

Informe final* del Proyecto JE004
Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras

Responsable: Dra. Karina Boege Paré
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ecología
Departamento de Ecología Evolutiva
Dirección: Av. Universidad #3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, 04510.
Correo electrónico: kboege@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: 5622-9026
Fecha de inicio: Enero 15, 2011.
Fecha de término: Julio 8, 2014.
Principales resultados: Base de datos, hojas de cálculo, cartografía, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Molina-Fraener; F. 2015. Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. **Informe final *Cenchrus ciliaris* SNIB-CONABIO, proyecto No. JE004.** Ciudad de México.

Resumen:

Las especies invasoras son hoy en día una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial, y sin embargo, en México contamos con muy poca información sobre los efectos concretos que tienen las especies de plantas invasoras sobre la diversidad de especies nativas. Es por esto que esta propuesta de investigación plantea generar información detallada sobre la distribución, abundancia y los efectos sobre la biodiversidad, de tres especies invasoras con historia de vida, tipos de dispersión y hábitats constringentes: la gramínea *Cenchrus ciliaris* presente en gran parte del territorio del país y muy predominante en zonas áridas; el árbol *Tamarix ramosissima*, que se ha expandido en diversas zonas riparias, principalmente del norte del país; y la orquídea *Oeceoclades maculata*, presente en varios ecosistemas tropicales del sureste mexicano. Como productos de este proyecto, se obtendrán bases de datos con los registros georreferenciados de cada una de las especies, así como información referente a su abundancia, densidad y efectos en la flora local. Por otro lado, se generarán mapas de la distribución de la orquídea *O. maculata* en el territorio nacional y de *C. ciliaris* y *T. ramosissima* en el estado de Sonora. Finalmente, también se generarán informes técnicos y publicaciones científicas con la información obtenida.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras.

El caso del Zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*/*Pennisetum ciliare*) en los matorrales del estado de Sonora.

Dr. Francisco Molina

Informe final

14 de agosto 2013

Introducción.

El zacate buffel es un pasto nativo de África que fue introducido a México a finales de los cincuentas y principios de los sesentas con el objetivo de incrementar la producción de forraje para el ganado en las zonas áridas y semiáridas del país (Castellanos et al. 2002). Se reproduce por semillas vía agamosperma, está adaptado a condiciones áridas y es tolerante al fuego. En el noroeste de México, particularmente en el estado de Sonora, los ganaderos adoptaron este pasto y un paquete de prácticas que transformaron notablemente el paisaje de la entidad. La conversión de los matorrales xerófilos y los matorrales espinosos tuvo un auge durante los setentas y actualmente se estima que las praderas de buffel, pastizales inducidos por la siembra de este pasto, ocupan aproximadamente el 10% de la entidad (Franklin et al. 2006). El material original introducido a Sonora provino de Texas como la variedad "buffel común", una selección de plantas provenientes de Kenia. Posteriormente se introdujeron otras variedades también provenientes de Texas, aunque se cree que el buffel común es la variedad dominante en la entidad (Gutierrez-Ozuna et al. 2009).

Casi todos los estudios ecológicos previos sobre este pasto han abordado el impacto de la conversión de los matorrales a praderas en las poblaciones y comunidades que sobreviven a la transformación del paisaje. Por ejemplo, existe evidencia de que la conversión no afecta la reproducción de las especies que persisten en las praderas pero afecta significativamente la regeneración de las especies nativas (Morales-Romero et al. 2008). De igual forma, existe evidencia de que la conversión reduce en un 50% la riqueza de plantas perennes, elimina casi completamente al estrato arbustivo, reduce la productividad primaria y modifica la estructura del hábitat. Como resultado de la conversión, el paisaje cambia de matorral a sabana de buffel, con pocos árboles y una cobertura de este pasto exótico de cerca del 100% (Franklin y Molina-Freaner 2010).

Como consecuencia de la conversión de grandes extensiones de matorrales a sabanas de buffel, se generó una enorme presión de propágulos y las semillas de esta especie comenzaron a dispersarse hacia hábitats adyacentes, colonizando primero sitios perturbados como orillas de carreteras y ciudades, para posteriormente invadir matorrales no convertidos a praderas (Búrquez y Martínez-Yrizar 2007). Sin embargo, nuestro conocimiento sobre el proceso de invasión y el efecto que está teniendo en los matorrales xerófilos y espinosos es todavía muy pobre. Este pasto puede modificar la estructura, composición y

diversidad de los matorrales invadidos a través de varios mecanismos, aún sin identificar plenamente. La invasión puede modificar los matorrales inhibiendo la regeneración de las especies nativas, a través de los fuegos asociados con este pasto, eliminando a las especies nativas sensibles al fuego o a través de otros mecanismos aún no identificados. En este proyecto estudiamos algunos aspectos del proceso de invasión de este pasto en los matorrales del estado de Sonora. Los objetivos particulares fueron: a) describir su distribución en la red de carreteras pavimentadas de la entidad, b) estimar la abundancia de este pasto en los matorrales invadidos y c) evaluar el efecto de la invasión en la estructura de la comunidad de los matorrales invadidos.

1.- Primer objetivo: Descripción de la distribución en la red de carreteras del estado de Sonora.

Métodos.

De acuerdo con nuestras observaciones personales (F. Molina-Freaner), el zacate buffel coloniza de las sabanas sembradas a las orillas de carreteras y a los matorrales sin perturbación. Dado que las carreteras son rutas importantes de migración de esta especie, diseñamos un protocolo de evaluación de su distribución usando la red de carreteras de todo el estado de Sonora. Cada 20 kilómetros hicimos una evaluación de la abundancia de este pasto usando una escala ordinal, empleando 5 categorías de cobertura de la orilla de la carretera como medida de su abundancia local. Las 5 categorías son: a) 0 plantas en el sitio, b) < 10% de cobertura de este pasto en el sitio, c) 10-50% de cobertura, d) 51-90% de cobertura y e) 90-100% de cobertura. En cada punto de muestreo, también se evaluó si este pasto se encuentra como invasora de las comunidades naturales adyacentes a la carretera. Para esto se registró en ambos lados de la carretera el uso del terreno usando las siguientes categorías: AP (Agostadero Pradera de buffel), AC (Agostadero de vegetación natural sin pradera), AA (Agrícola de uso activo), AN (Agrícola abandonado, no activo), C (uso comercial), I (uso industrial), P (uso urbano) y GP (uso ganadero intensivo o porcícola). En esta caso también se evaluó la abundancia de buffel usando la misma escala ordinal de acuerdo al grado de cobertura de este pasto. Esa evaluación se hizo estratificada, distinguiendo planicies, arroyos y laderas. Este muestreo nos permitió conocer la abundancia a lo largo de la red de carreteras y sobre todo identificar las comunidades naturales invadidas por este pasto en la entidad. Las coordenadas geográficas se tomaron usando un geoposicionador con altímetro y se hicieron observaciones generales sobre el sitio.

Resultados

El estado de Sonora se encuentra ubicado en el noroeste de México y después de Chihuahua, es el estado con mayor extensión de México. Colinda al sur con Sinaloa, al este con Chihuahua y con el Golfo de California al oeste. Se tienen registrados 7 tipos de vegetación en la entidad (Martínez-Yrizar et al., 2010) y la red de carreteras del estado de Sonora cruza la mayoría de estos tipos de vegetación. Sin embargo, dado que los matorrales xerófilos cubren la mayor parte de la entidad, la red de carreteras cubre principalmente este tipo de vegetación. Se han registrado 24 tipos de climas en la entidad, aunque la mayoría

de la superficie tiene climas muy áridos, áridos y semiáridos (Brito-Castillo et al. 2010). En este reporte se describen los resultados más importantes del estudio sobre la distribución del zacate buffel a lo largo de las principales carreteras pavimentadas del estado de Sonora. Se recorrió la red de carreteras pavimentadas del estado y cada 20 km se estimó la abundancia de zacate buffel usando una escala ordinal de cobertura en el espacio entre la carretera y la cerca que delimita los terrenos adyacentes a la carretera. La estimación de la cobertura se hizo de forma visual, recorriendo a pie la orilla de la carretera ($\approx 100\text{m}$) y calculando el porcentaje del área cubierta por este pasto. En cada sitio se tomaron las coordenadas geográficas y la altitud usando un geoposicionador con altímetro. Se anexa una tabla de EXCEL (distribución buffel carreteras y terrenos adyacentes) con los resultados de la cobertura de esta especie en 180 sitios a lo largo de la orilla de las carreteras, a intervalos de aproximadamente 20 km entre sitios, usando las 5 categorías de cobertura que se describieron en la sección de métodos. La cobertura se evaluó en ambos lados de la carretera, ya que en algunos casos, la cobertura era diferente. De igual forma, en cada sitio a lo largo de las carreteras se evaluó la cobertura de buffel en el interior del terreno adyacente a la carretera. En cada sitio, se cruzó la cerca y se recorrió aproximadamente 100 m del terreno para calcular visualmente la cobertura de este pasto. Para este caso, se describe el uso del terreno usando las categorías descritas en la sección de métodos y la cobertura de este pasto en tres unidades del paisaje: planicies, arroyos y laderas. En este reporte, describiremos los resultados más importantes con respecto a la cobertura de este pasto a lo largo de las carreteras.

Los resultados de cobertura de buffel en las carreteras, se muestran en las figuras 1 (distribución buffel carreteras) y 2 (distribución buffel terrenos adyacentes) de este reporte. En estas figuras se muestra la distribución de las categorías de cobertura a lo largo de las carreteras. La categoría de mayor cobertura (91-100%) se representa en color rojo y en el mapa se puede observar que este pasto alcanza los niveles más altos de cobertura en la región central del estado: en el tramo carretero entre Hermosillo y Carbó, así como un punto entre Guaymas y Hermosillo. La categoría de 51-90% se representa en el mapa con el color rosa. Esta categoría también se registró en la parte central del estado, al norte y sur de Hermosillo, en la región de Guaymas, en la carretera entre La Colorada y San Javier, al sur de Navojoa y al norte de Cumpas.

La categoría de 11 a 50% de cobertura se representa con el color amarillo. Esta categoría de cobertura tuvo una distribución más amplia y se registró también en el centro del estado, a lo largo de las carreteras que comunican Hermosillo con San Javier, Sahuaripa y Moctezuma. También se registró en el sur del estado entre Guaymas y Navojoa, así como en la zona norte entre Benjamín Hill y Caborca. Finalmente, las categorías de 0 plantas y de 1 a 10% de cobertura se representan con color verde. Las regiones donde se registraron los valores más bajos de cobertura (o no se registró una sola planta) corresponden a dos grupos: el extremo noroeste del estado, entre Caborca y San Luis Río Colorado, así como la zona costera al este de Hermosillo. El otro grupo corresponde a la zona norte y este del estado, en las regiones de Nogales, Cananea, Agua Prieta, Huasabas y Yécora.

A grandes rasgos, el mapa sobre la cobertura de buffel a lo largo de las carreteras del estado muestra que la mayor abundancia se registra en las regiones donde más se ha promovido la siembra de este pasto por parte de la comunidad ganadera. La región de Carbó y Hermosillo (norte y sur) corresponden a la región donde se introdujo por primera vez este pasto con fines ganaderos y donde se ha registrado mayores niveles de conversión de matorrales a praderas de buffel. De igual forma, la región entre La Colorada y San Javier, así como una pequeña región cercana a Navojoa y otra a Cumpas, corresponden con zonas donde se ha registrado una intensa actividad ganadera, sembrando praderas de buffel. Es probable que las carreteras sean rutas importantes de difusión de este pasto y que por estas vías penetren a comunidades naturales.

Con respecto a la posible influencia del clima en la distribución de este pasto, se hizo una evaluación preliminar usando el Atlas climático digital de México versión 2 del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Los análisis exploratorios que hemos realizado indican que las temperaturas mínimas del mes más frío del año tienen un efecto significativo ($\chi^2 = 29.69$, $P < 0.0001$). Los valores más altos de cobertura de este pasto en las carreteras se registraron en sitios con temperaturas mínimas del mes más frío del año mayores a 7 °C. Conforme la temperatura mínima decrece, disminuye su cobertura en las carreteras hasta que donde la temperatura mínima es menor de -1 °C, no se encuentra ninguna planta de este pasto. Por esta razón, la distribución de este pasto no llega a la zona oriental cercana a la Sierra Madre, donde se registran las temperaturas más bajas en el estado.

Con respecto a la influencia de la precipitación anual en la distribución, el análisis no muestra un efecto muy claro. Los valores más altos de cobertura se registraron entre los 200 y 400 mm de precipitación, mientras que los valores más bajos se registraron donde la precipitación es menor de 100 o mayor de 600 mm. Sin embargo, el análisis estadístico no muestra un efecto significativo ($\chi^2 = 1.39$, $P = 0.2381$). Es importante señalar que el análisis es preliminar y no descartamos que mediante otro tipo de análisis estadístico más acorde a este tipo de datos, se detecte otro patrón.

La cobertura del zacate buffel en los terrenos adyacentes a las carreteras se muestra en la figura 2 (distribución buffel terrenos adyacentes). En general, se observa que la cobertura de este pasto es menor en los terrenos adyacentes que en la orilla de las carreteras. En la mayoría de los sitios donde se detectó mayor cobertura, se trata de praderas donde fue sembrado intencionalmente. Entre los sitios donde encontramos que el buffel ha invadido comunidades vegetales sin disturbio, destacan las laderas de: a) la Sierra Libre y el sitio Arqueológico La Pintada, Siete Cerros, Cerro de Izábal, Cruz del Diablo y varias sierras cercanas a la ciudad de Hermosillo. La cobertura de buffel en estos sitios llega a ser considerable y en algunos casos es posible especular sobre la ruta de migración al lugar. Los municipios donde se encontró mayor cobertura de buffel en los terrenos adyacentes a la carretera fueron: Hermosillo, Carbó, Imuris, Empalme, Navojoa, Álamos, La Colorada y Moctezuma (Fig 2). Un análisis estadístico preliminar indica que el uso del suelo en los terrenos adyacentes tiene una

influencia significativa en la cobertura del buffel en la orilla de las carreteras ($\chi^2 = 48.711$, $P < 0.0001$). Los valores mas altos de cobertura en la orilla de la carretera están asociados a terrenos adyacentes donde el uso del suelo es de pradera de buffel o de agostadero.

Resumiendo los resultados del primer objetivo del proyecto, podemos decir que los niveles mas altos de cobertura de este pasto en las carreteras se han registrado en la parte central del estado, lo que coincide con una de las regiones donde se han establecido un mayor número de praderas de buffel. Las temperaturas mínimas del mes mas frío parecen restringir la distribución de este pasto.

2.- Segundo objetivo: Estimar la abundancia de este pasto en comunidades vegetales invadidas.

Métodos.

De acuerdo con nuestras observaciones personales (F. Molina-Freaner), el zacate buffel coloniza de las sabanas sembradas (praderas) a las orillas de carreteras y a los matorrales sin perturbación. Dado que las carreteras son rutas importantes de migración, la primera fase de este proyecto consistió en documentar su distribución usando la red de carreteras de todo el estado de Sonora. En esta primera fase documentamos la abundancia del este pasto usando una escala ordinal, empleando 5 categorías de cobertura de la orilla de la carretera como medida de su abundancia local. En cada punto de muestreo, también se evaluó si este pasto se encuentra como invasora de las comunidades naturales adyacentes a la carretera. Para esto se registró en ambos lados de la carretera el uso del terreno usando las siguientes categorías: AP (Agostadero Pradera de buffel), AC (Agostadero de vegetación natural sin pradera), AA (Agrícola de uso activo), AN (Agrícola abandonado, no activo), C (uso comercial), I (uso industrial), P (uso urbano) y GP (uso ganadero intensivo o porcícola). En esta caso se evaluó la abundancia de buffel usando la misma escala ordinal de acuerdo al grado de cobertura de este pasto. Esa evaluación se hizo de forma estratificada, distinguiendo planicies, arroyos y laderas. Este muestreo nos permitió identificar las comunidades naturales invadidas por este pasto en la entidad. Del total de matorrales que identificamos con evidencia de invasión por este pasto, seleccionamos una muestra de 5 matorrales donde estimamos la abundancia. Estos matorrales seleccionados representan una muestra de la diferentes fases de invasión y de ambientes invadidos. De igual forma, representan diferentes contextos de invasión. Por un lado, una ruta común de invasión es la migración de este pasto de las praderas de ganaderos a la orilla de la carretera y de la carretera a los matorrales naturales, y de manera especial a través de las laderas de los cerros. Otro contexto es la invasión del ambiente urbano y del ambiente urbano a las laderas en los márgenes de las ciudades. Finalmente, otro contexto es el de la construcción de una nueva carretera que facilita la invasión en las orillas recién perturbadas y de la orilla a los matorrales adyacentes. En cada matorral invadido, se tomaron las coordenadas geográficas usando un geoposicionador con altímetro y se hicieron anotaciones sobre la composición

florística de la comunidad. La Tabla 1 muestra los 5 sitios estudiados, su ubicación, latitud, longitud y altitud sobre el nivel del mar. La tabla 2 muestra la composición florística de cada matorral, listando solo a las especies más conspicuas de la comunidad. En cada sitio se distribuyeron aleatoriamente 10 transectos de 3 x 10 m donde se contó el número de individuos de zacate buffel. Para el conteo de individuos se distinguieron los individuos adultos y reproductivos, los individuos juveniles y las plantas muertas. Los individuos adultos se distinguieron de los juveniles por el número de tallos por planta y por la altura. Los juveniles se definieron como los individuos con solo un tallo y con una altura menor a 20 cm. Los individuos muertos se distinguieron por el color del follaje. En cada transecto, se tomó una muestra de suelo con un cilindro pequeño de 5.1 cm de diámetro para posteriormente en el laboratorio, separar y contar las semillas enteras de zacate buffel. De esta forma, estimamos el banco de semillas de buffel en cada matorral invadido.

Resultados.

La tabla 3 y el archivo de EXCEL (Abundancia buffel matorrales) muestra los resultados más importantes sobre la abundancia de este pasto en las comunidades invadidas. Los sitios Siete Cerros, La Pintada y Mina Niko-Caseta de Peaje representan matorrales invadidos a partir de la migración de las praderas a la orilla de la carretera y de la orilla de la carretera a los matorrales de laderas de cerros. El sitio Margen norte de Hermosillo (Bachoco) representa un sitio asociado al crecimiento urbano de la ciudad de Hermosillo. En este caso el buffel invadió lotes baldíos y el ambiente urbano y de ahí esta invadiendo los matorrales de los alrededores de la ciudad. El sitio Cruz del Diablo representa un sitio donde no hay praderas de buffel y en este caso la invasión ocurrió a partir de una nueva carretera construida recientemente. En este caso, las praderas están muy lejanas al matorral invadido. Esta carretera es de reciente creación y la colonización de la orilla de la carretera es reciente y por lo tanto representa un caso de invasión temprana.

En la tabla 3 se puede apreciar que la abundancia de este pasto varió de 4.9 ± 5.3 plantas por 30 m^2 (0.16 individuos adultos/ m^2) en Cruz del Diablo a 31.2 ± 29.0 plantas por 30 m^2 (1.04 plantas adultas/ m^2) en La Pintada. Esto representa una densidad que va de 1633 a 10,399 plantas adultas por hectárea. El número de juveniles varió de 0.2 ± 0.6 a 13.1 ± 17.2 individuos por 30 m^2 (0.006 a 0.43 individuos por m^2), mientras que el número de plantas muertas varió de 0.1 ± 0.3 a 18.5 ± 7.4 por 30 m^2 (0.003 a 0.61 individuos por m^2). Los resultados del banco de semillas indican que la densidad de semillas varía de 0 a 7.8 ± 9.7 semillas por 20.42 cm^2 (0 a 1811 semillas aparentemente viables por m^2). Aunque el número de sitios es limitado, estos resultados parecen indicar que no existe correlación entre la abundancia de plantas adultas y la densidad de semillas en el suelo. La comparación de la abundancia de zacate buffel entre sitios permite identificar que el sitio que representa la fase inicial de la invasión (Cruz del Diablo) es el que posee la menor densidad de plantas adultas. En cambio, los sitios invadidos de praderas a orillas de carreteras y de orilla de carretera a matorral, así como el que representa la invasión a partir del ambiente urbano poseen densidades más altas de plantas adultas que van de 7,300 a 10,400 plantas por hectárea. Por otra

parte, una observación interesante es que el sitio mas árido (Siete Cerros) es el que posee mayor número de plantas muertas y cero semillas en el banco.

En resumen, nuestros resultados indican que la invasión de zacate buffel en una muestra representativa de matorrales, muestra densidades que van de 1, 633 a 10, 399 plantas adultas por hectárea y que el banco de semillas muestra densidades que van de 0 a 1, 811 semillas por m².

Tabla 1.- Sitios estudiados para evaluar la invasión de buffel en matorrales de Sonora.

| Nombre del sitio | Ubicación | Latitud | Longitud | Altitud (msnm) |
|---|--|--------------|---------------|----------------|
| Siete Cerros | Entre Hermosillo y Bahía Kino, Sonora | 28° 51.32' N | 111° 21.84' W | 101 |
| La Pintada (Sierra Libre) | Entre Hermosillo y Guaymas, Sonora | 28° 35.30' N | 110° 57.86' W | 304 |
| Cruz del Diablo | Entre Huásabas y El Coyote, Sonora | 29° 56.35' N | 109° 14.21' W | 1175 |
| Carretera Mina Niko-Caseta Peaje | Entre la Mina Niko y la caseta de Peaje al norte de Hermosillo | 29° 13.34' N | 110° 58.84' W | 499 |
| Margen norte de la ciudad de Hermosillo. Sierra Bachoco | Sierra al norte de Hermosillo (Bachoco) | 29° 08.03' N | 110° 56.62' W | 367 |

Tabla 2.- Composición florística de los matorrales invadidos por buffel

| Sitio de estudio | Siete Cerros | La Pintada | Cruz Diablo | Niko-Caseta | Margen Hermosillo |
|---|--------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| Especies mas conspicuas de la comunidad | | | | | |
| <i>Carnegiea gigantea</i> | X | | | | |
| <i>Parkinsonia microphylla</i> | X | | | X | X |
| <i>Bursera microphyllum</i> | X | | | X | X |
| <i>Acacia willardiana</i> | X | X | | | |
| <i>Jatropha cuneata</i> | X | X | | | |

| | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Stenocereus thurberi</i> | X | X | X | X | X |
| <i>Mammillaria sp</i> | X | X | | | |
| <i>Olneya tesota</i> | X | X | | | X |
| <i>Fouquieria macdougalli</i> | | X | X | X | |
| <i>Jatropha cordata</i> | | X | X | X | X |
| <i>Croton sonora</i> | | X | | | |
| <i>Bursera laxiflora</i> | | X | | X | X |
| <i>Antigonum leptopus</i> | | X | | | |
| <i>Mimosa laxiflora</i> | | X | | X | X |
| <i>Encelia farinosa</i> | | X | | | |
| <i>Lophocereus schottii</i> | | X | | | |
| <i>Agave angustifolia</i> | | X | | | |
| <i>Lycium sp.</i> | | | X | | |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | | | X | | |
| <i>Ipomoea arborescens</i> | | | X | X | |
| <i>Parkinsonia praecox</i> | | | X | | |
| <i>Ambrosia cordata</i> | | | X | | |
| <i>Picus sp.</i> | | | X | | |
| <i>Callaeum macroptera</i> | | | X | | |
| <i>Bursera fagaroides</i> | | | | X | |
| <i>Cardiospermum corindum</i> | | | | X | X |
| <i>Cylindropuntia arbuscula</i> | | X | | X | X |

Tabla 3.- Abundancia de plantas (por 30 m²) y semillas (por 20.42 cm²) de zacate buffel en cinco comunidades vegetales del estado de Sonora

| Sitio | Plantas adultas | juveniles | muertas | semillas |
|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|
| Siete Cerros | 29.6 ± 17.1 | 1.7 ± 1.8 | 18.5 ± 7.4 | 0 |
| La Pintada | 31.2 ± 29.0 | 1.4 ± 3.1 | 5.2 ± 8.8 | 0.7 ± 1.8 |
| Cruz del Diablo | 4.9 ± 5.3 | 0.2 ± 0.6 | 0.1 ± 0.3 | 3.6 ± 11.3 |
| Mina Nico | 23.4 ± 9.2 | 13.1 ± 17.2 | 9.8 ± 11.2 | 3.7 ± 4.7 |
| Bachoco | 27.2 ± 7.3 | 1.4 ± 2.0 | 3.6 ± 2.7 | 7.8 ± 9.7 |

3.- Tercer objetivo: evaluar el efecto de la invasión en la estructura de la comunidad de los matorrales invadidos.

Métodos.

La primera fase de este proyecto consistió en documentar la distribución de este pasto a lo largo de la red de carreteras y en matorrales adyacentes de todo el estado de Sonora. En esta primera fase documentamos la abundancia del este pasto usando una escala ordinal, y nos permitió identificar las comunidades naturales invadidas por este pasto en la entidad. Del total de matorrales que identificamos con evidencia de invasión por este pasto, seleccionamos una muestra de 5 matorrales donde estimamos la abundancia, el segundo objetivo de este proyecto. Estos matorrales seleccionados representan una muestra de la diferentes fases de invasión y de ambientes invadidos. De igual forma, representan diferentes contextos de invasión. Por un lado, una ruta común de invasión es la migración de este pasto de las praderas de ganaderos a la orilla de la carretera y de la carretera a los matorrales, y de manera especial a través de las laderas de los cerros. Otro contexto es la invasión del ambiente urbano y del ambiente urbano a las laderas en los márgenes de las ciudades. Finalmente, otro contexto es el de la construcción de una nueva carretera que facilita la invasión en las orillas recién perturbadas y de la orilla a los matorrales adyacentes. En cada matorral invadido, se tomaron las coordenadas geográficas usando un geoposicionador con altímetro y se hicieron anotaciones sobre la composición florística de la comunidad. Para la tercera fase del estudio, empleamos los mismos cinco matorrales invadidos, seleccionados previamente por representar diferentes fases de invasión, donde se describe la diversidad de especies nativas donde el buffel ha invadido, comparado con la diversidad de especies donde el buffel todavía no invade o la densidad de este pasto es baja. Para esta tercer fase, empleamos cinco transectos lineales de 50 m de longitud, ubicados al azar, en el

matorral invadido y en el matorral no invadido. Los dos sitios (invadido y no invadido) estuvieron muy cerca entre ellos para minimizar diferencias en tipo de suelo, geomorfología o pendiente. Para cada sitio ubicamos los cinco transectos al azar y en cada transecto, medimos la interceptación de todas las especies perennes del matorral. También registramos las especies que no interceptaba el transecto, así como evidencia previa de fuego. Esto último es muy importante pues es posible que el fuego asociado al buffel sea uno de los mecanismos por medio del cual este pasto afecte a los matorrales de la entidad. Registramos evidencia de fuego cuando detectamos vestigios de troncos y tocones quemados a lo largo de los transectos. De igual forma, tomamos fotos del matorral para tener un registro visual del estado actual de la comunidad. Para cada sitio, medimos la cobertura vegetal, la cobertura de zacate buffel, la riqueza y la diversidad de especies usando el índice de Shannon-Wiener. Los datos fueron analizados estadísticamente para evaluar si existen diferencias significativas en riqueza y diversidad de especies entre sitios y particularmente si existen diferencias asociadas a la invasión.

Resultados.

El archivo de EXCEL (transectos buffel 2012) que se adjunta a este reporte describe los resultados detallados de cada transecto de 50 m de los cinco matorrales que estudiamos. La Tabla 4 muestra los resultados del análisis de cobertura de cada matorral estudiado. En esta tabla se puede observar que el porcentaje de suelo desnudo (sin cobertura vegetal) varió de 34 a 82% entre los matorrales estudiados. La cobertura vegetal varió de 17 (Siete Cerros) a 65% (Bachoco) y en particular, la cobertura del zacate buffel en los matorrales invadidos varió de 7.5 (Siete Cerros) a 54.3% (Bachoco).

El análisis de los datos de la riqueza de especies muestra que hubo diferencias significativas entre sitios ($F=9.6$, $p< 0.0001$), pero no se detectó un efecto significativo asociado a la invasión ($F=1.7$, $p=0.2$). En cambio para la diversidad de especies, se detectaron diferencias significativas entre sitios ($F=5.7$, $p< 0.0001$) como un efecto significativo asociado a la invasión ($F=17.8$, $p< 0.0001$). La figura 3 muestra que aunque los sitios no invadidos tienen una ligera tendencia a poseer mayor riqueza de especies, las diferencias en realidad no son significativas. En contraste, la figura 4 muestra que en la mayoría de los sitios, la diversidad de especies es mayor en los matorrales no invadidos. Es decir, la invasión del zacate buffel reduce significativamente la diversidad de especies nativas.

Es importante resaltar que se desconoce con precisión el mecanismo por el cual la invasión reduce la diversidad de especies. Uno de los mecanismos puede ser a través del efecto que tiene este pasto en el régimen de fuegos. A este respecto, detectamos evidencia de fuego solo en uno (Bachoco) de los cinco matorrales estudiados. Este es un sitio adyacente a la ciudad de Hermosillo y representa invasión a partir del medio urbano. En este matorral encontramos evidencia de fuego reciente ya que existen muchos vestigios de tocones (base de arbustos y

árboles) quemados, para lo cual tenemos registros fotográficos. En este caso, es probable que el fuego sea uno de los mecanismos implicados en la reducción de la diversidad de especies. Sin embargo, para los otros cuatro matorrales invadidos, no detectamos evidencia de fuego reciente. Por lo tanto, para estos otros casos, es posible que otros mecanismos tales como interacciones competitivas o químicas entre el buffel y las especies nativas pueda estar implicado. Los posibles mecanismos responsables tendrán que estudiarse con mayor detenimiento en el futuro.

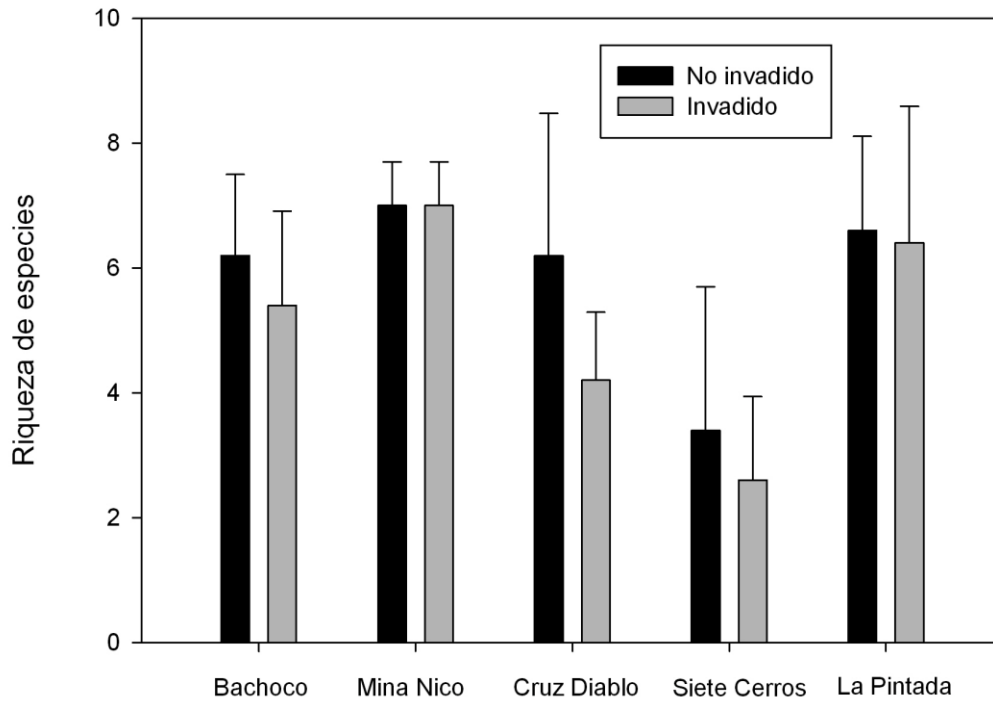


Figura 3. Riqueza de especies nativas en sitios invadidos y no invadidos por *C. ciliaris* en el estado de Sonora.

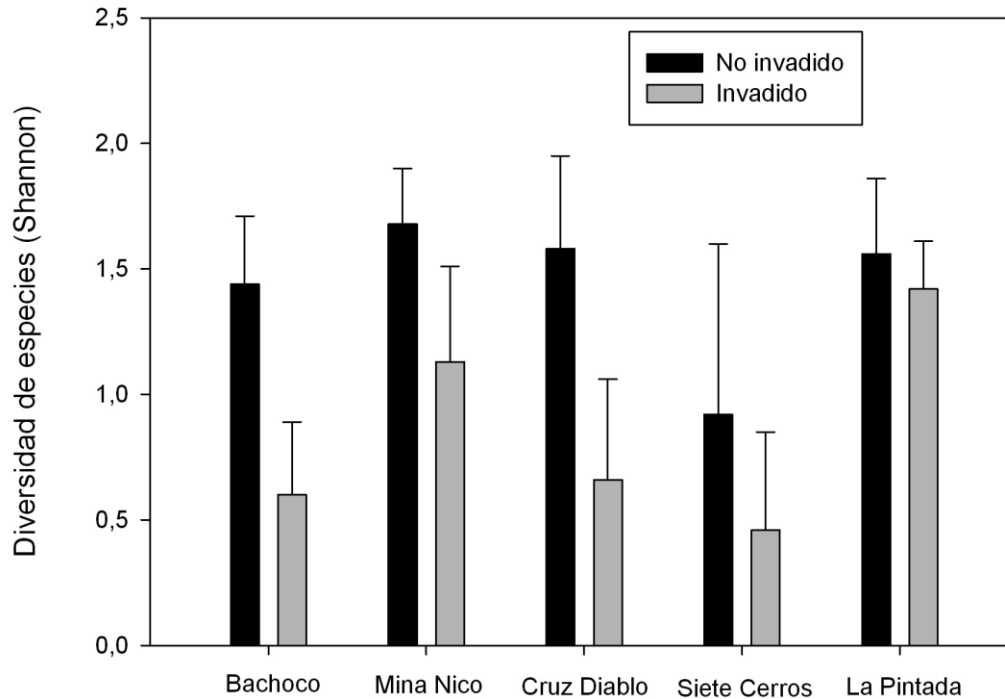


Figura 4. Diversidad de especies nativas en sitios invadidos y no invadidos por *C. ciliaris* en el estado de Sonora.

Conclusiones.

Nuestros datos muestran que el zacate buffel esta ampliamente distribuido a lo largo de las principales carreteras del estado de Sonora. Los mayores niveles de abundancia se detectaron en la parte central del estado, lo cual coincide con el área donde se introdujo originalmente y donde mas se ha sembrado por parte de los ganaderos. El análisis climático indica que las temperaturas mínimas del mes mas frío restringen la distribución de este pasto. El análisis de la abundancia de este pasto en una muestra representativa de cinco matorrales xerófilos invadidos muestra densidades que van de 1, 633 a 10, 399 plantas adultas por hectárea. En estos cinco matorrales, el banco de semillas muestra densidades que van de 0 a 1, 811 semillas por m². Con respecto al efecto de la invasión en las comunidades nativas, nuestros datos no detectaron un efecto significativo en la riqueza de especies. Sin embargo, nuestros datos muestran un efecto significativo de la invasión en la diversidad de especies nativas.

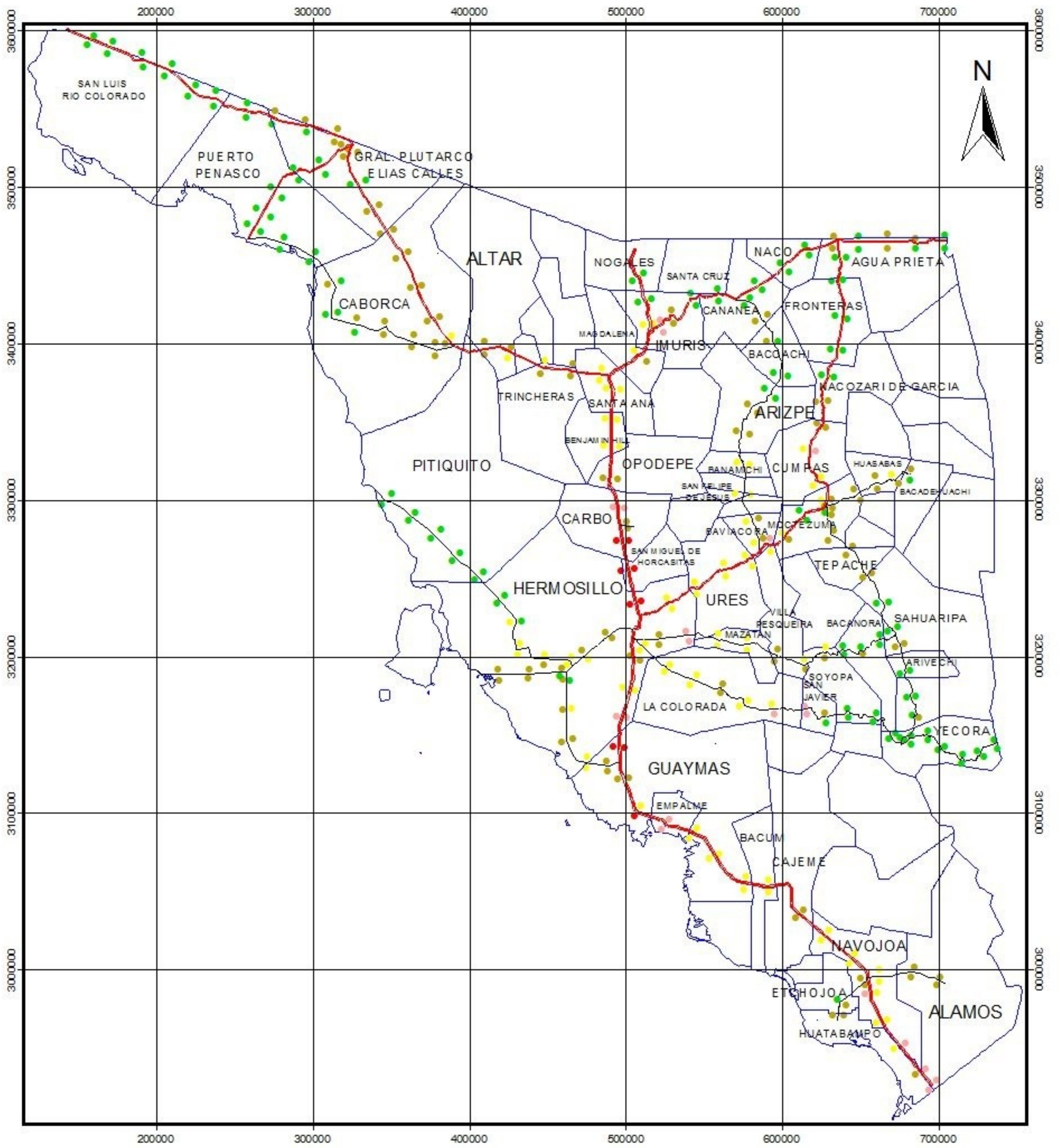
Tabla 4.- Cobertura de las comunidades vegetales invadidas por el zacate buffel en el estado de Sonora.

| Sitio | Grado Invasión | Cobertura vegetal (%) | Cobertura buffel (%) | Suelo desnudo (%) |
|--------------|----------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Bachoco | Mayor invasión | 65.3 ± 17.9 | 54.3 ± 15.2 | 34.6 ± 17.9 |
| | Menor invasión | 55.2 ± 1.9 | 8.5 ± 12.5 | 44.7 ± 1.9 |
| Mina Nico | Mayor invasión | 64.9 ± 13.2 | 34.4 ± 14.9 | 35.1 ± 13.2 |
| | Menor invasión | 39.6 ± 17.5 | 0 | 60.3 ± 17.5 |
| Cruz Diablo | Mayor invasión | 29.8 ± 14.6 | 21.1 ± 13.7 | 70.1 ± 14.6 |
| | Menor invasión | 26.5 ± 11.9 | 2.1 ± 2.6 | 73.4 ± 11.9 |
| Siete Cerros | Mayor invasión | 17.1 ± 6.6 | 7.5 ± 2.5 | 82.8 ± 6.6 |
| | Menor invasión | 18.7 ± 8.4 | 0.02 ± 0.02 | 81.2 ± 8.4 |
| La Pintada | Mayor invasión | 46.2 ± 9.3 | 16.4 ± 11.3 | 53.8 ± 9.3 |
| | Menor invasión | 40.8 ± 12.5 | 0.68 ± 0.9 | 59.1 ± 12.5 |

Literatura citada

- Brito-Castillo, L., M. A. Crimmins y S. C. Díaz. 2010. Clima. pp. 73-96. . En: Diversidad Biológica de Sonora, Editado por F. Molina-Freaner y T. Van Devender. UNAM-CONABIO, México.
- Búrquez, A. y A. Martínez-Yrizar. 2007. Conservation and landscape transformation in northwestern Mexico. Páginas 537-547 En: R.S. Felger & B. Broyles, editors. Dry Borders. University of Utah Press, Utah.
- Castellanos-V. A.E., Yanes G. y Valdez-Zamudio D. 2002. Drought-tolerant exotic buffel grass and desertification. Pages 99-112 in Weeds Across Borders: Proceedings of a North American Conference (Tucson, AZ, USA, 1-3 May 2002). University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Franklin, K., K. Lyons, P. Nagler, D. Lampkin, F. Molina, E. Glenn, T. Markow, y A. Huete. 2006. Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) Land Conversion and Productivity in the Plains of Sonora, Mexico. *Biological Conservation* 127: 62-71.
- Franklin, K. y F. Molina-Freaner. 2010. Consequences of buffelgrass pasture development for primary productivity, perennial plant richness, and vegetation structure in the drylands of Sonora, Mexico. *Conservation Biology* (En prensa)
- Gutierrez-Ozuna, R., L.E. Eguiarte y F. Molina-Freaner. 2009. Genotypic diversity among pasture and roadside populations of the invasive buffelgrass (*Pennisetum ciliare* L. Link) in north-western Mexico. *Journal of Arid Environments* 73: 26-32.
- Martínez-Yrizar, A., R. S. Felger y A. Búrquez. 2010. Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. pp. 129-155. En: Diversidad Biológica de Sonora, Editado por F. Molina-Freaner y T. Van Devender. UNAM-CONABIO, México.
- Morales-Romero, D., F. Molina-Freaner. 2008. Influence of buffelgrass pasture conversion on the regeneration and reproduction of the columnar cactus, *Pachycereus pecten-aboriginum*, in northwestern Mexico. *Journal of Arid Environments*. 72: 228-237.

DISTRIBUCIÓN DEL ZACATE BUFFEL EN EL BORDE DE LAS PRINCIPALES CARRETERAS DEL ESTADO



SIMBOLOGÍA

COBERTURA DE BUFFEL

- 0 %
- 1 Planta - 10 %
- 11 % - 50 %
- 51 - 90 %
- 91 - 100 %

CARRETERAS

- Estatal
- Federal
- Cuatro Carriles
- Límites Municipales

MAPA 1

Fecha de elaboración: Noviembre 2011

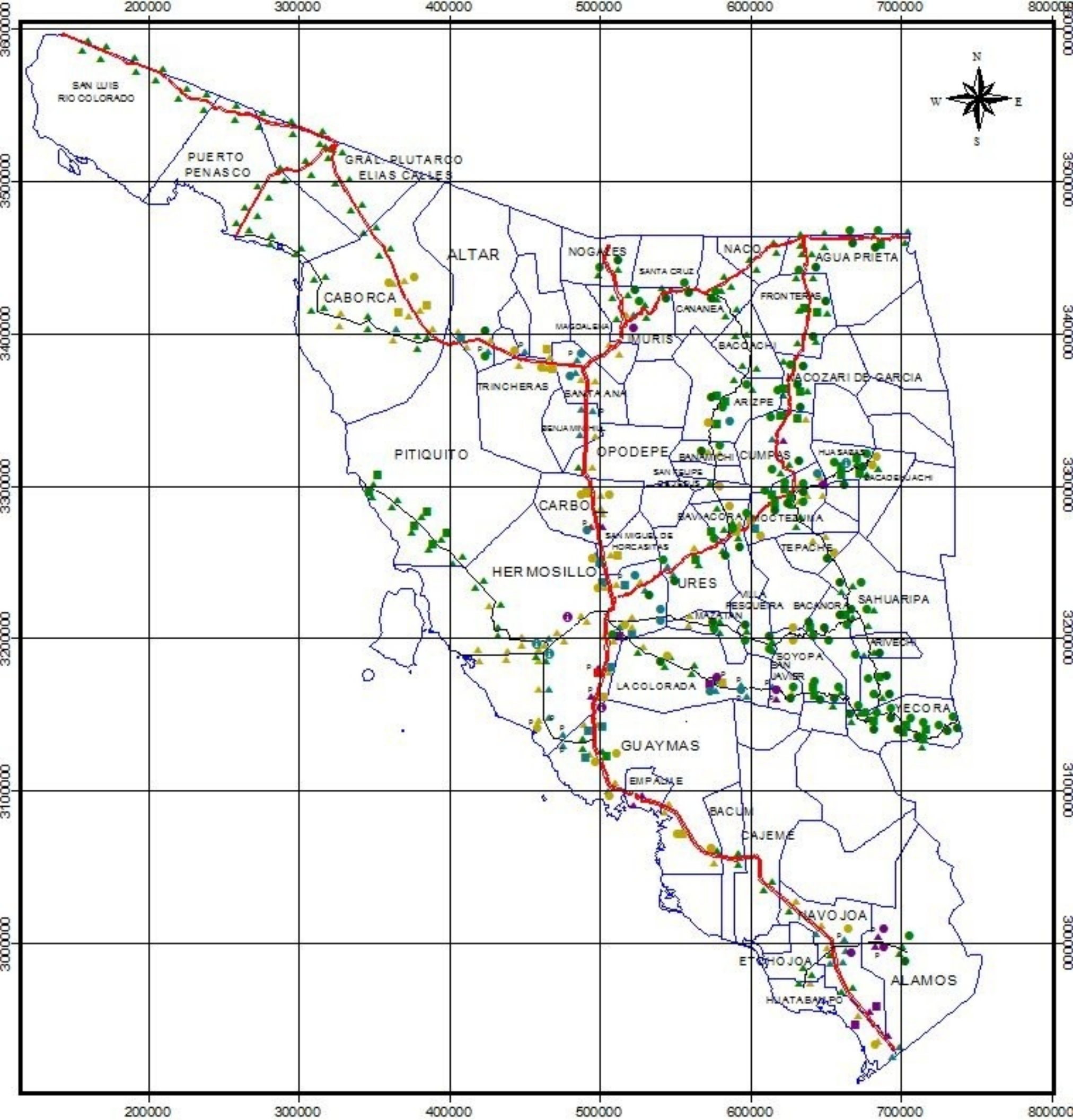
Elaboró: Héctor López García

Proyección: Universal Transversa de Mercator Datum: WGS84

Escala Numérica 1:2700000

Escala Gráfica

100 0 100 kilómetros



MAPA 2. ABUNDANCIA DE ZACATE BUFFEL EN LOS TERRENOS VECINOS DE LA CARRETERA

