

# Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México

## Design of a silvopastoral system in degraded areas with mesquite in Chihuahua, Mexico

JULIO CÉSAR RÍOS-SAUCEDO<sup>1,4</sup>, LUIS MANUEL VALENZUELA-NÚÑEZ<sup>2</sup>, MIGUEL RIVERA-GONZÁLEZ<sup>2</sup>,  
RAMÓN TRUCÍOS-CACIANO<sup>2</sup> Y GABRIEL SOSA-PÉREZ<sup>3</sup>

Recibido: Marzo 5, 2012

Aceptado: Junio 14, 2012

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la factibilidad de establecer un sistema silvopastoril en áreas degradadas con árboles de mezquite (*Prosopis* spp.) asociados con zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) y chamizo (*Atriplex canescens*). Durante 2010, en el predio Las Ánimas del Municipio de Aldama, Chihuahua, se evaluaron características de la población natural de mezquite, producción de forraje del pasto buffel y sobrevivencia en una plantación de chamizo, establecidos sobre franjas en curvas a nivel. Las densidades de población fueron bajas, con un promedio de 85 árboles por hectárea. Se observaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). La producción de pasto aguas arriba y aguas abajo del bordo fue de  $0.19 \text{ kg m}^{-2}$  y  $0.09 \text{ kg m}^{-2}$  respectivamente. El chamizo mostró una sobrevivencia de 65.4% en la evaluación realizada 60 días después de la plantación y 63.9% en el conteo efectuado 150 días después de la misma. El establecimiento de sistemas de captación de agua incrementó la productividad del pasto buffel durante el primer año de evaluación del sistema silvopastoril. La factibilidad y productividad de los agostaderos mediante la aplicación de esta tecnología se evaluará durante varios años consecutivos para establecer el rendimiento de forraje en pasto y chamizo; así como los beneficios obtenidos por el mezquite con las obras de conservación de suelo y agua.

**Palabras clave:** *Prosopis*, sistema silvopastoril, zacate buffel, chamizo.

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the feasibility of establishing a silvopastoral system in degraded areas with mesquite trees (*Prosopis* spp.) associated with buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) and chamizo (*Atriplex canescens*). During 2010, on the grounds of the Municipality of Las Animas, Aldama, Chihuahua, were evaluated characteristics of natural population of mesquite, forage production and survival of buffel grass in a plantation chamizo, drawn in contour strips. Population densities were low with an average of 85 trees per hectare. There were highly significant differences ( $P < 0.01$ ). Grass production in upstream and downstream of the board was ( $0.19 \text{ kg m}^{-2}$ ) and ( $0.09 \text{ kg m}^{-2}$ ) respectively. The chamizo was a survival of 65.4% in the evaluation 60 days after planting and 63.9% in the count made 150 days thereafter. The establishment of water catchment systems increased buffel grass productivity in the first year of evaluation of the silvopastoral system. The feasibility and productivity of rangelands through the application of this technology will be evaluated for several consecutive years to establish the performance of forage yield in grass and chamizo, as well as the profits of the mesquite with works of soil and water conservation.

**Keywords:** *Prosopis*, silvopastoral system, buffel grass, chamizo.

<sup>1</sup> Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, C. P. 34170. Durango, Dgo. México.

<sup>2</sup> INIFAP. CENID-RASPA. Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento. C. P. 35140. Gómez Palacio, Dgo., México.

<sup>3</sup> Sitio Experimental Aldama-Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Chihuahua-Ojinaga km 33.5, C. P. 34170. Chihuahua, Chih. México.

<sup>4</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: rios.julio@inifap.gob.mx.

## Introducción

Los sistemas silvopastoriles intentan un manejo holístico de los recursos naturales, al asociar en un mismo terreno y de forma planeada una vegetación herbácea para la alimentación del ganado, con vegetación arbustiva y arbórea que pueda proveer impactos positivos sobre el ambiente (Musálem, 2001).

Los árboles incluidos en el sistema silvopastoril pueden provenir de plantaciones comerciales, ser remanentes de las poblaciones naturales, o bien, formar parte de la regeneración de plantas adaptadas localmente (Nair, 1993; Sinclair, 1999). Existen diferentes sistemas silvopastoriles, con variaciones en la combinación e interacciones entre el componente vegetal y animal incluidos en los módulos. El mezquite (*Prosopis* spp.) es uno de los principales recursos naturales para los habitantes de las regiones desérticas del norte de México, quienes encontraron en esta planta múltiples beneficios (CONAZA-INE, 1994). En las áreas rurales, los humanos obtienen del mezquite madera, leña y carbón. También se usa en la elaboración de postes para cercos, fabricación de muebles y producción de artesanías. El ganado doméstico, principalmente bovino y caprino, consume frutos (vainas) y hojas, las flores se utilizan en la producción apícola y la goma que exuda se aprovecha en la industria (Solís, 1997).

La importancia ecológica del mezquite radica en su función como planta nodriza y para la anidación y reproducción de diferentes especies de animales silvestres. También, es una de las principales fuentes de materia orgánica para abonar el suelo en las áreas semidesérticas y con ello favorecer el crecimiento de diferentes especies vegetales del pastizal. A pesar de lo anterior, en muchas áreas de México la densidad poblacional del mezquite ha disminuido considerablemente debido a las actividades humanas. En Chihuahua se pierden alrededor de 340 ha anuales de mezquite (Trucíos, *et al.*, 2010), por lo que resulta necesario fomentar su

aprovechamiento sustentable y la obtención de beneficios económicos para los productores, sin el deterioro y desaparición del recurso (Maldonado y de la Garza, 2000). Con base en las propiedades observadas en el mezquite, su utilidad económica e importancia en el ecosistema, es posible recomendarlo para su uso en un sistema silvopastoril. Esta especie, combinada con pasto y arbustos forrajeros mejorará los agostaderos, y con el manejo de una densidad de población adecuada será posible incrementar el rendimiento de biomasa en el pasto, mejorando los rodales y mejor producción de forraje para el ganado bovino y caprino.

Se han propuesto diferentes modelos silvopastoriles que permiten hacer uso sustentable de los diferentes ecosistemas presentes en México. Uno de los modelos puede incluir el mezquite, pastizal y chamizo, la cual es otra de las especies arbustivas que proporcionan alimentación al ganado doméstico. El pasto buffel se encuentra entre las especies de gramíneas introducidas en México que han mostrado adaptación en el pastizal semidesértico y alta producción de forraje en condiciones de estrés de humedad, a pesar de ser una especie invasora que desplaza a plantas nativas. El chamizo es una especie apreciada en las zonas semidesérticas debido a su adaptación y utilidad como forraje para el ganado doméstico (Saucedo, 2003). En regiones con disponibilidad hídrica limitada, es importante realizar obras que permitan la captación de agua de lluvia y reducción de la erosión del suelo. Los bordos en curvas a nivel es uno de los métodos más comunes para la retención de agua y suelo en regiones

semidesérticas. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la productividad de un sistema silvopastoril para zonas áridas parcialmente degradadas, donde interactúan mezquite, chamizo y zacate buffel.

## Materiales y métodos

El módulo silvopastoril se encuentra localizado en el predio particular Las Ánimas del municipio de Aldama, Chihuahua, México, situado en las coordenadas 29° 02' 54" Norte y 105° 59' 16" Oeste. El sitio se encuentra a una altitud de 1234 m y la pendiente del terreno varía entre 10 y 15%. El clima predominante en la región es el semidesértico con régimen de lluvias en verano [BS1kw (w) (e)] y la temperatura media anual varía entre 18 y 22 °C. La precipitación pluvial acumulada anual oscila entre 200 y 300 mm, y se tiene un régimen de lluvias en verano, precipitación invernal menor a 5% del registro anual y un verano cálido (García, 1987). La superficie del módulo es de cuatro hectáreas, con suelo prácticamente desnudo y densidades bajas de árboles jóvenes de mezquite (*Prosopis* spp.). Se determinaron las características de los árboles de mezquite, entre las que se incluyó el número de árboles por hectárea, diámetro basal del tallo, altura, número de tallos y diámetro promedio de la copa.

En toda la superficie del módulo se elaboraron obras de captación de agua y conservación de suelo, las cuales consistieron en bordos construidos conforme a las curvas a nivel. Se utilizó maquinaria (bulldozer) con la cuchilla ligeramente inclinada, para dejar un bordo de 40 cm de altura. Sobre las bandas formadas con la cuchilla de la maquinaria, se pasaron tres ganchos de riper (subsoleo) para remover el suelo y facilitar el establecimiento de la plantación de chamizo (*Atriplex canescens*). Se seleccionó el chamizo debido a que es un arbusto típico de los matorrales del norte de México, el cual ofrece forraje rico en proteínas durante la época de sequía y es altamente preferido por el ganado bovino y caprino (Saucedo, 2003).

El subsoleo se realizó aguas arriba y aguas abajo del bordo, por lo que se formó una franja de siete metros de ancho, con un bordo en el centro y roturaciones del suelo en ambos lados. Las obras de conservación se realizaron el 20 de julio de 2010; al mismo tiempo, se sembró zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*). El pasto buffel fue introducido a México desde los Estados Unidos de América y es originario de África del Norte, Madagascar, Islas Canarias, Arabia y Pakistán. Este pasto muestra amacollamiento, macollos que nacen del nudo basal y de los nudos inferiores, tolera la sequía, es de amplia adaptabilidad, ya que es posible producirlo desde el nivel del mar hasta una altitud de 2000 m; además, puede crecer en regiones de baja precipitación anual, con una mínima de 270 mm (Bodgan, 1977). La siembra del pasto buffel fue realizada al voleo sobre toda la franja, con una densidad de siembra de 8 kg de semilla por ha. El costo de las obras de captación de agua y el establecimiento del zacate buffel fue de 1,300 pesos mexicanos por ha; dicho monto incluyó la adquisición de semilla, siembra y renta de la maquinaria.

El rendimiento de forraje del pasto buffel, expresado en base a materia seca, se evaluó al final de la época de lluvias en la última semana de octubre de 2010. Durante el muestreo, se realizaron cortes del pasto al ras del suelo, tomando como referencia cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> que fueron ubicados de manera aleatoria en cada franja. Se tomaron ocho repeticiones en cada franja, divididas en cuatro muestras aguas arriba y otras cuatro aguas abajo del bordo de captación de agua. Se evaluaron un total de siete franjas, que consistieron en 56 observaciones, equivalentes a 28 muestras aguas arriba y otras tantas aguas abajo. Después del corte, en cada muestra se determinó la densidad de tallos, los cuales se colocaron en una estufa de aire forzado a temperatura constante de 60 °C, hasta obtener peso constante de la biomasa (materia seca).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (aguas arriba

y aguas abajo) y 28 repeticiones, lo que dio un total de 56 unidades experimentales. Las variables de respuesta fueron rendimiento de forraje y densidad de tallos  $m^{-2}$ . Para la comparación múltiple de medias se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS), seleccionándose como nivel de significancia el 5% ( $\alpha=0.05$ ). Como referencia, también se tomaron muestras en el terreno sin remoción del suelo, así como de la siembra de pasto y plantación de chamizo; el objetivo de este muestreo fue comparar la producción de forraje con la del pasto nativo presente en las áreas sin intervención.

La plantación de chamizo se realizó el 20 de agosto de 2010, después de las primeras lluvias del temporal; esto permitió contar con suficiente humedad en el suelo para facilitar el establecimiento de esta especie. Las plantas de chamizo, las cuales tenían un altura promedio de 20 cm, fueron producidas bajo condiciones de vivero, el cual se cubrió con malla sombra 35%. Las plantas fueron colocadas en contenedores bolsas negras de polietileno con 5 kg de capacidad. Como sustrato, fue utilizada una mezcla de tierra de monte y arena de río en una proporción 50:50, tomando como base el peso. La plantación se realizó sobre las líneas de subsoleo, mediante la apertura de cepas de 1  $m^2$  a una profundidad de 35-45 cm y una distancia entre líneas y plantas de 0.90 m y 3 m respectivamente. Se evaluó la sobrevivencia 60 y 150 días después de la plantación. Para ello se tomaron seis hileras al azar, en las cuales se contabilizó el número de plantas vivas y se estimó el porcentaje de sobrevivencia promedio para todo el lote.

## Resultados y discusión

La densidad de población media de mezquite fue de 85 arbustos  $ha^{-1}$  (Cuadro 1), valor que puede considerarse bajo si se compara con los 500-600 árboles  $ha^{-1}$  reportados para el estado de Chihuahua por otros investigadores (Valenzuela *et al.*, 2010).

La evaluación de las características dasométricas de la población de mezquite mostró valores promedio de 5.2 cm del diámetro basal, 2.2 m de altura y 2.7 m para el diámetro medio de la copa. Dichos resultados, registrados en el muestreo de la población de mezquite, corresponden a un área en recuperación donde predominan árboles jóvenes de mezquite de porte bajo, de baja densidad de población y plantas que en promedio producen 2-3 tallos. En evaluaciones posteriores se establecerá la capacidad de recuperación de la población de mezquite y se determinará la influencia del sistema de manejo sobre el crecimiento y productividad de la especie.

**Cuadro 1.** Características de la población de mezquite en una parcela silvopastoril.

Predio	Superficie del módulo (ha)	Densidad (Plantas $ha^{-1}$ )	Diámetro basal medio (cm)	Altura (m)	Diámetro medio de copa (m)
Las Ánimas	4	85	5.2	2.2	2.7

Como se puede apreciar en los Cuadros 2 y 3, se observaron diferencias significativas ( $P<0.01$ ) para la producción de forraje de pasto buffel entre los tratamientos aguas arriba, cuya media fue de 1,900  $kg\ ha^{-1}$  (0.19  $kg\ m^{-2}$ ), y aguas abajo del bordo de captación de agua de lluvia, con una producción promedio de 900  $kg\ ha^{-1}$  (0.09  $kg\ m^{-2}$ ). Los resultados obtenidos para la producción de forraje son bajos en comparación con los reportados en otros trabajos de investigación (Morales *et al.*, 2006), donde se registraron rendimientos de 1-6  $t\ ha^{-1}$  para regiones similares, mientras que para condiciones de riego se han reportado valores de 6-9  $t\ ha^{-1}$  de forraje (García *et al.*, 2007) con diferentes genotipos de pasto buffel. El bajo rendimiento obtenido en este trabajo se atribuyó al establecimiento reciente de las poblaciones de pasto, así como también a la baja precipitación (287 mm) registrada durante la estación de crecimiento (julio-octubre), que influyó de forma negativa en el tratamiento aguas abajo del bordo de captación. Además, se

observó un incremento en la variación dentro de cada tratamiento, lo cual se reflejó en la magnitud del coeficiente de variación.

**Cuadro 2.** Cuadrados medios del análisis de la varianza para variables evaluadas en pasto buffel.

Fuente de Variación	GL	Producción de forraje (kg.m <sup>-2</sup> )	Densidad (tallos.m <sup>-2</sup> )
Tratamientos	1	0.16**	111.4 n.s.
Repetición	27	0.01	36.2
Error	27	0.01	57.8
Promedio	--	0.14	22.1
DMS <sub>0.05</sub>	--	0.05	--
CV (%)	--	62.4	34.4

\*DMS = Diferencia mínima significativa; CV= Coeficiente de variación; GL = Grados de libertad (número de sujetos en la muestra); \*\*altamente significativo y n.s.= no significativo.

**Cuadro 3.** Producción de forraje y densidad de tallos evaluada en pasto buffel aguas arriba y abajo del bordo.

Tratamiento	Producción de forraje (kg.m <sup>-2</sup> )	Densidad (tallos.m <sup>-2</sup> )
Aguas arriba del bordo	0.19 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>
Aguas abajo del bordo	0.09 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>
Promedio	0.14	23
*DMS <sub>0.05</sub>	0.05	--
CV (%)	62.4	34.4

\*DMS = Diferencia mínima significativa; CV= Coeficiente de variación, <sup>a-d</sup> literales diferentes en la misma columna muestran diferencias estadísticamente significativas.

Se observó similitud estadística entre tratamientos para el número de tallos m<sup>-2</sup>, con 21 tallos en el sitio aguas abajo y 24 en el área aguas arriba del bordo de retención de humedad. El número de tallos fue bajo, en comparación con los reportados en otros trabajos de investigación, donde se reportan valores desde 686 hasta 2,343 tallos m<sup>-2</sup> (Beltrán *et al.*, 2002). Se espera que en muestreos subsecuentes se incremente la producción de biomasa y la densidad de tallos a medida que se propague la población de pasto

buffel. Los resultados muestran la influencia de las obras de captación de agua de lluvia en el incremento de la productividad de las gramíneas utilizadas como forraje en el pastizal semidesértico. Se observó que en las áreas aguas arriba del bordo es posible incrementar 53% el rendimiento de forraje en comparación con el tratamiento aguas abajo. Además, las muestras tomadas en las áreas sin intervención mostraron una producción promedio de forraje de 0.04 kg m<sup>-2</sup>, lo cual representa una reducción del 53% con respecto al rendimiento obtenido aguas abajo del bordo, y 79% con respecto a la productividad registrada aguas arriba del bordo de captación de agua. Las obras de retención de agua y suelo influyeron favorablemente en el rendimiento de pasto buffel, aunque es necesario evaluar la respuesta en ciclos de crecimiento posteriores. De confirmarse lo anterior, el incremento de producción de los pastizales del estado de Chihuahua beneficiará la producción bovina y caprina, además se contribuirá en la conservación de los recursos naturales.

La sobrevivencia del chamizo fue de 65.4% en la evaluación realizada 60 días después de la plantación, y 63.9% en el conteo efectuado 150 días después de la misma. El porcentaje es aceptable si se consideran otros trabajos de investigación realizados con chamizo, en los cuales se observaron valores de sobrevivencia desde 85% en las islas de fertilidad con *Larrea*, y hasta 33% en las islas de fertilidad sin cubierta vegetal (Pérez *et al.*, 1992). Durante el año de 2011 se continuarán las evaluaciones para establecer la sobrevivencia del chamizo y, si es necesario, se replantarán los sitios que hayan quedado descubiertos para alcanzar una densidad de población aceptable (3,700 plantas ha<sup>-1</sup>). Además, se continuará con la evaluación del crecimiento, sobrevivencia y productividad de las diferentes especies establecidas en el sistema silvopastoril para determinar la factibilidad de su implementación en las amplias áreas de pastizal del estado de Chihuahua. De forma paralela se evaluará el impacto ecológico y productivo del sistema de captación de agua de lluvia y conservación del suelo.

## Conclusiones


En el estado de Chihuahua, México, existen posibilidades para la implementación de sistemas silvopastoriles que incluyan mezquite, pasto buffel y chamizo. Es necesario evaluar durante varios años el sistema silvopastoril para corroborar su influencia en el crecimiento y productividad de las especies vegetales incluidas en el módulo. El establecimiento de sistemas de captación de agua incrementó la productividad del pasto buffel durante el primer año de evaluación del sistema silvopastoril.

## Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico otorgado por el Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT.

## Literatura Citada

- BELTRÁN, L., S.; J. Pérez P.; A. Hernández G.; E. García M.; J. G. Herrera H. 2002. Respuesta fisiológica del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes alturas de defoliación. *Agrociencia* 36: 547-556.
- BODGAN, A. V. 1977. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). Pub. Longman Inc. New York, USA. p.264.
- CONAZA-INE (Comisión Nacional de Zonas Áridas-Instituto Nacional de Ecología). 1994. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. México, D. F. 31 p.
- GARCÍA, M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.
- GARCÍA, D., G. J.; R. G. Ramírez L.; R. Morales R.; G. García D. 2007. Ruminal digestion and chemical composition of new genotypes of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) under irrigation and fertilization. *Interciencia* 32: 349-353.

- MALDONADO, A., L. J.; F. E. de la Garza P. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. In: J. Frías H.; V. Olalde P.; J. Vernon C. (eds.). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. p. 37-50.
- MORALES, R., R.; R. G. Ramírez; G. J. García D.; H. González R. 2006. Nutrient content and *in situ* disappearance in genotypes of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Journal of Applied Animal Research* 29: 17-22.
- MUSÁLEM, S. M. A. 2001. Sistemas Agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural para el trópico mexicano Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. p. 95.
- NAIR, P.K.R. 1993. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 543p.
- PÉREZ, R., L.; R. Nava C.; J. R. Reynaga V.; R. Jiménez S. 1992. Sobrevivencia de plántulas de *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt: Efecto de la "isla de fertilidad". *Agraria* 8: 189-200.
- PESO, D.; M. Ibrahim. 1998. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal Núm. 2. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 258 p.
- SAUCEDO, T., R.A. 2003. Guía técnica para el establecimiento y utilización de plantaciones de chamizo. Folleto Núm. 10. INIFAP-Campo Experimental. 17 p.
- SINCLAIR, F. 1999. A general classification of agroforestry practice. *Agroforestry Systems* 46:161-180.
- SOLIS, G. G. 1997. Evaluación poblacional actual del mezquite y palo fierro en ambientes áridos sujetos a un aprovechamiento continuo. CONACYT. 3888-N9401. Informe Final de Proyecto. Hermosillo, Sonora. 86 p.
- TRUCÍOS, C., R.; J. C. Ríos S.; L. M. Valenzuela N.; G. Sosa P.; R. Rosales S.; J. Estrada A. 2010. Superficie actual vegetada por mezquite en cuatro entidades del Norte-Centro de México. Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, Méx. p. 503-507.
- VALENZUELA, N., L. M.; J. C. Ríos S.; R. Trucíos C.; G. Sosa P.; R. Rosales S. 2010. Caracterización dasométrica de rodales de mezquite en ocho municipios del Norte-Centro de México. Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. p. 138-142. 

---

Este artículo es citado así:

Ríos-Saucedo, J. C., L. M. Valenzuela-Núñez, M. Rivera-González, R. Trucíos-Caciano y G. Sosa-Pérez. 2012: *Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 6(3):174-180.

## Resúmenes curriculares de autor y coautores

**JULIO CÉSAR RÍOS SAUCEDO.** Terminó su licenciatura en 2003, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Forestal por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Realizó su posgrado en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias Forestales en 2005. Desde 2008 a la fecha labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como investigador titular dentro del Programa de Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. Su área de especialización es el Manejo de Zonas Áridas y Manejo de Cuencas. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura, Es autor de 1 Libro Técnico, Autor y coautor de 27 artículos científicos, 5 Folletos Técnico, 2 Folletos para Productores, 30 ponencias en congresos nacionales e internacionales, y 7 capítulos de libros científicos; además, ha impartido 2 conferencias por invitación. Es responsable de 2 proyectos de investigación de cobertura regional y ha colaborado en 6 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es árbitro de 2 revistas científicas de circulación internacional.

**LUIS MANUEL VALENZUELA NÚÑEZ.** Terminó su licenciatura en 1998, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Realizó su posgrado en la misma institución, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias Forestales en 2001, y el grado de Doctor en Biología Vegetal y Forestal en 2006 por la Universidad Henri Poincaré Nancy 1. De 2006 a 2012 laboró en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias como investigador titular dentro de la Red nacional de Innovación en Servicios Ambientales. De 2009 a 2012 laboró como profesor por asignatura en la Escuela Superior de Biología de la Universidad Juárez del Estado de Durango y con la transformación de dicha Escuela a Facultad de Ciencias Biológicas se incorpora como catedrático de tiempo completo a partir de 2012. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2012 (Nivel Candidato). Su área de especialización es biología y ecología de comunidades vegetales. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura, 3 de maestría y 1 de doctorado. Es autor y coautor de 74 artículos científicos, 55 ponencias en congresos, y 12 capítulos de libros científicos; además ha impartido 9 conferencias por invitación y ha colaborado en 4 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es árbitro de tres revistas científicas de circulación internacional.

**RAMÓN TRUCÍOS CACIANO.** Terminó la licenciatura en el 2000, titulándose como Ingeniero agrónomo con especialidad en zonas áridas en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH). Realizó su posgrado en Recursos Naturales y medio Ambiente en la URUZA-UACH de 2002-2004. Laboró como asistente de investigación en el Centro Nacional de Investigación Disciplinario en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (CENID-RASPA INIFAP) de 2005 a 2008 y labora como investigador en el mismo Centro de Investigación desde mayo de 2008 como Investigador Titular. Su área de desempeño es el manejo de recursos naturales a través de herramientas como Sistemas de Información Geográfica, sensoria remota y ha trabajado con modelos hidrológicos y de transporte de nutrientes en el suelo (SWAT, LEACHM, NLEAP). Ha publicado 3 libros como editor y autor en capítulos. Ha publicado 44 artículos científicos en revistas con arbitraje. Ha codirigido una tesis de Maestría, tres de licenciatura y asesorado dos tesis de licenciatura. Actualmente se encuentra colaborando en 2 proyectos de investigación delimitando las áreas agrícolas de distritos de riego y evaluando modelos de cambio climático para el Norte. Centro de México.

**MIGUEL RIVERA GONZÁLEZ.** Terminó la licenciatura en el 1984, titulándose como Ingeniero agrónomo con especialidad en Uso y Conservación del Agua en la Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Realizó su posgrado en Irrigación y Drenaje Agrícola en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de 2004-2008. Labora como Investigador titular C en el Centro nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Su área de desempeño es Ingeniería de Riego, Salinidad de Suelos y Agua y Nutrición Vegetal. Ha desarrollado dos programas computacionales, uno para simular funciones de producción de cultivos regados con aguas salinas y otro para el diseño del riego por goteo sub-superficial para la producción de forrajes, ha publicado dos capítulos de libros, ha desarrollado tecnología (fichas tecnológicas) para la producción de forrajes en riego por goteo sub-superficial y tecnología en uso y manejo del agua para maximizar la producción de nuez. Ha publicado más de 50 artículos científicos en revistas con arbitraje. Ha dirigido y codirigido 5 tesis: tres de licenciatura y 2 de maestría. Actualmente se encuentra colaborando en 2 proyectos de investigación, uno en nutrición vegetal y otro en ingeniería de riego utilizando modelos de simulación tales como el RIGRAV y SIRMOD para determinar eficiencia en módulos de riego del distrito 017 de la Región Lagunera.