



EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE TECNOLOGÍAS EN CAPRINOS EN EL SEMIÁRIDO DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO

PARTICIPATORY EVALUATION OF GOAT TECHNOLOGIES IN SEMIARID NORTH CENTRAL MEXICO

Homero Salinas González¹; Francisco G. Echavarría²; Manuel J. Flores-Najera²; Miguel A. Flores-Ortiz²; Ramón Gutiérrez²; Agustín Rumayor²; César A. Meza-Herrera³; Francisco Pastor¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) La Laguna, Apartado Postal 247, Matamoros, Coahuila, C. P. 27440. MÉXICO. Correo-e: salinas.homero@inifap.gob.mx (⁴Autor para correspondencia).

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Zacatecas, Apartado Postal 18, Calera, Zacatecas, C. P. 98500. MÉXICO.

³Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango. C. P. 35230. MÉXICO.

RESUMEN

La cabra se localiza en agroecosistemas frágiles. Con el propósito de evaluar el efecto de tecnologías aplicadas de manera participativa, en un marco de conservación de los recursos naturales sobre la productividad de pequeños rumiantes, se probaron seis tecnologías: 1) El pastoreo diferido rotacional (SPDR) logró 60 % de cubierta vegetal y 35 % pastoreo continuo (PAC); 996.5 vs. 280.8 kg·ha⁻¹ de materia seca ($P<0.01$) y composición botánica de 59 especies vs. 27 en SPRD y PAC, respectivamente; 2) De 200 presas filtrantes construidas, hubo retenciones hasta de 212 t de suelo sedimentado en presas de 25.5 m de ancho; 3) Resiembras con nopal Amarilla Olorosa tuvieron una supervivencia de 90.7 %; 4) La siembra de cebada logró rendimientos (MS) similares al maíz con mayor proteína cruda; 5) La suplementación de cabras y cabritos (0-5 meses) con bloques nutricionales, incrementó el PV ($P<0.001$) en cabritos de parto doble (71.9 g·día⁻¹), respecto a cabritos dobles (46.5 g·día⁻¹) y cabritos sencillos (40.7 g·día⁻¹) no suplementados; 6) Quesos de leche caprina y bovina no difirieron ($P<0.05$) en atributos valorados, logrando la participación de mujeres. El enfoque de sistemas participativos permitió diseñar actividades apropiadas, incrementando la productividad y promoviendo la conservación de recursos naturales.

Recibido: 5 de noviembre, 2010
Aceptado: 24 de junio, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.11.106
<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE: Sistemas de producción, investigación participativa, tecnología, género.

ABSTRACT

The goat is located in fragile ecosystems. In order to evaluate the effect of applied technologies in a participatory manner, within a framework of conservation of natural resources, on the productivity of small ruminants, six technologies were tested: 1) deferred-rotation grazing system (DRGS) achieved 60 % vegetation cover compared to 35 % for continuous grazing (CG); 996.5 vs. 280.8 kg ha⁻¹ of dry matter ($P<0.01$) and botanical composition of 59 species vs. 27 in DRGS and CG, respectively; 2) of 200 filter dams built, up to 212 t of soil sediment was captured in 25.5-m-wide dams; 3) reseeding with Amarilla Olorosa (fragrant yellow) prickly pear cactus had a 90.7 % survival rate; 4) sowing of barley achieved yields (MS) similar to corn but with higher crude protein; 5) supplementation of goat does and kids (0-5 months) with nutritional blocks increased live weight ($P<0.001$) in double birth kids (71.9 g day⁻¹) compared to unsupplemented double and single kids (46.5 g day⁻¹ and 40.7 g day⁻¹, respectively); 6) goat and cow's milk cheeses did not differ ($P<0.05$) in measured attributes, achieving the participation of women. The participatory systems approach enabled designing appropriate activities, increasing productivity and promoting conservation of natural resources.

KEY WORDS: Production systems, participatory research, technology, gender

INTRODUCCIÓN

El concepto de sistema permite comprender fenómenos complejos de componentes físicos, que actúan como una unidad y dan como resultado un proceso o producto bien caracterizado. Los sistemas incluyen factores diversos de clima y suelo, por lo que existe la necesidad de tecnologías diferentes para sistemas de producción particulares, evaluados en términos

INTRODUCTION

The system concept allows understanding complex phenomena involving physical components, which act as a unit and result in a well-characterized process or product. Systems include various climate and soil factors, creating the need for different technologies for particular production systems, assessed in specific economic and social terms (Hart, 1985; Laird, 1986; Byerlee and Collinson, 1983;

económicos y sociales específicos (Hart, 1985; Laird, 1986; Byerlee y Collinson, 1983; Salinas *et al.*, 1999). La investigación participativa promueve la intervención de la comunidad, tanto en el análisis de su realidad como en la búsqueda de alternativas de solución de sus limitantes de producción (Mata, 2003; Freire, 1973; Fals-Borda, 1987). Esto contribuye a la formación del investigador, de la organización comunitaria, y en forma dinámica y participativa en la formulación de un portafolio de proyectos alternativos (Schutter y Yopo, 1983), donde interactúan productores e investigadores (Gonsalves *et al.*, 2006) para obtener un cambio tecnológico que mejore la condición de vida de los productores (Iñiguez, 2011). Esto es necesario, en especial cuando se trata de sistemas de producción agropecuarios en zonas áridas (Salinas *et al.*, 1991) con características específicas (Arechiga *et al.*, 2008); donde se requiere investigación adaptativa que resulte en mayor productividad y así incrementa su aplicación por el productor (Devendra, 2010). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tecnologías aplicadas de manera participativa, en un marco de conservación de recursos naturales, sobre la productividad de caprinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó información secundaria, previo al diagnóstico estático (aplicación de encuesta), y también se condujeron talleres de trabajo con productores. Asimismo, se determinaron las principales áreas con potencial productivo para cabras en el estado de Zacatecas, por medio del uso de sistemas de información geográfica (SIG) (Medina *et al.*, 1997) con una base de datos de altimetría (Modelo digital de elevación, 3.24 ha por pixel) (INEGI, 1994). Además se le sobrepuso el inventario de cabras por municipio (INEGI, 2000), así como la carta del Inventario Forestal Nacional (UNAM, 1993). Con lo anterior se determinaron las áreas de pastizal, matorral, agricultura (temporal y riego), así como las de mayor densidad caprina.

Diagnóstico estático. Se seleccionó Pánuco, Zacatecas (23° 05' 36" y 22° 50' 40" N; 102° 19' 54" y 102° 39' 51" W). De 71 comunidades, Pánuco, Casa de Cerros, Goteras, San Antonio del Ciprés, la Susaya, Pozo de Gamboa y Saucedá de la Borda presentaron mayor densidad de caprinos, donde se encuestó a 63 productores para conocer características y limitantes del sistema de producción.

Talleres de trabajo participativos. En talleres participativos, veinte productores expresaron las principales actividades y problemas asociados a los procesos de producción (Devendra, 2007; Neiland *et al.*, 2005; Lisson *et al.*, 2010). También se confrontaron los resultados del diagnóstico obtenido para delimitar las limitantes de producción y alternativas de solución. Se evaluaron seis intervenciones tecnológicas, que pasaron por diseño, implementación, análisis y discusión.

Salinas *et al.*, 1999). Participatory research promotes community involvement in both the analysis of its reality and in the search for alternative solutions to its production limitations (Mata, 2003; Freire, 1973; Fals-Borda, 1987). This contributes to the researcher's training, the formation of the community organization, and in a dynamic and participatory manner to the development of a portfolio of alternative projects (Schutter and Yopo, 1983), in which producers and researchers interact (Gonsalves *et al.*, 2006) to obtain a technological change that improves farmers' living conditions (Iñiguez, 2011). This is necessary, especially when it comes to agricultural production systems in arid areas (Salinas *et al.*, 1991) with specific characteristics (Arechiga *et al.*, 2008), where adaptive research is required that results in greater productivity and thus increased application by the producer (Devendra, 2010). The aim of this study was to evaluate the effect of applied technologies in a participatory manner, within a framework of conservation of natural resources, on the productivity of goats.

MATERIALS AND METHODS

Secondary information was reviewed, prior to the static diagnosis (applying survey), and also workshops were conducted with the producers. In addition, the main areas with productive potential for goats in the state of Zacatecas were identified through the use of geographic information systems (GIS) (Medina *et al.*, 1997) with an altimetry database (digital elevation model, 3.24 ha per pixel) (INEGI, 1994). Also, the goat inventory by municipality (INEGI, 2000) and the National Forest Inventory map (UNAM, 1993) were superimposed on it. With the above, grassland, scrub and agricultural (rainfed and irrigated) areas, as well as those with the highest goat density, were identified.

Static diagnosis. Pánuco, Zacatecas (23° 05' 36" and 22° 50' 40" N; 102° 19' 54" and 102° 39' 51" W) was selected. Of 71 communities, Pánuco, Casa de Cerros, Goteras, San Antonio del Ciprés, La Susaya, Pozo de Gamboa and Saucedá de la Borda had the highest goat density; 63 farmers in these areas were surveyed to learn about the features and limitations of their production systems.

Participatory workshops. In participatory workshops, twenty producers described the main activities and problems associated with their production processes (Devendra, 2007; Neiland *et al.*, 2005; Lisson *et al.*, 2010). The results of the diagnosis obtained were also looked at to delineate production limitations and alternative solutions. Six technological interventions were evaluated, all of which went through the design, implementation, analysis and discussion stages.

Technology I. Deferred-rotation grazing system. In consultation with the producers, a 90-ha area was selected

Tecnología 1. Sistema de pastoreo diferido rotacional. Se seleccionó, junto con los productores, una superficie de 90 ha que se cercó y excluyó por cuatro años; posteriormente, en los años 5 y 6, se probó un sistema de pastoreo diferido rotacional (SPDR) descrito por Lacey y Van (1979). La cobertura basal se determinó a través del marco de 20 puntos (línea de Canfield modificada), dando un total de 16 líneas dentro SPDR y del pastoreo continuo (PAC) como control. También se registró la frecuencia de la composición botánica (Bonham, 1989). Se analizó a través de un diseño experimental de bloques al azar con 16 repeticiones en el SPDR y PAC. Se pastorearon 20 machos cabríos de aproximadamente seis meses de edad por tratamiento, pesándose cada 10 días. En el SPDR se utilizó el criterio de dejar un remanente de 25 % de peso de MS para establecer la carga animal. La comparación de medias fue a través de DMS ($P>0.01$) (Steel *et al.*, 1997). Se emplearon cuatro cabras de dos años de edad con fístula esofágica (Van Dyne y Torrel, 1968) para coleccionar muestras de forraje consumido en cuatro épocas del año, durante ocho días (Ramírez, 1999). Al forraje se le determinó PC (Bremner, 1996), FDN, FDA y DIVMS (Goering and Van Soest, 1970). Los datos se analizaron a través de un análisis Jerárquico (anidado). Se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1992). Se realizaron tres demostraciones para difundir los avances a la SAGARPA así como a productores de otros ejidos.

Tecnología 2. Rehabilitación de sitios de alto riesgo de erosión hídrica. En talleres participativos se determinaron los sitios con riesgo elevado de erosión hídrica (Wisenant, 1999), utilizando mapas de erosión potencial estimados con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) (Wischmeier and Smith, 1978) y elaborados con SIG (Eastman, 1995). Por ello se cercaron y protegieron 208 ha y construyeron 200 presas filtrantes con apoyo económico del FIRCO. Se realizaron mediciones de acumulación de suelo en 22 presas, alrededor del 10 % del total.

Tecnología 3. Evaluación de Germoplasma de Opuntia. Se establecieron cuatro variedades de nopal doble propósito forraje-tuna: Pico Chulo, Reina, Amarilla Olorosa y Roja Azteca, en un terreno que anteriormente fue cultivado. Se plantaron 25 pencas de cada variedad; la distancia entre plantas fue de 3 m y 5 m entre bordos. Las variables medidas fueron: 1) supervivencia; 2) porcentaje de plantas rebrotadas; 3) número de pencas nuevas, y 4) tamaño de la penca.

Tecnología 4. Diversificación de cultivos tradicionales. Se probaron ocho especies para forraje: haba, garbanzo, lenteja, canola, girasol, calabaza, cebada y trigo, y como testigos frijol, maíz y avena. Se comparó la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Goering and Van Soest, 1970; Bremner, 1996).

that was fenced and excluded for four years; later, in years 5 and 6, a deferred-rotation grazing system (DRGS) as described by Lacey and Van (1979) was tested. Basal cover was determined through the 20-point framework (modified Canfield line), for a total of 16 lines in DRGS and continuous grazing (CG) as a control. Also, the frequency of botanical composition was recorded (Bonham, 1989). It was analyzed using a randomized block experimental design with 16 replications in the DRGS and CG. Twenty male goats, approximately six months of age, were grazed per treatment and weighed every 10 days. In the DRGS, the criterion of leaving a 25 % remnant of MS weight to establish animal load was used. Comparison of means was through least significant difference ($P>0.01$) (Steel *et al.*, 1997). Four two-year-old goats with esophageal fistula (Van Dyne and Torrel, 1968) were used to collect samples of forage consumed in four seasons, over eight days (Ramírez, 1999). From the forage we determined PC (Bremner, 1996), FDN, FDA and DIVMS (Goering and Van Soest, 1970). Data were analyzed through a hierarchical analysis (nested). SAS statistical software (SAS Institute, 1992) was used. Three demonstrations were held to disseminate the advances to SAGARPA (Mexico's agriculture ministry) and to producers of other ejidos (communally held lands).

Technology 2. Rehabilitation of sites at high risk of water erosion. At participatory workshops, sites at high risk of water erosion (Wisenant, 1999) were identified using maps of potential erosion estimated with the Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier and Smith, 1978) and developed with GIS (Eastman, 1995). For this reason, 208 ha were fenced and protected and 208 filter dams were built with financial support from FIRCO (a SAGARPA program). Soil accumulation measurements were made in 22 dams, representing about 10 % of the total number.

Technology 3. Evaluation of Opuntia Germplasm. Four dual-purpose varieties of prickly pear cactus (Pico Chulo, Reina, Amarilla Olorosa and Roja Azteca, all of which can be used for fodder or prickly pear production) were established in a previously-cultivated area. Twenty-five stalks were planted for each variety, with 3 m spacing between plants and 5 m between rows. The variables measured were: 1) survival; 2) percentage of resprouting plants; 3) number of new stalks; 4) stalk size.

Technology 4. Diversification of traditional crops. Eight species were tested for use as fodder: broad beans, chickpeas, lentils, canola, sunflower, pumpkin, barley and wheat, and as controls beans, corn and oats. We compared dry matter production (MS), crude protein (PC), neutral detergent fiber (FDN) and *in vitro* dry matter digestibility (DIVMS) (Goering and Van Soest, 1970; Bremner, 1996).

Technology 5. Strategic supplementation in goats during critical periods. Does and their kids were supplemented with nutritional blocks (NB) (40 % molasses,

Tecnología 5. Suplementación estratégica en caprinos durante periodos críticos. Se suplementó a cabras y sus cabritos con bloques nutricionales (BN) (melaza 40 %, urea 5 %, maíz molido 15 %, minerales 5 %, rastrojo de maíz 10 %, harinolina 10 %, cemento 10 % y sal común 5 %) desde 15 días antes del parto y hasta los cinco meses de edad de los cabritos; 28 cabritos se estratificaron de acuerdo al peso corporal y fecha de nacimiento. Los tratamientos fueron: i) cabritos de parto doble suplementados (CDS), ii) cabritos de parto doble sin suplementación (CD) y iii) cabritos de parto sencillo sin suplementación (CS). Por análisis de medidas repetidas con modelos mixtos se comparó el cambio de peso vivo de los cabritos (Litell *et al.*, 1996) y se utilizó el peso al nacimiento como covariable (SAS, 1992).

Tecnología 6. Producción de queso de leche de cabra en microempresa familiar. Se estableció un taller de quesos (Foto 1), con una infraestructura mínima, con capacidad de 200 l/día. Se impartieron dos cursos de diferente tipo de queso a 14 mujeres por productores de la región Laguna en México. Se realizó una evaluación organoléptica entre quesos producidos con leche de caprino y de bovino comparando los resultados mediante una prueba de Chi-cuadrada (SAS, 1992).



FOTO 1. Taller de producción de queso establecido en la Comunidad de Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas.

PHOTO 1. Cheese shop established in the community of Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Información secundaria. De acuerdo con Salinas (1995), en el norte centro de México existen los tres sistemas de producción caprinos: i) producción de leche y cabrito, ii) producción de carne de adultos, y iii) producción de cabrito. Los residuos de cultivos son importantes para la actividad caprina por desarrollarse alrededor de áreas agrícolas de temporal y riego. Ya que la cabra presenta una preferencia por consumo de arbustivas (Mellado *et al.*, 2005), se delimitaron áreas con arbustivas como las más apropiadas para el desarrollo de cabras (Figura 1).

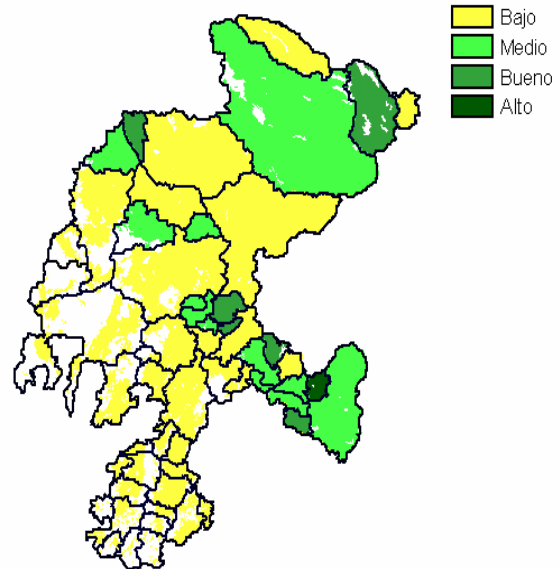


FIGURA 1. Áreas de potencial productivo con arbustivas y caprinos en el estado de Zacatecas.

FIGURE 1. Areas of productive potential with shrubs and goats in the state of Zacatecas.

5 % urea, 15 % ground corn, 5 % minerals, 10 % corn stover, 10 % cottonseed meal, 10 % cement and 5 % common salt) from 15 days before birth up to when the kids reached five months of age; 28 kids were stratified according to bodyweight and date of birth. The treatments were: i) supplemented double-birth kids (SDK), ii) unsupplemented double-birth kids (DK) and iii) unsupplemented single-birth kids (SK). By repeated measures analysis with mixed models, the change in live weight of the goat kids was compared (Litell *et al.*, 1996) and birth weight was used as a covariate (SAS, 1992).

Technology 6. Production of goat milk cheese in small family businesses. A cheese shop was established, with minimal infrastructure, with a capacity of 200 l/day. Two courses were given about different types of cheese to 14 women by producers from the Laguna region in Mexico. Sensory evaluation was conducted of the cheeses produced with goat and cow's milk by comparing the results with a Chi-square test (SAS, 1992).

RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Secondary information. According to Salinas (1995), there are three goat production systems in north central Mexico: i) milk and kid production; ii) adult meat production, and iii) kid production. Crop residues are important for goat farming and therefore the industry develops around rainfed and/or irrigated agricultural areas. Since the goat has a preference for shrub consumption (Mellado *et al.*, 2005), shrubby areas were identified as the most appropriate for goat farming (Figure 1).

3.2. Diagnóstico estático

3.2.1. Aspectos socioeconómicos. Este municipio se asocia con actividades primarias. La edad media de los productores fue de 51.3 ± 12.1 años, 76 % leen y escriben. Las familias se conforman por cuatro o cinco miembros. El 80 % son ejidatarios.

3.2.2. Características del sistema de producción predominante. Se cultivan en promedio 4.7 y 5.3 ha/ productor de maíz y frijol, respectivamente. El rebaño medio fue 63 cabras y 24 ovejas. La cabra local es cruzada con Nubia, Granadina y Alpina. No reciben asistencia técnica; pastorean áreas comunales y residuos de cosecha. Por la función objetivo (producción de carne), las crías permanecen con sus madres. No existe un empadre controlado; 70 % de los partos son de noviembre a febrero, época de baja temperatura y precipitación, así como escasa vegetación, por lo cual se requiere de suplementación nutricional (Ramírez *et al.*, 1991; Ramírez-Lozano *et al.*, 2010; González-Bulnes *et al.*, 2010).

3.2.3. Características de mercados. Tradicionalmente, se consume un plato llamado birria. El canal de comercialización más común es el del intermediario, donde el productor obtiene sólo entre un 20 y 30 % del precio final al consumidor (Falcón *et al.*, 1994). Caso similar es para el cabrito (Hoyos y Salinas, 1994).

3.3. Taller de trabajo participativo detección, demandas y soluciones. Los principales problemas consensuados fueron: falta de agua para los animales, no práctica de desparasitación, falta de limpieza de corrales, insuficiencia de sementales y empadre continuo; no estrategias de mejoramiento genético, precios bajos de venta de productos, desconocimiento en dar valor agregado a productos; falta de variedades mejoradas en maíz; comercialización injusta; falta de nuevas opciones de cultivos, limitada disponibilidad de agua potable, falta de drenaje sanitario y centros de salud, problemas en conectividad eléctrica. Las soluciones tecnológicas planteadas por los productores se definieron por ser metas viables y deseables (Cuadro 1), las cuales se probaron y cuyos resultados se presentan a continuación:

Tecnología I. Sistema de pastoreo diferido rotacional. El uso del SPDR mejora en el pastizal, ya que hubo diferencia ($P < 0.01$) entre la cobertura vegetal en PAC (35 %) y el SPDR (60 %). La producción de $280.8 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ en el PAC fue diferente ($P < 0.01$) a $996.5 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ del SPDR. Las variables de calidad PC, FDA y FDN no difirieron ($P < 0.05$). En el PAC se identificaron 27 especies, mientras que 59 especies en el SPDR en especial de las siguientes familias: Gramineae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Asclepiadaceae, Polemoniaceae y Liliaceae, entre otras. Datos similares fueron obtenidos por Echavarría *et al.*, (2006). Por otra parte, los cabritos bajo

3.2 Static diagnosis

3.2.1 Socioeconomic aspects. This town is associated with primary activities. Average farmer age was 51.3 ± 12.1 years, and 76 % read and write. Families are made up of four or five members, 80 % of whom are ejidatarios.

3.2.2. Characteristics of the predominant production system. On average farmers grow 4.7 and 5.3 ha of corn and beans, respectively. The average herd was made up of 63 goats and 24 sheep. The local goat is crossed with Nubia, Granadina and Alpina. Producers do not receive technical assistance; the goats graze on communal areas and crop residues. For the function objective (meat production), the offspring remain with their mothers. There is no controlled breeding season; 70 % of births occur from November to February, a period of low temperatures and rainfall, plus sparse vegetation, which is why nutritional supplementation is required (Ramírez *et al.*, 1991; Ramírez-Lozano *et al.*, 2010; González-Bulnes *et al.*, 2010).

3.2.3. Market characteristics. Traditionally, a dish called birria, which is a type of stew, is eaten. The most common marketing channel is the intermediary, from whom the producer gets only about 20 to 30 % of the final consumer price. (Falcón *et al.*, 1994); a similar situation exists for the goat kid (Hoyos and Salinas, 1994).

3.3. Participatory workshop: detection, needs and solutions. It was agreed that the main problems were: lack of water for the animals, deworming is not practiced, unclean pens, shortage of breeding bucks and insufficient continuous mating, no breeding strategies, low sales prices for products, lack of knowledge of how to give added value to products, lack of improved corn varieties, unfair trade, lack of new crop choices, limited availability of potable water, lack of sanitary drainage and health facilities, and electrical connectivity problems. The technological solutions put forward by producers were identified as being viable and desirable goals (Table 1), which were tested and whose results are presented below.

Technology 1. Differed-rotation grazing system. Use of the DRGS improved the pasture, as there was a difference ($P < 0.01$) between the vegetation cover in CG (35 %) and the DRGS (60 %). The production of $280.0 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ in CG was different ($P < 0.01$) than the $996.5 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ in the DRGS. The quality variables PC, FDA and FDN did not differ ($P < 0.05$). In CG, 27 species were identified, compared to 59 in the DRGS, especially ones belonging to the following families: Gramineae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Asclepiadaceae, Polemoniaceae and Liliaceae, among others. Similar data were obtained by Echavarría *et al.*, (2006). Moreover, goat kids under the DRGS gained 29 % more weight ($P < 0.01$)

CUADRO 1. Situación actual y deseable con base en la experiencia del productor, Casa de Cerros, Pánuco, Zac.**TABLE 1. Current and desired situation based on producer experience in Casa de Cerros, Pánuco, Zac.**

Actividad	Situación Real	Meta Deseable	Brecha
Cabras	25 kg en canal	35 kg en canal	Alta
Maíz	400-450 kg/ha	600 kg/ha	Alta
Frijol	500 kg/ha	700 kg/ha	Alta
	costo producción actual	costo producción óptimo	
Cabras	200 \$/animal	200 \$/animal	Leve
Maíz	1500 \$/ha	1500 \$/ha	Leve
Frijol	1500 \$/ha	1500 \$/ha	Leve
	precios venta actuales	precios venta óptimos	
Cabras	325 \$/animal	455 \$/animal	Alta
Maíz	1.1 \$/kg	1.5 \$/kg	Alta
Frijol	4.0 \$/kg	6.0 \$/kg	Alta
	ingresos actuales	ingresos óptimos	
Cabras	125 \$/animal	255 \$/animal	Alta
Maíz	410 \$/ha	900 \$/ha	Alta
Frijol	500 \$/ha	2700 \$/ha	Alta

SPDR aumentaron de peso 29 % más ($P < 0.01$) que en el PAC (81.14 vs 65.72 g·animal⁻¹·día⁻¹). Con un mejor manejo de vegetación se incrementa la composición de especies consumidas por las cabras, donde las arbustivas proveen de proteína y los nopales, hierbas, flores y frutos de energía en diferentes épocas del año (Guerrero-Cervantes *et al.*, 2009) y por la habilidad de seleccionar hay sincronía de degradación de la materia orgánica y la proteína cruda consumida (Armenta-Quintana *et al.*, 2011). Por otro lado, por la difusión realizada, el ejido Viboritas adoptó la tecnología SPDR en 450 ha, el ejido Benito Juárez en 400 ha de Guadalupe Zacatecas y el ejido Morelos en 600 ha del mismo estado con participación de productores, SAGARPA e INIFAP.

Tecnología 2. Rehabilitación de sitios de alto riesgo de erosión hídrica. Los valores obtenidos oscilaron desde 30 kg de suelo retenido en una presa de 5 m de largo, hasta 212 t de suelo sedimentado en una presa de 25.5 m de ancho. Los productores valoraron las actividades de rehabilitación realizadas y aprendieron del efecto nocivo del sobrepastoreo de la vegetación y pérdida de suelo, lo que les permitió acceder a programas de rehabilitación de suelos (CONAFOR, 2007)

Tecnología 3. Evaluación de germoplasma de Opuntia. Una opción para la rehabilitación de áreas abandonadas de cultivo es replantar el nopal (*Opuntia spp.*), que se puede utilizar para producción de forraje y consumo humano por sus propiedades funcionales por el contenido de antioxidantes (Sumaya-Martínez *et al.*, 2010; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010). La mejor variedad de nopal fue la Amarilla Olorosa (*Odorifero amarillo*). Tuvo una supervivencia de 90.7 %; el 83.5 % de plantas

than those in CG (81.14 vs. 65.72 g·animal⁻¹·day⁻¹). Better vegetation management increases the composition of species consumed by goats, with shrubs providing protein and prickly cactus, herbs, flowers and fruits providing energy at different times of the year (Guerrero-Cervantes *et al.*, 2009). By having the ability to select, there is synchrony of degradation in organic matter and crude protein consumed (Armenta-Quintana *et al.*, 2011). Moreover, due to the dissemination made, the Viboritas ejido adopted the DRGS technology on 450 ha, the Benito Juárez ejido on 400 ha in Guadalupe, Zacatecas and the Morelos ejido on 600 ha in the same state with the participation of producers, SAGARPA and INIFAP.

Technology 2. Rehabilitation of sites at high risk of water erosion. Values obtained ranged from 30 kg of soil captured in a 5-m-long dam, up to 212 t of soil sediment in a 25.5-m-wide dam. Farmers valued the rehabilitation activities carried out and learned about the harmful effect of overgrazing on vegetation and soil loss, prompting them to access soil rehabilitation programs (CONAFOR, 2007).

Technology 3. Evaluation of Opuntia germoplasm. One option for the rehabilitation of abandoned farmlands is to replant them with prickly pear cactus (*Opuntia spp.*), which can be used for fodder production and human consumption due to its functional properties resulting from its antioxidant content (Sumaya-Martínez *et al.*, 2010; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010). The best prickly pear cactus variety was the Amarilla Olorosa (*Odorifero amarillo*). It had a 90.7 % survival rate; 83.5 % of the plants had 1.55 new shoots produced per plant. The variety that came second was the Pico Chulo (*Opuntia spp.*), which had a similar behavior.

tuvieron brotes nuevos con 1.55 tallos nuevos producidos por planta. La variedad que siguió en términos de establecimiento fue la variedad Pico Chulo (*Opuntia* spp.), con un comportamiento similar en el establecimiento.

Tecnología 4. Diversificación de cultivos tradicionales. El maíz produjo 3,085 kg/ha de MS, la cebada mostró ser igual en MS ($P<0.05$) con casi el doble de PC (8.2 vs 15.4 %); cultivos como haba y lenteja no produjeron más MS que el frijol (Cuadro 2). En el estado de Zacatecas se practica una agricultura de temporal donde se siembra frijol y maíz, y cuando la lluvia se atrasa, se siembra avena; sin embargo, existen cultivos alternativos que pueden mejorar la calidad nutricional del forraje (Reta, *et al.*, 2010). Por otro lado, es importante contribuir a la sustentabilidad a través de la reconversión (Echavarría-Chairez *et al.*, 2010).

Tecnología 5. Suplementación estratégica durante periodos críticos. El estado nutricional y las interacciones socio-sexuales son señales importantes que pueden influir en la actividad, comportamiento y eficiencia reproductiva (Meza-Herrera *et al.*, 2006; Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010; Meza-Herrera *et al.*, 2010). El peso vivo de las crías varió a través del tiempo ($P<0.001$) y difirió entre el grupo de cabritos suplementados con BN y el control ($P<0.001$). A este respecto, la ganancia diaria de peso corporal, fue mayor para el grupo CDS (71.9 g·día⁻¹), que para los grupos CD (46.5 g·día⁻¹) y CS (40.7 g·día⁻¹). El consumo de BN no varió a través del tiempo ($P>0.05$). Los BN ofertados a hembras y crías inmediatamente después del parto, resultaron en mayor ganancia de peso corporal en las crías. Otros estudios han mostrado la utilidad del uso de BN para bajar el costo por uso de concentrados o como vía de suministro de microelementos, vitaminas y medicinas (Ben Salem y Nefzaoui, 2003; Ben Salem, 2010). Por otro lado, una de las variables con mayor importancia dentro de una explotación caprina es la reproducción, ya que el tener pequeños cambios en la época reproductiva afecta la dinámica de los rebaños y su economía (Guimaraes, *et al.*, 2009). A través de suplementación y del efecto macho fue posible modificar el intervalo entre la introducción del macho y el inicio de la actividad ovárica, esta tecnología fue ya reportada por Flores-Najera *et al.* (2010).

Tecnología 6. Producción de queso de leche de cabra en microempresa familiar. No se encontraron diferencias ($P<0.05$) en los indicadores de los atributos de quesos valorados, tanto entre origen de leche (cabra, vaca) y tipos de queso (Cuajada, Panela, Ranchero, Chihuahua, Francés). Se llegó a obtener hasta 9.81 pesos adicionales por litro de leche con queso tipo Francés y una relación beneficio-costos de 2.78 (Ruíz, 2009). En otro estudio, el queso de leche de cabra en pastoreo de agostadero mostró mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados, con lo que se podría obtener mejor precio en un mercado futuro que pague productos más sanos (Cuchillo *et al.*, 2010).

CUADRO 2. Producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad de la MS de cultivos de temporal.

TABLE 2. Dry matter production (expressed below by the Spanish acronym (MS), crude protein (PC), neutral detergent fiber (FDN) and in vitro MS digestibility of rainfed crops.

Cultivo	MS (kg·ha ⁻¹)	PC (%)	FDN (%)	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)
Maíz	3085 a	8.2	44.3	83.5
Cebada	2671 ab	15.4	54.9	82.7
Girasol	2237 bc	16.0	49.6	85.2
Avena	1701 dc	14.5	51.7	79.9
Trigo	1645 d	17.0	49.5	85.3
Calabaza	1572 d	17.1	46.6	82.5
Canola	1560 de	13.3	54.2	77.3
Haba	1023 fe	14.6	58.6	78.4
Frijol	1010 f	11.6	59.9	78.7
Lenteja	702 f	14.7	54.1	77.4
Garbanzo	78 g	14.5	59.3	77.7

* Letras iguales indican valores medios iguales a una $P<0.05$.

Technology 4. Diversification of traditional crops. Corn produced 3,085 kg/ha of MS, while barley proved to be the same in MS ($P<0.05$) but with almost double the PC (8.2 vs. 15.4 %); crops such as broad bean and lentils did not produce more MS than beans (Table 2). Rainfed agriculture is practiced in Zacatecas where beans and corn are planted, and when the rain is late coming, oats are sown; however, there are alternative crops that can improve the nutritional quality of fodder (Reta *et al.*, 2010). Moreover, it is important to contribute to sustainability through conversion (Echavarría-Chairez *et al.*, 2010).

Technology 5. Strategic supplementation during critical periods. Nutritional status and socio-sexual interactions are important signals that can influence reproductive activity, behavior and efficiency (Meza-Herrera *et al.*, 2006; Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2010; Meza-Herrera *et al.*, 2010). Live weight of the offspring varied over time ($P<0.001$) and differed between the group of kids supplemented with NB and the control ($P<0.001$). In this regard, daily bodyweight gain was higher for the SDK group (71.9 g·day⁻¹) than for the DK (46.5 g·day⁻¹) and SK (40.7 g·day⁻¹) ones. NB consumption did not change over time ($P>0.05$). The NB offered to females and their offspring immediately after birth resulted in increased bodyweight gain in the offspring. Other studies have shown the usefulness of NB in lowering the costs incurred by using concentrates or as a supply route for microelements, vitamins and medicines (Ben Salem and Nefzaoui, 2003; Ben Salem, 2010). On the other hand, one of most important variables in a goat farm is reproduction, since having small changes in the breeding season affects the dynamics of the herds and their economy (Guimaraes *et al.*

CONCLUSIONES

El enfoque de sistemas auxiliado de técnicas participativas, permitió identificar las principales limitantes, de tal forma que se diseñaron tecnologías con posibilidad de aplicación por los productores. Machos bajo un sistema de pastoreo diferido rotacional aumentaron 29 % de peso más que en pastoreo continuo, además de que el rotacional contrastó con 59 especies vegetales a 21 del continuo. Los productores se percataron de las ventajas en el uso racional del pastizal y de la construcción de presas filtrantes en áreas deterioradas donde se logró la retención hasta de 212 t de suelo en una presa filtrante de 25.5 m de ancho. La plantación de nopal Amarilla Olorosa tuvo una supervivencia de 90.7 %. La cebada logró rendimientos de materia seca similares al maíz de temporal pero con más proteína cruda (8.2 vs 15.4 %). La suplementación de cabras y cabritos con bloques nutricionales permitió un incremento de 54.6 % de peso en los primeros cinco meses de edad. Con la participación de la mujer y de tecnología fue factible dar valor agregado a la leche de cabra, bajo condiciones de marginalidad. El evaluar varias tecnologías en una misma comunidad con técnicas participativas permite el intercambio de experiencias de los productores, así como su integración en el proceso de investigación desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo recibido en proyecto colaborativo entre el Centro Internacional para las Investigaciones Agrícolas en las Zonas Áridas (ICARDA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con financiamiento del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), implementado en el periodo 2003-2006; en especial se agradece al Dr. Luis Iñiguez.

LITERATURA CITADA

- ARECHIGA, C. F.; AGUILERA, J. I.; RINCÓN, R. M.; MÉNDEZ DE LARA, S.; BAÑUELOS, V. R.; 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
- ARMENTA-QUINTANA, R.; RAMÍREZ-ORDUÑA, R.; RAMÍREZ, G.; ROMERO-VADILLO E. 2011. Organic matter and crude protein ruminal degradation synchrony in diets selected by range goats. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 109-117.
- BONHAM, CH. D. 1989. *Measurements for terrestrial vegetation*. Wiley Interscience Edit.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU I. 2003. Feed block as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research* 49: 275-288.
- BEN SALEM, H. 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *R. Bras. Zootec.* Vol. 39 supl.spe Viçosa July 2010. [<http://www.scielo.br/scielo>].

al., 2009). Through supplementation and the male effect, it was possible to modify the interval between the introduction of the male and the onset of ovarian activity; this technology has already been reported by Flores-Najera *et al.* (2010).

Technology 6. Production of goat milk cheese in small family businesses. No differences ($P<0.05$) were found in the indicators of the cheese attributes measured, both in terms of milk source (goat, cow) and cheese types (curd, Panela, Ranchero, Chihuahua, French). Up to 9.81 additional pesos per liter of milk with French-type cheese were obtained, along with a benefit-cost ratio of 2.78 (Ruiz, 2009). In another study, goat milk cheese obtained from animals grazing on rangeland showed a higher content of polyunsaturated fatty acids, which could get a better price in a future market that pays for healthier products (Cuchillo *et al.*, 2010).

CONCLUSIONS

The systems approach, aided by participatory techniques, enabled indentifying the main constraints faced by producers. As a result, technologies were designed that can be applied by the producers. Male goats under a deferred-rotation grazing system gained 19 % more weight than those in a continuous grazing system; moreover, the rotation system had 59 plant species compared to 21 in the continuous one. The producers realized the advantages in the rational use of pasture and filter dam construction in degraded areas where up to 212 t of soil was captured in a 25.5-m-wide filter dam. The planting of Amarilla Olorosa prickly pear cactus resulted in a 90.7 % survival rate. Barley had dry matter yields similar to those of rainfed corn but with more crude protein (8.2 vs. 15.4 %). Supplementation of does and kids with nutritional blocks led to a 54.6 % weight increase in the first five months of age. With the participation of women and technology, it was possible to give added value to goat milk, under marginal conditions. Evaluating various technologies in the same community with participatory techniques enables the exchange of experiences among producers and their integration into the research development process.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to acknowledge the support received in this joint project involving the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) and the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (known by the acronym INIFAP in Mexico), with funding from the International Fund for Agricultural Development (IFAD), implemented in 2003-2006. Special thanks go to Dr. Luis Iñiguez.

End of English Version

php?pid=S1516-35982010001300037&script=sci_arttext]

Ottawa, Canadá. 257 p.

- BREMNER, J. M. 1996. Nitrogen-total. *In: Methods of soil analysis: Part 3* (SPARKS D. L., ed). SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. P 1085-1121.
- BYERLEE D.; COLLINSON M. 1983. Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores: conceptos y procedimientos. CIMMYT, México. 71 p.
- CONAFOR. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR. SEMARNAT. Tercera edición. Segunda reimpresión. Periférico Pte. Núm. 5360. San Juan Ocotán. CP45019, Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- CUCHILLO H., M.; DELGADILLO C. P.; WRAGE, F. N.; PÉREZ-GIL, R. 2010. *Trop. Anim Health Prod.* 42(6): 1127-1134.
- DEVENDRA, C. 2007. Goats: biology, production and development in Asia. *Academy of Sciences Malasia*, 246 p
- DEVENDRA, C. 2010. Concluding synthesis and the future for sustainable goat production. *Small Ruminant Research* 89(2): 125-130.
- EASTMAN, R. J. 1995. IDRISI for windows: User's guide (Ver 1.0) Clark University.
- ECHAVARRÍA CH., F. G.; GUTIÉRREZ L., R.; h., F.G., LEDEZMAR., R. I.; BAÑUELOS V., R.; AGUILERA S., J. I.; SERNA P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano: I Vegetación nativa. *Tec Pecu Mex.* 44(2): 203-217.
- ECHAVARRÍA-CHAIREZ, F.G., A. SERNA-PÉREZ, H. SALINAS-GONZALEZ, L. INIGUEZ, M.P. PALACIOS-DÍAZ. 2010. Small ruminant impacts on rangelands of semiarid highlands of Mexico and the reconverting by grazing systems. *Small Ruminants Research.* 89 (2): 211-217. 2010.
- FALCÓN J. A.; ECHAVARRÍA, F. G.; SALINAS, H.; HOYOS, G.; FLORES, R. T. 1994. Comercialización de carne de caprinos en el estado de Zacatecas, México. *Turrialba.* Vol. 44 (4): 266-271.
- FALS-BORDA, O. 1987. Participatory action-research in Latin America. *Internacional Sociology* 2 (4):239-347.
- FLORES-NÁJERA, M. J.; MEZA-HERRERA, C.A.; ECHAVARRÍA, F.G.; VILLAGOMEZ, E.; IÑIGUEZ, L.; SALINAS, H.; GONZÁLEZ-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
- FREIRÉ, P. 1973. ¿Extensión y comunicación? La concientización en el medio rural. Siglo XXI editores, (21ª edición, 1998). México, D.F.
- GOERING, H. K.; VANSOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Handb.* 379. USDA-ARS, Washington, DC.
- GONZÁLEZ-BULNES, A.; MEZA-HERRERA, C. A.; REKIK, M.; BEN SALEM, H.; KRIDL R. T. 2010. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. *In: Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation.* Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA.
- GONSALVES, J.; BECKER, T.; BRAUN, A.; CAMPILAN, D.; DE CHAVEZ, H.; FAJBER, E.; KAPIRIRI, M.; RIVACA-CAMINADE, J.; VERNOOY, R. (eds). 2006. Investigación y Desarrollo Participativo para la Agricultura y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales: Libro de Consulta. Volumen 1: Comprendiendo. Investigación y Desarrollo Participativo. Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Des. Agrícola. - Centro Internacional de la Papa, Laguna, Filipinas y Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo,
- GUERRERO-CERVANTES, M.; RAMÍREZ, R. G.; CERRILLO-SOTO, M. A.; MONTOYA-ESCALANTE, R.; NEVAREZ-CARRASCO, G.; JUAREZ-REYES A. S. 2009. Dry matter digestion of native forages consumed by range goats in North Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(3): 408-412.
- GUIMARAES, V. P.; TEDESCHI, L. O.; RODRÍGUEZ M. T. 2009. Study of the impact of breeding seasons in the dynamics of dairy goat herds. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 11: 121-125
- HART, R. D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 160 p. (Serie Materiales de Enseñanza Núm. 1).
- HOYOS F., G.; SALINAS G. H. 1994. Comercialización de leche y carne de caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Turrialba, Costa Rica.* 44(2): 122-128.
- INEGI. 1994. Modelo digital de elevación. Escala 1:250,000. México, D.F.
- INEGI. 2000. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. México, D.F.
- IÑIGUEZ, L. 2011. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. *Small Ruminant Research* 98: 12-20.
- IÑIGUEZ, L.; PALACIOS-DÍAZ, M. P. 2010. Small ruminant impacts on rangelands of semiarid highlands of Mexico and the reconverting by grazing systems. *Small Ruminants Research.* 89 (2): 211-217. 2010.
- LACEY, R. J.; VAN POOLLEN, H. W. 1979. Grazing system identification. *J. of Range Management* 32: 38-39
- LAIRD, R. J. 1986. Consideraciones metodológicas en la generación y validación de tecnología de producción agronómica. Serie Cuadernos de Edafología 7. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- LISSON, S.; MACLEOD, N.; MCDONALD, C.; CORFIELD, J.; PENGE-LLY, B.; WIRAJASWADI, L.; RAHMAN, R.; BAHAR, S.; PADJUNG, R.; RAZAK, N.; PUSPADI, K.; DAHLANUDDIN, Y.; SUTARYONO, S.; SAENONG, T.; PANJAITAN, L.; HADIAWATI, A.; BRENNAN ASH, L. 2010. A participatory, farming systems approach to improving Bali cattle production in the smallholder crop-livestock systems of Eastern Indonesia. *Agricultural Systems* 103(7): 486-497
- LITTELL, R. C.; MILITEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. 1996. SAS Systems for mixed models, Cary NC: SAS Institute Inc., 1996.
- MATA B., G. 2003. Desarrollo Tecnológico participativo para una agricultura sustentable. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 255 p.
- MEDINA G., J.; RUÍZ C., A.; MARTÍNEZ R., P. A.; ORTIZ V., M. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. *Agricultura Técnica en México.* 23(1):69-90.
- MELLADO, M.; OLVERA, A.; QUERO, A.; MENDOZA, G. 2005. Diets of Prairie Dogs, Goats, and Sheep on a Desert Rangeland. *Rangeland Ecology & Management.* 58(4): 373-379.
- MEZA-HERRERA, C. A.; ROSS, T.; HAWKINS, D.; HALLFORD, D. 2006. Interactions between metabolic status, pre-breeding protein supplementation, uterine pH, and embryonic mortality in ewes: Preliminary observations. *Tropical Animal Health and Production.* 38(5): 407-413.
- MEZA-HERRERA, C. A.; VELIZ-DERAS, F. G.; WURZINGER, M.; LÓPEZ-ARIZA, B.; ARELLANO-RODRÍGUEZ, G.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, R. 2010. The kiss-1, kisspeptin, gpr-54 complex: A critical modulator of GnRH neurons during pubertal activation. *Journal of Applied Biomedicine.* 8(1): 1-9.

- NEILAND, A.; BENNETT, E.; TOWNSLEY, P. 2005. Participatory research approaches - what have we learned? The experience of the DFID Renewable Natural Resources Research Strategy (RNRRS) Programme 1995-2005. [http://www.research4development.info/pdf/Thematic_Summaries/FMSPParticipationSummary.pdf]
- RAMÍREZ, R. G.; LOYO, A.; MORA, R.; SÁNCHEZ, E. M.; CHAIRE, A. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in shrubland in northeastern Mexico. *J. Anim. Sci.* 69: 879-885.
- RAMÍREZ, R. G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant Res.* 34: 215-230.
- RAMÍREZ, LOZANO, R. G.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. V., H.; GÓMEZ-MEZA, I.; CANTÚ SILVA, J.; UVALLE SAUCEDA L. 2010. Spatio-Temporal variations of macro and trace mineral contents in six native plants consumed by ruminants at northeastern Mexico. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 12: 267-281.
- RETA S., D. G.; FIGUEROA V., U.; FAZ C., G. R.; NÚÑEZ H.; GAYTÁN M., A.; SERRATO, C. J. S.; PAYÁN, G. A. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4): 83-87.
- RUIZ R., J. I. 2009. Elaboración y caracterización de tipos de queso de cabra para proporcionar valor agregado a la producción e leche en el municipio de Pánuco, Zacatecas. Tesis de Maestría UAVZ, UAZ. 75 p.
- SAS Institute Inc. 1992. SAS/STAT user's guide. Release 6.08. Fourth edition, volume 2, SAS Institute Inc. Cary, NC.
- 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 p.
- SALINAS G., H.; AVILA, J. L.; FALCÓN, A.; FLORES, R. 1991. Factores Limitantes en el sistema de Producción de Caprinos en Zacatecas, México. *Turrialba. Rev. Interamericana de Ciencias Agrícolas.* 41(1): 47-52.
- SALINAS, G., H.; RAMÍREZ, R. G.; RUMAYOR, A. 1999. A Whole-Farm Model for Economic Analysis in a Goat Production System in Mexico. *Small Rum. Res.* 31: 157-164.
- SCHUTTER DE, A.; YOPO, B. 1983. La Investigación Participativa en América Latina. *Antología: Desarrollo y perspectiva de la investigación participativa.* Pátzcuaro, Michoacán, México. 341 p.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill Inc. New York, NY.
- SUMAYA-MARTÍNEZ, M. T.; SUÁREZ D., T.; CRUZ C., N. S.; ALANÍS, G. E.; SAMPEDRO, J. G. 2010. Innovación de productos de alto valor agregado a partir de la tuna mexicana. *Rev. Mex. de Agronegocios.* 27: 435-441.
- UNAM. 1993. Cartas del inventario forestal. Escala 1:250,000 UNAM. México, D.F.
- URRUTIA-MORALES, J.; MEZA-HERRERA, C. A.; ESCOBAR-MEDINA, F. J.; GAMEZ-VÁZQUEZ, H. G.; RAMÍREZ-ANDRADE, B. M.; DÍAZ-GÓMEZ, M. O.; GONZALEZ-BULNES, A. 2009. Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. *Reproductive Biology.* 9(3): 283-294.
- VAN DYNE, G. M.; TORRELL, D. T. 1968. Development and use of the esophageal fistula: A review. *J. Range Manage.* 17: 7-19.
- WISENANT, S. G. 1999. Repairing damaged wildlands: A process-oriented, landscape-scale approach. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 312 p.
- WISCHMEIER, W. H.; 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 p.