



Biotecnia

E-ISSN: 1665-1456

biotecnia@ciencias.uson.mx

Universidad de Sonora

México

Rivera Sanz, Francisco Javier; Pérez Cantú, José Manuel; Montañez Armenta, María de la Paz; Lavandera Barreras, Guilebaldo

USO DEL RODILLO AIREADOR EN LA RESTAURACIÓN DE PASTIZALES EN AGUA PRIETA, SONORA

Biotecnia, vol. 19, núm. 3, 2017, pp. 23-28

Universidad de Sonora

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971092004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# USO DEL RODILLO AIREADOR EN LA RESTAURACIÓN DE PASTIZALES EN AGUA PRIETA, SONORA

USE OF AERATOR ROLLER ON GRASSLAND RESTORATION IN AGUA PRIETA, SONORA

Francisco Javier Rivera Sanéz<sup>1</sup>, José Manuel Pérez Cantú<sup>2</sup>, María de la Paz Montañez Armenta<sup>1</sup>, Guilebaldo Lavandera Barreras<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> División de Ciencias Biológicas Universidad de la Sierra, Moctezuma, Sonora, México

<sup>2</sup> Área Protegida: Cuenca Los Ojos A.C., Agua Prieta, Sonora, México.

## RESUMEN

La desertificación de pastizales en ecosistemas áridos y semiáridos al norte de México es el resultado de siglos de sobrepastoreo y sobreexplotación de recursos naturales, que redujeron la cobertura vegetal y provocaron erosión eólica e hídrica; compactación de suelo e invasión de especies arbustivas y pastos exóticos. Las herramientas comúnmente utilizadas para la restauración de pastizales son las quemadas prescritas, el tratamiento con químicos para controlar la invasión de arbustos y el rodillo aireador. Este último descompacta el suelo, permitiendo el intercambio gaseoso, la infiltración de agua y semillas, además de que aplasta los arbustos. La evaluación de los efectos del rodillo con siembra de pastos nativos en Cuenca los Ojos A.C., en el Municipio de Agua Prieta, Sonora, se realizó mediante la medición de cobertura vegetal de sitios tratados y no tratados, a través de líneas de Canfield. Los muestreos se realizaron entre marzo y mayo del 2015. Los resultados mostraron que los pastos y hierbas anuales en zonas aireadas y sembradas se establecieron con éxito. El aireado redujo la cobertura vegetal de arbustivas, que en las zonas sin tratar, componen principalmente las comunidades vegetales.

**Palabras clave:** Restauración, pastizal, rodillo aireador, cobertura vegetal, especie invasora.

## ABSTRACT

Grassland desertification in arid and semiarid ecosystems from the northern area of Mexico is the result of centuries of overgrazing and overexploitation of natural resources, that reduced vegetation coverage and erosion caused by wind and water; soil compaction and invasion of exotic grasses and shrub species. The most commonly used tools for grassland restoration are prescribed burns, chemical treatments to control bush encroachment and the aerator roller. The aerator roller decompresses the ground, allowing gas exchange, water infiltration and seeds, besides of crushing the bushes. The evaluation of the effects from the usage of roller and planting native grasses in Cuenca Los Ojos A.C., in the municipality of Agua Prieta, Sonora, was performed by measuring the vegetative coverage of treated and untreated sites through Canfield lines. The sampling was conducted between March and May 2015. Results show that annual grasses and herbs in aerated and seeded areas were

established successfully. Aeration reduced the vegetation coverage of bushes, than in untreated areas, mainly composed of plant communities.

**Keywords:** Restoration, grassland, aerator roller, vegetation cover, invasive species.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los pastizales son uno de los ecosistemas más desprotegidos y amenazados. La presión ejercida por el sobrepastoreo además de la creciente invasión de especies arbustivas, pone en riesgo su estabilidad, además la pérdida de cobertura vegetal y el pisoteo han dejado el suelo compactado y propenso a la erosión (Basurto y Hadley, 2006). La invasión de arbustivas y pastos exóticos en los pastizales áridos en el Desierto Chihuahuense dificulta las actividades de restauración, por su resistencia al fuego. Tal es el caso de las especies pertenecientes al género *Eragrostis*, las cuales han provocado una disminución en la frecuencia y duración de los incendios, un controlador natural de poblaciones de arbustos resistentes al fuego (Baez y Collins, 2008; Drewa y Havstad, 2001).

En estudios previos realizados en el condado de Northern Johnson en el estado de Wyoming, se ha utilizado el rodillo aireador con el objetivo de mejorar las condiciones de los agostaderos, que son hogar del ave Urogallo (*Centrocercus urophasianus*) que en los últimos años ha visto disminuida su población debido a la pérdida de biodiversidad en éstos sitios. En éstos estudios se observó que los terrenos tratados con el rodillo aireador presentaron varios cambios en las comunidades vegetales, puesto que en la mayoría de los sitios hubo una disminución de especies presentes en las etapas serales tempranas que reducen la viabilidad del agostadero, como navajita (*Bouteloua gracilis*) y otros pastos. En los sitios tratados también se observó un incremento en la aparición de herbáceas con valor nutricional. La especie *Artemisia divaricata* sp. *Wyomingensis*, conocida como artemisa de Wyoming, fue aplastada para estimular el crecimiento de las ramas sobrevivientes al disturbio en los sitios, lo cual redujo la cobertura del dosel en un 50%, aun así hubo poca mortalidad de dicho arbusto. Como efecto al tratamiento se pudieron observar cambios notorios como la aparición de plantas anuales (Emme y Murray, 2007).

\*Autor para correspondencia: Guilebaldo Lavandera Barreras  
Correo electrónico: [glavandera@gmail.com](mailto:glavandera@gmail.com)

Recibido: 05 de agosto de 2016

Aceptado: 12 de julio de 2017

En el estado de Idaho se utilizó el rodillo aireador con el fin de restaurar una estepa de artemisas afectada por el fuego, la agricultura y el pastoreo. El tratamiento contó con zonas de control intactas, zonas aplastadas con rodillo y zonas donde además del aplastado con rodillo se sembraron pastos nativos. En ambos casos se favoreció la aparición de plantas, pero donde se sembraron pastos nativos se observaron resultados más notables debido a que la competencia con la artemisa disminuyó (Yeo, 2012).

Las herramientas comúnmente utilizadas para la restauración de pastizales son las quemas prescritas, el tratamiento con químicos para controlar la invasión de arbustos y el rodillo aireador. Éste último descompacta el suelo, permitiendo el intercambio gaseoso, la infiltración de agua y semillas, además de que aplasta los arbustos. El uso del rodillo aireador se considera un disturbio inducido que puede utilizarse a favor de los usuarios para obtener las condiciones deseadas.

Con el objetivo de evaluar el desarrollo de pastos nativos y la restauración de pastizales, en la reserva denominada Cuenca Los Ojos A.C., se realizó un estudio para determinar el efecto del rodillo aireador doble Lawson sobre la recuperación de los pastos nativos de esa zona, comparando efecto del rodillo con siembra de pastos nativos y sin ella.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tratamiento consistió del paso del rodillo aireador doble Lawson (Figura 1), en los meses de abril a septiembre de 2014, por los puntos seleccionados para tratamiento (tratados), a excepción del sitio Las Anitas, el cual ya había sido tratado en el año 2010. En todos los sitios (exceptuando San Bernardino y Las Anitas) se utilizó una combinación de 4 kilogramos de semilla por hectárea, las semillas correspondían a *Setaria macrsotachya*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Triticum spp*, *Buchloe dactyloides* y *Leptochloa dubia*. Esta mezcla fue aplicada en los sitios especificados al momento de pasar el rodillo.

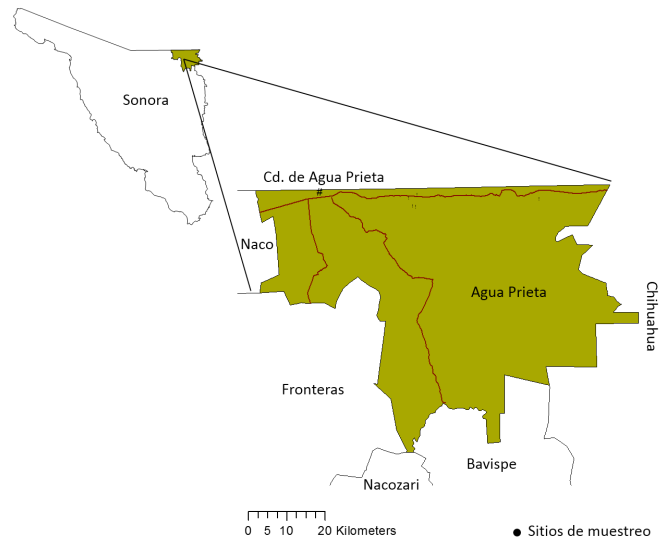
Los sitios de muestreo se localizaron dentro de los terrenos ocupados por la Fundación Cuenca los Ojos A.C. en el municipio de Agua Prieta, Sonora (Figura 2), se seleccionaron cinco sitios denominados: San Bernardino, Camino al Ejido 18 de Agosto, Los Ocotillos, Las Anitas, y El Valle (Figura 3). De cada sitio, se seleccionaron dos puntos de muestreo al azar, uno correspondiente a zonas tratadas y otro correspondiente a zonas sin tratamiento, se tomaron las coordenadas geográficas de los puntos tratados con el uso de un GPS de la marca Garmin GPSMAP Modelo 62S. En la tabla 1 se muestra su ubicación geográfica, así como las fechas en que se realizaron los muestreos. En ambos casos se marcaron cinco transectos lineales de 30 m con la ayuda de una cinta métrica, aplicando el método de intercepción en línea de Canfield propuesto por Mitchell y Hugues, 1995 para este propósito.

Se identificaron, cuando fue posible, las especies vegetales cuyas intercepciones estuvieron presentes a lo largo del transecto mediante el uso de guías visuales de pastos, herbáceas y arbustos. Se calculó la diferencia en metros entre



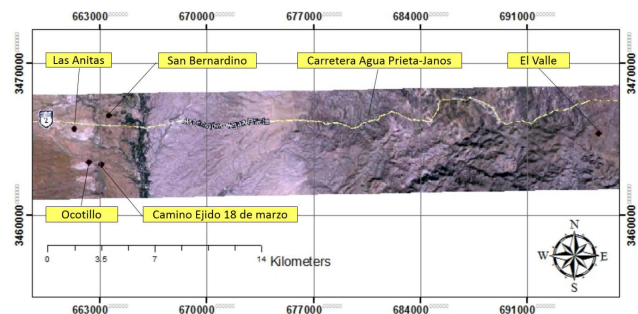
**Figura 1.** Rodillo aireador doble con sembradora Lawson utilizado en el tratamiento de los terrenos.

**Figure 1.** Lawson aerator roller with seeder used for the treatment of the sites.



**Figura 2.** Localización del Municipio de Agua Prieta, Sonora.

**Figure 2.** Location of the municipality of Agua Prieta, Sonora



**Figura 3.** Localización de los sitios de muestreo a lo largo de la carretera Federal No. 2: Agua Prieta-Janos.

**Figure 3.** Location of the sampled sites along the Federal No. 2 roadway: Agua Prieta-Janos.

**Tabla 1.** Coordenadas de sitios y fechas de muestreo.  
**Table 1.** Coordinates and sampling dates of the sites.

Nombre del Sitio	Coordenadas	Fechas de muestreo
San Bernardino	31°19'11,84"N 109°16'47,74"O	03 y 13/03/2015
Camino al Ejido 18 de agosto	31°17'28,69"N 109°17'3,77"O	08/04/2015
Ocotillos	31°17'33,73"N 109°17'34,26"O	09/04/2015
Las Anitas	31°18'48,44"N 109°18'12,12"O	10/04/2015
El Valle	31°18'17,11"N 108°56'41,29"O	22/05/2015

el inicio y término de intercepción de cada planta para con ello obtener la cobertura que ocupó su intercepción en la cinta métrica, lo cual se utilizó para el cálculo de porcentaje de cobertura. Además, se determinó la riqueza de especies para cada sitio.

A fin de evaluar el impacto del uso del rodillo en la recuperación de cada sitio, así como el tipo de vegetación en el cual es más notable el efecto, se calculó el porcentaje de cobertura de cada especie al sumar las medidas de cobertura de todos los individuos de dicha especie a lo largo de los 5 transectos siguiendo la fórmula:

$$\% \text{ Cobertura de especie} = \frac{\text{Cobertura total de la especie}}{\text{Longitud del transecto}} \times 100$$

Del mismo modo, a fin de conocer el efecto del uso del rodillo en la recuperación de un sitio, respecto al tipo de vegetación (pastos, herbáceas o arbustos), así como comparar entre sitios tratados y no tratados, se calculó el porcentaje de cobertura relativa de cada transecto utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cobertura relativa} = \frac{\% \text{ Cobertura de la especie}}{\% \text{ Total de todas las especies}} \times 100$$

La cobertura total se evaluó en cada sitio a fin de determinar el grado de recuperación después de la aplicación del tratamiento, independientemente del tipo de vegetación.

En el sitio denominado El Valle, no se realizó el muestreo para arbustivas, ya que por la ubicación del sitio, éstas no forman parte de la vegetación característica del lugar, consistiendo solo de pastos y herbáceas.

Con el uso de Arc Map 10.1 (® ESRI, 2012), se crearon los mapas de localización de los puntos de muestreo, así como los mapas de tipo de vegetación para esos sitios.

Mediante el uso del paquete estadístico InfoStat Versión 2015 e, se obtuvieron los índices de Shannon-Weaver y Simpson para cada zona tratada y no tratada con el rodillo para comparar si hubo diferencia en la biodiversidad presente en los sitios de muestreo con un nivel de confianza del 95%. El índice de Simpson plantea la probabilidad de que al tomar dos individuos al azar de una comunidad, estos sean de la misma especie, y el valor va de 0 a 1, estando más cercano al 0 se consideraría más biodiverso (Magurran, 2004).

A partir de los muestreos, se enumeraron las especies vegetales identificadas por cada sitio, clasificándolas como nativa o exótica, utilizando para ello la información de las bases de datos de SEINet Chapter Arizona y USDA (SEINet, 2015; USDA, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de la riqueza de especies en cada sitio de muestreo, se obtuvo que el sitio que presentó el mayor número de especies identificadas fue Camino al Ejido 18 de Agosto con un total de 19; siendo El Valle y Los Ocotillos quienes presentaron el valor más bajo con solo un total de 12 especies (Tabla 2). La mayoría de las especies de plantas encontradas durante los muestreos coinciden con las descritas en el municipio de Agua Prieta, Sonora, para el ecosistema de Desierto Chihuahuense y pastizal de altura (Van Devender y Reyna, 2005; Van Devender *et al*, 2007; Van Devender *et al*, 2013).

Se pudo observar también que la mayoría de las especies son plantas nativas (69), mientras que exóticas, se

**Tabla 2.** Número de especies (nativas y exóticas) identificadas por sitio de muestreo.  
**Table 2.** Number of species (native and exotic) identified by sampling site.

Sitio	Nativa	Exótica	Total de especies por sitio
San Bernardino	17	1	18
Camino al Ejido 18 de Agosto	16	3	19
Los Ocotillos	11	1	12
Las Anitas	14	2	16
El Valle	11	1	12
Total de especies	69	8	77

obtuvieron solo 8; acentuando que el sitio con más especies exóticas fue El Camino al Ejido 18 de Agosto con 3 (Tabla 2). Cabe resaltar, que éste análisis refleja solo el número de especies que fue posible identificar, por lo que éste dato no influye de manera directa en la diversidad de cada sitio.

### Cobertura relativa de pastos

En cuanto a la Cobertura relativa de pastos encontrada en los puntos que fueron tratados con rodillo aireador en cada uno de los sitios, se puede observar que los sitios Camino al Ejido 18 de Agosto y San Bernardino, mostraron la mejor respuesta con un 62,93% y un 55,89% respectivamente (Tabla 3). Respecto a los puntos no tratados, se puede observar que el sitio más sobresaliente para esta variable fue El Valle con un 75,84%; seguido del sitio Camino al Ejido 18 de Agosto con un 61,63%.

Los pastos que aparecieron con más frecuencia durante los muestreos, son aquellos cuyas semillas fueron utilizadas en la combinación para la siembra durante la aireación. El uso de semilla en el sitio Camino al Ejido 18 de Agosto favoreció a que más de la mitad del porcentaje perteneciera a los pastos, entre las más notables *Setaria macrotachya* y *Bouteloua curtipendula*. La presencia de pastos exóticos en áreas sin tratar, son remanentes del efecto ocasionado por la introducción de especies exóticas para alimentar el ganado y sus características invasivas, además de la pérdida de cober-

tura vegetal nativa que favorece su establecimiento.

Debido a que en Las Anitas la aireación con siembra se realizó hace 5 años, se puede observar un ligero equilibrio en la distribución del porcentaje de cobertura total (Tablas III y IV), esto se debe a que se encuentra en etapas sucesionales más avanzadas que en los demás sitios. Mientras que en los lugares sin tratamiento las arbustivas como *Larrea divaricata*, *Flourensia cernua* y *Parthenium incanum* conformaron gran parte del porcentaje de cobertura total.

### Cobertura relativa de herbáceas

Como resultado del muestreo de herbáceas dentro de los puntos tratados, se obtuvo un porcentaje de cobertura relativa de 83,44% en El Valle, siendo éste, el valor más alto dentro de todos los puntos en los que se aplicó el rodillo. También cabe resaltar el sitio Los Ocotillos con un 44,49 %, donde para el caso de los puntos sin tratamiento, se obtuvieron porcentajes muy homogéneos de alrededor del 25 %, exceptuando el sitio Los Ocotillos, donde se presentó el valor más bajo, con un 4,83 % ya que este sitio de manera natural, posee un bajo porcentaje de éstas (Tabla 3).

En las zonas tratadas con rodillo gran parte de la cobertura vegetal relativa se conformó de herbáceas anuales, siendo *Salsola tragus* la más común y probablemente el disturbio del rodillo facilitó su establecimiento. Al igual que en los demás sitios, su rango de distribución ha aumentado

**Tabla 3.** Porcentaje de cobertura relativa de pastos, herbácea y arbustos en sitios tratados y no tratados.

**Table 3.** Relative coverage percentage from grasses, forbs and bushes in treated and untreated sites.

Sitio	Pastos		Herbáceas		Arbustos	
	Tratado (%)	No tratado (%)	Tratado (%)	No tratado (%)	Tratado (%)	No tratado (%)
San Bernardino*	55,89	44,33	14,04	22,91	30,05	32,74
Camino al Ejido 18 de Agosto	62,93	61,63	18,84	22,59	18,53	15,77
Los Ocotillos	31,00	8,75	44,49	4,83	24,50	86,40
Las Anitas*	39,63	9,30	11,43	28,31	48,93	62,37
El Valle	16,55	75,84	83,44	24,15	-	-

\*No se utilizó siembra al momento del aireado

- No se evaluó por no existir arbustos en este sitio

**Tabla 4.** Porcentajes de cobertura total e índices de biodiversidad en los sitios de muestreo.

**Table 4.** Total coverage percentages and biodiversity indexes of the sampled sites.

Sitio	% de cobertura total		Índice de Shannon-Weaver		Índice de Simpson	
	Tratado	No tratado	Tratado	No tratado	Tratado	No tratado
San Bernardino	9,16	24,8	1,86	2,29	0,18	0,11
Camino al Ejido 18 de Agosto	12,56	35,97	2,0	2,33	0,18	0,13
Los Ocotillos	26,69	26,59	1,82	1,84	0,21	0,17
Las Anitas	20,29	28,65	2,6	2,02	0,09	0,17
El Valle	19,73	32,73	2,34	1,94	0,12	0,23

en los últimos años y según Blanco *et al.*, (1982) prefiere los suelos arcillosos mal drenados, encontrándose en pastizales de *Bouteloua gracilis* y *Pleuraphis mutica* deteriorados (siendo esta última muy dominante en este sitio de muestreo), lo cual explicaría su aparición en este punto. También se encontraron herbáceas de la familia de las Asteraceae, la más común fue *Erigeron flagellaris*, especie que crece en praderas y pastizales (SEINet, 2015).

**Cobertura relativa de arbustos**

El mayor porcentaje para esta variable correspondió a los puntos sin tratamiento del sitio Los Ocotillos, con un 86,4%. Para los puntos en los que si se aplicó el rodillo, el mayor porcentaje fue de 48,93% y correspondió al sitio Las Anitas. Se puede observar en la tabla 3 que el sitio El Valle no cuenta en su paisaje con vegetación del tipo arbustiva que al no ser considerada en el análisis, tiende a incrementar los valores relativos para las variables de “Pastos” y “Herbáceas”, tanto para sitios tratados como no tratados.

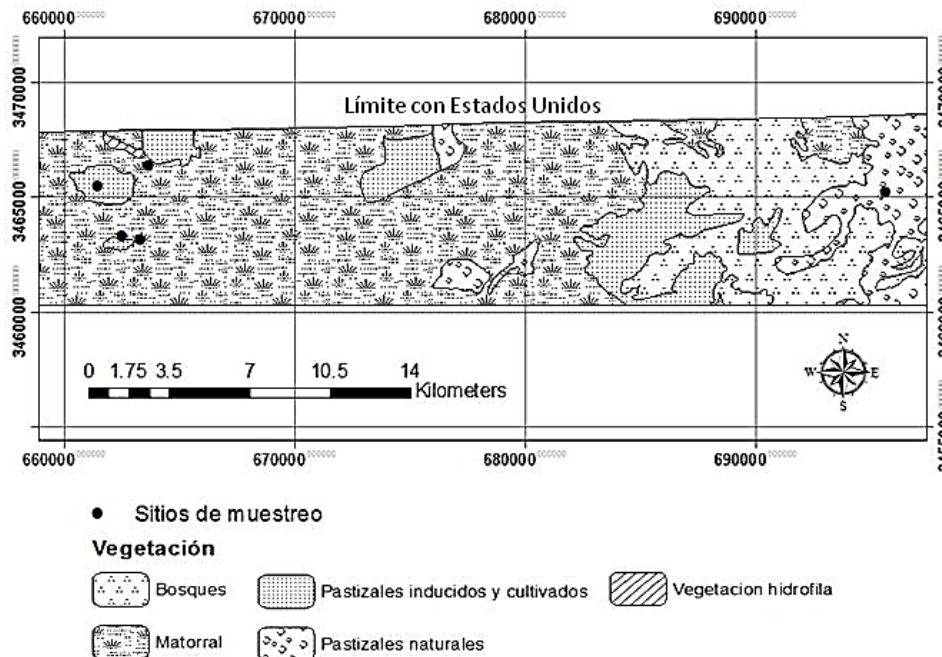
En zonas no tratadas la cobertura vegetal total estuvo conformada por arbustos, entre ellos, *Larrea divaricata*, *Fouquieria splendens*, *Parthenium incanum* y *Calliandra eriophylla* plantas que se pueden encontrar formando distintas asociaciones dentro del Desierto Chihuahuense, como las mencionadas por Sosa *et al.*, (2006), quienes en su investigación refieren que las más comunes fueron *Larrea divaricata* y *Fouquieria splendens*, presentes en 14 sitios de 51 estudiados. La baja presencia de gramíneas y herbáceas en los puntos no tratados del sitio Los Ocotillos puede atribuirse a la competencia con los arbustos. Keeley y Keeley (1982) mencionan

como en las comunidades maduras de chaparral en el desierto de Mojave en California, los arbustos, entre ellos la *Larrea divaricata* por medio de la alelopatía inhiben la germinación de herbáceas, que son a su vez combustibles para incendios, poniendo en riesgo su presencia. La alelopatía de *Larrea divaricata* podría al igual que su congénere *L. tridentata*, provenir de sus raíces. Mahall y Callaway (1992) descubrieron que las raíces de *L. tridentata* producen inhibidores para detener el crecimiento de raíces de plantas vecinas. En el caso de esta investigación, al encontrarse los especímenes bien separados, demuestra que el contacto de raíces no es necesario y al parecer el compuesto alelopático puede esparcirse a cierta distancia (centímetros) de las raíces a través del suelo. Incluso *Larrea* podría competir intraespecíficamente por recursos, como el agua con plantas vecinas como mencionan Brisson y Reynolds (1994) en un experimento llevado a cabo en Nuevo México en el Desierto Chihuahuense.

**Cobertura total**

Los porcentajes de cobertura total de los cinco sitios de muestreo fueron relativamente bajos, pero esto se debe a los antecedentes del lugar como la gran presión ejercida por el ganado, pérdida de cobertura vegetal y la erosión consecuente, además de la naturalidad de los ecosistemas de pastizales áridos en proceso de desertificación (Tabla 4).

La mayor cobertura total respecto a sitios con tratamiento, se observó en Los Ocotillos con un 26,69%, mientras que, el que presentó el menor valor, fue San Bernardino con solo un 9,16%. La cobertura total de sitios tratados fue más baja que en los no tratados (excepto en el sitio Los Ocotillos),



**Figura 4.** Tipos de vegetación correspondiente a los sitios muestreados.  
**Figure 4.** Vegetation types of each sampled site.

destacando el sitio San Bernardino, donde no se realizó siembra de pasto. Para esta misma variable, no se observaron grandes diferencias entre los sitios sin tratamiento, donde los más altos y los más bajos fueron Camino al Ejido 18 de Agosto y San Bernardino con 35,97 y 24,8 % respectivamente (Tabla 4).

Cabe mencionar que en el sitio los Ocotillos, parte del efecto observado corresponde con la forma como se aplicó el tratamiento en ese sitio, en el cual, se decidió evitar aplastar las plantas de *Fouquieria splendens*, de ahí su mayor aparición en los muestreos.

### Biodiversidad

Los índices de biodiversidad determinados evidencian que el sitio con mayor dominancia fue Las Anitas (Simpson = 0,09), lo cual se debió probablemente a que el tratamiento de aireación se realizó antes que en el resto de los sitios (2010), esto permitió poder encontrar más individuos por especie de algunas de las especies nativas registradas en ese sitio. Es aquí donde también se encontró la mayor diversidad (Shannon-Weaver = 2,6) (Tabla 4), esta diversidad no corresponde al número de especies encontradas para este sitio (Tabla 2), ya que éste se calcula considerando todas las especies, aunque estas no hayan sido identificadas.

Los lugares con índices más bajos fueron San Bernardino y Los Ocotillos, en el primero, esta respuesta se debe al hecho de que no se realizó siembra al momento del aireado y por lo tanto los pastos no se establecieron con el mismo éxito que en los demás sitios, mientras que en Los Ocotillos se debió principalmente al tipo de terreno, que al ser principalmente rocoso, no facilitó el establecimiento de plantas. Cabe mencionar que los sitios fueron evaluados en diferentes fechas (Tabla 1) existiendo un periodo de más de tres meses entre el primer y el último muestreo, esto permite la aparición de más individuos por especie, lo cual podría explicar en parte por qué en algunos sitios con alta riqueza de especies, no fueron considerados como los más diversos.

### CONCLUSIONES

El proceso de aclareo usando el rodillo aireador doble Lawson afecta de forma positiva al establecimiento y desarrollo de pastos y herbáceas, además, si esta se combina con la siembra de semillas de pastos, aumenta la probabilidad de la aparición de gramíneas. El paso del rodillo ayuda a mantener controladas las poblaciones de arbustos dominantes como *Prosopis glandulosa* y *Larrea divaricata* sin eliminarlas y propicia el renuevo de estas especies, regresándolas a un estado más inmaduro de su desarrollo.

La cobertura vegetal disminuye como efecto del paso del rodillo al aplastar los arbustos. Esta técnica propicia el recubrimiento del suelo por pastos y herbáceas. Los sitios tratados muestran ser menos biodiversos que los intactos en el corto plazo, pero después de 5 años ocurre el efecto contrario.

### REFERENCIAS

- Baez, S. y Collins, S. L. 2008. Shrub Invasion Decreases Diversity and Alters Community Stability in Northern Chihuahuan Desert Plant Communities. Albuquerque, New Mexico.
- Basurto, X. y Hadley, D. 2006. Hacia la Conservación de Pastizales en Tierras Fronterizas. USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station Fort Collins, CO.
- Blanco Madrid, E. S., Enriquez Achondo, I. S. y Siqueiros Delgado, M. E. 1982. Manual de Plantas Tóxicas del Estado de Chihuahua. Chihuahua: Secretaría De Agricultura Y Recursos Hidráulicos, COTECOCA.
- Brisson, J. y Reynolds, J. F. 1994. The Effect of Neighbors on Root Distribution in a Creosotebush (*Larrea tridentata*) Population. En *Ecology*, Vol.75, No.6 (págs. 1693-1702). Ecological Society of America.
- Drewa, P. B. y Havstad, K. M. 2001. Effects of fire, grazing, and the presence of shrubs on Chihuahuan desert grasslands. *Journal of Arid Environments*, pp. 429-443.
- Emme, T. y Murray, R. 2007. Evaluating Habitat Aeration Treatments in Wyoming's Northern Johnson County (Northern Rolling High Plains). NCRS.
- ESRI, 2012. Software de Mapeo para uso en Línea. Obtenido de <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>
- Keeley, S. C. y Keeley, J. E. 1982. The Role of Allelopathy, Heat, and Charred Wood in the Germination of Chaparral Herbs. U.S. Department of Agriculture.
- Magurran, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing
- Mahall, B. E. y Callaway, R. M. 1991. Root communication among desert shrubs (competition/ interference/ self-nonsel recognition/ allelopathy/ root exudates. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 874-876.
- Mitchell, W. A. y Hugues, G. H. 1995. Line intercept. Washington, DC.: DEPARTMENT OF THE ARMY U.S.
- SEINet Arizona Chapter. 10 de Junio de 2015. Obtenido de <http://swbiodiversity.org/seinet/index.php>
- Sosa, M., Galarza, J. L., Lebgue, T., Soto, R. y Puga, S. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua, México. Lima: Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- USDA. 12 de Julio de 2015. Plant Database. Obtenido de <http://plants.usda.gov/java/>
- Van Devender, T. R. y Reina, A. L. 2005. The Forgotten Flora of la Frontera. USDA Forest Service Proceedings.
- Van Devender, T. R., Reina-G, A. L., Wiens, J., Garcia, P. y Barra, J. 2007. Cuenca Los Ojos Plant List. Agua Prieta: Arizona-Desert Museum.
- Van Devender, T. R., Reina-Guerrero, A. L. y Sánchez-Escalante, J. J. 2013. *Flora of Chihuahuan Deserts scrub on Limestone in Northeastern Sonora, Mexico*. USDA Forest Service Proceedings.
- Yeo, J. J. 2012. Revitalization of a Native Wyoming Big Sagebrush/ Bluebunch Wheatgrass Community in Central Idaho: A Ten Year Summary. Idaho