

# SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



## SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJES DE TEMPORAL UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA

Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez, Alfonso Serna Pérez, Manuel de Jesús Flores Nájera, Guillermo Medina García, Ramón Gutiérrez Luna, Homero Salinas González, Juan Carlos López García



**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de Víctor Rosales, Zacatecas  
Septiembre de 2014**

**Folleto Técnico Número 53, ISBN: 978-607-37-0274-4**

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ**  
Secretario

**LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA**  
Subsecretario de Agricultura

**PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS**  
Director General

**DR. MANUEL R. VILLA ISSA**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**MSc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUIN**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

**DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ**  
Director Regional

**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**  
Director de Investigación

**DR. HÉCTOR MARIO QUIROGA GARZA**  
Director de Planeación y Desarrollo

**ING. HÉCTOR MANUEL LOPEZ PONCE**  
Director de Administración

**DR. FRANCISCO ECHAVARRÍA CHÁIREZ**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# **SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJES DE TEMPORAL UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA**

**Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez\***  
**Alfonso Serna Pérez\***  
**Manuel de Jesús Flores Nájera\***  
**Guillermo Medina García\***  
**Ramón Gutiérrez Luna\***  
**Homero Salinas González\*\***  
**Juan Carlos López García\*\*\***

\*Investigadores. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP

\*\*Investigador. Campo Experimental La Laguna. INIFAP

\*\*\*Investigador. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP (hasta 2012)

# **SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJES DE TEMPORAL UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5,  
Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán,  
C.P. 04010 México, D.F.  
Teléfono (55) 3871-7800

Primera Edición 2014

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

## **Cita correcta:**

Echavarría Ch. F.G., A. Serna P., M.J. Flores N., G. Medina G., R. Gutiérrez L., H. Salinas G., J.C. López G. 2014. Sistema de producción de forrajes de temporal una opción para la reconversión productiva. Folleto Técnico No. 53. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 37 pp.

# Contenido

Resumen .....	1
Introducción .....	3
Materiales y métodos .....	6
Superficie agrícola .....	7
Evaluación agrícola .....	8
Carga Animal .....	9
Indicadores del suelo .....	9
Análisis estadístico .....	11
Resultados y discusión .....	11
Erosión hídrica y humedad del suelo .....	11
Producción de forraje .....	11
Conservación de forrajes .....	24
Numero de cabras susceptibles de alimentarse .....	24
Conclusiones .....	29
Literatura citada .....	31

## **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar la reconversión de suelos degradados por el uso de una combinación de cultivos anuales como maíz y cereales, con matorrales y nopales establecidos en franjas a nivel que fueron divididas con bordos antierosivos, como medio para reducir erosión, incrementar el almacenamiento de humedad en el suelo y asegurar la producción anual de forrajes bajo condiciones de temporal, con lo que se convierte en una opción para la reconversión productiva de áreas degradadas. El sistema de producción de forraje está basado en 10 hectáreas de superficie de temporal, donde franjas al contorno fueron sembradas con cultivos anuales y en la parte alta de los bordos se plantaron arbustos y variedades de nopal con lo que se estabiliza y contribuye a reducir la erosión hídrica, además de apoyar la disponibilidad de forraje para los rumiantes, a través del

pastoreo, en la temporada de invierno-primavera. Se realizaron mediciones de erosión y escurrimiento. Los cultivos asociados establecidos en franjas al contorno redujeron la erosión hídrica y el escurrimiento ( $P < 0.05$ ) en 50% y 70% respectivamente, comparados con un suelo bajo laboreo continuo. Como consecuencia, el almacenamiento de humedad en el suelo fue de 23 a 35 % (en base a volumen) más alto que el obtenido bajo el manejo convencional de suelo, lo que representa un volumen de agua extra para la producción de grano y forraje en temporal. Además, se estimó el número de cabras que pueden ser alimentadas por el forraje producido en una superficie de 10 ha. Los valores van desde 85.6 cabras  $\text{ha}^{-1}$  en un año con precipitación mayor a la media, hasta 15 cabras  $\text{ha}^{-1}$  en años secos, con un promedio de 42.4 cabras  $\text{ha}^{-1}$  en cinco años de estudio. El establecimiento de matorrales como el *Atriplex canescens* permite sostener hasta 2.8 cabras  $\text{ha}^{-1}$  adicionales al

forraje producido por cultivos anuales y su consumo induce una ganancia diaria de peso de 100 gr día<sup>-1</sup>.

## **Introducción**

En las zonas áridas y semiáridas de México, los sistemas mixtos de producción caprina, es decir, aquellos en donde los animales son alimentados a partir de cultivos forrajeros y/o excedentes de cosecha así como del pastoreo directo en las áreas de agostadero, contribuyen a la supervivencia de los productores de bajos ingresos, ya que los proveen de alimento (carne o leche) e ingresos (FIRA, 1999).

Una característica de estos sistemas es que están limitados por una baja acumulación anual de lluvia, menos de 400 mm, lo que reduce la productividad de los cultivos y la disponibilidad de forraje. Además, en estos sistemas de producción se usan prácticas de manejo inapropiadas,

lo que trae como consecuencia una menor salud de los animales, así como, bajos niveles reproductivos, menor crecimiento de las cabras de remplazo y finalmente un limitado acceso a los mercados en expansión (Arechiga *et al.*, 2008).

En general, en estas zonas los sistemas de producción son de tamaño pequeño, semi-extensivos y están basados en el pastoreo continuo de los agostaderos, es decir no existen restricciones de uso, por lo que los suelos se están degradando continuamente debido al sobrepastoreo (Echavarría-Chairez *et al.*, 2010). Esto ha provocado que para complementar la alimentación de los hatos caprinos se utilicen cada vez más los residuos de todas las cosechas agrícolas disponibles (Salinas *et al.*, 1991, 1999).

La producción de forrajes durante la estación lluviosa puede ser una alternativa viable para mejorar la

productividad caprina y promover la recuperación de la cobertura vegetal en las áreas de agostadero. Generalmente, los criadores de cabras del centro del estado de Zacatecas, además de los agostaderos comunales, poseen tierras dedicadas a la producción agrícola de temporal cuya dotación es de alrededor de 10 hectáreas por caprinocultor. Estos terrenos son cultivados en condiciones de monocultivo, casi siempre con frijol ó maíz y los residuos de cosecha se pastorean durante el periodo invierno – primavera, lo que contribuye a la disminución de la materia orgánica del suelo y la pérdida de la fertilidad natural. Debido a esta condición de degradación, muchas áreas agrícolas han perdido su potencial productivo y debido a su alta siniestralidad son consideradas dentro de los programas de reconversión productiva, para revertir a largo plazo los niveles de degradación.

Por lo anterior, los dueños de terrenos degradados podrían beneficiarse mediante un sistema de producción de forrajes basado en la producción de plantas de diferentes tipos como avena, cebada, maíz, trigo y frijol, además del establecimiento de matorrales con características de adaptación a baja disponibilidad de humedad y baja fertilidad. Para su establecimiento se sugiere el uso de surcos al contorno o a nivel para incrementar la captación de la lluvia y en varias porciones de terreno separadas por bordos a nivel en donde se produzcan además arbustos y cactáceas para complementar la dieta de las cabras e incrementar la capacidad del terreno para sostener la producción animal.

## **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Zacatecas (INIFAP), ubicado en los 22°54' de latitud norte y 102°39' de longitud oeste y 2197 msnm, con una

temperatura media anual de 14.6°C y precipitación media anual de 416 mm, la cual se presenta en mayor proporción en verano (Junio a Septiembre). El suelo del área de estudio es clasificado como Kastañozem (WRB, 2006), con un pH de 7.5, 1.26% de materia orgánica y textura Franco Arenosa.

**Superficie agrícola.** El estudio se estableció en una superficie de 10 ha dividida en franjas trazadas al contorno de 4.56 m (6 surcos de 0.76 m) de ancho y longitud promedio de 300 m. Utilizando una base forrajera de cultivos anuales (maíz, avena, cebada), matorrales diversos (chamizo, sotol) y variedades de nopal forrajero (Aguascalientes, Pabellón, T. Calera, Amarilla lisa, Rosalito 3, 3P, PT y F.C.). Los matorrales y cactáceas plantados sobre bordos anti-erosivos, contribuyen a reducir la erosión hídrica y apoyan la alimentación de

caprinos, mediante el pastoreo en épocas de invierno (Serna y Echavarría, 2002; Echavarría *et al.*, 2006).

**Evaluación agrícola.** Los matorrales y nopaleras representan alrededor de 7000 plantas en 10 ha, las cuales fueron establecidas en 2007. La materia seca producida por todas las especies fue muestreado antes de cosecha para determinar materia seca (MS) y proteína cruda (PC) siguiendo el protocolo establecido por la AOAC (1990). En el caso de cultivos anuales se tomaron 4 muestras de 5 m por ha de cultivo/año y los matorrales solo se estimó la producción de materia seca a partir de un modelo geométrico (Echavarría *et al.*, 2009) partiendo de un muestreo de 75 plantas pre-seleccionadas desde el año 2008 y medidas en su altura y diámetros transversales de cobertura aérea.

Como un componente adicional al sistema de producción de forrajes, se realizó la conservación de forraje a través de ensilaje, empaçado y distribución de forraje molido.

**Carga Animal.** La cantidad de materia seca y proteína cruda determinada en los cultivos anuales se utilizó para estimar el número de cabras que pueden ser sostenidas en una superficie de 10 ha. Para efectuar esta estimación, se apoyó en la tabla de requerimientos nutricionales para cabras lecheras y de carne (NRC, 2007). Se utilizó el ejemplo de una cabra lechera de 50 kg de peso vivo, en lactancia temprana y amamantando una cría cuyo consumo de leche fluctúa entre 0.88 1.61 kg. Las necesidades nutricionales por cabra por día en ésta etapa son de 1.73 kg de MS, 3.31 Mcal de energía metabolizable y 191 g de proteína cruda.

**Indicadores del suelo.** Tanto en el sistema de producción de forrajes como en el testigo se determinó el

contenido de humedad en el suelo cada semana después de establecer los cultivos. La erosión hídrica fue evaluada en parcelas de escurrimiento de 3 X 22 m; tres fueron establecidas en condición de barbecho continuo, sin siembra, para medir la erosión potencial y tres fueron establecidas dentro de las áreas agrícolas para determinar la erosión real. Los escurrimientos y sedimentos arrastrados fueron colectados en tanques metálicos para su análisis (Wischmeier and Smith, 1978). La lluvia fue colectada y medida en tres pluviómetros distribuidos en el área de estudio. La lluvia (mm) y los escurrimientos ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) fueron registrados en cada evento de precipitación. La erosión ( $\text{g l}^{-1}$ ) se estimó en laboratorio a partir de una muestra ó alícuota por parcela de escurrimiento. Los sedimentos fueron separados con filtro de papel Whatman número 2, secados hasta peso constante y reportados en  $\text{kg ha}^{-1}$  por evento. Posteriormente los datos de lluvia, escorrentía y erosión

fueron acumulados para cada año de evaluación. Las tres variables se registraron de 2008 a 2012.

### **Análisis estadístico**

Los datos de erosión hídrica fueron comparados entre erosión potencial y la erosión medida en surcos al contorno por medio de un análisis de varianza (SAS, 2009). Para facilitar la comparación los datos fueron transformados a logaritmos naturales (Giordanengo *et al.*, 2003). Asimismo, un análisis de varianza se realizó con los datos de escurrimientos.

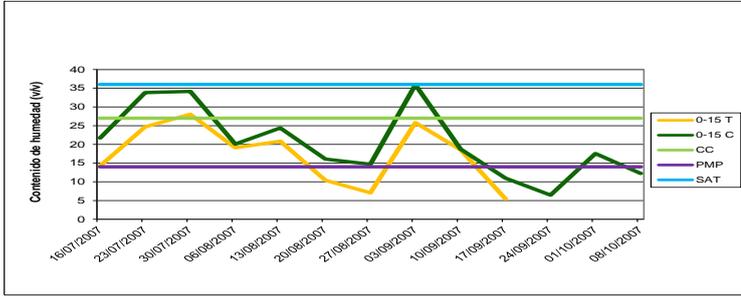
### **Resultados y discusión**

#### **Erosión hídrica y humedad del suelo**

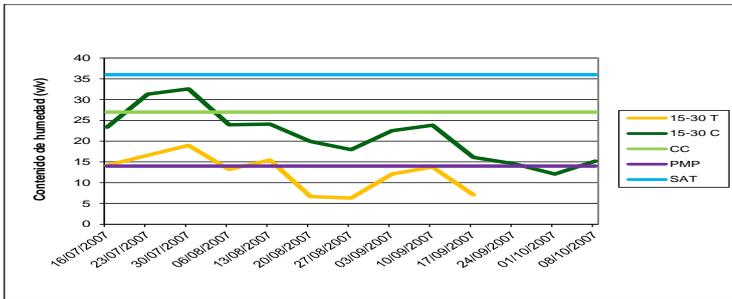
Los cultivos asociados que se establecieron en las fajas o curvas de nivel (CCN) redujeron ( $P < 0.05$ ) la erosión hídrica en más del 60% y el escurrimiento en 65%, en

comparación con datos obtenidos en suelo bajo barbecho continuo (Erosión Potencial; Cuadro 1). Como resultado, el almacenamiento de humedad del suelo fue de 23 a 35 % (en base a volumen) más alto que el obtenido bajo el manejo convencional del suelo (Figura 1 y 2), el cual es un volumen extra de agua para la producción de grano y forraje bajo condiciones de temporal (Salinas, 1995; López *et al.*, 2008).

Considerando el incremento en almacenamiento de humedad de suelo, el sistema de producción de forrajes propuesto es una alternativa viable para condiciones semiáridas como la parte central de Zacatecas, en donde el promedio anual de lluvia es  $\geq 400$  mm y los suelos presentan condiciones de erosión y degradación debido al monocultivo y sobrepastoreo.



**Figura 1.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2007 bajo manejo convencional (T) y curvas a nivel (C) en el estrato de 0-15 cm.



**Figura 2.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2007 bajo manejo convencional (T) y curvas a nivel (C) en el estrato de 15-30 cm.

Los totales anuales de lluvia variaron entre los años estudiados. Durante 2008 la lluvia total fue de 410.6 mm y durante 2009, solo se obtuvieron 330.2 mm. En 2010 la

precipitación total anual fue de 388, 236 mm en 2011, y en 2012 el total anual fue de 239.8 mm.

Sin embargo, si se analiza la precipitación ocurrida durante la estación de crecimiento (el periodo desde el establecimiento del cultivo a la cosecha), de 2008 a 2012, las precipitaciones medidas en el sitio de estudio se presentaron en forma descendente y fueron desde 358, 277, 243, 196 a 166 mm de lluvia en 2012. En los datos se observa un patrón descendente en las precipitaciones, lo cual es típico de la región semiárida del centro-norte de México. Bajo estas condiciones, el reto es producir forraje a pesar de la disminución en cantidad y cambios en la distribución de la lluvia.

### **Producción de forraje**

La caída paulatina de la precipitación anual redujo los rendimientos de los cultivos anuales de manera proporcional. El cuadro 2 muestra las diferencias de rendimiento entre los cinco años. En los años 2009 y 2010

del estudio solo se produjo un tercio del forraje obtenido en 2008 (Cuadro 2). Ésta diferencia sugiere que la producción de cultivos de temporal representa un riesgo, por lo que la baja disponibilidad de forraje en años secos conduce al pastoreo de los agostaderos, a disponer de lo almacenado y en ocasiones a comprar forrajes para completar los requerimientos de materia seca (MS) del hato de cabras (Salinas *et al.*, 1999). Ya que la suplementación nutricional es necesaria para mejorar la función reproductiva (Flores-Najera *et al.*, 2010).

Los efectos de la sequía en años como 2009 y 2010 podrían ser mitigados mediante un sistema de producción que permita el almacenamiento de humedad suficiente para resistir la distribución irregular de la lluvia.

Las Figuras del 3 al 7 muestran la humedad almacenada en el suelo entre los límites de humedad aprovechable definidos por la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento permanente bajo curvas a nivel (PMP).

**Cuadro 1.** Valores de erosión hídrica ( $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ) y escurrimiento ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ) para una condición de suelo desnudo (potencial) y cultivos asociados establecidos en curvas a nivel (CCN).

AÑO	Erosión ( $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ )		Eskurrimiento ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ )	
	Potencial	CCN	Potencial	CCN
2008	3236.5 <sup>a</sup>	1376 <sup>b</sup>	945.0 <sup>a</sup>	266.0 <sup>b</sup>
2009	1732.3 <sup>a</sup>	605.4 <sup>b</sup>	440.0 <sup>a</sup>	112.2 <sup>b</sup>
2010	1995.6 <sup>a</sup>	164.4 <sup>b</sup>	522.2 <sup>a</sup>	97.6 <sup>b</sup>
2011	6241.1 <sup>a</sup>	1411.0 <sup>b</sup>	596.8 <sup>a</sup>	441.2 <sup>b</sup>
2012	3043.3 <sup>a</sup>	777.3 <sup>b</sup>	1101.2 <sup>a</sup>	84.3 <sup>b</sup>

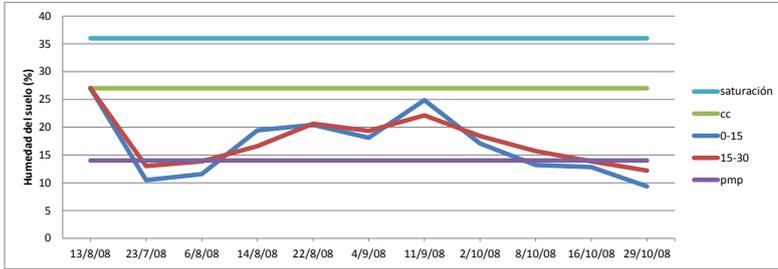
<sup>ab</sup> para erosión y escurrimiento, valores promedio entre columnas seguidas por literales indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Para el año de 2008, la Figura 3 muestra el mayor número de días con humedad por arriba de PMP a lo largo del ciclo (y de todos los cinco años estudiados) lo que puede explicarla mayor producción de materia seca en ese año. En cambio, de 2009 al 2012 (Figuras 4 al 7) el número de días por encima de PMP fueron disminuyendo, llegando incluso a niveles extremos en 2011, lo cual impactó negativamente en el rendimiento.

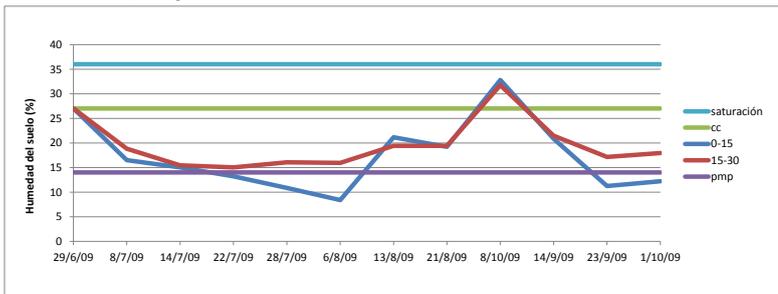
**Cuadro 2.** Rendimientos de cultivos anuales asociados en surcos al contorno en los años de 2008 al 2012 y número de cabras que es posible alimentar con el forraje producido.

Cultivos asociados	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	Área cultivada (ha)	Número de cabras alimentadas por forraje producido
Año 2008 con 358 mm de lluvia*			
Maíz	8805.0	4.1	57.1
Avena	4280.0	2.5	16.9
Cebada	5005.0	1.5	11.8
<i>Atriplex c.</i>	718.3	1000 pl	1.1
Subtotal		8.1	<b>87.1</b>
Año 2009 con 277 mm de lluvia			
Maíz	3478	5.5	30.2
Avena	650	3.0	3.0
Cebada	753	1.5	1.7
<i>Atriplex c.</i>	1584	1000 pl	2.4
Subtotal		10	<b>37.5</b>
Año 2010 con 243 mm de lluvia			
Maíz	3759	7.0	41.6
Avena	1632	3.0	7.7
<i>Atriplex c.</i>	1592	1000 pl	2.4
Subtotal		10	<b>51.8</b>
Año 2011 con 198 mm de lluvia			
Maíz	1920	3.0	9.1
Avena	328	7.0	3.6
<i>Atriplex c.</i>	1670	1000 pl	2.6
Subtotal		10	<b>15.3</b>
Año 2012 con 166 mm de lluvia			
Maíz	2271	6.0	21.5
Avena	Pastoreo directo	4.0	<b>n.d.</b>
<i>Atriplex c.</i>	1800	1000 pl	2.8
Subtotal		10	<b>24.3</b>
Promedio de capacidad de carga anual			<b>47.9</b>

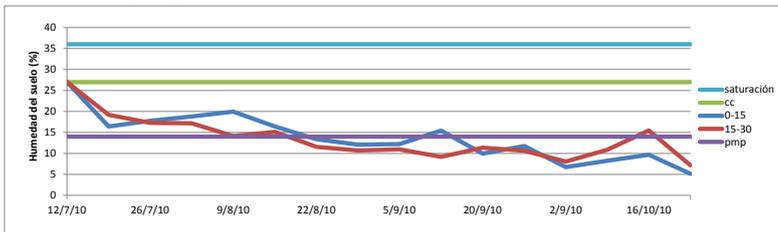
\* mm de lluvia exclusivamente durante la estación de crecimiento



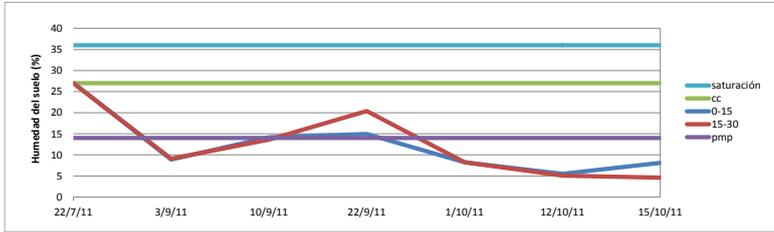
**Figura 3.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2008, bajo curvas a nivel.



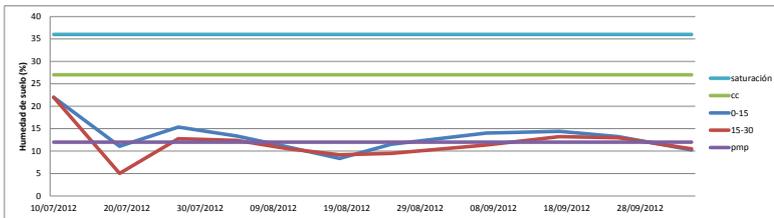
**Figura 4.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2009, bajo curvas a nivel.



**Figura 5.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2010, bajo curvas a nivel.



**Figura 6.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2011, bajo curvas a nivel.



**Figura 7.** Contenido de humedad en el suelo entre los límites de humedad aprovechable en la estación de crecimiento del año 2012, bajo curvas a nivel.

El manejo del suelo mediante el uso de surcado al contorno en fajas y con bordos anti-erosivos mantuvo la humedad en el suelo a pesar de la escasa precipitación. Tal condición de escasas y mala distribución precipitación, no impidió que se mantuviera la producción de rastrojo y grano de maíz, así como avena y forraje.

A pesar del bajo contenido de humedad en el suelo mostrado en la Figura 5 para el año 2010, se obtuvo un rendimiento de 3.7 ton MS ha<sup>-1</sup>, el cual es un promedio típico de producción de maíz de temporal para una estación de crecimiento con 300 mm de precipitación en Zacatecas. Sin embargo, la producción forrajera de temporal no es suficiente para sostener un sistema de producción caprina, a menos de que se incluyan cultivos perenes para cubrir los déficits alimenticios en años secos (Devendra, 2007).

En la Figura 6 se muestra el comportamiento del contenido de humedad en el año 2011. Se aprecia que los cultivos de maíz y avena fueron afectados por la escasez de humedad durante todo el ciclo. Las siembras que se realizaron el 22 de Julio no recibieron humedad nuevamente sino hasta el 03 de Septiembre (43 días después). Aun así, las lluvias recibidas no fueron suficientes y solo se alcanzó un nivel aceptable de

humedad hasta el 22 de septiembre, para después caer y no recibir más humedad en el resto del ciclo. De allí que los rendimientos observados fueron los más bajos del periodo estudiado (1920 kg MS ha<sup>-1</sup> y 2300 kg ha<sup>-1</sup> de maíz y avena, respectivamente). La suma de precipitación durante el ciclo de cultivo fue de 198 mm y comprendió de la tercera decena de Julio a la segunda decena de Octubre.

Una disminución en cantidad de lluvia, aún mayor que la observada en 2011, fue la que se presentó en 2012. Sin embargo, en este año, la mejor distribución de 166 mm obtenidos durante la estación de crecimiento, permitió una producción de forraje mayor que en 2011. Otra vez resalta la capacidad del manejo del suelo como la actividad tecnológica clave para la conservación de humedad (Figura 7) y la producción de forraje.

En todos los años se produjo casi el doble de materia seca de maíz que la producida por los cultivos de avena y

cebada. Sin embargo, la proteína (PC) producida por los cereales fue más alta (9.4% y 9.1% de PC para avena y cebada, respectivamente) que la producida por el maíz (7.4% de PC).

La asociación de cultivos del sistema de producción evaluado está diseñada para mantener la producción de forraje verde durante el año. Por ésta razón se incluyó el chamizo (*Atriplex canescens*) que representa una opción para la producción forrajera y para la reconversión productiva. La producción de forraje va desde 0.244 a 1.24 ton ha<sup>-1</sup> por 1000 plantas en condiciones de agostadero y agrícola, respectivamente (Echavarría *et al.*, 2009). En mediciones realizadas en el sitio de estudio, se ha determinado que la producción del chamizo puede ser de hasta 1.8 kg de MS en un arbusto de 1.25 m de altura y 1.7 m de diámetro. Por lo que a una densidad de 1000 arbustos ha<sup>-1</sup> conduce a un rendimiento de 1.8 toneladas de materia seca ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> en un año con buenas

condiciones de humedad pluvial (Echavarría *et al.*, 2009). Otras opciones son la producción de nopal forrajero (*Opuntia Sp*) y sotol (*Dasylirium Sp*) las cuales además de servir para el consumo directo actúan como muros vivos para reducir la erosión eólica.

Los arbustos y nopales forrajeros permiten un sistema más productivo y una mayor protección al ambiente, especialmente en años secos. En sotol se han reportado valores 5% de PC y 26.3 % de MS, y en *Opuntia Sp* de 7.3 - 11.5 % de MS y 3.2% de PC (Robles, 2011). Por otra parte en *Atriplex canescens* se han reportado valores que fluctúan desde 16 a 20% de PC (Romero-Paredes y Ramírez, 2003, Urrutia *et al.*, 2007). Considerando un valor promedio de 18%, en 1.8 ton ha<sup>-1</sup> de MS se tendrán 324 kg PC ha<sup>-1</sup>. Dicha producción puede obtenerse en 1000 plantas, las cuales a su vez, se pueden establecer en 30 bordos de 100 m con una separación de 3 m entre plantas.

Este sistema de reconversión también provee una oportunidad para reducir la presión de pastoreo de la vegetación natural, considerando que ha sido estimado que el agostadero cubre alrededor del 60% del total de los requerimientos de forraje de los pequeños rumiantes (Devendra *et al.*, 2000). Mientras más caprinocultores reduzcan el pastoreo extensivo y continuo del agostadero (sobrepastoreo), la degradación de la cubierta vegetal y de suelo podrá ser detenida (Devendra, 2010).

### **Conservación de forrajes**

Las estrategias para la conservación y suplementación de un hato caprino consistieron en preparar ensilaje de maíz, empaque y molido de cereales como la avena y la cebada y pastoreo directo. El consumo de silo de maíz por parte de las cabras en el año 2009 fue de 5645 kg en 194 días, lo que representó 29.10 kg por día, aproximadamente un kilo diario por vientre. Además se proporcionó forraje seco

diverso y pastoreo directo de chamizo y otros materiales vegetativos, por lo que en promedio se pueden cubrir las necesidades alimenticias diarias.

### **Numero de cabras susceptibles de alimentarse**

El número de cabras susceptible de ser mantenido en 10 ha con la producción forrajera de temporal de un año como 2008 (363 mm de lluvia) asumiendo un consumo de 1.73 kg de MS (requerimientos de mantenimiento) con un promedio de 8.6% de proteína cruda (PC) que provienen de una combinación de maíz ensilado (mayor porcentaje), avena y cebada (empacadas y molidas) fue de 84.5 cabras sin incluir el forraje obtenido del pastoreo directo de matorrales.

Sin embargo en años como 2009 y 2010, los rendimientos de MS disminuyeron y así también el número de cabras capaces de ser sostenidas por una parcela de 10 ha. En el Cuadro 2 se aprecia que el número de cabras que pueden ser sostenidas con la producción de 2009 y 2010

es de 34.4 y 48.5, respectivamente. Pero bajo condiciones aún más extremas como las del año 2011, solo se pueden mantener 12.4 cabras. Por otro lado, valorando el aporte que significa el consumo de matorrales que constituye un banco de proteína disponible para usarse durante el ciclo invierno-primavera, es posible mantener hasta 2.8 cabras más, consumiendo el forraje de chamizo estimado en 1.8 ton ha<sup>-1</sup> (asumiendo una dieta de mantenimiento basado en el forraje de productos agrícolas). Además, al evaluar la ganancia de peso en los meses de invierno con pastoreo exclusivo de *Atriplex canescens* tiene un incremento de peso de 100 gr día<sup>-1</sup> en cabritos contra 80 gramos diarios cuando son alimentados con forrajes como avena.

Lo anterior indica la necesidad de mantener sistemas de producción mixtos, que son el uso combinado del agostadero y la producción forrajera. De esta forma, en años de mayor productividad forrajera, se almacena el

producto y se reduce el pastoreo del agostadero, reduciendo la presión y permitiendo su recuperación.

Mientras que en años de menor productividad se utilizará el forraje almacenado y el producido anualmente, se realizará el pastoreo directamente en parcelas y se apoyará en un agostadero recuperado.

La aportación de arbustos forrajeros endémicos de las regiones áridas y semiáridas del país, representa una oportunidad que contribuye a disminuir la dificultad de producción de forrajes con mayor contenido de proteína. Las opciones se encuentran en arbustos como la “engordacabra” (*Dalea bicolor*), “mariola” (*Partenium incanum*), “cactaceas” (*Opuntia spp*), y el chamizo (*Atriplex canescens*).

Con esta última especie, la alimentación del ganado caprino podrá verse favorecida, al incrementar la disponibilidad de forraje de buena calidad, con más del 16% de proteína y una digestibilidad media del 65%. Lo

anterior puede mejorar la condición de las cabras, lo que repercutirá en mayores tasas de gestación, parición y destete.

Un sistema de pastoreo mixto con producción de forraje de temporal, puede ser aplicado en más de 500 mil hectáreas del semiárido en Zacatecas y en general en todas las zonas áridas y semiáridas del desierto Chihuahuense. Además del descanso que significa disminuir el pastoreo en otoño invierno (al trasladar los animales a las parcelas), el manejo aquí presentado, representa una opción de reconversión productiva para suelos degradados o de baja aptitud, con la que es posible, recuperar, en el mediano plazo, la capacidad productiva de las tierras.

En términos generales la cantidad de forraje producido por el chamizo sería suficiente para alimentar 2.8 cabras más al año (si fuera consumida en su totalidad). Sin embargo el valor principal es la cantidad de proteína extra

que se agrega así como la digestibilidad y ganancias de peso de hasta 100 gr diarios en cabras criollas.

## **Conclusiones**

El sistema definido se sustenta en los siguientes puntos:

1. Está basado en una superficie de 10 ha de temporal, la cual necesariamente deberá cercarse.
2. La base alimenticia es la producción de forraje de cultivos anuales, en este caso haciendo énfasis en lo posible a la producción de maíz y cereales (avena, cebada).
3. El establecimiento de los cultivos es en franjas a nivel, limitados por bordos antierosivos en donde se establecen matorrales diversos (chamizo, nopales o sotoles u otros arbustos), que actúan como muros vivos, y protegen contra la erosión. Además el uso de franjas a nivel, comparado con el manejo tradicional, permite un incremento en almacenamiento de humedad anual de un 23 a 35%, lo que representa aproximadamente  $2516 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de agua adicional.

4. Los cereales en lo posible deberán ser empacados y conservados henificados y el maíz cuando se corta en estado lechoso masoso, puede ser ensilado.
5. Es posible pastorear dentro de la parcela durante el invierno. En el verano, durante la época de crecimiento de cultivos anuales, deberá apoyarse con pastoreo fuera de la parcela (sistema mixto).
6. El número de cabras estimado que pudieran sostenerse exclusivamente con el producto forrajero del sistema descrito va de 15.2 a 87.3 en un periodo de cinco años evaluados. Un número adicional de 2.8 cabras puede ser alimentadas, si se toma en cuenta el aporte de matorrales
7. Los valores de erosión hídrica son 50% menores que los potenciales.

Aunque los resultados indican que es posible producir forrajes en un sistema de temporal como el aquí descrito, se deberá considerar la posibilidad de que la capacidad productiva disminuya en años de menor precipitación.

## Literatura citada

- AOAC. 1990. *Methods of Analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C. 1213pp.
- Arechiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., and Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9:1-14.
- Devendra, C., Thomas, D., Jabbar, M.A., and Zebini, E. 2000. Improvement of livestock production in crop-animal systems in agro-ecological zones of South Asia. International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenia, 108 pp.
- Devendra, C. 2007. Goats: biology, production and development in Asia. Academy of Sciences Malaysia, 246 pp.
- Devendra, C. 2010. Concluding synthesis and the future for sustainable goat production. *Small Ruminants Research* 89: 125-130.
- Echavarría Ch., F.G., Gutiérrez, R., h., F.G., Ledezma, R.I., Bañuelos, V. R., Aguilera, J.I., and Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños ruminantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Tec Pecu Méx* 44: 203-217.
- Echavarría C., F.G., A. Serna P., F. A. Rubio A., A. F. Rumayor R., H. Salinas G. 2009. Productividad del chamizo

*Atriplex canescens* con fines de reconversión: dos casos de estudio. *Tec Pecu Méx* 47:93-106

Echavarría-Chairez, F.G., Serna-Pérez, A., Salinas-Gonzalez, H., Iniguez, L., and Palacios-Díaz, M.P. 2010. Small ruminant impacts on rangelands of semiarid highlands of Mexico and the reconvertig by grazing systems. *Small Ruminants Research* 89: 211-217.

Flores-Najera, M.J., Meza-Herrera, C.A., Echavarría, F.G., Villagomez, E., Iñiguez, L., Salinas, H., and Gonzalez-Bulnes, A. 2010. Influence of nutritional and socio-sexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions. *Animal Production Science* 50:897-901.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1999. Oportunidades de desarrollo de la industria de la leche y carne de cabra en México. Banco Nacional de México. México, D.F., Boletín informativo 213. 109pp.

Giordanengo, J.H., Frasier, G.W., and Trlica, M.J. (2003). Hydrologic and sediment responses to vegetation and soil disturbances. *Journal of Range Management* 56 152-158.

López, S.E., Tosquy, O.H., Ugalde, F.J., and Acosta J.A. 2008. Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31:35-39.

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. *Natl. Acad. Press., Washington, D.C.* 384pp.

- Romero-Paredes J.I, R. G. Ramírez L. 2003. *Artiplex canescens* (Purch, Nutt), como fuente de alimento para las zonas áridas. *Ciencia UANL*, 6: 85-92.
- Robles E., A. 2011. Distribución, densidad, factores ecológicos y valor forrajero del sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) en el noreste de Zacatecas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Doctorado en Ciencias Pecuarias. El Cordovel, Enrique Estrada, Zacatecas. 85Pp.
- Salinas H., Avila, J.L., Falcón, A., and Flores, R. (1991). Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba* 41:47-52.
- Salinas G., H. (1995). Análisis de sistemas de producción agropecuarios e intervención Tecnológica. Tesis Doctoral, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León. 162 pp.
- Salinas G., H., Ramírez, R.G., and Rumayor, A. (1999). A Whole-Farm Model for Economic Analysis in a Goat Production System in Mexico. *Small Ruminant Research* 31: 157-164.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS OnlineDoc® 9.2. Cary, NC
- Serna P. A., Echavarría C.F.G. (2002). Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Pérdidas de Suelo. *Técnica Pecuaria México* 40: 37-53.

Urrutia M.J., Díaz G.M.O., Gámez V.H., Rivera L.T., Beltrán L.S.; Luna V.J. 2007. Utilización de chamizo (*Atriplex canescens*) y nopal (*opuntia ficus indica*) como principales alimentos para producción de leche caprina en la estación de estiaje. IN: Memorias del Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. 3pp.

WRB, IUSS Working group. (2006). World reference base for soil resources. 2nd edition. World soil resources reports No. 103. FAO, Rome, Italy. 107pp.

Wischmeier W.H., and Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA, Agric., Handbook 537, U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. USA. 58 pp.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Fundación Produce Zacatecas A.C.  
Por el apoyo financiero al proyecto:

*32-2009-1976. “Innovación de procesos productivos sustentables de las Unidades de Producción Caprinas en el estado de Zacatecas”*

Del cual se desprende esta publicación

Se agradece la participación del Sr. Raúl Maldonado Martínez de la comunidad de Casa de Cerros, Panuco, quien realizó el establecimiento de un módulo de producción de forrajes de temporal.

# **SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJES DE TEMPORAL UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA**

## **REVISIÓN TÉCNICA**

Ing. Manuel Reveles Hernández  
Ing. Ricardo Sánchez Gutiérrez

## **DISEÑO DE PORTADA**

Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera

## **GRUPO COLEGIADO DEL CEZAC**

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias  
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez  
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez  
Vocal. Dr. Guillermo Medina García  
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández  
Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez  
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de  
Septiembre de 2014 en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No. 622  
C.P. 98500, Calera de V.R., Zac., México  
Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de: 500 ejemplares

## DIRECTORIO

### CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Director de Coord. y Vinculación

### PERSONAL INVESTIGADOR

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	Miguel Servin Palestina*	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC.	Juan José Figueroa González	Inocuidad de Alimentos
MC.	Mayra Denise Herrera	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez *	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
MC.	Blanca I. Sánchez Toledano*	Socioeconomía

\* Becarios

# SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)

[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)



GOBIERNO DEL ESTADO  
2010-2016



# inifap

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

