Franklin J. 1999.** Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology. *BioScience* 49: 288-297.
- Chepil W. S. 1945.** Dynamics of wind erosion: I. Nature of movement of soil by wind. *Soil Sci.* 60: 305-332.
- Chepil W. S. 1958.** Soil conditions that influence wind erosion. USDA. Techn. Bull. N° 1 185: 28.
- Covas G. 1989.** Evolución del manejo de suelos en la Región Pampeana Semiárida. Actas de las primeras Jornadas de Suelos de Zonas Áridas y Semiáridas. INTA Anguil, Fac. Agron. UNLPam., Asoc. Arg. Cs. Suelo, Gob. Prov. La Pampa y CONICET. 1-11.
- Covas D. S. y Glave A. E. 1988.** Erosión. Provincia de La Pampa. En: El deterioro del ambiente en la Argentina. Fundación para la educación, la ciencia y la cultura. FECIC pp. 109-114.
- Dalal R. C. y Mayer R. J. 1986.** Longterm trend in fertility on soil under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. *Aus. J. Soil Res.* 24: 265-279.
- Debinsky D. 2006.** Forest fragmentation and matrix effects: the matrix does matter. *Journal of Biogeography* 33: 1791-1792.
- De Oro L. y Buschiazzo D. E. 2008.** Threshold wind velocity as an index of soil susceptibility to wind erosion under variable climatic conditions. *Land Degradation and Development* 20: 14-21.
- Didham R. y Lawton J. 1999.** Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica* 31: 17-30.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. W. 2011.** InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. 1994.** Erosión de suelos en América Latina. www.fao.org/DOCREP/T2351S/T2351S0b.htm. Página consultada el 7 de agosto de 2011.

- Fahrig L. 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487 - 515.
- Gregorich E. G. y Anderson D. W. 1985.** Effects of cultivation and erosion on soils of four toposequences in Canadian prairies. *Geoderma* 36: 343-354.
- Iverson, J.D., Pollack J.B., Greenley R. y B.R. White. 1976.** Saltation threshold on Mars: the effect of interparticle force, surface roughness, and low atmospheric density. *Icarus* 29:319-393.
- Iwai K., Mizuno S., Miyasaka Y. y Mori T. 2005.** Correlation between suspended particles in the environmental air and causes of disease among inhabitants: cross-sectional studies using the vital statistics and air pollution data in Japan. *Environm. Res.* 99: 106-117.
- López M. V., De Dios Herrero J. M., Hevia G. G., Gracia R. y Buschiazso D. E., 2007.** Determination of the wind-erodible fraction of soil using different methodology. *Geoderma* 139: 407-411.
- Lopez de Casenave J., Pelotto J. P., Caziani S. M., Mermoz M. and Protomastro J. 1998.** Responses of avian assemblages to a natural edge in a Chaco semiarid forest in Argentina. *The Auk* 115 (2): 425 - 435.
- Lyles L. y Tatarko J. 1986.** Wind erosion effects on soil texture and organic matter. *J. Soil and Water Conservation* 41: 191- 193.
- Matlack G. 1994.** Vegetation dynamics of the forest edge-trends in space and successional time. *Journal of Ecology* 10(2): 58-62.
- Nizeyimana E. y Olson K. 1988.** Chemical, mineralogical, and physical property differences between moderately and severely eroded Illinois soils. *Soil Sci. Soc Am J.* 52:1740-1748.
- Pye K. 1987.** Aeolian dust and dust deposits. London, Academic Press. 333 pp.
- Ramsperger B., Peinemann N. y Stahr K., 1998.** Deposition rates and characteristics of aeolian dust in the semi-arid and sub-humid regions of the Argentinean Pampa. *Journal of Arid Environments* 39: 467-476.
- Sarasola J. H., Bragagnolo L. A. y Sosa R. A. 2005.** Changes in woody plant structure in fire-disturbed cladén forest of the Parque Luro Reserve, Argentina. *Natural Areas Journal*, 25: 374 – 380.

- Schumm S. A. y Harvey M. D. 1982.** Natural soil erosion in the USA. In: Determinants of soil loss tolerance. ASA. Special Publication N° 45, 2:15-22.
- Sosa R. A. 2008.** Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Stewart K. y Mallik A. 2006.** Bryophyte responses to microclimatic edge effects across riparian buffers. *Ecological Applications* 16: 1474-1486.
- Wentworth C. K. 1922.** A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal Geology* 30:377-392
- Wieder M. y Yaalon D. 1985.** Catenary soil differentiation on opposite facing slopes related to erosion- deposition and restricted leaching processes, northern Negev. *Israel Journal of Arid Environments* 9: 118-136.
- Williams G. 1991.** Los bordes de selvas y bosques. *Ciencia y desarrollo* 17(97): 65-71.
- Williams Linera G. 1990.** Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78: 356-373.
- Wischmeier W. H. y Mannering J. V. 1969.** Relation of Soil Properties to its Erodibility. *Soil Sci. Soc. Proc.* 33: 131-136.
- Zanotti N. y Buschiazzo D. E. 1997.** Extracción histórica de nitrógeno y fósforo por cultivos de cosecha en la Región Semiárida Pampeana: su incidencia económica. 18° Reunión de la Asociación Argentina de Ecología. Facultad de Agronomía, UBA. 21-23 Abril de 1997. Buenos Aires. pp. 131.
- Zar J. 1996.** Bioestatistical, 3rd ed. Prentice Hall, Princeton, N.J. 663 P.

ANEXO

Tabla 1: Pesos de las muestras del polvo atmosférico colectado a campo durante el período de muestreo sin precipitaciones (1 de agosto de 2009- 1 de septiembre de 2009)

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
A_0	0.1764	0.1707
A_0	0.14	0.1355
A_0	0.1009	0.0976
A_0	0.0423	0.0409
A_10	0.1149	0.1112
A_10	0.0294	0.0285
A_10	0.1439	0.1393
A_10	0.0318	0.0308
A_30	0.0806	0.0780
A_30	0.1671	0.1617
A_30	0.2217	0.2145
A_30	0.0219	0.0212
A_50	0.3194	0.3091
A_50	0.0758	0.0734
A_50	0.0566	0.0548
A_50	0.0604	0.0585
A_100	0.1016	0.0983
A_100	0.1006	0.0974
A_100	0.0845	0.0818
A_100	0.0471	0.0456
S_0	0.3421	0.3311
S_0	0.2863	0.2771
S_0	1.4973	1.4490
S_0	0.0382	0.0370
S_10	0.089	0.0861
S_10	0.1238	0.1198
S_10	0.4028	0.3898
S_10	S/D	S/D
S_30	S/D	S/D
S_30	0.0312	0.0302
S_30	0.9248	0.8950
S_30	0.0005	0.0005
S_50	0.0343	0.0332

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
S_50	0.2121	0.2053
S_50	S/D	S/D
S_50	0.0228	0.0221
S_100	0.0036	0.0035
S_100	0.0509	0.0493
S_100	0.09	0.0871
S_100	0.0754	0.0730
A_control	0.107	0.1035
A_control	0.006	0.0058
A_control	0.0102	0.0099

Tabla 2: Pesos de las muestras del polvo atmosférico colectado a campo durante el período de muestreo con precipitaciones (1 de septiembre de 2009- 18 de octubre de 2009)

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
A_0	0.2882	0.1801
A_0	0.1898	0.1186
A_0	0.0974	0.0609
A_0	0.1875	0.1172
A_10	0.2262	0.1414
A_10	0.1847	0.1154
A_10	0.1797	0.1123
A_10	0.0732	0.0458
A_30	0.2520	0.1575
A_30	0.2806	0.1754
A_30	0.1455	0.0909
A_30	0.0925	0.0578
A_50	0.3175	0.1984
A_50	0.2276	0.1423
A_50	0.1675	0.1047
A_50	0.1056	0.0660
A_100	0.2509	0.1568
A_100	0.1550	0.0969
A_100	0.1410	0.0881
A_100	0.1600	0.1000
S_0	0.2007	0.1254
S_0	0.2450	0.1531
S_0	0.2317	0.1448

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
S_0	0.1506	0.0941
S_10	0.1943	0.1214
S_10	0.1518	0.0949
S_10	0.1420	0.0888
S_10	0.0538	0.0336
S_30	0.3104	0.1940
S_30	0.1345	0.0841
S_30	0.2528	0.1580
S_30	0.0996	0.0623
S_50	0.2209	0.1381
S_50	0.1884	0.1178
S_50	0.3303	0.2064
S_50	0.1362	0.0851
S_100	0.2427	0.1517
S_100	0.1961	0.1226
S_100	0.1677	0.1048
S_100	0.0877	0.0548
A_control	S/D	S/D
A_control	0.0292	0.0183
A_control	0.0552	0.0345

Tabla 3: Pesos de las muestras del polvo atmosférico colectado a campo durante el período de muestreo con precipitaciones (18 de octubre de 2009- 13 de enero de 2010)

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
A_0	0.1285	0.0701
A_0	0.6703	0.3656
A_0	0.7761	0.4233
A_0	0.8704	0.4748
A_10	0.7723	0.4213
A_10	1.0041	0.5477
A_10	1.0142	0.5532
A_10	0.7158	0.3904
A_30	0.7306	0.3985
A_30	0.7748	0.4226
A_30	1.2005	0.6548
A_30	0.7387	0.4029
A_50	0.8996	0.4907

Sitio	Peso bruto colectado (gr)	Peso (gr/mes)
A_50	0.7049	0.3845
A_50	0.9772	0.5330
A_50	0.6680	0.3644
A_100	0.9493	0.5178
A_100	0.6421	0.3502
A_100	0.6364	0.3471
A_100	0.6653	0.3629
S_0	0.9691	0.5286
S_0	0.6290	0.3431
S_0	0.6378	0.3479
S_0	1.0678	0.5824
S_10	0.3689	0.2012
S_10	0.4791	0.2613
S_10	S/D	S/D
S_10	1.8557	1.0122
S_30	0.7578	0.4133
S_30	0.9552	0.5210
S_30	0.8250	0.4500
S_30	0.6689	0.3649
S_50	0.7620	0.4156
S_50	S/D	S/D
S_50	0.6623	0.3613
S_50	1.1227	0.6124
S_100	0.5595	0.3052
S_100	0.4950	0.2700
S_100	0.5300	0.2891
S_100	0.6960	0.3796
A_control	0.2331	0.1271
A_control	0.1109	0.0605
A_control	0.2799	0.1527

A= colector a 2 metros de altura de la superficie del suelo, ubicado dentro del bosque; S= colector a 0.4 metros de la superficie del suelo, ubicado dentro del bosque; C= control a 2 metros del de la superficie del suelo fuera del bosque.

Tabla 4: Velocidades medias y máximas del viento registradas del 1 de agosto de 2009 a 13 de enero de 2010.

Periodo de muestreo	Velocidad Media (km/h)	Velocidad máx. y direc.(km/h)	Precipitaciones (mm)
01/08/2009	12	Norte 31	S/P
02/08/2009	18	Norte 35	S/P
03/08/2009	29	Norte 39	S/P
04/08/2009	10	Norte 24	S/P
05/08/2009	19	Sudoeste 46	S/P
06/08/2009	9	Oeste 33	S/P
07/08/2009	3	Sudeste 15	S/P
08/08/2009	4	Norte 15	S/P
09/08/2009	10	Oeste 19	S/P
10/08/2009	8	Norte 30	S/P
11/08/2009	7	Norte 28	S/P
12/08/2009	18	Norte 39	S/P
13/08/2009	18	Sur 33	S/P
14/08/2009	18	Norte 44	S/P
15/08/2009	25	Sur 65	S/P
16/08/2009	13	Sur 33	S/P
17/08/2009	8	Norte 20	S/P
18/08/2009	8	Norte 20	S/P
19/08/2009	10	Norte 33	<0.1
20/08/2009	13	Norte 20	S/P
21/08/2009	33	Norte 52	S/P
22/08/2009	9	Sudeste 28	<0.1
23/08/2009	16	Sudeste 41	<0.1
24/08/2009	14	Norte 33	S/P
25/08/2009	12	Norte 31	S/P
26/08/2009	6	Noreste 26	S/P
27/08/2009	11	Sur 30	S/P
28/08/2009	7	Norte 33	S/P
29/08/2009	19	Sur 41	S/P
30/08/2009	27	Sur 46	S/P
31/08/2009	7	Sur 33	S/P
01/09/2009	19	Sudeste 35	S/P
02/09/2009	13	Sur 35	4.0
03/09/2009	10	Sur 35	0.3
04/09/2009	6	Norte 15	S/P
05/09/2009	19	Norte 41	12.8
06/09/2009	12	Sur 56	23.7
07/09/2009	30	Sur 52	3.5

Periodo de muestreo	Velocidad Media (Km/h)	Velocidad máx. y direc.(Km/h)	Precipitaciones (mm)
08/09/2009	13	Sur 33	S/P
09/09/2009	9	Oeste 31	S/P
10/09/2009	3	Oeste 11	S/P
11/09/2009	13	Noroeste 30	S/P
12/09/2009	18	Norte 28	S/P
13/09/2009	24	Norte 46	S/P
14/09/2009	17	Norte 52	S/P
15/09/2009	30	Sur 59	S/P
16/09/2009	7	Sur 17	1.6
17/09/2009	10	Norte 31	6.3
18/09/2009	15	Sur 56	0.2
19/09/2009	8	Sur 28	S/P
20/09/2009	8	Sur 26	S/P
21/09/2009	19	Sur 52	1.7
22/09/2009	26	Sur 48	S/P
23/09/2009	10	Noroeste 28	S/P
24/09/2009	18	Norte 37	S/P
25/09/2009	19	Norte 37	S/P
26/09/2009	16	Sur 48	7.6
27/09/2009	23	Sur 59	S/P
28/09/2009	6	Sur 22	S/P
29/09/2009	18	Noreste 35	S/P
30/09/2009	19	Norte 54	S/P
01/10/2009	14	Norte 30	S/P
02/10/2009	12	Norte 30	S/P
03/10/2009	15	Sur 35	S/P
04/10/2009	22	Sur 41	0.1
05/10/2009	22	Sur 56	<0.1
06/10/2009	19	Sur 41	S/P
07/10/2009	10	Norte 28	S/P
08/10/2009	27	Norte 48	S/P
09/10/2009	32	Norte 56	S/P
10/10/2009	19	Sudoeste 44	<0.1
11/10/2009	15	Sudoeste 48	S/P
12/10/2009	12	Sudoeste 37	S/P
13/10/2009	22	Sur 52	S/P
14/10/2009	12	Sur 46	S/P
15/10/2009	18	Sur 43	S/P
16/10/2009	15	Norte 48	<0.1
17/10/2009	6	Norte 26	<0.1
18/10/2009	5	Sur 20	9.9

Periodo de muestreo	Velocidad Media (km/h)	Velocidad máx. y direc.(km/h)	Precipitaciones (mm)
19/10/2009	6	Sur 30	S/P
20/10/2009	18	Este 35	1.6
21/10/2009	8	Norte 28	S/P
22/10/2009	31	Norte 54	S/P
23/10/2009	37	Sur 78	S/P
24/10/2009	19	Sur 33	S/P
25/10/2009	22	Sur 52	S/P
26/10/2009	27	Norte 43	S/P
27/10/2009	16	Norte 46	S/P
28/10/2009	9	Sur 22	S/P
29/10/2009	5	Sudeste 31	S/P
30/10/2009	27	Sur 67	S/P
31/10/2009	18	Sudeste 54	S/P
01/11/2009	35	Sudeste 57	4.0
02/11/2009	26	Sur 48	0.2
03/11/2009	12	Sudoeste 33	S/P
04/11/2009	19	Sur 65	S/P
05/11/2009	7	Norte 33	S/P
06/11/2009	25	Sur 48	S/P
07/11/2009	13	Oeste 33	S/P
08/11/2009	12	Sudoeste 31	S/P
09/11/2009	21	Sudoeste 54	S/P
10/11/2009	12	Sudoeste 28	S/P
11/11/2009	12	Sudoeste 28	S/P
12/11/2009	10	Norte 22	<0.1
13/11/2009	19	Sur 44	S/P
14/11/2009	21	Este 44	S/P
15/11/2009	13	Sur 37	S/P
16/11/2009	25	Norte 35	26.0
17/11/2009	17	Sur 33	S/P
18/11/2009	16	Sur 33	0.8
19/11/2009	18	Sur 70	S/P
20/11/2009	16	Norte 37	S/P
21/11/2009	17	Norte 35	<0.1
22/11/2009	12	Este 43	S/P
23/11/2009	26	Sur 52	<0.1
24/11/2009	26	Este 67	46.0
25/11/2009	16	Sur 37	S/P
26/11/2009	13	Sur 33	S/P
27/11/2009	11	Norte 30	2.0
28/11/2009	12	Norte 26	2.0

Periodo de muestreo	Velocidad Media (km/h)	Velocidad máx. y direc.(km/h)	Precipitaciones (mm)
29/11/2009	25	Sur 56	S/P
30/11/2009	10	Norte 33	S/P
01/12/2009	15	Sur 37	S/P
02/12/2009	29	Sur 59	S/P
03/12/2009	11	Sur 37	S/P
04/12/2009	28	Norte 56	9.5
05/12/2009	19	Norte 59	19.0
06/12/2009	17	Sur 43	S/P
07/12/2009	8	Noreste 22	S/P
08/12/2009	12	Norte 24	S/P
09/12/2009	8	Oeste 28	0.3
10/12/2009	10	Norte 31	S/P
11/12/2009	15	Este 37	S/P
12/12/2009	18	Norte 43	S/P
13/12/2009	25	Norte 56	<0.1
14/12/2009	14	Sur 28	S/P
15/12/2009	25	Norte 44	<0.1
16/12/2009	17	Norte 37	S/P
17/12/2009	31	Norte 59	21.1
18/12/2009	12	Sur 22	30.0
19/12/2009	18	Este 43	S/P
20/12/2009	9	Norte 33	S/P
21/12/2009	11	Norte 28	S/P
22/12/2009	17	Norte 30	4.4
23/12/2009	15	Sudoeste 43	10.8
24/12/2009	15	Sur 48	S/P
25/12/2009	19	Oeste 39	15.8
26/12/2009	9	Sur 35	S/P
27/12/2009	12	Sudoeste 56	12.0
28/12/2009	17	Sur 41	S/P
29/12/2009	18	Sur 44	S/P
30/12/2009	9	Sur 24	S/P
31/12/2009	14	Norte 50	S/P
01/01/2010	9	Oeste 24	S/P
02/01/2010	12	Norte 35	S/P
03/01/2010	28	Norte 67	<0.1
04/01/2010	14	Norte 30	S/P
05/01/2010	17	Sur 67	12.0
06/01/2010	9	Sudoeste 26	S/P
07/01/2010	23	Norte 52	0.8
08/01/2010	12	Norte 26	S/P
09/01/2010	14	Noreste 43	8.0

Periodo de muestreo	Velocidad Media (km/h)	Velocidad máx. y direc.(km/h)	Precipitaciones (mm)
10/01/2010	14	Sur 28	S/P
11/01/2010	20	Sur 126	38.0
12/01/2010	21	Sur 57	S/P
13/01/2010	17	Sudoeste 33	S/P