



Revista Científica

ISSN: 0798-2259

revistafcv@gmail.com

Universidad del Zulia

Venezuela

Rangel, Jaime; Espinosa, José Antonio; de Pablos-Heredero, Carmen; Barba, Cecilio;
Velez, Alejandra; Rivas, José; García, Antón

ADOPCIÓN DE INNOVACIONES Y PRÁCTICAS ORGANIZATIVAS DE
MANEJO, ALIMENTACION Y REPRODUCCIÓN EN PEQUEÑAS UNIDADES DE
PRODUCCIÓN DE VACUNOS DE DOBLE PROPÓSITO EN MÉXICO.

Revista Científica, vol. XXVII, núm. 1, enero-febrero, 2017, pp. 44-55

Universidad del Zulia
Maracaibo, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95950495007>

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

redalyc.org

Sistema de Información Científica

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

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

ADOPCIÓN DE INNOVACIONES Y PRÁCTICAS ORGANIZATIVAS DE MANEJO, ALIMENTACION Y REPRODUCCIÓN EN PEQUEÑAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE VACUNOS DE DOBLE PROPÓSITO EN MÉXICO

Adoption of Innovations and Organizational Practices in Management, Animal Feeding and Reproduction in Dual-Purpose Bovine of Small Farms in Mexico

Jaime Rangel¹, José Antonio Espinosa¹, Carmen de Pablos-Heredero², Cecilio Barba³, Alejandra Velez¹, José Rivas⁴ y Antón García³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP-México. ²Departamento de Economía de la Empresa, Universidad Rey Juan Carlos, España. ³Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba, España.

⁴Departamento de Producción e Industria Animal, Universidad Central de Venezuela.

*Autor correspondencia: José Rivas, email: rivasjoseh@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la adopción de tecnologías y prácticas organizativas en las áreas de manejo, alimentación y reproducción en el sistema de doble propósito del trópico mexicano. Se tomó una muestra de 1650 explotaciones de pequeña dimensión que se clasificaron según su nivel de adopción de tecnológica. Posteriormente se evaluó el efecto del tamaño del rebaño y la zona ecológica mediante un modelo lineal general (GLM) con dos factores. Por último, se compararon dentro de cada área las mejores prácticas mediante el test Ji-cuadrado. El nivel de adopción tecnológica en las áreas de Alimentación y Reproducción es bajo, inferior al 30%, y medio en el área de Manejo (52,2%). En el área de Manejo fueron escasas las tecnologías relativas al ordeño mecánico, pastoreo de praderas, control de registros y pastoreo de residuos agrícolas. Hay un marcado efecto del tamaño del rebaño sobre el nivel tecnológico ($P<0,001$) y es mayor en el trópico seco ($P<0,001$). En el área de Alimentación fue muy baja la utilización de subproductos, bloques nutricionales, granos y oleaginosas, melaza/urea y el uso de concentrado elaborado en la propia explotación. En el área de Reproducción no fue significativo el efecto del tamaño del rebaño, aunque se observaron diferencias significativas en la zona ecológica y las interacciones. El trópico húmedo (TH) mitigó con tecnologías de bajo costo algunos efectos adversos de la temperatura y la humedad, tales como: evaluación de semen, reproductores, monta dirigida, diagnóstico de gestación y del celo.

Palabras clave: Innovación; pequeños productores; producción lechera.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the adoption of technologies and organizational practices in the areas of Management, Feeding and Reproduction in dual-purpose cattle of the Mexican tropic territory. This study gathered a sample of 1650 farms of small size. The farms were divided in categories according with their level of adoption of technology and, subsequently, the effect of size and ecological zone was evaluated by a linear general model (LGM) with two factors. Lastly the best practices were compared inside each area by chi square test. The level of technological adoption in Feeding and Reproduction was very low (less than 30%), and medium in the Management area (52,2%). In the Management area, the technologies related with mechanical milking, grassland pastures, records and grassing in crop residues were scarce ($P<0.05$). There was a strong effect of scale in the technological level ($P<0.001$) and it was stronger in the dry tropic ($P<0.001$). In the Feeding area, the utilization of by-products, nutritional blocks, grains, molasses/urea and on-farm concentrate was very low. In Reproduction area, the effect of size was not significant while the effects of ecological zone and interactions were significant. In the wet tropic, the used technologies were low cost: semen evaluation, reproductive animals, mating, pregnancy diagnosis and estrous diagnosis.

Key words: Innovation; smallholders; dairy production.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción bovina de doble propósito (DP) es una de las actividades pecuarias más extendidas en el área tropical de América Latina [29, 36], si bien este modelo de explotación no ha sido considerado ni descrito en dicha zona geográfica por parte de la *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)* [16]. No obstante, se podría considerar como una variante del sistema mixto basado en la integración entre producción de vacunos y agricultura mediante el aprovechamiento de recursos forrajeros; tanto en pastoreo de praderas como de residuos agrícolas postcosecha [2, 3, 15]. El sistema DP desempeña un papel importante en términos de seguridad alimentaria, suministro, acceso y estabilidad de los alimentos en las regiones donde se asienta; asimismo, constituye un factor clave en la cohesión social y la sostenibilidad ambiental, además de ser un caso de economía circular [16]. En México, país que dispone de un censo bovino que supera los 32 millones de cabezas distribuidos en 1,2 millones de explotaciones [34], el sistema DP abarca entre el 51-67% de los productores que se concentran en las zonas con mayor índice de marginación [6]. Estas pequeñas unidades productivas se localizan en las áreas tropicales de las diferentes regiones agroecológicas de menos de 1600 metros de altitud ubicadas desde el Golfo de México hasta el Pacífico [15, 20]. En ese sentido, cabe distinguir la existencia de dos zonas ecológicas claramente diferenciadas: el Trópico Seco (TS) y el Trópico Húmedo (TH). El TS comprende 40 millones de hectáreas en ecosistemas con selvas bajas caducifolias y sabanas que se caracterizan por una pluviometría inferior a los 1200 mm y un periodo prolongado de sequía que supera los 6 meses. El TH, con 22 millones de ha, se localiza fundamentalmente en el sur y sureste del país, caracterizándose por altas temperaturas (> 22°C) y precipitaciones superiores a 1200 mm que se distribuyen a lo largo del año, siendo preponderante la presencia de selvas, sabanas y pantanos en estos ecosistemas [20].

El DP se identifica con un sistema sostenible de producción de alimentos, de carácter tradicional, de tipo multifuncional, con baja productividad y escaso o nulo nivel tecnológico [7]. Sería conveniente mejorar el grado de conocimiento; tanto del sistema, como de las interacciones existentes entre las diferentes actividades (agricultura, ganadería y aprovechamientos forestales, entre otros) [16], fundamentalmente en las áreas de: gestión, uso de la tierra, sanidad animal, reproducción, alimentación y mejoramiento genético [1, 4]. En ese sentido, la caracterización de sistemas DP y la profundización en el conocimiento de las explotaciones, constituye la primera etapa para alcanzar una mejora del nivel de adopción tecnológica [7, 13].

La innovación tecnológica (IT) propone la mejora de procesos y productos a partir del conocimiento holístico del sistema, la identificación de tecnologías viables y las mejores prácticas organizativas [23, 26]. Aunque, el nivel de IT depende de varios factores como son la dimensión, las condiciones agroclimáticas de la región y la cultura; elementos que han de considerarse

siempre para garantizar el éxito de la implementación de la tecnología [29, 35]. En este sentido, distintos autores indican que un aumento de la especialización por dimensión conlleva una mejora del nivel tecnológico [4, 25].

La aplicación de tecnologías de manejo general en DP se orienta hacia una adecuada gestión y programación en la finca, lo que implica la existencia de un sistema de planificación, seguimiento y control de las actividades de manera continua, integral y secuencial [14]. Asimismo, las actividades de manejo se relacionan con la utilización de información y del uso de los recursos para la constante toma de decisiones de forma continua [36].

En México, el DP presenta una gran heterogeneidad, en función de la dimensión, los recursos disponibles, el nivel tecnológico y las zonas agroclimáticas o ecológicas, entre otros factores [26]. Este tipo de ganadería integra a pequeños productores de DP con gran dificultad de acceso a insumos externos, y alto grado de vulnerabilidad frente a siniestros ecológicos, turbulencias locales y regionales [2].

Un problema estructural del DP es su escaso tamaño y bajo nivel tecnológico [7], en un entorno donde los productores demandan urgentemente soporte técnico para incrementar la viabilidad [17]. La implementación de tecnología adquiere un papel estratégico como herramienta de innovación para el incremento de la competitividad. Por todo ello, se planteó la evaluación del nivel de adopción tecnológica orientado a la identificación y cuantificación de tecnologías en las áreas manejo, alimentación y reproducción en el ganado de DP. Además se determinó el efecto de la dimensión y la zona ecológica sobre el nivel de adopción tecnológica, todo ello con el fin de contribuir a la detección de innovaciones y prácticas organizativas de elección sobre las que se podría actuar para la mejora del sistema.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio y recolección de datos

La información primaria se obtuvo de los productores de DP pertenecientes a once Estados de la República Mexicana (Campeche, Chiapas, Colima, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco y Veracruz), los cuales recibieron el servicio de asistencia técnica mediante el modelo GGAVATT (Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología) por medio del Programa Soporte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) durante el periodo 2010-2011. Se obtuvo una muestra aleatoria de 1630 pequeños productores (< de 50 vacas reproductoras) aplicando un cuestionario diseñado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), estructurado con variables asociadas a tecnologías y prácticas organizativas de manejo general [7], mediante entrevistas directas a los productores realizadas en el año 2011 por técnicos asesores prestadores de servicios profesional pecuario (PSPP).

Innovaciones y prácticas organizativas por áreas

La selección de innovaciones y prácticas organizativas se desarrolló mediante una metodología cualitativa; de consenso y participativa de acuerdo a García y col. [17]. Esta selección se inició con una pre-selección de tecnologías que potencialmente podrían ser relevantes en el DP, basada en la revisión bibliográfica de tecnologías de la zona [2, 9, 13, 19, 22], en las preferencias tecnológicas de los productores y en la información *in situ* recopilada de un grupo de explotaciones de diferente tamaño y zona climática. Posteriormente esta información fue presentada a un grupo de expertos (14) compuesto por profesores universitarios, investigadores y técnicos especialistas

en producción animal con amplia experiencia en DP, con el fin de garantizar una visión sistémica y no lineal de la innovación, dentro de un proceso multidisciplinar, colaborativo e interactivo [10].

Análisis estadístico

Las explotaciones (TABLA 1) se clasificaron atendiendo a dos criterios: 1) Tamaño del rebaño (número de vacas totales, en ordeño y secas), con tres categorías: a) Medianas (Md): entre 20 y 50 vacas reproductoras; b) Pequeñas (Pq): entre 10 y 19 vacas reproductoras y c) Muy Pequeñas (MPq): entre 1 y 9 vacas reproductoras; y la Zona ecológica, con dos categorías: a) Trópico Seco (TS) y b) Trópico Húmedo (TH) [24, 29].

TABLA I
DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES DE ACUERDO AL TAMAÑO DEL REBAÑO Y ZONA ECOLÓGICA

Criterios	Categoría	Muestra	Media ⁶	ES ⁷	Q ₁	Q ₃	CV(%)
Tamaño del rebaño	MPq ¹	457	6,11 ^c	0,10	5	8	36,25
	Pp ²	593	13,44 ^b	0,11	11	15	20,39
	Md ³	580	29,58 ^a	0,36	22	35	29,51
Zona ecológica	TS ⁴	1209	17,16	0,32	9	23	65,17
	TH ⁵	421	17,03	0,55	9	22	66,03

^{a,b,c} Valores con diferentes letras son significativamente diferentes (P<0,01) dentro de la columna.

¹Muy pequeñas entre 1 a 9 vacas reproductoras.

²Pequeñas entre 10 y 19 vacas reproductoras.

³Medianas entre 20 y 50 vacas reproductoras.

⁴Tropico seco.

⁵Tropico húmedo.

⁶Media del número de vacas reproductoras.

⁷Error estándar de la media.

Se determinó el nivel tecnológico de cada área de acuerdo con García y col. [17]. El índice se calculó como la proporción de innovaciones implementadas sobre el total de innovaciones identificadas en el área. Posteriormente se analizó el nivel tecnológico de cada área mediante la comparación de muestras múltiples y Student-Newman-Keuls (SNK) [17, 29]. El efecto del tamaño del rebaño y la zona ecológica sobre el nivel tecnológico de cada área, se analizó mediante un modelo lineal general (GLM). La variable de respuesta fue continua y los factores se consideraron como efectos fijos; el tamaño con tres niveles (explotaciones Medianas, Pequeñas y Muy pequeñas), la zona ecológica con dos categorías (TS y TH) y sus interacciones [29]. Finalmente, mediante el test Ji-cuadrado se compararon las innovaciones y prácticas organizativas dentro de cada área según su nivel de adopción tecnológica [29]. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS. Ver. 14 [35].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nivel tecnológico

Se identificaron 29 innovaciones agrupadas en tres áreas tecnológicas (TABLA II). El nivel tecnológico entre las áreas identificadas difieren (P<0,05). El área con la mayor

implementación fue Manejo, con una media del 59%, seguido por Reproducción con 29% y finalmente Alimentación con 28% (FIG 1). El área de Manejo con ocho innovaciones, se refiere a tecnologías enfocadas a los sistemas de información y al aprovechamiento directo de los recursos mediante el pastoreo. El área de Reproducción incorpora el uso de siete tecnologías que buscan maximizar la eficiencia reproductiva del hato. Finalmente el área de Alimentación con 14 tecnologías, comprende estrategias y pautas de alimentación: uso de cultivos y esquilmos agrícolas conservados, de concentrados y de suplementos. Resultados que difieren a los señalados por Rangel y col. [30] en explotaciones DP en México donde el área con mayor innovación es la de salud animal, y a lo reportado por Rangel y Col. [29] en sistemas DP de Ecuador, donde el área de Alimentación resultó ser la de mayor nivel tecnológico. Los resultados demuestran que las explotaciones DP estudiadas muestran una tendencia a implementar tecnologías que les permitan realizar una estrategia operativa de mayor aprovechamiento de los recursos disponibles.

TABLA II
ÁREAS TECNOLÓGICAS E INVENTARIO DE INNOVACIONES

Área tecnológica	Innovaciones
Manejo	Identificación, Uso de registros productivos, Manejo de la recría, Pastos nativos, Pastoreo en pastos cultivados, Pastoreo de residuos agrícolas, Programación del ordeño y Ordeño mecánico
Alimentación	Forraje verde, Ensilado, Heno, Concentrado comercial, Concentrado elaboración propia, Melaza/urea, Granos y oleaginosas, Boques nutricionales comerciales, Bloques nutricionales elaboración propia, Sal común, Mezcla mineral, Bloques comerciales, Vitaminas, Subproductos
Reproducción	Evaluación andrológica, Valoración seminal, Evaluación ginecológica, Detección de celo, Diagnóstico de gestación, Uso de sementales propios, Monta dirigida

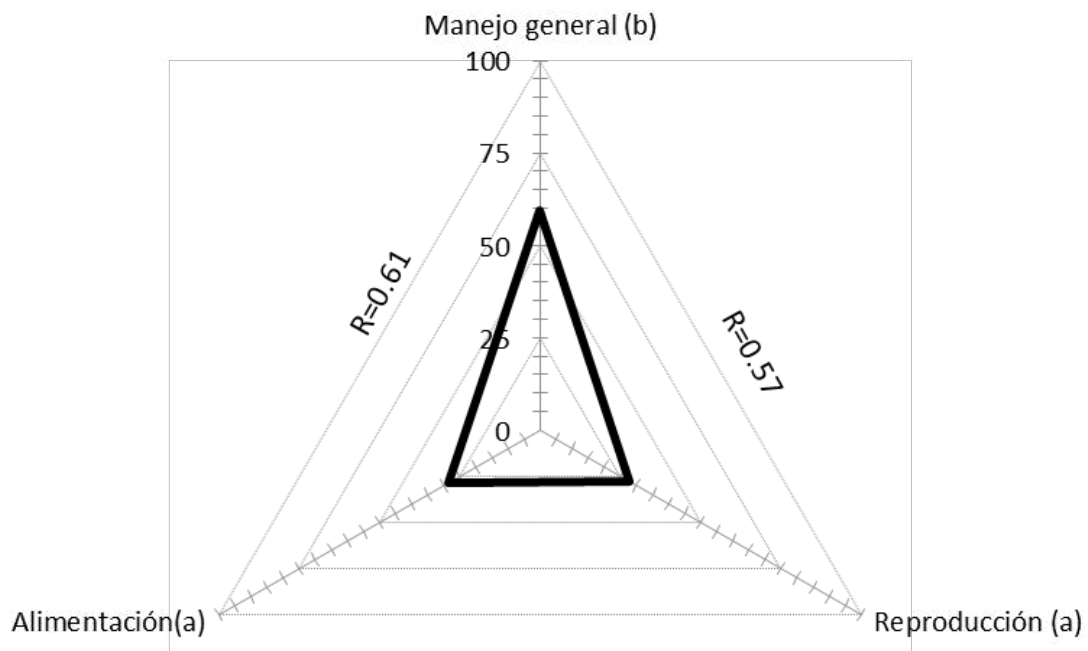


FIGURA 1. NIVEL TECNOLÓGICO POR ÁREAS LETRAS DIFERENTES MUESTRAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ($P<0,01$)

Los resultados del GLM sobre el nivel tecnológico de las áreas en estudio se muestran en la TABLA III. El Tamaño del rebaño afectó el nivel tecnológico en el área de Manejo, observando diferencias altamente significativas ($P<0,001$) entre las tres categorías. En el área de Alimentación el tamaño del rebaño mostro diferencias significativas ($P<0,05$) donde las explotaciones MPq difieren de las explotaciones Pq y Md. Contrariamente el tamaño del rebaño no afectó ($P>0,05$) el nivel tecnológico del área de Reproducción. Resultados, que evidencian, que a mayor número de vacas reproductoras las explotaciones DP incorporan más innovaciones operativas que le permitan aprovechar mejor los recursos disponibles mediante estrategias y pautas de alimentación. La zona ecológica afectó el nivel tecnológico de las tres áreas identificadas (TABLA III), con diferencias altamente

significativas ($P<0,001$) entre las dos categorías en las áreas de Manejo y Reproducción y diferencias significativas ($P<0,05$) entre las dos categorías en el área de Alimentación. Resultados que ponen de manifiesto que las explotaciones DP ubicadas en el TS responden con una mayor implementación de innovaciones de las áreas de Manejo y Alimentación, debido a que las condiciones ambientales obligan a ser más eficientes y eficaces en el uso de las innovaciones que permitan aprovechar mejor los recursos disponibles mediante estrategias y pautas de alimentación. Mientras que las ubicadas en el TH lo hacen en el área de Reproducción, donde posiblemente la alta humedad relativa del TH imponga más limitaciones para lograr una mayor eficiencia reproductiva de los rebaños.

TABLA III
EFECTO DEL TAMAÑO DEL REBAÑO Y ZONA ECOLÓGICA SOBRE EL NIVEL TECNOLÓGICO (%)

Áreas tecnológicas	Tamaño del Rabaño (A)			Zona ecológica (B)		P-value		
	MPq ¹	Pq ²	Md ³	TS ⁴	TH ⁵	(A)	(B)	A x B
Manejo	56,9 ^a	59,4 ^b	61,8 ^c	62,7 ^b	56,0 ^a	***	***	ns ⁶
Alimentación	26,1 ^a	28,8 ^b	28,2 ^b	28,7 ^b	26,7 ^a	*	*	*
Reproducción	29,1	30,2	28,4	25,5 ^a	33,0 ^b	ns	***	*

a,b,c Letras diferentes indican diferencias significativas * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$

¹Muy pequeñas (ente 1 y 9 vacas reproductoras).

²Pequeñas (entre 10 y 19 vacas reproductoras).

³Medianas (entre 20 y 50 vacas reproductoras).

⁴Tropico seco.

⁵Tropico húmedo.

⁶no significativo.

Áreas tecnológicas

Manejo General. El nivel tecnológico de las explotaciones fue del 59,4% con un coeficiente de variación del 24%, lo que indica un nivel medio de adopción. En la FIG 2 se muestra la adopción de tecnologías en el área de manejo, con niveles significativamente diferentes ($P<0,05$), cuyos valores que van desde el 6,11% en “ordeño mecánico” hasta el 75% en “registros”, “programación del ordeño” “manejo de la recría” y “uso de pastos nativos” (FIG 2). La ausencia del “ordeño mecánico” se justifica por carencia

de una tecnología adecuada y adaptada a las condiciones productivas, que se potencia por la dificultad de acceso a la financiación de la actividad; este déficit tecnológico limita el crecimiento de la producción y la mejora de la calidad de la leche [5]. Por otra parte, su implementación depende de la existencia de un soporte técnico adecuado [18], de políticas públicas de ayudas a la inversión [11] y la facilidad de acceso al crédito en condiciones favorables por parte de los pequeños productores DP, según lo señalado por Velazquez-Gonzalez [39] en el Perú, donde los productores en 2015 acceden a microcréditos con tasas de interés superior al 35%.

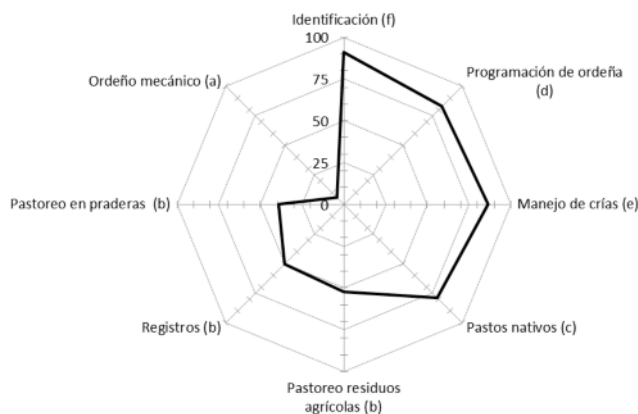


FIGURA 2. NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS TECNOLOGÍAS DEL ÁREA DE MANEJO a,b,c,d,e,f Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Los registros y seguimiento de la actividad productiva es una práctica organizativa básica [27, 36] ya que permite evaluar los resultados productivos y proponer medidas correctoras para el siguiente ciclo. La carencia de un sistema estandarizado de registros y control de los resultados productivos se asocia a bajos niveles de formación y a la ausencia de visión empresarial en la actividad de DP, de acuerdo a lo indicado por García-Martínez y col. [18].

La baja utilización de pastos cultivados y residuos de los cultivos son dos carencias estructurales que limitan la mejora de la producción y la sostenibilidad del sistema de DP donde además su uso no supone un incremento de los costos de producción [11]. En el contexto de producción sostenible y economía circular [12, 28], el aprovechamiento de los recursos endógenos del sistema y de las interacciones entre actividades son herramientas clave en la mejora de la eficiencia y viabilidad de las explotaciones [1]. Estas características y déficits tecnológicos son comunes a otros sistemas mixtos existentes en el Sur de Europa, países tropicales de Latinoamérica y zonas del norte de África [16, 32].

En la TABLA III y FIG 3 se muestran el efecto del tamaño del rebaño y de la zona ecológica sobre el área tecnológica de Manejo. Se evidencian diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre las tres categorías del tamaño del rebaño (TABLA III), de modo que a medida que crece el número de vacas reproductoras aumenta el nivel tecnológico, siendo más evidente esta respuesta TS ($P < 0,001$). Respuesta que pudiese ser considerada como una orientación hacia una “programación” de la producción de leche sostenida durante el año, debido en parte al mayor nivel de utilización de “ordeño mecánico” y de pastoreo de los residuos agrícolas. Por otra parte, en el TH se orienta la tecnología a la utilización de “pastos nativos” con explotaciones de mayor tamaño de rebaño, donde la “planificación de la recría” en sus distintas etapas productivas adquiere mayor relevancia. No obstante, las tecnologías de manejo deben tener un enfoque innovador y competitivo ajustado a las condiciones del sistema, de acuerdo a la zona ecológica [7, 15].

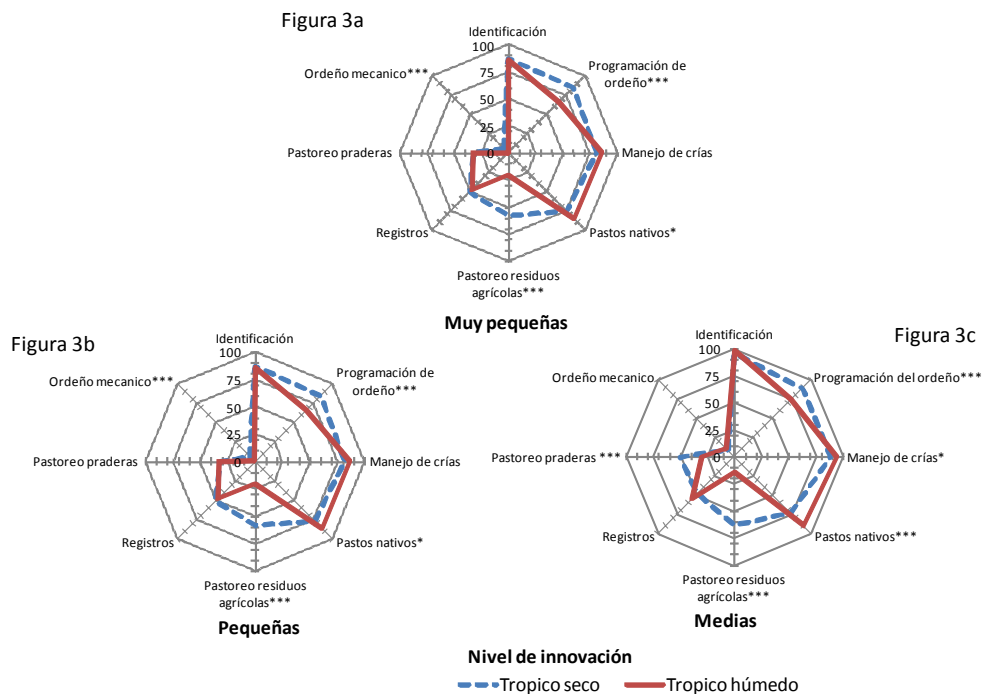


FIGURA 3. TECNOLOGÍAS DEL ÁREA DE MANEJO SEGÚN DIMENSIÓN Y ZONA ECOLÓGICA
 * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Alimentación. El nivel tecnológico promedio en el área de alimentación fue muy bajo (28,3%) con un elevado coeficiente de variación (52,2%), lo que indica escaso desarrollo tecnológico y alta heterogeneidad entre explotaciones DP en la zona tropical de México. En cualquier caso, este déficit tecnológico podría explicarse; tanto por la ausencia de tecnologías, como por las dificultades de implementación.

Los resultados (FIG 4) muestran la escasa o nula utilización de “subproductos de cultivos”, “bloques nutricionales”, “granos y oleaginosas”, “melaza/urea” y “concentrado elaborado en

la propia explotación”. Asimismo, la utilización de ensilados y bloques minerales es muy baja, inferior al 25%. Por el contrario, es más frecuente la utilización de forraje verde, concentrado comercial, heno, sales minerales y complejos vitamínicos. Contrariamente a lo esperado, destaca la ausencia de utilización de los subproductos y residuos de cultivos en las explotaciones DP y el bajo uso de grano y ensilado en la ración alimenticia.

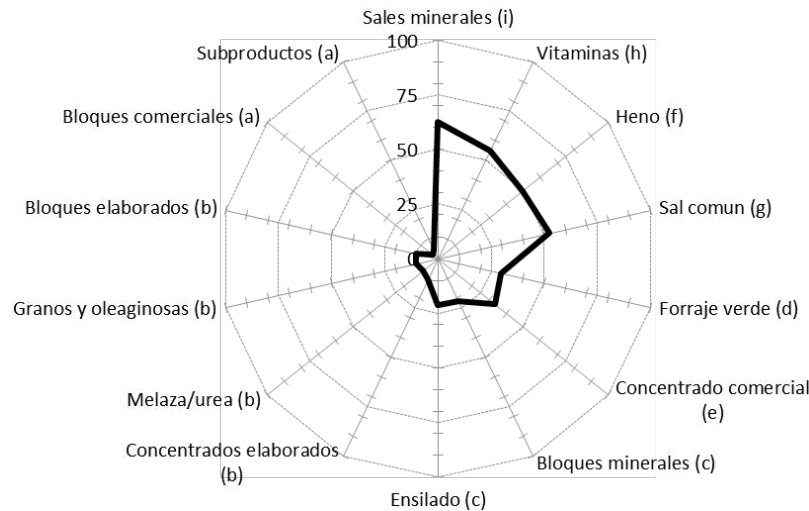


FIGURA 4. TECNOLOGÍAS DEL ÁREA DE ALIMENTACIÓN a,b,c,e,f,g,h,i
LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (P< 0,05).

Se observó un efecto significativo ($P<0,05$) del tamaño del rebaño, zona ecológica, así como de la interacción (TABLA III). Las explotaciones Pq y Md muestran mayor nivel tecnológico en alimentación que las explotaciones MPq, resultados que señalan un efecto limitado del tamaño del rebaño, donde incrementos en el número de vacas reproductoras en las explotaciones Pq a Md no conlleva un incremento del nivel tecnológico ($P>0,05$) y estos resultados son contrarios con los reportados por Cuevas-Reyes y col. [7, 8]. Igualmente Ripoll-Bosch y col. [31] indican que un mayor tamaño del rebaño precisa cambios en el sistema estructural, demandando más mano de obra, así como ajustes en la gestión y en la alimentación de los animales y coincide con lo indicado por Rivas y col. [32] que a mayor tamaño del rebaño no implica mayor eficiencia en sistemas mixtos. Respuesta contraria se observó con la zona ecológica donde el nivel tecnológico entre las dos categorías es estadísticamente diferente ($P<0,05$), de modo que el TS tiene mayor nivel tecnológico en alimentación que el TH. De acuerdo a Torres y col. [36], los productores del TS realizan un esfuerzo tecnológico para mitigar las condiciones adversas de un periodo seco prolongado y marcado donde desarrollan la producción (TABLA III). Sin embargo, el uso de innovaciones en Alimentación está influenciado por la interacción de ambos factores ($P<0,05$). Las diferencias entre la zona seca y

húmeda aparecen en las explotaciones muy pequeñas (FIG 5); el TS presenta valores superiores en el uso de grano, concentrado y bloques minerales ($P<0,05$) y en lo referente a la alimentación volumétrica es superior en TS la utilización de heno, ensilado y forraje verde ($P<0,05$). Las explotaciones Pq del TS, con escasa base territorial y problemas de sequías prolongadas, realizan un mayor esfuerzo tecnológico en alimentación para garantizar el mantenimiento de la producción durante el año [2, 19]. Las explotaciones MPq del TH, con condiciones climáticas más favorables se limitan a la utilización de los recursos endógenos del sistema que son suficientes para mantener el escaso número de animales y una producción lechera muy limitada en el tiempo y orientada al amamantamiento de las crías. Estos resultados coinciden con las tipologías de explotaciones DP reportada por Cuevas-Reyes y col. [9], Juárez-Barrientos y col. [22] y Rangel y col. [29]. Aunque el uso de tecnologías forrajeras como el silo y forraje verde es mayor en TS su aplicación no sobrepasa del 25% en cualquiera de las categorías, lo cual se relaciona con el bajo nivel de alimentación del ganado, sobretudo en la época seca. Esta situación se refleja directamente en los bajos parámetros productivos, lo que afecta a la aplicación con éxito de otras tecnologías relacionadas, como es el caso de las de índole reproductivo [21, 30, 36, 38].

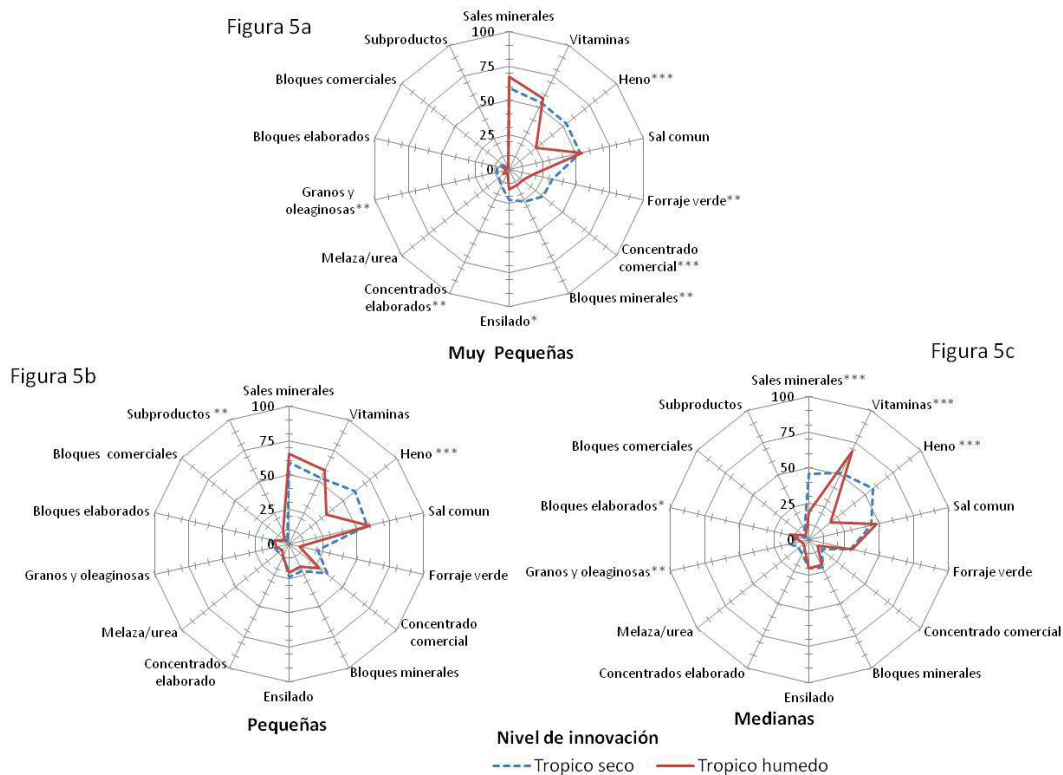


FIGURA 5. TECNOLOGÍAS DE ALIMENTACIÓN SEGÚN DIMENSIÓN Y ZONA ECOLÓGICA *P< 0,05; **P< 0,01; *P< 0,001**

Reproducción. El nivel tecnológico promedio en el área de Reproducción es del 28%, se puede considerar muy bajo, lo que indica que las actividades relacionadas al manejo reproductivo no forman una estrategia prioritaria de los productores de DP. Se obtuvo un coeficiente de variación de 70,9%, signo de elevada heterogeneidad entre explotaciones en cuanto a la incorporación de estas prácticas tecnológicas (FIG 6).

Innovaciones como evaluación seminal, evaluación de sementales y la monta dirigida resultaron tener una nula o escasa utilización por las explotaciones DP, asimismo, es muy bajo el nivel tecnológico ($P<0,05$) en evaluación de hembras y la detección de estros. Finalmente, el nivel tecnológico es mayor en el diagnóstico de gestación y a la disponibilidad permanente de reproductores en las explotaciones (FIG 6).

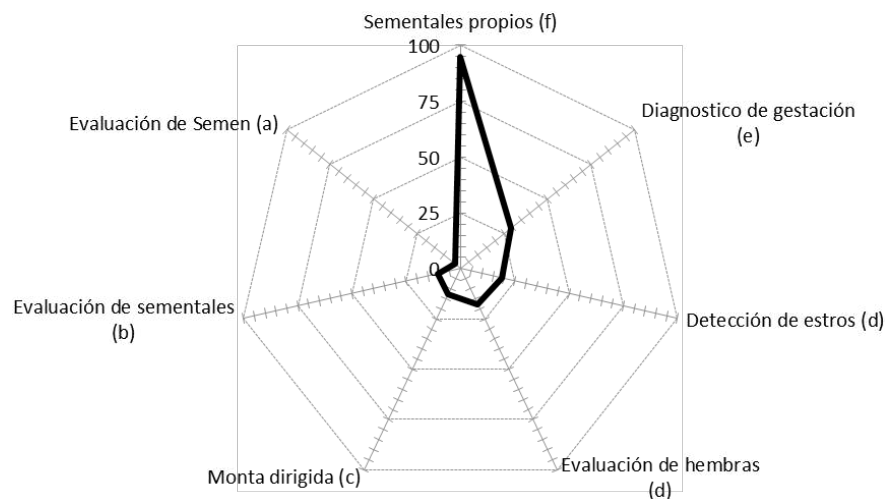


FIGURA 6. TECNOLOGÍAS DE REPRODUCCIÓN a,b,c,d,e,f LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ($P< 0,05$)

Los resultados muestran que no hay diferencias respecto al tamaño del rebaño (FIG 7); caso contrario se observó con la zona ecológica donde se encontró un efecto altamente significativo ($P<0,001$), del mismo modo se encontró un efecto significativo ($P<0,05$) en la interacción del tamaño del rebaño por la zona ecológica (TABLA III). Las explotaciones del TH muestran un nivel tecnológico del 33% frente al 25,5% del TS. Las mayores diferencias entre zonas ecológicas se potencian

en las explotaciones Pq, donde seis de las siete tecnologías reproductivas presentaron diferencias significativas, destacando las tecnologías de evaluación de hembras, sementales y de semen ($P<0,001$); y seguidamente, el diagnóstico de gestación, la detección de estros y la monta dirigida ($P <0,01$). En las explotaciones Md del TH hay diferencias en cuatro de las siete tecnologías: evaluación de reproductores (machos y hembras), monta dirigida y diagnóstico de gestación.

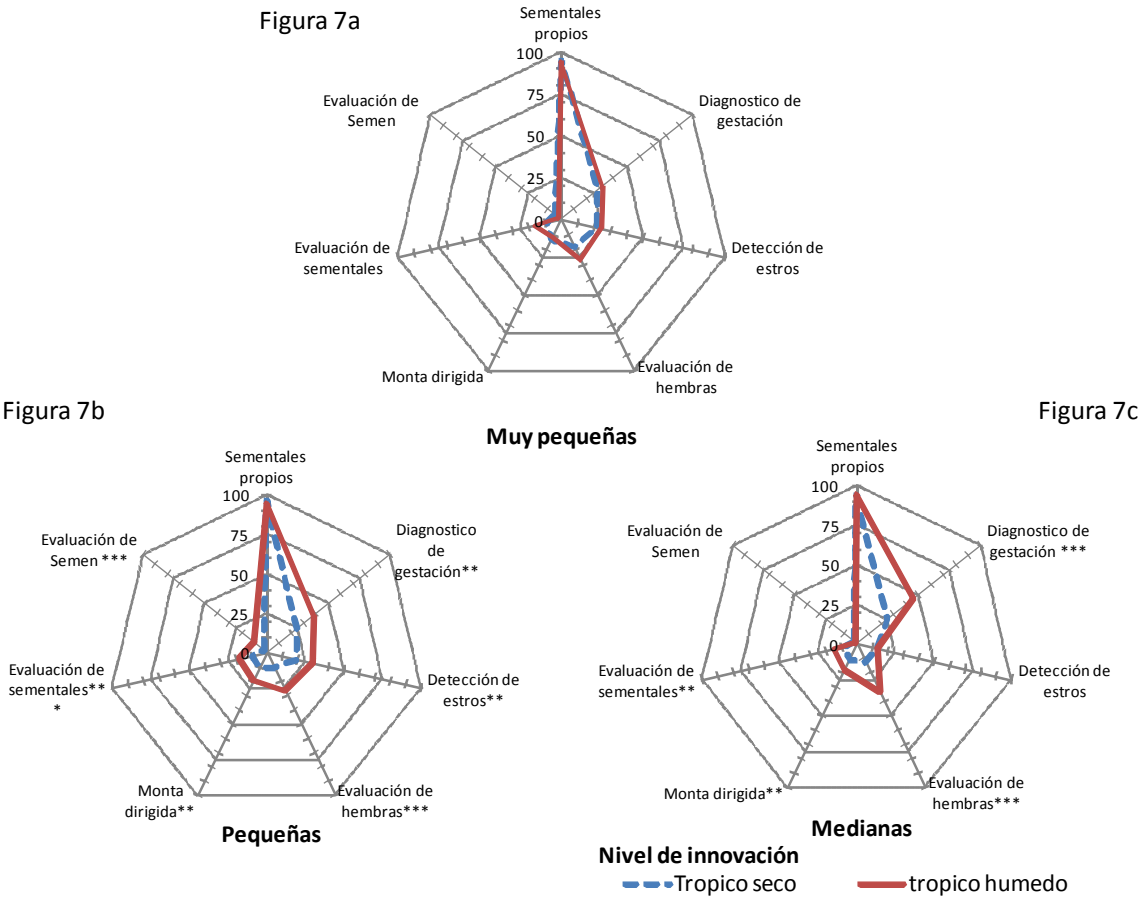


FIGURA 7. TECNOLOGÍAS DE REPRODUCCIÓN SEGÚN DIMENSIÓN Y ZONA ECOLÓGICA * $P<0,05$; ** $P<0,01$; * $P<0,001$**

Los productores del TH realizaron mayores esfuerzos en la implementación de tecnologías reproductivas que permitan mitigar el efecto negativo de la alta temperatura y la humedad sobre la eficiencia reproductiva, de acuerdo a lo indicado por [33, 37]. Aunque el nivel es muy bajo, los productores del TH implementan tecnologías sencillas pero eficaces como la evaluación de reproductores y el control reproductivo (monta dirigida y diagnóstico de preñez principalmente), tal y como recomiendan [11, 22, 38].

CONCLUSIONES

El nivel de innovación tecnológica en el sistema DP del trópico mexicano es muy bajo en las áreas de Alimentación (29%) y Reproducción (28%), y es medio en el área de Manejo (56%).

El nivel tecnológico está fuertemente influenciado por el tamaño del rebaño y la zona ecológica, aunque el comportamiento es variable y limitado según el área tecnológica.

El tamaño del rebaño mostró un efecto importante en las áreas de Manejo y Alimentación, pero no se evidenció un efecto de escala en el área de Reproducción.

La zona ecológica afecta de manera marcada el nivel tecnológico de las tres áreas tecnológicas, en especial el Manejo y la Reproducción.

La interacción entre el tamaño del rebaño y la zona ecológica potencian las diferencias en el nivel tecnológico de las áreas de Alimentación y Reproducción.

El área de Manejo precisa en primer lugar el desarrollo de tecnologías y practicas organizativas simples asociadas al control de registros productivos, la gestión y racionalización del pastoreo de praderas y residuos de cultivos. Una vez implementadas aquellas tecnologías pertinentes de bajo costo se podrían implementar otras, tales como el ordeño mecánico.

El objetivo productivo (leche y carne) así como el tamaño del rebaño y la zona ecológica determinan la orientación del sistema DP. De modo general, en el TS las explotaciones buscan una producción lechera sostenida enfrentándose al reto de utilizar eficientemente las tecnologías de alimentación; uso de la tierra y conservación de alimentos. Por otra parte, las explotaciones en TH se orientan a carne-leche fundamentalmente y necesitan optimizar las tecnologías reproductivas. En cualquier caso, las explotaciones pequeñas DP precisan mejorar su nivel tecnológico; tanto por adopción de tecnologías como por implementación de prácticas organizativas, lo que implica profundizar en el conocimiento científico del sistema e incrementar el soporte técnico público y privado a estos productores marginales desde una visión transversal y multidisciplinar, que incluya desde la evaluación *ex ante* de los proyectos a ejecutar y las tecnologías a implementar hasta la facilitación del acceso a la financiación.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido desarrollado dentro de la “Red de innovación abierta en el sector agroalimentario”, y es el resultado de la acción colectiva entre investigadores de la Universidad de Córdoba (España), la Universidad Rey Juan Carlos (España), la Universidad Central de Venezuela (Venezuela), y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (México). Los datos de las explotaciones de bovino DP provienen del proyecto “Adopción y evaluación de implementación de tecnología en unidades de producción de bovinos de doble propósito de México financiado por “Fondos Fiscales-INIFAP”, con número SIGI 21541832011

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALARY, V.; CORBEELS, M.; AFFHOLDER, F.; ALVAREZ, S.; SORIA, A.; VALADARES-XAVIER, J.H.; DA SILVA F.A.M., SCOPEL, E. Economic assessment of conservation agriculture options in mixed crop-livestock systems in Brazil using farm modeling. **Agr. Syst.** 144: 33–45. 2016.
- [2] ALBARRÁN-PORTILLO, B.; REBOLLAR-REBOLLAR, S.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; ROJO-RUBIO, R.; AVILÉS-NOVA, F.; ARRIAGA-JORDÁN, C. Socioeconomic and productive characterization of dual purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. **Trop. Anim. Health Pro.** 47: 519-523. 2015.
- [3] BARTL, K.; MAYER, A.C.; GÓMEZ, C.A.; MUÑOZ, E.; HESS, H.D.; HOLLMANN, F. Economic evaluation of current and alternative dual - purpose cattle systems for smallholder farms in the central Peruvian highlands. **Agr. Syst.** 101: 152-161. 2009.
- [4] BERNUES, A.; HERRERO, M. Farm intensification and drivers of technology adoption in mixed dairy systems in Santa Cruz Bolivia. **Span. J. Agric. Res.** 6:279-293. 2008.
- [5] BONIFAZ, N.; REQUELME, N. Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el ecuador. **La Granja.** 14: 45-57. 2011.
- [6] CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO). Índice de marginación por localidad 2010. Secretaria de Gobernación. En línea: http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010. 12/04/2016.
- [7] CUEVAS-REYES, V.; BACA, J. D.; CERVANTES, E.F.; ESPINOZA, G. J.A.; AGUILAR, A. J.; LOAIZA, M.A. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 4(1): 31-46. 2013.
- [8] CUEVAS-REYES, V.; ESPEJEL-GARCÍA, A.; ROSALES-NIETO, C.R.; LOAIZA-MEZA, A.; BARRERA-RODRIGUEZ, A.; SOSA-MONTES, M.S. Factors that determine the level of human capital of the livestock extension agent in Mexico. **Int. J. Agric. Sci. Vet. Med.** 3: 75 -84. 2015.
- [9] CUEVAS-REYES, V.; LOAIZA-MEZA, B.A.; ESPINOSA-GARCÍA, J.A.; VÉLEZ-IZQUIERDO, A.; MONTOYA-FLORES, M.D. Typology of dual-purpose cattle production farms in Sinaloa, Mexico. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 7(1): 69-83. 2016.
- [10] DE PABLOS-HEREDERO, C.; FERNÁNDEZ-RENEDO, C.; MEDINA-MERODIO, J.A. Technical efficiency and organ transplant performance: a mixed-method approach. **Int. J. Environ. Res. Public Health.** 12: 4869-4888. 2015.
- [11] DÍAZ, P.; OROS, V.; VILABOA, J.; MARTÍNEZ, J.P.; TORRES, G. Dynamics of development of dual purpose cattle in Las Chiapas, Veracruz, Mexico. **Trop. Subtrop. Agroecosyst.** 14: 191-199. 2011.
- [12] EUROPEAN COMMISSION (EC). Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the regions for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. 2012. On line: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/policy/strategy_en.htm. 23/04/2016.
- [13] ESPINOSA-GRACÍA, J.A.; QUIROZ-VALIENTE, J.; MOCTEZUMA-LÓPEZ, G.; OLIVA-HERNÁNDEZ, J.; GRANADOS-ZURITA, L.; BERUMEN-ALATORRE, A.C. Technological Prospection and Strategies for Innovation in Production of Sheep in Tabasco, México. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXV (2): 107-115. 2015.

- [14] ESPINOSA-GARCÍA, J.A.; GONZÁLEZ-OROZCO, T.A.; LUNA-ESTRADA, A.A.; CUEVAS-REYES, V.; MOCTEZUMA-LÓPEZ, G.; GÓNGORA-GONZÁLEZ S.F.; JOLAPA-BARRERA, J.L.; VÉLEZ-IZQUIERDO, A. Administración de Ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos. INIFAP. Pp 1-217. 2010.
- [15] ESPINOSA-GARCÍA, J.A.; WIGGINS, S. Potential economic benefits of dual purpose livestock technology in Mexican tropics. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 41: 19-36. 2003.
- [16] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación. Oficina Regional Para América Latina y el Caribe. Pp 4 – 9. 2008.
- [17] GARCÍA, A.; RIVAS, J.; RANGEL, J.; ESPINOSA, J.A.; BARBA, C.; DE-PABLOS-HEREDERO, C.A. Methodological approach to evaluate livestock innovations on small-scale farms in developing countries. **Future internet.** 8(2): 2-17. 2016.
- [18] GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; ALBARRÁN-PORTILLO, B.; AVILÉS-NOVA, F. Dynamics and trends in dual purpose cattle management in southern Estado de México, **Agrocien.** 49(2): 125-139. 2015.
- [19] HERNÁNDEZ-MORALES, P.; ESTRADA-FLORES, J.G.; AVILÉS-NOVA, F.; YONG-ANGEL, G.; LÓPEZ-GONZÁLEZ F.; SOLÍS-MÉNDEZ, A.D.; CASTELÁN-ORTEGA, O.A. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. **Univ. Cien.** 29: 19-31. 2013.
- [20] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Aguascalientes, México: INEGI. Pp 1-32. 2013.
- [21] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP). Selección y manejo reproductivo de la hembra bovina productora de carne y de doble propósito en pastoreo. Folleto técnico No. 5. INIFAP. Pp 1-116. 2011.
- [22] JUÁREZ-BARRIENTOS, J.M.; HERMAN-LARA, E.; SOTO-ESTRADA, A.; ÁVALOS-DE LA CRUZ, D.A.; VILABOA-ARRONIZ, J.; DÍAZ-RIVERA, P. Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXV(4): 317-323. 2015.
- [23] LE GAL, P.Y.; DUGUÉ, P.; FAURE, G.; NOVAK, S. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. **Agr. Syst.** 104: 714-728. 2011.
- [24] LENTES, P.; PETERS, M.; HOLMANN, F. Regionalization of climatic factors and income indicators for milk production in Honduras. **Ecol. Econ.** 69: 539-552. 2010.
- [25] OOSTING, S.; UDO, H.; VIETS, T. Development of livestock production in the tropics: farm and farmers' perspectives. **Anim.** 8: 1238-1248. 2014.
- [26] OROS-NOYOLA, V.; DÍAZ-RIVERA, P.; VILABOA-ARRONIZ, J.; MARTÍNEZ-DAVILA, J.P.; TORRES-HERNÁNDEZ, G. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXI (1): 57-63. 2011.
- [27] PADRÓN-MORALES, S.; VELASCO, J.; URDANETA, F.; CASANOVA, A. Los registros contables y productivos y su interacción con los resultados económicos en fincas ganaderas de doble propósito del estado Zulia. **Rev. Fac. Agron. LUZ.** 29: 138-160. 2012.
- [28] PHILIPPIDIS, G.; SANJUÁN, A.I.; FERRARI, E.; M'BAREK, R. Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: is there a structural pattern? **Span. J. Agric. Res.** 12(4): 913-926. 2014.
- [29] RANGEL, J.; RIVAS, J.; TORRES, J.; PEREA, J.; DE-PABLOS-HEREDERO, C.; BARBA, C.; GARCÍA, A. Effect of flock size and ecological area in the technological level of dual-purpose cattle system from Ecuadorian tropics. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXIII (3): 164-172. 2016.
- [30] RANGEL, J.; TORRES, Y.; DE PABLOS-HEREDERO, C.; ESPINOSA, J.A. Identification of technological areas for dual purpose cattle in Mexico and Ecuador. **66th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science EAAP.** Warsaw, 31/08 at 4/09, Poland. 149 pp. 2015.
- [31] RIPOLL-BOSCH, R.; JOY, M.; BERNUÉS, A. Role of self-sufficiency, productivity and diversification on the economic sustainability of farming systems with autochthonous sheep breeds in less favored areas in Southern Europe. **Anim.** 8: 1229-1237. 2013.
- [32] RIVAS, J.; PEREA, J.; ANGÓN, E.; BARBA, C.; MORANTES, M.; DIOS-PALOMARES, R.; GARCÍA, A. Diversity in the dry land mixed system and viability of dairy sheep farming. **Ital. J. Anim. Sci.** 14:179-186. 2015.
- [33] SCHÜLLER, L.K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. **Theriogenol.** 81: 1050–1057. 2014.
- [34] SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. (SIAP). Bovinos de carne y leche. Población ganadera 2005-20145. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. En línea: <http://www.siap.gob.mx/poblacion-ganadera/>. 25/04/2016.

- [35] STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS). Guía breve de IBM SPSS. Statistics 19. SPSS. USA. 2011.
- [36] TORRES, Y.; RIVAS, J.; DE-PABLOS-HEREDERO, C.; PEREA, J.; TORO-MUJICA, P.; ANGÓN, E.; GARCÍA, A. Identificación e implementación de paquetes tecnológicos en ganadería vacuna de doble propósito. Caso Manabí-Ecuador. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 5(4): 393-407. 2014.
- [37] URDANETA, F.; DIOS-PALOMARES, R.; CAÑAS, J.A. Estudio comparativo de la eficiencia técnica de sistemas ganaderos de doble propósito en las zonas agroeconómicas de los municipios zulianos de la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXIII (3): 211-219. 2013.
- [38] VAN-ARENDONK, J.A.M. The role of reproductive technologies in breeding schemes for livestock populations in developing countries. **Livest. Sci.** 136(1): 29-37. 2011.
- [39] VELÁSQUEZ-GONZÁLEZ, J.A. El microcrédito: Sostenibilidad financiera vs. impacto sobre la pobreza. **Anal. Univ. Metropol. México.** 7(1): 139-155. 2007.