

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 42

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1992

NUMERO 1

CODEN TURRAB 42(1):1-126

Sistemas de producción caprina y sus principales limitaciones en la Comarca Lagunera, México. G. Hoyos, H. Salinas, P. Sáenz.....	1
Aplicación de la metodología de sistemas de producción en el Sur de Nariño. L. Peña, R. Velásquez, M. Bolaños, P. Rodríguez.....	8
Características productivas en la evaluación de explotaciones y vacas en sistemas de doble propósito. L. Vaccaro, R. Vaccaro, O. Verde, R. Alvarez, H. Mejías, I. Ríos, E. Romero.....	14
Comportamiento reproductivo de tres grupos raciales en sistemas de doble propósito en Panamá P. Guerra M., M. De Gracia G.....	23
Efecto del empadre posparto y posdestete sobre el tamaño y peso de la camada en cuyes. I. Chauca, M. Zaldivar, J. Muscarí.....	32
Efecto de forraje mejorado y del cambio en la fecha de parición sobre la producción de leche. G. Pichard, C.A. Gana.....	37
Contribución en la selección de forraje en la Zona Andina, Col. H. Castañeda, L. Calle, O. Duarte.....	54
Valor nutricional de la panca de maíz: Consumo voluntario y digestibilidad en el cuy. C. Gómez, N. Caballero, J. Saravia.....	60
Validación de tecnologías: Puente entre generación y transferencia. R. Radulovich, J.A.J. Karremans.....	63
Evaluación intermedia del impacto de la intervención tecnológica en unidades agropecuarias. F.G. Echavarría Ch., H. Salinas G., A. Falcón R., R.T. Flores R., F.A. Rubio A.....	73
Rentabilidad de sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: Primera aproximación. F. Holmann, F. Romero, J. Montenegro, C. Chana, E. Oviedo, A. Baños.....	79
Consumo voluntario de "guatera" de sorgo y maíz según densidad de siembra. J.A. Martínez, M.A. Gutiérrez O., H.E. Vargas B., C.E. Saavedra, G. Roldán P.....	90
NOTAS TECNICAS	
Investigación aplicada para el desarrollo rural. J. Reinoso R.....	96
Utilización de pastos naturales en los sistemas ganaderos del altiplano sur peruano. G. Mamani, R. Quiroz.....	105
Período de gestación en llama (<i>Lama glama</i>). N. Condorena, J. Sumar, V. Alarcón.....	112
Alimentación animal con batata (<i>Ipomoea batatas</i>) en Latinoamérica. N. Espinola C.....	114
Reseña de libros.....	22,72,95,104



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Sistemas de Producción Caprina y sus Principales Limitaciones en la Comarca Lagunera, México¹

G Hoyos*, H. Salinas*, P. Sáenz*

ABSTRACT

A study was conducted to characterize goat production systems in the Lagunera Region (Mexico), to define the predominant system and to identify its main constraints. Systems approach methodology was used. A regional survey was carried out to collect information relevant to the characterization and evaluation of existing goat production systems, which also allowed selection of the geographical area where further work was to take place. A conceptual model of the goat production system was developed, and the relationships between components were defined. Based on this information, a predominant stratum of farmers was identified and a group of representative producers selected for monitoring; this allowed identification of factors limiting production.

COMPENDIO

El presente estudio tuvo por objetivos caracterizar los sistemas de producción caprina de la Comarca Lagunera (México), determinar cuál de ellos es el predominante e identificar sus principales limitantes, mediante la aplicación del enfoque de sistemas. Se realizó un sondeo a nivel regional para calificar y cuantificar cada uno de los sistemas caprinos. Se identificó el sistema predominante y, con base en él, se seleccionó el área de trabajo. Además, se formuló un modelo conceptual del sistema de producción de caprinos, para definir las interacciones entre sus componentes, y se determinó el estrato prioritario de productores, del cual se escogió a un grupo para identificar los principales factores limitantes del sistema de producción.

Palabras claves: Cabras, pequeño productor, diagnóstico en fincas.

INTRODUCCION

En México, la explotación de la cabra es una actividad de origen remoto. Esta especie fue importada al continente por los españoles y existen indicios de que en tiempos de la Colonia existían grupos de indígenas que ya contaban con hatos de más de 250 animales. Es posible que estos grupos consumieran la leche de cabra puesto que la de bovino no estaba disponible (2).

En ese país, donde la mitad del territorio es árido, la población de cabras se ha mantenido elevada; en la última década ha alcanzado 9.5 millones de cabezas, con una producción anual de carne y leche de 36 mil toneladas y de 280 millones de litros, respectivamente (4).

La distribución de la población caprina en el territorio mexicano muestra una marcada concentración. Como se observa en el Cuadro 1, once estados, que representan el 18% de la superficie total del país, cuentan con 72% del inventario, existiendo dentro de ellos zonas de mayor concentración, que por sus características ecológicas y socioeconómicas son propicias para la explotación de esta especie. Tal es el caso de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera es una región agrícola y ganadera que, como se muestra en la Fig. 1, comprende cinco municipios del estado de Coahuila y diez del de Durango. Tiene una extensión de 4637 km² y una población de caprinos del orden de las 550 mil cabezas, lo que la sitúa como una de las zonas caprinas más importantes del país. No obstante lo anterior, la explotación del hato regional se da fundamentalmente en terrenos marginales, utilizando para la alimentación de los animales esquilmos (residuos) de cultivos provenientes de las áreas de riego.

Dentro de las actividades productivas realizadas por las familias campesinas, las cabras son consideradas como complemento a la actividad agrícola. Los ob-

¹ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Proyecto de Sistemas de Producción Caprina en México, Convenio INIFAP-CIID, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Región Lagunera, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Matamoros, Coahuila, Méx.

jetivos de este trabajo son describir y analizar los sistemas de producción caprinos presentes en la región, determinar cual es el sistema predominante e identificar los principales factores limitantes.

Cuadro 1. Distribución de la población caprina en 1980

Entidad federativa	(%) ¹
Coahuila	9.98
San Luis Potosí	9.70
Oaxaca	9.38
Zacatecas	8.32
Puebla	6.72
Nuevo León	5.69
Guerrero	5.53
Jalisco	4.47
Chihuahua	4.30
Michoacán	3.84
Veracruz	3.78
Subtotal	71.71
Resto del país	28.29

1 Con base en 9 638 000 cabezas.

Fuente: SARH (6).

MATERIALES Y METODOS

La metodología utilizada para llevar a cabo el estudio se adaptó a la sugerida por Borel *et al.* (1). Consistió en la realización, caracterización y cuantificación de los sistemas de producción presentes en la región; la selección del área de trabajo; la elaboración de un modelo conceptual del sistema de producción predominante; la definición del estrato prioritario de productores y la identificación de factores limitantes del sistema.

La caracterización de los sistemas se llevó a cabo por medio de un sondeo de la región, de entrevistas con informantes claves (productores y técnicos de experiencia) y el estudio de información secundaria disponible. Para cuantificar cada uno de los sistemas de producción identificados se estableció un convenio de colaboración con el Distrito Agropecuario de Temporal, dependencia de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), que cuenta con un grupo de técnicos que visitan a los caprinocultores varias veces al mes.

Para seleccionar el área de trabajo, se realizó una serie de consultas a instituciones gubernamentales y de

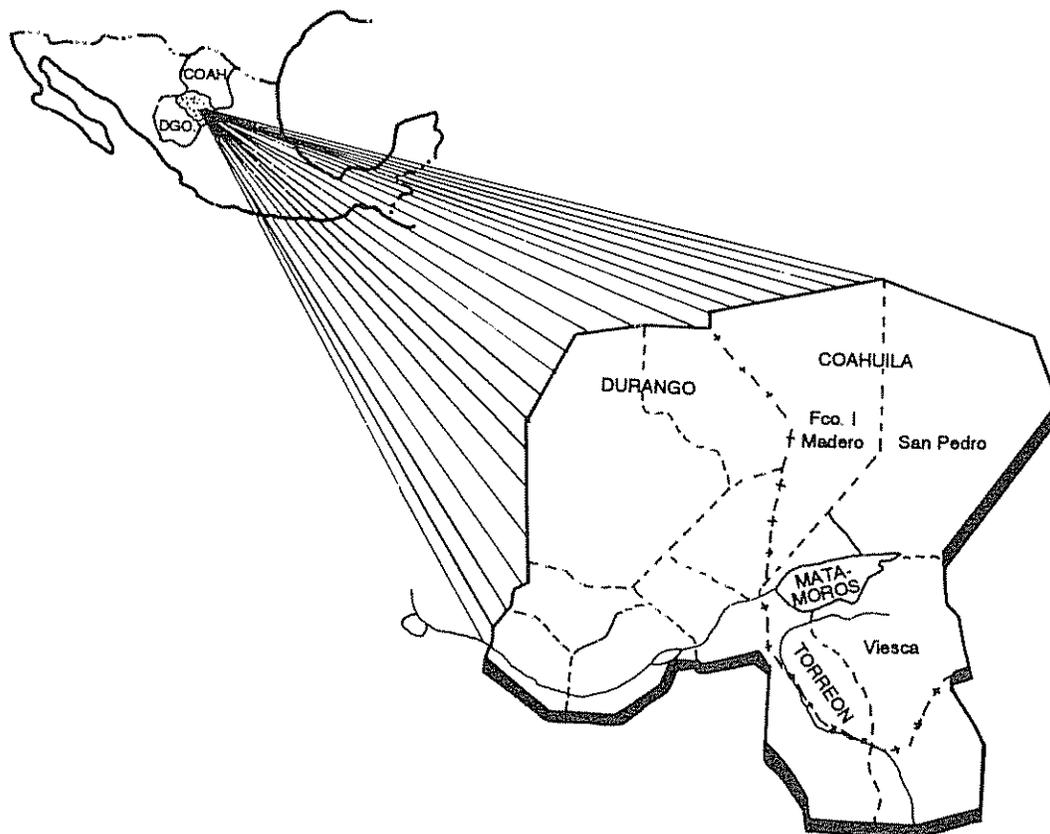


Fig 1. Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.

investigación, así como a otras fuentes de información secundaria (estadísticas, datos climáticos, entre otros).

Del análisis de la información obtenida en las fases anteriores, se procedió a elaborar un modelo conceptual del sistema de producción caprina predominante, con el fin de realizar dos encuestas estáticas para identificar el estrato prioritario de productores y, además, contar con una serie de elementos que permitieran conocer a fondo los componentes del sistema y sus interacciones. Todo lo anterior permitió seleccionar un grupo de productores con los cuales se llevaría a cabo un diagnóstico dinámico, para determinar los factores limitantes del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sistemas de producción de caprinos

Como resultado del sondeo regional y del análisis de la información secundaria, se determinó que la explotación del hato caprino regional se lleva a cabo, en la mayoría de los casos, en condiciones extensivas; es decir, depende para su alimentación del pastoreo de algunos esquilmos de cultivos de riego y de la vegetación del agostadero, generalmente sobrepastoreado y de muy mala calidad. Existen otros sistemas de carácter más intensivo, en los cuales el productor utiliza forrajes de corte, granos y esquilmos, que son proporcionados directamente al animal en el pesebre (5).

De lo anterior se deduce que en la región coexisten varios sistemas de producción, los cuales son diferentes por muy diversos factores, tales como recursos con que cuentan, forma de organización, manejo del hato, tamaño de la empresa, productos generados, insumos utilizados, problemas a los que se enfrentan, otros. Así, se llegaron a identificar cuatro sistemas de producción caprina en la región (3).

Uno es denominado **pastoreo sedentario**, en el que diariamente se utiliza la misma ruta de pastoreo, regresando los animales al corral por la tarde, donde no reciben ninguna suplementación. Su producción está orientada a la venta de leche, cabrito y, en menor escala, animales adultos. Los principales problemas que enfrenta este sistema son el espacio limitado, la mala alimentación por sobrepastoreo, un pobre manejo sanitario, deficiencias reproductivas y el bajo precio de venta de sus productores.

Otro sistema presente en la región es el **pastoreo nómada**, que difiere del anterior por el traslado del hato de un lugar a otro, según se encuentre disponible el recurso forrajero. En este sistema la producción está orientada básicamente a quesos y venta de cabritos.

Sus principales problemas son el transporte de los animales y del agua, así como el movimiento constante de corrales y bebederos; la mano de obra y la comercialización de sus productos, los que a medida que se alejan de los centros de consumo también presentan conflicto, lo mismo que el manejo y la alimentación, por la disponibilidad tan variable de alimento.

Un tercer sistema identificado fue el **semiestabulado**, que se caracteriza por el pastoreo de esquilmos de calidad nutritiva variable y que, en la mayoría de los casos, suplementan forrajes y granos en el pesebre. Como productos principales se tienen la leche, los animales para reproducción y los cabritos. Sus principales problemas están dados por el alto costo del suplemento, mano de obra e instalaciones, variación en cuanto a disponibilidad y calidad de los esquilmos, premura en su utilización para el establecimiento de un segundo cultivo, competencia con otras especies animales, compactación del suelo, ausencia de un buen manejo y falta de mejoramiento genético.

Por último, se tiene el **sistema estabulado**, cuya primera característica es que la totalidad del alimento es proporcionada a los animales en el pesebre. Los principales costos en los que se incurre en este sistema son causados por la alimentación (puesto que consiste en forrajes de corte, granos y esquilmos de buena calidad), el ganado, las instalaciones, la mano de obra y la sanidad. En este sistema el principal producto es la venta de animales reproductores de raza pura, le sigue en importancia la venta de leche y los animales de desecho.

Para determinar cuál de los cuatro sistemas de producción identificados en la región era el predominante, se procedió a aplicar una encuesta, recabando información acerca del manejo del hato. Se tomó una muestra de 2500 productores, con 380 mil cabras, que representa aproximadamente el 70% de la población caprina de la zona.

El análisis de la información obtenida mostró que el 94% de los productores encuestados explotan su hato bajo el sistema denominado de pastoreo sedentario, que, como ya se mencionó, se caracteriza por utilizar una misma ruta de pastoreo diariamente, aprovechando los esquilmos de cultivos de riego y la vegetación del agostadero. Un 3% de las explotaciones practican el sistema de semiestabulación, 2% el pastoreo nómada y 1% maneja su hato estabulado.

Selección del área de trabajo

Ante la extensión de la Comarca Lagunera, se limitó el área de trabajo, para lo cual se consideraron los siguientes criterios: distribución de la población

caprina, características agroecológicas y socioeconómicas y facilidad de acceso.

La población caprina se encuentra ampliamente distribuida en la región. Sin embargo, el 59% de la población se concentra en los cinco municipios del estado de Coahuila (Torreón, Matamoros, Viesca, San Pedro y Francisco I Madero) que conforman la Comarca Lagunera, por lo cual, con este primer criterio, el área de trabajo se limitó al estado de Coahuila.

Al analizar las características agroecológicas y socioeconómicas de cada municipio, se determinó que Matamoros reunía los factores necesarios para ser considerado representativo de los otros cuatro municipios, además de tener acceso fácil y rápido por ser sede del campo experimental. De esta manera, el área de trabajo quedó definida dentro del municipio de Matamoros, Coahuila.

Sistema de producción de pastoreo sedentario y dominio de adaptación

La estrategia que se siguió, para conocer a fondo el sistema predominante y definir el dominio de

adaptación (estrato de productores prioritario), fue construir un modelo esquemático (Fig. 2), que sirvió de base para el diseño de dos encuestas para el diagnóstico estático. Con la primera encuesta se entrevistaron 291 productores, para lo cual se contó con la colaboración de los agentes de asistencia técnica de la SARH. Los resultados obtenidos se aprecian en la Fig. 2:

La tierra con que cuentan los productores son áreas comunales de vegetación natural. Un 77% de ellos utilizan residuos de cosecha provenientes de áreas irrigadas y el resto de áreas de escurrimiento. Con respecto al recurso animal se encontró que un 88% de los productores tenían hatos con menos de 150 cabezas.

En cuanto al manejo, el 90% de los productores indicó tener problemas alimenticios durante el período de diciembre a mayo. Sólo 45% realizaba prácticas sanitarias, aunque no de forma constante. La época de empadre de forma natural y la más importante ocurría entre junio y agosto .

La mayoría (89%) de los productores se dedicaba a la venta de leche y cabrito, como principal actividad, y

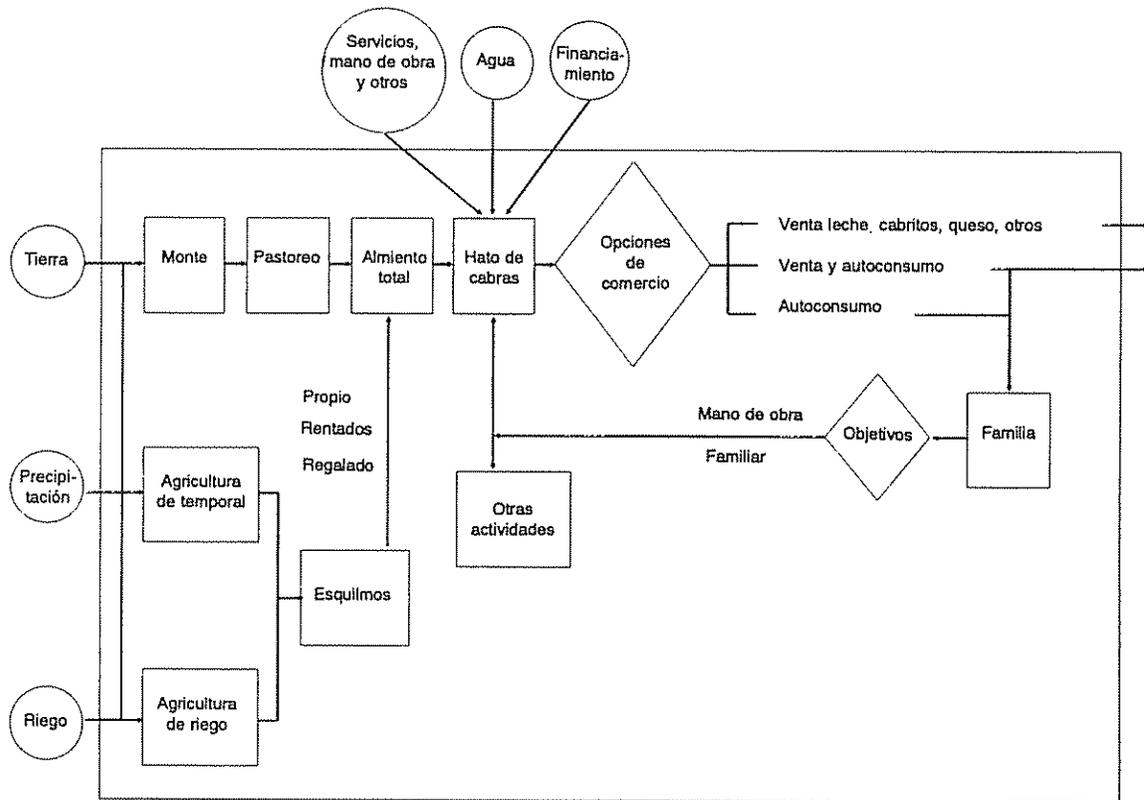


Fig. 2. Modelo esquemático del sistema de producción caprina (2a. aproximación).

el 11% restante a la venta de quesos y cabritos. El total de los productores tenían ingresos adicionales por la venta de animales de desecho.

Un 83% de los productores no tenían crédito ni eran sujetos a él. No obstante, se observó que el hato caprino les permitía un autofinanciamiento parcial. El 72% de los casos maneja su hato con mano de obra familiar y el 28% restante dijo contar con mano de obra asalariada. Se identificó que la función-objetivo del productor era la liquidez diaria (por venta de leche) y el ahorro (por venta de cabritos y animales de desecho).

Con base en la información de la primera encuesta se definió como estrato prioritario de productores aquel grupo que reunía las siguientes características: hato menor a 150 animales, manejo extensivo y sin suplemento, disponibilidad de esquilmos irrigados, dedicación a la venta de leche y cabrito, y falta de crédito para la explotación de su hato.

Se realizó una segunda encuesta a 83 productores que pertenecían al dominio de adaptación, así se logró un mayor grado de caracterización del productor y su sistema de producción. Entre las características encontradas, se tiene que el 68% de los productores tenían más de seis años en la actividad y el resto entre siete y once años, por lo tanto se esperaba que los caprinocultores de la región estarían más dispuestos a aceptar algún cambio en el manejo del hato, a diferencia de los productores con más años en la actividad, que son más reacios al cambio por ser más tradicionalistas. En cuanto al interés por prestar cooperación, el 90% de los productores mostró una disposición de buena a regular, y sólo el 10% de ellos indicó lo contrario en el Proyecto. En lo que se refiere al manejo reproductivo del hato, el 50% controlaba el empadre y el resto lo dejaba libre.

Factores limitantes identificados en el sistema de producción

Con el propósito de identificar los factores limitantes y sus causas, dentro del contexto del sistema de producción, se realizó un diagnóstico dinámico a un grupo de siete productores que fueron seleccionados dentro del estrato de productores primario, y que presentaba las siguientes características: cinco productores con más de seis años en la actividad, de los cuales tres realizaban el control del empadre y dos lo dejaban libre; y dos productores más que tenían menos de cinco años en la actividad, uno con empadre libre y el otro controlado. Los siete productores localizados en las comunidades de La Luz, Solís, San Francisco, El Refugio, Vizcaya, Barreal y Vicente Guerrero, mostraron buena disposición para colaborar. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Alimentación. Se identificó una época crítica (15 de febrero a 31 de marzo) caracterizada por la baja disponibilidad de biomasa, tanto de la proveniente de la vegetación natural como la de los esquilmos agrícolas. Esto ocurrió en todos los sitios excepto en La Luz, donde durante esta época se proporcionan sobrantes de forrajes irrigados provenientes de un establo adyacente. La variación en el peso vivo de los animales se relacionó con la variedad de subproductos agrícolas utilizados durante el año. De esta forma, en Vicente Guerrero se obtuvo un promedio de 38.4 kg por cabra y se usó solo la vara de algodón como esquilmo; por el contrario, en otros sitios se encontró una media de 44.4 kg por cabra, con la utilización de ocho subproductos. La Luz, con una mejor alimentación a lo largo del año, registró una media de 52.9 kg por cabra (Fig. 3).

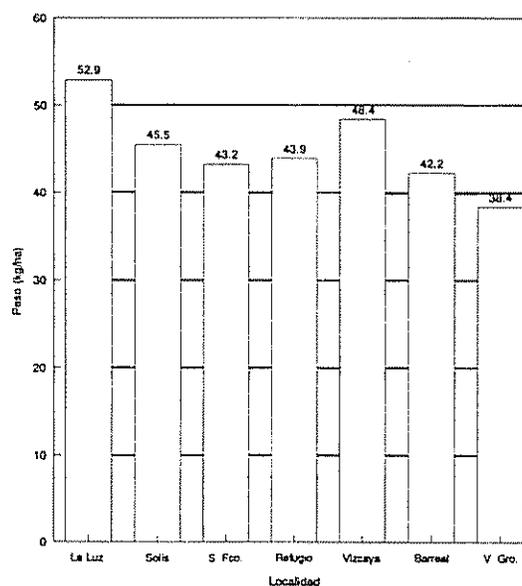


Fig. 3 Peso vivo de las cabras en cada una de las localidades

Sanidad y reproducción. Uno de los principales problemas que se presentan es el aborto. Como explicación, se considera que existe una sobrestimación del problema de la brucelosis. Las bases diagnósticas y los componentes epidemiológicos sugieren, con claridad, que la mayor parte de los abortos no son causados por este agente infeccioso. La presencia de una frecuencia alta de abortos, coincidente con los períodos críticos de alimentación, insinúa la posibilidad de que ni siquiera se trate de agentes infecciosos, sino más bien de problemas en la alimentación.

La incidencia elevada de enfermedades también constituye un factor que afecta la productividad de los rebaños de la zona. Las enfermedades más comunes

que se detectaron fueron: neumonías, linfodermatitis contagiosa, mastitis y artritis encefalitis caprina, aunque no fue posible expresarlas cuantitativamente (7).

Manejo reproductivo. La temporada de empadre se inicia en junio y se prolonga hasta finales de setiembre, lo que origina una alta mortalidad de cabritos por deficiencias nutritivas en las madres y condiciones adversas durante el invierno. Adicionalmente, se presentan problemas de comercialización del cabrito después del mes de diciembre (disminución de la demanda en los centros de consumo), por lo cual es necesario evitar el alargamiento de la época de empadre y evitar los nacimientos de enero y febrero (8).

Producción de leche. Se encontró que, en promedio, los siete sitios venden 4119 l de leche por año, con un rango de 1681 l a 7965 l (Fig. 4). Se estimó que durante la época crítica de alimentación se dejan de producir, en promedio, 2500 l de leche, lo que representa un potencial del 60% de incremento anual.

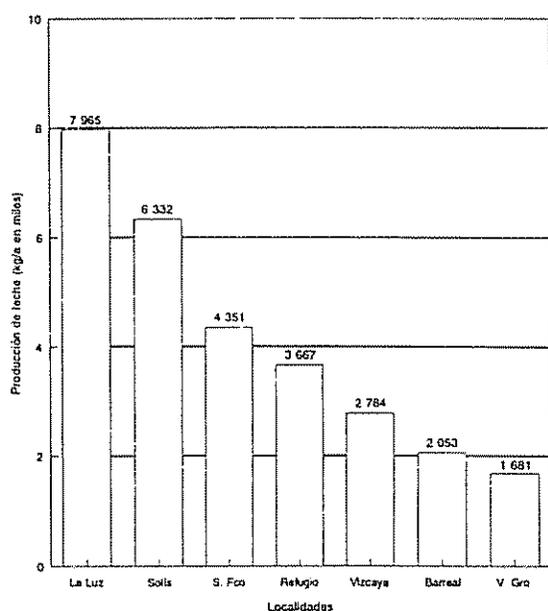


Fig. 4 Producción anual de leche vendible en cada localidad.

Minerales. El estado de nutrición mineral se diagnosticó únicamente en dos de las localidades (Vizcaya y Vicente Guerrero) y en dos estaciones del año (verano e invierno). Se tomaron muestras de suero sanguíneo y se determinó el nivel de macro- y microelementos por absorción atómica, a excepción del fósforo (P), que se determinó por calorimetría. Se encontraron deficiencias parciales de P sérico durante el verano en una de las dos localidades (Vizcaya). Durante el invierno, la deficiencia fue en ambas

localidades, con contenidos menores de 4.0 mg/ml a 4.5 mg/ml de fósforo. Se observó una relación directa entre la deficiencia de P sérico y el contenido promedio de P en el alimento consumido en verano e invierno (0.237% y 0.161% P de materia seca, respectivamente). No se encontraron deficiencias consistentes para los otros elementos minerales.

Comercialización. La producción de leche en la región asciende a 26 millones de litros por año, de los cuales el 75% es recolectado por una sola compañía para la fabricación de quesos. El resto es comercializado por otras dos compañías o consumido en forma fresca por el productor. La mayor cantidad de leche se comercializa durante los meses de junio y julio. Uno de los principales problemas para el productor es el precio de la leche, pues éste no está sujeto a control oficial; la manera como se fija es que cada vez que se incrementa el precio de la leche de bovino, la cual tiene control oficial, se incrementa el precio de la leche de cabra, pero no en la misma proporción ni al mismo tiempo.

En lo que se refiere a los cabritos, se estima que en la región se producen aproximadamente 140 mil cabritos por año, de los cuales el 80% sale a otros centros de consumo y el 20% restante se consume localmente. Los principales factores que caracterizan el mercado del cabrito son la gran cantidad de intermediarios y la inestabilidad de precios. El precio del cabrito se comporta de una manera estacional de acuerdo con la oferta y demanda, observándose el mayor precio en diciembre con tendencia a disminuir hasta abril, cuando se obtiene el mínimo. Por otro lado, se estimó que el margen bruto de comercialización del cabrito, desde el momento en que sale de la finca, asciende a un 80%, es decir, de cada peso que paga el consumidor solo veinte centavos llegan al productor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo ha permitido conocer el desempeño de la caprinocultura en la región. De manera general se concluye que en ella existen diferentes sistemas de producción caprina que van desde los extensivos hasta los intensivos, siendo la disponibilidad de alimento el principal factor que determina el tipo de sistema de producción. Así, se identificaron cuatro sistemas: de pastoreo sedentario, de pastoreo nómada, el semiestabulado y el estabulado, siendo el primero de ellos el predominante en la región.

Como resultado del diagnóstico dinámico se estableció que el principal factor limitante de la productividad es la inestabilidad del recurso alimenticio, pues existe un período crítico de alimentación y clima comprendido de diciembre a mayo, que se acentúa a fines

de febrero y en marzo. Además, se observó efectos de la desnutrición y de la presencia de ecto- y endoparásitos que causan principalmente una baja en la producción de leche, aun cuando fisiológicamente existe capacidad de producción. Durante esta misma época, se determinó la mayor mortalidad y una alta incidencia de abortos. Con base en lo mencionado, la máxima prioridad del Proyecto enfatiza el desarrollo de tecnología a través de investigaciones, para incrementar el nivel nutricional durante el mes de febrero y marzo,

así como el desarrollo de técnicas para ejercer un mayor control sobre los parásitos.

En cuanto a la comercialización, se recomienda fomentar la organización de los productores para que puedan tener una mayor participación en ese proceso. Por ello, se sugiere la participación de otras instituciones cuyo principal interés esté encaminado hacia dicho aspecto.

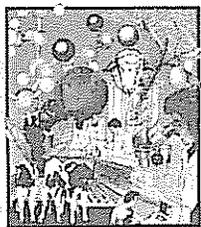
LITERATURA CITADA

1. BOREL, R.; RUIZ, M.E.; PEZO, D.; RUIZ, A. 1982. Un enfoque metodológico para el desarrollo y evaluación de alternativas de producción pecuaria para el pequeño productor. In Taller de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal Tropical (2., 1982, Pucallpa, Perú). H. Li Pun, H. Zandstra (Eds.) Bogotá, Col., International Development Research Centre IDRC-MR62s. p. 41-82.
2. FUENTE, E. G. DE LA. 1982. The emerging role of goats in world production: The case of Mexico. In International Conference on Goat Production and Disease (2., 1982, Tucson, Arizona). Proceedings. University of Arizona. p. 144.
3. PORTILLO, F.L. 1982. Sistemas de producción caprina en la Comarca Lagunera. In Taller de Trabajo Herramientas para la Integración e Investigación en Sistemas de Producción Agropecuarios (1982, Matamoros, Coahuila, Méx.). Memorias. H. Salinas, S. Flores A. (Eds.) Matamoros, Coahuila, Méx., CIID-INIA-CIAN-CAELALA. p. 142-159.
4. QUIÑONES, F.J.; MONTAÑEZ, M.R.; VALENCIA, C.M.; DEL RIO, O.F.; SANCHEZ, O.T. 1982. Análisis integral de la caprinocultura en la Comarca Lagunera. Luján, Durango, Méx., Universidad Juárez del Estado de Durango, Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia. 101 p. (Mimeo).
5. SARH (SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS) 1980. Estadísticas del sub-sector pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., Dirección General de Estadística, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 150 p.
6. SARH (SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS) 1984. Estadísticas del subsector pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., Dirección General de Economía Agrícola, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 124 p.
7. TORTORA, P.J. 1989. Problemática sanitaria de los caprinos en México. In Taller de Trabajo sobre Sanidad y Reproducción de Caprinos (1988, Matamoros, Coahuila, Méx.) Memorias. H. Salinas, S. Flores A., F. Ruiz Z. (Eds.) Matamoros, Coahuila, Méx., CIID-INIFAP-CIFAP Región Lagunera. p. 8-25.
8. TREJO, G.A. 1989. Características y eficiencia reproductiva de los caprinos enfocada a las condiciones de las zonas áridas y semiáridas del Altiplano Mexicano. In Taller de Trabajo sobre Sanidad y Reproducción de Caprinos (1988, Matamoros, Coahuila, Méx.) Memorias. H. Salinas, S. Flores A., F. Ruiz Z. (Eds.) Matamoros, Coahuila, Méx., CIID-INIFAP-CIFAP-Región Lagunera. p. 32-52.

LIBRO RECOMENDADO

LOS BANCOS GENÉTICOS
Y LA
ALIMENTACIÓN MUNDIAL

1989, 260 páginas



IICA

CIID-INT

US\$12.00

Los Bancos Genéticos y la Alimentación Mundial. D. Plucknett, N. Smith, J. Williams y N. Anishetty. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Centro Internacional de Agricultura Tropical. 260 p. ISBN 92-9039-200-2.

Traducción de la versión inglesa *Gene Banks and the World's Food*. Trata uno de los temas de mayor interés actual como es la biotecnología. Su mensaje es claro: la conservación y el aprovechamiento del acervo genético en beneficio de la humanidad sólo serán posibles a través del esfuerzo global de científicos y políticos.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

Aplicación de la Metodología de Sistemas de Producción en el Sur de Nariño¹

L. Peña*, R. Velásquez*, M. Bolaños*, P. Rodríguez*

ABSTRACT

A research and technology transfer methodology that allows for interdisciplinary and interinstitutional work in a holistic framework will contribute to the institution's efficiency, greater credibility in its undertakings and reduction in operational costs. Application of specific methods for farm characterization and diagnosis, information management and analysis, and checking of results and technologies will effectively contribute to these ends. This methodology will permit: a) the suiting of developing technologies to farmers' expectations, b) dissemination of technology that responds to a production systems framework, and c) the promotion of interinstitutional collaboration bringing together technical, economic, environmental, and political criteria. Technological options are characterized by four premises: cost effectiveness, agroecological sustainability, socioeconomic sustainability and harmonization of state/institutional policies. At the institutional level, the systems approach methodology has been instrumental in fomenting recognition of production systems philosophy, accepting that technology generation requires consideration of factors other than the traditional ones, identifying and prioritizing new research endeavors, all within a holistic framework. From the interinstitutional perspective, confronting technology with farmers' viewpoints has strengthened the systems approach, giving rise to new collaborative activities and greater institutional efficiency. As work philosophy and strategies were more clearly focused, new contracts and agreements, geared to validating improved technology, were more accurately and easily designed.

COMPENDIO

La incorporación, en los procesos de generación y transferencia de tecnología, de metodologías que permitan la participación interdisciplinaria e interinstitucional, tanto en su ejecución como en la discusión y análisis de los resultados, bajo una visión integral de la explotación, consolida la eficiencia del aporte institucional en términos de mayor credibilidad de sus propuestas y de reducción del costo necesario para alcanzar sus resultados. La aplicación de metodologías de caracterización, diagnóstico, manejo y análisis de información son un aporte importante al proceso, que es complementado con la confrontación intra- y extrainstitucional de las experiencias metodológicas y de los resultados alcanzados. Lo anterior permite: a) concertar las propuestas técnicas con las expectativas de los productores; b) divulgar los resultados esperados a partir de esquemas desarrollados con enfoque de sistemas de producción y c) fomentar el trabajo interinstitucional, conciliando los criterios de tipo técnico con aquellos de orden económico, ambiental y de política estatal e institucional. Las características de las recomendaciones e innovaciones tecnológicas se definen con base en criterios que involucran cuatro aspectos principales: reducción de costos, sostenibilidad agroecológica, sostenibilidad socioeconómica y coyuntura política estatal e institucional. A nivel institucional, se avanzó en el proceso de involucrar al investigador en la filosofía de sistemas de producción, de tal manera que pueda admitir elementos adicionales, válidos en el proceso de generación tecnológica, visualice y dé prioridad a nuevos espacios de investigación, identificados a partir de un enfoque integral. A nivel extrainstitucional, la confrontación fortaleció la integralidad del enfoque y permitió establecer actividades conjuntas, incrementando la eficiencia institucional. La definición de una filosofía y estrategias coordinadas de trabajo llevó a la concreción de convenios y acuerdos útiles para el montaje y validación de los modelos mejorados con los productores.

Palabras claves: Sistemas de producción, modelos mejorados, confrontación de resultados, Sur de Nariño.

INTRODUCCION

La estrategia de institucionalizar el enfoque de sistemas de producción en las actividades de generación y transferencia de tecnología en Colombia, pretende desarrollar y ofrecer productos tecnológicos acordes con las inquietudes y exigencias de los usuarios. Con ello, se fortalece la apertura institucional y la descentralización técnico-administrativa, ajustándose así a las medidas de tipo político y técnico-económico trazadas para el país.

¹ Recibido para publicación el 4 de marzo de 1993.

* Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción, Convenio ICA-CIID, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Tibaitatá, Apartado Aéreo 151123, El Dorado, Bogotá, Col.

La apertura institucional, hacia otras entidades y hacia el productor, constituye el escenario apropiado para la participación abierta de los interesados en los procesos de desarrollo técnico-científico y en el uso de tecnología. Esto conduce a una mayor credibilidad institucional y a la compenetración intra- y extrainstitucional con la filosofía de sistemas de producción.

El esquema metodológico utilizado en el Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción (PGTTSP), que ejecuta el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), permitió caracterizar y diagnosticar los sistemas de producción prioritarios de las áreas de estudio y, a partir del análisis de la información recolectada, diseñar modelos mejorados para estos sistemas. La necesidad de consolidar la propuesta e involucrar el punto de vista de otras instituciones preocupadas por el desarrollo regional llevó a la incorporación de fases metodológicas dirigidas a la confrontación de resultados, montaje y seguimiento de los modelos mejorados en fincas de productores, por medio del trabajo multidisciplinario, interinstitucional y con enfoque integral de la explotación.

METODOLOGIA

Partiendo de criterios agroecológicos, productivos, económicos y socioculturales se definieron regiones en las que se adelantaría el desarrollo metodológico. El Sur de Nariño, en la región andina colombiana, es una zona de ladera con agroecosistemas frágiles, que se caracteriza por una concentración alta de productores pequeños (1).

El proceso de desarrollo metodológico involucró una serie de fases consecutivas, desde la conformación de equipos multidisciplinarios, evaluación de fuentes secundarias, manejo y análisis de información, hasta el diseño de alternativas, confrontación de resultados, seguimiento y evaluación de sistemas mejorados. En este trabajo se dará énfasis a la experiencia metodológica generada en el proceso de confrontación de resultados.

En el diseño de alternativas tecnológicas se utilizó la programación lineal (Programa BLP88). Se evaluaron formas de optimizar el uso de los recursos del productor y el efecto de variaciones en su disponibilidad o eficiencia sobre el retorno del sistema.

La confrontación de resultados se realizó con el objeto de conocer comentarios, críticas y sugerencias al trabajo desarrollado (caracterización, diagnóstico y análisis de sistemas), a fin de mejorar y adecuar los

modelos propuestos. Para ello, se organizaron diferentes reuniones de discusión de resultados hacia dentro y fuera del ICA. El nivel inicial de confrontación lo constituyeron los Centros Regionales de Educación, Capacitación Extensión y Difusión (CRECED) del ICA, consultando a profesionales y técnicos que desarrollan actividades en la misma área de influencia y con amplio conocimiento del entorno productivo y socioeconómico de la región. A partir de la discusión que se establece, se mejora la propuesta y se presenta a los investigadores y transferidores del nivel regional, ubicados en los centros regionales de investigación.

En el ambiente extrainstitucional, local y regional se involucró a las universidades, a la Corporación Fondo de Apoyo a Empresas Asociativas (CORFAS), al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Caja de Crédito Agrario, la Corporación Regional para el Desarrollo, la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA) y las secretarías de agricultura. El objetivo de estas discusiones se centró en presentar los alcances de la aplicación metodológica.

Finalmente, se cotejaron los resultados y el modelo mejorado con los productores de la región, a fin de conciliar las propuestas técnicas y los resultados teóricos con su realidad cotidiana e iniciar la selección de algunos de ellos, interesados en la utilización de las recomendaciones a partir de los modelos mejorados. La confrontación llevada a cabo en el Sur de Nariño contó con la asistencia de 100 productores, 21 de los cuales manifestaron interés por participar en el montaje de las recomendaciones del modelo mejorado.

CARACTERIZACION Y DIAGNOSTICO

El dominio de recomendación definido involucra productores con fincas entre 2500 msnm y 2900 msnm, de topografía ondulada y con 800 mm a 1000 mm de precipitación anual. La mano de obra familiar constituye un aporte fundamental a las necesidades del sistema, principalmente en el componente pecuario. Las fincas tienen un tamaño promedio de 3.8 ha, dedicando el 50% a cultivos, 28% a pastos y 22% a rastrojos (el rastrojo es la porción de terreno que después de haber sido cultivada y cosechada se dedica a descanso, como fuente directa de alimentos para animales o como área para actividades agrícolas con labranza reducida).

La papa constituye el eje del sistema, alrededor del cual el productor configura su esquema rotativo. Otra especie importante es el ajo, que a pesar de ser exigente en el uso de recursos (67% del capital, 57% de los jornales contratados) aporta el 64% del total de ingresos de la finca (2).

El componente pecuario, que posee un peso relativo bajo dentro de los ingresos del sistema (4%), está constituido por especies como el cuy de extraordinaria importancia cultural.

En el área sur de Nariño, la presencia del gusano blanco en los tubérculos al momento de la comercialización, ha llevado a que el control de esta plaga se realice con un alto gasto en insumos químicos, a pesar de disponer de prácticas culturales y biológicas que pueden reducir el impacto de la plaga, los costos de producción y preservar el ambiente. Los aspectos fitosanitarios en el cultivo del ajo han limitado su expansión a pesar de contar con un mercado de alto potencial. La principal limitación radica en los altos costos de producción a causa de la importación de semilla y los riesgos fitosanitarios que ello implica. Las prácticas de rotación de cultivos y la producción y manejo de semilla a nivel de finca constituyen alternativas válidas, dirigidas a la apertura de la producción de esta especie y a la reducción de costos. En el componente pecuario, la forma inadecuada en que se cría el cuy ha llevado a niveles bajos de productividad; adicionalmente, la escasez de forraje durante la época seca limita su expansión. Las expectativas nacionales e internacionales para la comercialización del cuy y la posibilidad de producirlo a un costo 8.5 veces inferior al precio de venta, ponen en evidencia que su racionalidad dentro del sistema de producción debe ser más económica que cultural, como actualmente se considera (2).

La alta diversidad de especies forestales que caracterizaba la región se ha visto afectada como resultado de la tala indiscriminada de árboles y arbustos, cuya utilización va desde el uso de varas para manejar cultivos hasta el aprovechamiento de leña como combustible, conduciendo a pérdidas considerables de la capa arable y a grados severos de erosión.

EVALUACION EX ANTE DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

La técnica de programación lineal permitió determinar el uso óptimo de los recursos productivos del sistema. La función-objetivo se definió como la maximización del ingreso que genera el sistema (producción-autoconsumo), descontando lo que se dedica a la compra de insumos no laborales. El modelo fue restringido a las áreas mínimas que el productor dedica para la producción de autoconsumo y aquellas que deja en descanso (rastrojo).

Diseño e interpretación de los modelos

En la conformación y funcionamiento de los sistemas de producción se detectó una alta correlación

entre el entorno agroecológico y el socioeconómico. La diversificación, las siembras escalonadas, los diferentes esquemas de rotación, el destino de la producción, la división del trabajo, entre otros, son argumentos que utilizan los productores con el objeto de lograr flujos positivos de capital, disponibilidad de productos para autoconsumo, utilización ventajosa de la mano de obra familiar y disminución del riesgo durante el proceso de producción y la postproducción.

En el caso del Sur de Nariño, se logró incrementar la función-objetivo en un 46%, mediante una reducción del área dedicada a papa y un aumento a la de ajo. La solución también incluyó la innovación en el manejo de los cuyes (alimentación), que si bien conlleva un incremento en los costos del sistema (US\$18 vs. US\$700), los ingresos que genera son sensiblemente superiores (US\$1153 vs. a US\$5200). Las demás especies presentes en el sistema sólo fueron consideradas por el modelo a un nivel que garantizara la producción para autoconsumo. El sistema es sensible a la disponibilidad de capital, mostrando que la tasa marginal de retorno es de 63%, como respuesta a mayor capital, y 98%, como respuesta a mayores recursos económicos y tecnológicos (ajo y cuyes) (2).

La discusión de los modelos se orientó básicamente a interpretar: a) la racionalidad de la solución óptima alcanzada; b) la validez de la metodología utilizada para identificar y valorar el peso relativo de los componentes del sistema y los requerimientos de recursos productivos para cada uno de ellos; y c) para la identificación de argumentos válidos, desde el punto de vista técnico y socioeconómico, que ofrecieran bases sólidas a la selección de alternativas de recomendación tecnológica frente a las limitantes identificadas (1).

La diversidad de especies que conforman los sistemas de producción, el papel que cada una de ellas desempeña en el sistema, la escasez de recursos productivos a nivel de finca, el conocimiento tecnológico y las expectativas de recomendaciones por parte de los productores, la inestabilidad de los mercados y la conducta de los productores frente al riesgo, son todos elementos que aportan a una adecuada caracterización del sistema, objeto de la investigación. La dinámica evidenciada en el sistema de producción indica que el comportamiento económico y técnico de las especies del sistema puede causar variaciones en el uso de recursos, los ingresos y los costos esperados del sistema.

El modelo mejorado para el área sur de Nariño consideró una superficie de finca de tres hectáreas (Cuadro 1); en éste, las áreas dedicadas a ajo y cuyes fueron incrementadas mientras que las actividades en cebada y haba fueron eliminadas. La primera debido a

las pobres expectativas económicas entre los productores y la segunda, a problemas fitosanitarios sin soluciones efectivas a nivel de finca.

Cuadro 1. Conformación de los sistemas tradicional y mejorado.

Actividad	Tradicional	Mejorado
Ajo (ha)	0.9	1.4
Papa "guata" (ha)	1.4	1.5
Papa amarilla (ha)	0.7	0.2
Haba (ha)	0.3	-
Cebada (ha)	0.1	-
Maíz x frijol (ha)	0.2	0.2
Cebolla (ha)	0.1	0.1
Bovinos (ha)	1.0	1.0
Cuyes (ha)	0.1	0.4
Porcinos (núm.)	1.0	1.0
Tierra (ha)	3.0	3.0
Mano de obra (jornales)	735	1 009
Capital (\$C) ¹	1 700.23	2 044.82

1 Insumos no laborales; no incluye infraestructura para la explotación de cuyes. Pesos colombianos de octubre de 1991

Fuente: Adaptado de PGTSP (2).

Definición de alternativas y recomendación tecnológica

La papa "guata", el ajo, el asocio maíz x frijol y los cuyes fueron las especies seleccionadas para ser incorporadas en las innovaciones tecnológicas (Cuadro 2).

En ajo, el costo de la semilla (70% de los gastos en el cultivo) y su importación de países vecinos (Ecuador y Perú) acarrear problemas de tipo económico (alto costo) y fitosanitarios. Este cultivo ofrece un gran potencial económico al productor, en razón de los costos remunerativos del producto, del déficit que presenta en el mercado nacional y del gran potencial para producir semilla sana en forma doméstica. Por otro lado, constituye un importante generador de empleo rural para el desarrollo regional. Las características recomendadas para el secado, desarrollado por el PGTSP, permiten que el secador también sea utilizado con otras especies presentes en el sistema (papa, maíz).

El cultivo del frijol ha llevado a un profundo deterioro del suelo. Esto es resultado de procesos erosivos causados por la sobreutilización de prácticas de preparación del suelo. Así mismo, algunas especies nativas agroforestales han desaparecido, con el efecto ambiental que esto significa, en virtud del uso de varas para el colgado del frijol. La labranza reducida y la utilización de hilos de polipropileno son prácticas que

reducen costos y que se consideran como alternativas conservadoras del sistema y del ambiente.

Cuadro 2. Especies y recomendaciones tecnológicas al sistema de producción.

Actividad	Innovación
Ajo	Secado y curado de semilla Utilización de secadores tipo invernadero
Papa	Cultivos- Trampas para control del gusano blanco Producción y manejo de semilla
Frijol	Labranza reducida, manejo del cultivo y producción artesanal de semilla
Cuyes	Manejo (instalaciones, nutrición, sanidad, pie de cría, control)

Fuente: Adaptado de PGTSP (2)

La forma tradicional de explotar el cuy, sin manejo y en condiciones inadecuadas, ha llevado a que no se considere y consolide como una actividad altamente rentable. La alimentación de los cuyes con "ryegrass" o alfalfa, en lugar de gramas naturales, permite aumentar la capacidad de carga de 300 a 700 animales por hectárea y se calcula una rentabilidad esperada sobre la inversión por hembra en 205 por ciento.

Criterios para la selección de tecnologías

Las características de las recomendaciones e innovaciones tecnológicas se definieron con base en criterios que involucran cuatro aspectos principales:

- a. Reducción de costos
 - Uso de materiales con ventajas comparativas
 - Prácticas de manejo
- b. Sostenibilidad agroecológica
 - Labranza reducida
 - Disminución del uso de agroquímicos
 - Barreras vegetales
 - Rotación de cultivos
 - Abonos verdes
 - Agroforestería
- c. Sostenibilidad socioeconómica
 - Mantenimiento de flujos positivos de capital, uso óptimo de mano de obra y dar prioridad al autoconsumo, mediante la conformación y manejo adecuados del sistema.

d. Coyuntura económica y políticas estatales e institucionales

- Reducción de la importación de agroquímicos
- Reducción de las importaciones de semilla
- Exportación de especies no tradicionales
- Utilización de tecnología conservadora del ambiente

CONFRONTACION DE MODELOS MEJORADOS

Alcances de la confrontación del modelo mejorado

A nivel institucional, partiendo de la experiencia adquirida por el PGTTS, se demostró la ventaja de trabajar con un equipo interdisciplinario desde la fase de caracterización hasta la selección y montaje de soluciones alternativas, con participación del productor. También se mostraron las ventajas de involucrar al investigador en la filosofía de sistemas de producción, de tal manera que pueda admitir elementos adicionales a los de su especialidad, válidos en el proceso de generación tecnológica, que le permitan visualizar y priorizar nuevos espacios de investigación, identificados a partir de un enfoque integral.

A nivel extrainstitucional, la confrontación permitió establecer actividades conjuntas que elevarán la eficiencia institucional, mediante la definición de una filosofía y estrategias coordinadas de trabajo. Esto llevó a la concreción de convenios y acuerdos útiles para el montaje y validez de los modelos mejorados con los productores (riesgo compartido ICA-institución-productor). La decisión de someter a una discusión abierta los resultados del PGTTS, ofreció al productor la oportunidad de participar en el diseño del producto tecnológico institucional.

La discusión y revisión de las alternativas propuestas con miras a optimar el uso de los recursos productivos, permitieron iniciar la aplicación de estrategias conjuntas y participativas de trabajo interdisciplinario e interinstitucional, que se deben traducir en mayor eficiencia de los procesos de investigación y transferencia agropecuaria.

El recurso capital no se encuentra altamente disponible en las zonas de estudio, lo que parcialmente impide la incorporación de algunas recomendaciones al sistema de los productores, en el corto plazo. El Proyecto estableció un convenio con CORFAS, para el área sur de Nariño, que permitirá la conformación de un fondo rotatorio que dará acceso a recursos a los productores seleccionados para el montaje de las innovaciones en su sistema de producción. Este fondo

cuenta inicialmente con US\$12 000, mediante aportes iguales del Proyecto y CORFAS, administrados por CORFAS y un comité técnico encargado de la asignación de los créditos, el cual está conformado por representantes del PGTTS, de CORFAS y de los productores.

Se detectó la necesidad de ofrecer capacitación en temas específicos, tanto a técnicos como a productores, con el objeto de lograr avances importantes en las etapas siguientes del PGTTS. En colaboración con el SENA se dictaron dos cursos, a partir del segundo semestre de 1992, uno sobre "Organización Comunitaria" y otro sobre "Gestión Empresarial", ambos dirigidos a productores y técnicos.

Ante la necesidad de restablecer y preservar la diversidad ecológica como base para la sostenibilidad del sistema, se realizaron actividades conjuntas con las corporaciones de desarrollo para el establecimiento, en fincas de productores, de viveros de especies nativas. El material vegetal es aportado por la Corporación y el productor recibe capacitación en manejo de viveros.

También se vincularon las facultades de agronomía y zootecnia, por medio de sus estudiantes de último año, para efectuar investigaciones conjuntas sobre temas de interés común (tesis de grado) y la publicación de resultados en artículos científicos.

Indudablemente el mayor logro del proceso de confrontación adelantado fue la vinculación real, directa, decidida y de nivel executor de los productores interesados y seleccionados para el montaje de los modelos mejorados en sus fincas.

La etapa siguiente del proceso consistió en seleccionar y dar prioridad, por parte del productor, a las recomendaciones por implementar en su sistema (confrontación actual), con base en su disponibilidad de recursos, necesidades, objetivos y expectativas. Los productores seleccionados incluyeron todas las actividades recomendadas (cuyes, ajo, papa y maíz x frijol), con excepción de dos; el primero no incluyó cuyes y el otro no consideró la actividad del ajo.

De las recomendaciones señaladas, los productores indicaron aquellas en que, dada la estructura de recursos, tendrían limitaciones (especialmente de capital) para su implementación (Cuadro 3). Con la conformación del fondo rotatorio indicado se estaría en condiciones de ofrecer un financiamiento importante para el montaje de los modelos.

El seguimiento al sistema mejorado será llevado a cabo por el equipo interdisciplinario del PGTTS, con participación del productor, aprovechando la experien-

Cuadro 3. Recomendaciones para los productores que requieren de apoyo financiero.

Productor	Cuyes ¹		Secador	Ajo	Semilla	Sostenibilidad agroecosistemas
	Galpón	Placería				
Julio Inguilán	x	x	-	-	-	-
Andrés Chávez	x	x	x	-	-	x
Guillermo Cuaran	-	-	x	-	-	x
Zoilo Hernández	x	-	x	-	-	x
José Figueroa	x	x	x	-	-	-
José I. Arroyo	x	-	x	x	x	x
Eduardo Leyton	x	x	x	x	x	-
Bernardo Castro	x	x	-	-	-	-
Juan Calderón	x	x	x	x	x	-
Angel D. Mafla	x	x	x	x	x	x
Antonio Potosí	-	-	x	-	-	x
Roberto Rosero	-	-	x	-	-	x

1 x = si requiere; - = no requiere.

cia generada en las fases iniciales. La conducta del productor frente a las innovaciones y los factores explicativos de su comportamiento, serán elementos fundamentales en esta fase de seguimiento. Estos elementos, junto con la determinación de aspectos que favorecen o restringen las decisiones de los productores, las alternativas tomadas por productores diferentes a los participantes directos y las razones de tipo técnico, económico y sociocultural explicativas de este hecho, serán algunos puntos importantes por considerar en los estudios de adopción que se realizarán.

EFECTOS INSTITUCIONALES ESPERADOS

En la reestructuración institucional que el ICA está realizando, que contempla la incorporación de la filosofía y metodología del enfoque de sistemas en el proceso de generación y transferencia de tecnología, las experiencias metodológicas generadas ofrecen elementos útiles para la definición y utilización de estrategias de apertura, descentralización y acercamiento al productor.

La aplicación del enfoque de sistemas a nivel de CRECED ofrece argumentos que fortalecen la descentralización institucional. Por ejemplo, al aplicar la metodología de sistemas, estos centros regionales

adquirirán la capacidad de identificar, priorizar, diseñar y adelantar institucional e interinstitucionalmente sus actividades de investigación y transferencia.

El efecto positivo de todo este proceso se traduce en una mayor credibilidad institucional y en una mayor confianza mutua, lo que facilitaría una interacción más activa entre los investigadores de los centros experimentales y los de nivel local (CRECED).

LITERATURA CITADA

1. PGTSP (PROYECTO GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION). 1991. Experiencias metodológicas de investigación en sistemas de producción. Tibaitatá, Col., Instituto Colombiano Agropecuario. 13 p. (Documento de trabajo).
2. PGTSP (PROYECTO GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION). 1992. El modelo mejorado y su fase de confrontación: Area Ipiales. Ipiales, Col., Instituto Colombiano Agropecuario. 8 p. (Mimeo).

Características Productivas en la Evaluación de Explotaciones y Vacas en Sistemas de Doble Propósito¹

L. Vaccaro*, R. Vaccaro*, O. Verde*, R. Alvarez*,
H. Mejías*, L. Ríos*, E. Romero*

ABSTRACT

Productive data were collected through 1990-1991 from 2315 cows in 17 Venezuelan dual-purpose herds, which varied widely with respect to genotypes present and intensity of use of inputs. Mean values obtained varied, according to herd, from 675 to 3594 kg of milk per lactation (M) in 217 to 309 days, from 66 to 164 days open (DO), from 0% to 8.2% observed abortions, from 4% to 17% calf mortality to four months of age, and from 58 to 96 kg calf weight corrected to 120 days (CW). Observed variation between herds, in all the variables studied, emphasizes the importance of including information on milk yield, fertility aspects, survival and growth in studies designed to evaluate dual-purpose systems. Nevertheless, the variables that best describe these characteristics remain to be defined. Breeding values for M, DO and CW were estimated for cows in nine of the herds. Marked differences were found between the best and the worst cows on all farms, regardless of level of production. The correlation between individual deviations from contemporary means for M and DO was 0.20 ($P < 0.01$), but the correlations between M and CW (0.04; NS) and between CW and DO (0.10; $P < 0.05$) were close to zero. Results show an important potential for selection in these herds and emphasize the need for base selection on various productive traits, including fertility. The results are discussed in light of the difficulty of obtaining complete production data from dual-purpose herds in the region. The potential role of private farms as pilot herds, constituting sources of information and improved breeding stock, is pointed out.

COMPENDIO

Durante los años 1990 y 1991 se recopilaron datos productivos de 2315 vacas, en 17 rebaños venezolanos de doble propósito, los cuales presentaban un rango muy amplio de genótipos e intensidades de uso de insumos. Se obtuvieron valores medios por finca que variaron entre 675 kg y 3594 kg de leche por lactancia (L) de 217 d a 309 d, entre 66 y 164 días vacíos (DV), de 0% a 8.2% de abortos observados, de 4% a 17% de mortalidad de becerros hasta los cuatro meses de edad y pesos de becerros (PB), corregidos a 120 d de edad, que variaron entre 58 kg y 96 kilogramos. La magnitud de la variación encontrada entre fincas, en todas las variables consideradas, resalta la importancia de incluir, en estudios evaluativos de estos sistemas, información sobre producción de leche, aspectos de fertilidad, supervivencia y crecimiento, aunque las variables más idóneas para describir estas características no han sido claramente definidas. Se estimó el valor genético de las vacas en cuanto a L, DV y PB, en nueve de las fincas estudiadas. Se destacó la diferencia entre los mejores y peores animales en todas las fincas, independientemente del nivel de producción del rebaño. La correlación entre desviaciones de registros de vacas individuales para L y DV fue 0.20 ($P < 0.01$), en contraste con las correlaciones entre L y PB (0.04; NS) y entre DV y PB (0.10; $P < 0.05$), cercanas a cero. Los resultados indican que, en estos rebaños, existe un potencial importante para la selección y descarte, así como la necesidad de basar la evaluación de los individuos en un conjunto de características, incluyendo la fertilidad. Se discuten las implicaciones prácticas de los resultados en relación con la escasez actual y prevista de registros completos de producción, en fincas típicas de doble propósito en la región, señalando la importancia del papel que podrían desempeñar algunos rebaños particulares como núcleos de información y de reproducción mejorada.

Palabras claves: Doble propósito, producción de leche, mortalidad, peso becerros, selección, correlaciones.

INTRODUCCION

El Proyecto de Mejoramiento Genético de Bovinos de Doble Propósito entre la Universidad Central de Venezuela (UCV), el Centro Internacional de Investigación y Desarrollo (CIID) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) tiene entre sus objetivos generar información en el campo del mejoramiento genético, para los demás proyectos miembros de la Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal (RISPAL) que trabajan con bovinos de doble propósito. Las explotaciones de doble propósito contienen aproxi-

¹ Recibido para publicación el 4 de marzo de 1992. Los autores expresan su agradecimiento al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), por el financiamiento del estudio, y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), por su apoyo administrativo. Se reconoce, con especial gratitud, la generosidad y entusiasmo de los ganaderos que hicieron posible la investigación.

* Proyecto de Mejoramiento Genético de Bovinos de Doble Propósito, Convenio UCV-IICA-CIID, facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Ven.

madamente el 75% de las vacas ordeñadas en la región tropical y producen alrededor del 40% de la leche (14). A pesar de su importancia, la información básica requerida para su mejoramiento genético es extremadamente escasa, como consecuencia de que la investigación en genética de bovinos, en América Latina, se orienta primordialmente hacia las poblaciones especializadas de leche y carne (18). Recientemente, investigadores en un amplio rango de disciplinas han llegado, por razones científicas diferentes, a la conclusión de que los sistemas de producción de doble propósito desempeñan un papel primordial en el desarrollo de la región tropical (3, 4, 10, 11, 12, 13, 14) y que los logros alcanzados en otros campos, como la nutrición, exigen avances paralelos en el área de la genética (19).

Probablemente, menos del 10% de las explotaciones de doble propósito en el trópico latinoamericano llevan registros de producción (21), los cuales constituyen la materia prima indispensable para el mejoramiento genético y que una proporción aún menor cuenta con datos confiables y completos. Por lo tanto, es importante definir las características que deben ser medidas en el campo para diferentes finalidades y justificar cuidadosamente el uso de los distintos registros. El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados acumulados durante los primeros dos años de funcionamiento del Proyecto y discutir sus implicaciones con respecto de la evaluación de explotaciones y vacas individuales en condiciones típicas del trópico latinoamericano.

MATERIALES Y METODOS

Los datos provinieron de 17 rebaños cooperadores del Proyecto, clasificados como de doble propósito porque levantan los machos hasta una edad superior a los 12 meses. Las fincas fueron seleccionadas con base en el interés de los productores en la investigación por realizarse y se localizan en cuatro estados de Venezuela (Apure, Falcón, Guárico y Táchira). Solamente una de las fincas se encuentra en Táchira, a 340 msnm, con temperatura media de 22°C y una precipitación media anual de 2600 milímetros. Las fincas en los demás estados están ubicadas a alturas inferiores a los 150 msnm, con temperaturas medias de 26°C a 27°C y precipitaciones que oscilan entre 950 mm y 1200 mm por año. La duración de la época seca es diferente entre las zonas, con dos a cuatro meses de sequía en Falcón y Táchira, en comparación con cinco a siete meses en Apure y Guárico.

Los datos incluidos en el estudio fueron recolectados durante los años 1990 y 1991. Cinco de las fincas presentaron resultados correspondientes a los dos años

completos y el resto de más de 18 meses. Se efectuaron visitas mensuales a cada finca para recabar información sobre el manejo y alimentación de los rebaños y para recolectar los datos productivos.

La información presentada se refiere a seis de las ocho características que controla el Proyecto en el campo, las cuales proporcionaron una cantidad aceptable de datos acumulados hasta la fecha. Además de ellas, se controlaron en forma rutinaria la edad al primer parto y los pesos corporales hasta los 18 meses, pero ninguna contaba con suficientes datos tomados bajo control del Proyecto como para incluir la información en este trabajo.

La producción de leche por lactancia fue estimada a partir de pesajes mensuales y la duración de la lactancia se calculó como el intervalo entre las fechas de parto y de secado. Sin embargo debe señalarse que el tiempo que transcurrió entre el parto y el inicio del ordeño fue muy variable dentro de fincas, frecuentemente se superaron los 15 días. Se determinaron los días vacíos en vacas gestantes con base en la edad estimada del feto, mediante palpaciones rectales efectuadas cada dos meses por un profesional experimentado. Este valor fue susuido después del parto, restando 281 d del intervalo entre partos. La tasa de abortos se estimó con base en los observados por el personal de la finca y puestos en conocimiento del técnico cada mes; probablemente se subestimaron las pérdidas reales por esta causa.

En las 14 fincas en que se crían becerros con amamantamiento, estos fueron pesados por el técnico en la visita más cercana a la fecha de cumplimiento de cuatro meses de edad, y los pesos luego fueron corregidos a los 120 días. Se escogió como la edad de pesaje los cuatro meses con el propósito de obtener información sobre la habilidad materna de las vacas, antes de que los becerros hubiesen alcanzado niveles importantes de consumo de nutrimentos provenientes de fuentes distintas a la leche. La mortalidad de becerros hasta cuatro meses de edad fue estimada en 13 de las mismas fincas, tomando como base el número total de becerros nacidos vivos en cada finca hasta cuatro meses antes de la fecha del análisis de los datos aquí presentados (diciembre de 1991). Algunas de las pérdidas cuantificadas por causa de muerte pueden deberse a razones distintas (robo), dadas las condiciones semiextensivas de algunas de las explotaciones.

La evaluación genética de las vacas se basó sobre sus registros individuales de producción de leche, días vacíos y peso de su cría a los cuatro meses de edad, en el caso de aquellas que criaron sus becerros naturalmente. Para esta parte del estudio, se contó con la información de las primeras 596 vacas, en nueve

rebaños, que completaron lactancias bajo control del Proyecto. De éstas, 537 tuvieron además datos sobre días vacíos y 440 contaron con pesos de becerros criados con amamantamiento restringido. El registro de cada vaca se expresó como la desviación del promedio de sus contemporáneas, tomando en cuenta la edad (1 vs. 2 ó más partos), año (1990 ó 1991) y época en que ocurrió el parto (lluviosa o seca). Los promedios por subclase provinieron de un mínimo de cinco observaciones, siendo necesario unir dos de ellas en un número reducido de casos que estaban por debajo de este límite. Puesto que cada vaca contó con un solo registro, las desviaciones fueron utilizadas directamente como indicadores del valor genético, sin

ponderarlas por el índice de herencia. Luego se determinaron las correlaciones entre las desviaciones individuales para cada característica, tanto dentro de rebaños como en el total.

RESULTADOS

Sistemas de producción

El Cuadro 1 resume la información recabada sobre las prácticas de manejo y alimentación llevadas a cabo en las fincas estudiadas, y la composición racial de los rebaños.

Cuadro 1. Frecuencia de distintos grupos raciales y prácticas de manejo y alimentación en 17 rebaños de doble propósito¹.

	Apure-Guárico		Falcón-Táchira		Total	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Grupos raciales, $\geq 25\%$ vacas						
Cebuinas	4	44	1	13	5	29
$\approx 50\%$ europeo-cebú	7	78	2	25	9	53
$\geq 75\%$ europeos	2	22	7	88	9	53
Mantiene rebaño en pastoreo	9	100	8	100	17	100
Especies cultivadas en > media extensión de pastos	2	22	8	100	10	59
Usa residuos fibrosos de cereales	6	67	0	0	6	35
Suplementa a vacas con :						
Concentrados comerciales	2	22	7	88	9	53
Cebada de cervecería	0	0	5	63	4	24
Bloques multinutricionales	3	33	0	0	3	18
Leguminosas arbóreas	0	0	1	13	1	6
Sal y minerales	2	22	5	63	7	41
Suplementa a becerros con:						
Cebada de cervecería	0	0	4	50	4	24
Pulpa de cítricos	0	0	1	13	1	6
Maíz	1	11	0	0	1	6
Otros	1	11	3	38	4	24
Dispone de agua de beber en:						
Corrales de ordeño	5	56	8	100	13	76
Potreros de época seca	6	67	8	100	14	82
Ordeña:						
A mano						
1 x día	8	89	0	0	8	47
2 x día	0	0	1	13	1	6
A máquina						
1 x día	1	11	1	13	2	12
2 x día	0	0	6	75	6	35
Cría becerros:						
Con amamantamiento restringido	9	100	5	63	14	82
Artificialmente	0	0	3	38	3	18
Levanta machos:						
> 12 meses	9	100	8	100	17	100
Cumple plan sanitario apropiado en:						
Vacas	2	22	8	100	10	59
Beceros	2	22	5	63	7	41
Llevaba registros antes del inicio del Proyecto	3	33	5	63	8	47

¹ Nueve fincas en Apure-Guárico y ocho en Falcón-Táchira

Los rebaños son genéticamente muy heterogéneos; se identificaron 63 grupos raciales diferentes en total. En 12 de las fincas se encontraron 10 o más genotipos diferentes presentes; sin embargo, la frecuencia de proporciones importantes (> 25% del rebaño) de vacas cebuínas y de grados medios de herencia europeo-cebú fue mayor en las fincas de Apure y Guárico que en Falcón y Táchira, donde predominan vacas con altos grados de mestizaje europeo.

Se encontró un rango amplio en cuanto a la intensidad de uso de insumos. La menor intensidad de producción en las zonas de Apure y Guárico posiblemente esté asociada a la presencia de una época seca más prolongada. Se caracteriza por la predominancia de sistemas mixtos (bovinos y cereales), menores proporciones de las fincas bajo pastos cultivados, menor uso de suplementos alimenticios, escasez estacional de agua para beber, mayor frecuencia de ordeño manual, uso consistente del amamantamiento del becerro y programas sanitarios inexistentes o incumplidos.

El mayor grado de intensidad de las explotaciones en Falcón y Táchira está relacionada con la mejor distribución de la precipitación y calidad de suelos en la zona. Aparte de un rebaño compuesto de animales cebú, se cuenta principalmente con vacas de alto grado

de mestizaje europeo, mantenidas en pastos cultivados con suplemento de concentrados comerciales o cebada de cervecera y ordeñadas con máquina. En todos los casos los machos constituyen un componente importante del sistema y en cinco fincas son criados con amamantamiento, incluyendo cuatro fincas que ordeñan mecánicamente. En ambas zonas se observa el cumplimiento rutinario de programas sanitarios apropiados para la zona en el caso de las vacas, no así en el caso de los animales jóvenes.

Niveles medios de seis características productivas

Los niveles medios encontrados para seis de las características productivas estudiadas se presentan en el Cuadro 2.

Uno de los aspectos más resaltantes de los resultados es la amplitud de las diferencias entre fincas, dentro y entre zonas, en las seis características consideradas. Las diferencias con respecto de la producción de leche y reproducción son de esperar, por cuanto han sido ampliamente cuantificadas en la literatura (19); pero valores extremos de 0% a 8.2% de abortos, de 4% a 17% de mortalidad de becerros, durante los primeros cuatro meses de vida, y pesos medios de becerros, a los cuatro meses de edad, oscilando entre 58 kg y 96 kg a

Cuadro 2. Valores medios de seis características productivas en fincas del Proyecto.

Zona/Código de finca	(n)	Lactancia leche (kg)	duración (d)	Días vacíos	abortos (%)	Becerrros mortalidad	peso (kg)
Apure-Guárico	22	129	706	218	66	0.8	96
	5	256	1 026	279	135	1.9	62
	20	45	865	259	95	0.0	78
	1	138	812	217	127	0.4	60
	2	78	708	234	106	0.0	58
	3	114	1 102	274	91	0.9	77
	4	283	751	255	86	0.3	70
	19	90	675	258	90	1.1	64
	8	75	1 082	220	73	0.0	61
Promedio de la zona	1 208	861	250	101	0.8	8	69
Falcón/Táchira	11	339	2 812	294	164	ND ¹	CA ¹
	12	142	2 755	298	116	ND	CA
	13	92	3 245	309	139	ND	CA
	14	158	2 620	291	105	8.2	69
	15	84	1 208	254	120	0.0	75
	16	150	1 714	279	122	0.6	75
	23	48	1 377	252	95	0.0	72
	18	94	3 594	302	101	ND	CA
Promedio de la zona	1 107	2 547	289	130	3.1	12	73
Promedio general	2 315	1 667	269	115	1.4	8	70

¹ ND = no disponible; CA = crianza artificial

cuatro meses, demuestran que estas características, menos estudiadas, pueden también tener efectos determinantes sobre el éxito de la explotación.

En conjunto los resultados resaltan la complejidad de las interrelaciones entre las características. Las siete fincas que alcanzaron los mayores niveles de eficiencia reproductiva (con promedios de días vacíos inferiores a 100) tuvieron niveles de producción de leche vendible inferiores al promedio global. Cabe notar que todas estas fincas usaron el amamantamiento como método de crianza del becerro, indicando que cualquier efecto perjudicial que este pueda tener sobre la fertilidad de las vacas (15) fue de poca importancia práctica en estos casos.

Pesos de becerros menores de 65 kg a los cuatro meses de edad, indicativos de atrasos severos de crecimiento, ocurrieron en cinco rebaños en la zona Apure-Guárico, donde la producción es más extensiva; sin embargo, dentro de esta misma zona, el problema de crecimiento de los becerros se presentó tanto en rebaños de alto como de bajo nivel de producción de leche, y no se encontró evidencia de que las fincas con menores niveles de producción de leche vendible daban más énfasis al desarrollo de los becerros.

Tasas de mortalidad de terneros superiores al promedio global, fueron encontradas tanto en explotaciones que producen becerros con pesos altos como en aquellas con becerros de pesos bajos. En general se destaca el hecho que los mayores problemas de eficiencia reproductiva y pérdidas pre- y posnatales fueron observados en la zona Falcón-Táchira, de mayor intensidad y grado de especialización en la producción de leche.

Variación entre vacas dentro de rebaños

El Cuadro 3 muestra las desviaciones extremas encontradas en los registros individuales de las vacas, con respecto del promedio de sus respectivas contemporáneas, en nueve de las fincas estudiadas.

Los resultados muestran diferencias de considerable importancia práctica entre las mejores y las peores vacas en cada rebaño para las tres características estudiadas. Comparando los datos del Cuadro 3 con los del Cuadro 2, se observa que las diferencias extremas entre vacas, expresadas en términos porcentuales, fueron similares en todos los rebaños, independientemente de su nivel productivo. Las mejores productoras de leche superaron a sus contemporáneas

Cuadro 3. Desviaciones extremas¹ de registros individuales para tres características productivas.

Zona/Código de finca			Producción de leche		Días vacíos		Peso becerros	
			(kg)	(%)	(d)	(%)	(kg)	(%)
Apure-Guárico	22	Máx.	+ 779	+ 82	+ 138	+ 238	+ 57	+ 60
		Mín.	- 767	- 100	- 55	- 95	- 30	- 31
	5	Máx.	+1 269	+ 114	155	+ 132	+ 31	+ 46
		Mín.	- 8 391	- 75	- 86	- 94	- 19	- 29
	20	Máx.	+ 605	+ 81	+ 188	+ 202	+ 22	+ 31
		Mín.	- 520	- 56	- 85	- 49	- 30	- 30
	1	Máx.	+ 989	+ 139	+ 396	+ 309	+ 40	+ 68
		Mín.	- 595	- 76	- 117	- 91	- 22	- 31
	4	Máx.	+ 936	+ 125	+ 133	+ 120	+ 21	+ 30
		Mín.	- 629	- 85	- 82	- 75	- 21	- 32
	19	Máx.	+ 682	+ 117	+ 157	+ 171	+ 10	+ 15
		Mín.	- 325	- 56	- 88	- 96	- 22	- 34
8	Máx.	+2 743	+ 270	+ 165	+ 253	+ 32	+ 46	
	Mín.	- 984	- 97	- 60	- 75	- 20	- 34	
Falcón-Táchira	12	Máx.	+1 874	+ 87	+ 273	+ 159	--	--
		Mín.	-1 971	- 73	- 123	- 72	--	--
	16	Máx.	+1 666	+ 80	+ 217	+ 217	+ 37	+ 45
		Mín.	-1 792	- 90	- 89	- 89	- 26	- 46

1 Expresadas a partir del promedio de contemporáneas correspondiente.

en un rango de 605 kg a 2743 kg de leche por lactancia, equivalente a un rango de 81% a 270% del promedio correspondiente. También se encontraron vacas muy malas en todos los rebaños, con desviaciones entre -56% y -100% del valor medio de sus contemporáneas.

En cuanto a los días vacíos, se encontró un mayor grado de variabilidad, según se desprende de las desviaciones expresadas en términos porcentuales. Las vacas-problema permanecieron vacías entre 4.5 y 13 meses más que sus compañeras (120% a 309%) y las mejores concibieron entre los dos y los cuatro meses (-49% a -96%) antes que las demás. La variación entre vacas para peso de becerro fue menor que para las otras dos características, con la mayoría de las desviaciones en el orden de +30 kg (50%). No obstante, si se considera que la supervivencia de los becerros, en sistemas de ordeño con amamantamiento, es atribuible en parte a la habilidad materna de las vacas, se deberían asignar valores de 0 kg a las vacas cuyas crías no alcanzan los cuatro meses de edad, lo que daría una variación mayor a la encontrada en este estudio.

Correlaciones entre características

Los coeficientes de correlación entre las desviaciones individuales, dentro de finca y entre fincas, para las tres características evaluadas se presentan en el Cuadro 4.

No se encontró evidencia de ninguna relación entre el mérito de las vacas para la producción de leche vendible y peso del becerro ($r = 0.04$). Las correlaciones dentro de finca, entre fertilidad y peso de becerro, tampoco fueron significativas, con una excepción basada en una muestra pequeña con valor global cercano a cero (-0.10 ; $P < 0.05$). Por otra parte,

en cuatro de las nueve fincas, las desviaciones para la producción de leche estuvieron asociadas en forma positiva con las de días vacíos, con un valor global de 0.20 ($P < 0.01$). Las consecuencias de una correlación negativa entre fertilidad y producción de leche son importantes dado el significado económico de ambas características y la tendencia universal a ignorar la fertilidad en la selección.

DISCUSION

A pesar de los criterios utilizados para la selección de las fincas por incluir en el Proyecto, los datos de los cuadros 1 y 2 indican que son representativos de un rango muy amplio de intensidades del sistema de producción de doble propósito practicado en Venezuela.

La variación entre fincas, en todas las características medidas en este estudio, resalta la complejidad del problema de cuantificar la producción de los sistemas de doble propósito en términos biológicos. Si bien las seis variables utilizadas en esta oportunidad no ofrecen información completa, los resultados sirven para demostrar la magnitud de la variación que puede esperarse en rebaños de este tipo con respecto a características relacionadas con producción de leche, reproducción, supervivencia y crecimiento. También hacen entrever que la omisión de información sobre cualquiera de ellas podría conducir a interpretaciones erróneas en cuanto al mérito de la explotación. La misma conclusión es aplicable a evaluaciones de los genotipos (21) y, en algunos casos, a las tecnologías utilizadas en el sistema de producción.

Lo anterior contrasta con la dificultad de obtener información biológica completa en campo. La falta de

Cuadro 4. Correlación entre desviaciones de registros de vacas individuales para tres características productivas.

Código de finca	Coeficiente de correlación		
	Leche: peso de becerro	Leche: días vacíos	Peso de becerro: días vacíos
22	-0.15	0.30**	-0.17
5	0.14	0.47**	0.05
20	0.29	-0.12	0.02
1	-0.12	0.36*	-0.19
4	0.05	0.26*	-0.17**
19	0.19	0.22	0.66**
8	0.17	0.28	-0.25
12	--	0.16	--
16	0.05	0.13	-0.13
r global	0.04	0.20**	-0.10*

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

información en la literatura sobre pesos corporales y mortalidad pre- y posnacimiento refleja la escasez de datos confiables en estos aspectos. Adicionalmente, no se puede esperar un próximo aumento sustancial, en el número de rebaños de doble propósito que lleven un control confiable de producción. Las razones de la escasez de estos registros tienen raíces profundas de índole socioeconómica, incluyendo el bajo nivel de escolaridad de muchos productores. Por otra parte, el costo del control de producción, llevado por técnicos ajenos a las fincas, es cada vez mayor y las posibilidades de expansión por esta vía son remotas.

Frente a esta realidad, es preciso hacer el mejor uso posible de los escasos recursos dedicados a la generación, análisis e interpretación de datos productivos; esto probablemente se traducirá en un número menor de estudios de diagnóstico y evaluación, mejor planificados y más completos. Es igualmente importante dejar de gastar recursos en estudios parciales, muchos de los cuales son emprendidos simplemente porque los datos se encuentran disponibles. Hay que resaltar la urgencia de continuar estudios tendientes a definir, con mayor precisión, las variables más idóneas para describir las características económicas principales. En el presente estudio, la edad a primer parto y los pesos corporales hasta los 18 meses son variables que se considerarán posteriormente. Por otro lado, las tasas de descarte involuntario y, en poblaciones genéticamente tan heterogéneas como éstas, la composición de la leche, probablemente también merezcan investigación.

Con respecto de la evaluación individual de las vacas, dos aspectos en los resultados parecen ser de interés especial. En primer lugar resalta el gran potencial de la selección en estos rebaños, aun en aquellos con bajos niveles de producción. El descarte de animales extremadamente pobres en una característica, o negativos en las tres, es una herramienta que tendría un impacto importante e inmediato sobre el nivel de producción del rebaño. La experiencia del Proyecto indica que los ganaderos pueden identificar con razonable precisión sus mejores y peores vacas para la producción de leche, no así para reproducción, peso del becerro ni la combinación de las tres características.

El efecto a largo plazo de la selección no es fácil de predecir, debido a la falta de información confiable sobre los parámetros genéticos de estas poblaciones. Algunos de los índices de herencia para la producción de leche en animales cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* son tan bajos (< 20%) (6, 7, 8) que el esfuerzo requerido para realizar la selección es difícil de justificar. Sin embargo, es de esperar que los valores sean mayores cuando se adopte universalmente la práctica indispensable de incluir lactancias cortas en los análisis. La

selección por fertilidad parece aún más discutible debido a la evidencia consistente de que sus valores de h^2 son inferiores al 10 por ciento. A pesar de ello, se debe considerar que la mayoría de estos estimados están basados en variables como: intervalo entre partos, servicios por concepción o intervalo concepción-parto, que excluyen los datos de las vacas-problema y, por ende, parte de la variación. Plasse (9) obtuvo un valor medio de 0.27 para el índice de herencia de características relacionadas con fertilidad en hembras cebuínas y, puesto que las poblaciones comunes de doble propósito tienen una base de Cebú, es probable que muestren parte de la misma variación genética.

El segundo aspecto que merece discusión es la necesidad de basar la selección de los animales en un conjunto de características. Los datos presentados en el Cuadro 4 indican que la selección por producción de leche en estos rebaños tendería a disminuir la fertilidad de las vacas, lo cual concuerda con las correlaciones genéticas negativas encontradas en poblaciones de *B. taurus* en condiciones del trópico y subtropico (5, 16). La ausencia de una relación entre producción de leche vendible y peso del becerro, encontrada en este estudio, requiere confirmación utilizando pesos a edades más avanzadas, sobre todo en vista de la relación negativa encontrada entre éstas dos características en oportunidades anteriores (1, 17).

Aún cuando no se puede predecir con precisión el progreso que podría esperarse como resultado de la selección, el descarte de animales no productivos es obviamente deseable por razones de importancia económica inmediata. A la vez, el uso de vacas sobresalientes como madres de toros constituye una opción importante, en vista de las dificultades asociadas con la prueba de progenie de toros en el medio tropical (2, 20). La elaboración de índices de selección para escoger las madres requiere de mayor investigación, sobre todo en relación con la importancia del peso del becerro. Por el momento, el uso de vacas superiores para producción de leche y fertilidad, como madres de toros futuros, parece preferible a los métodos no científicos para elegir los reproductores utilizados actualmente en explotaciones de doble propósito.

Nuevamente, el principal factor limitante consiste en la escasez de registros confiables como base de un programa de selección. Sin embargo, la experiencia del Proyecto es que en cada comunidad se encuentran productores dispuestos a llevar a cabo programas científicos de control de producción y selección. Si a estos rebaños se les proporciona el asesoramiento científico necesario para que la comunidad ganadera tenga confianza en sus resultados, ellos podrían funcionar exitosamente como núcleos de producción de

animales mejoradores para el resto. De esta manera se concentrarían los esfuerzos de control de producción en un número reducido de rebaños, extendiendo gradualmente el programa en la medida que haya demanda y las condiciones lo permitan. El reto consiste en aprovechar al máximo los escasos recursos disponibles y asegurar que los programas de control de productividad sean lo suficientemente completos como para cumplir con sus objetivos.

CONCLUSIONES

1. Existencia de una gran diversidad de grupos raciales en los rebaños y en intensidad de uso de insumos, en las fincas estudiadas.
2. Marcada variación entre fincas, dentro y entre zonas, con respecto a cada una de las seis variables productivas medidas, indicando la necesidad de incluir información sobre producción de leche, aspectos de fertilidad, supervivencia y crecimiento en estudios de sistemas de doble propósito. Sin embargo, las variables más idóneas para describir estas últimas tres características quedan por precisarse.
3. Gran variación, dentro de fincas, en el valor genético de los animales, estimado para producción de leche, días vacíos y peso de becerro a cuatro meses.
4. Posible disminución de la fertilidad en estos rebaños, debido a la selección por producción de leche, sin efecto sobre el peso a cuatro meses de los becerros. Sin embargo, las relaciones de leche y fertilidad con pesos a edades posteriores a cuatro meses deben ser investigadas.
5. A pesar de no contar con información precisa sobre los parámetros genéticos de estas poblaciones, la selección parece ser justificable y se debe basar en un conjunto de características, incluyendo la fertilidad. Hacer énfasis en el descarte de animales no productivos y en el uso de vacas sobresalientes como madres de toros futuros.
6. En vista de la necesidad de contar con registros completos con propósitos descriptivos y para la selección, concentrar los esfuerzos en rebaños-piloto particulares en cada región, los cuales servirían como fuentes de información y de reproducción mejorada para el resto de los ganaderos.

LITERATURA CITADA

1. ARAGON, A ; DEATON, O. 1981. Algunos aspectos genéticos y ambientales de un hato de doble propósito en Costa Rica. ALPA Memoria 16:157 (Resumen)
2. BLAKE, R.W ; HOLMANN, F J ; STANTON, T L ; OL-TENACU, P. 1990. Estrategias para el mejoramiento genético en el contexto físico y económico de ambientes tropicales. In Conferencia Internacional sobre Sistemas y Estrategias de Mejoramiento Bovino en el Trópico (1988, Gua.) Memorias A. Tewolde, D. Salgado, F Mujica (Eds.) Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Universidad de San Carlos (Gua.), Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal en Latinoamérica p. 113-125.
3. HOLMANN, F; BLAKE, R.W.; HAHN, M V ; BARKER, R ; MILLIGAN, R A ; OL-TENACU, P.A.; STANTON, T L 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds. Journal of Dairy Science 73:2190-2205.
4. JARVIS, L. S. 1990. Latin American beef and milk policies: Lessons for the 90's from experiences in the 70's and 80's In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Bra). Campinas, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal p. 385-413.
5. KRAGELUND, K ; HILLEL, J ; KALAV, D. 1979. Genetic and phenotypic relationship between reproduction and milk production. Journal of Dairy Science 62:468-474
6. LOBO, R ; MARTINS FILHO, R ; WILCOX, C.J. 1990. Características productivas em cruzamentos Red Poll x zebu. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Bra.) Resumen. Campinas, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal p. 211.
7. LOPEZ, D ; GUTIERREZ, M ; PEREZ, M. 1990. Comportamiento productivo en el genotipo Siboney de Cuba. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Bra.) Resumen. Campinas, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal p. 209
8. MORALES, F ; BLAKE, R W ; STANTON, T L ; HAHN, M V. 1990. Efecto de edad, número de parto, estación de año y toro en la producción de leche en ganado Carora, Venezuela. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Bra.) Resumen. Campinas, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal p. 214.
9. PLASSE, D. 1988. Factores que afectan la eficiencia reproductiva en bovinos de carne. In Cursillo sobre Bovinos de Carne (4., 1988, Maracay, Ven.) D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.) Maracay, Ven., Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. p. 1-51.
10. PRESTON, T R. 1976. Prospects for the intensification of cattle production in developing countries. In Beef Cattle Production in Developing Countries. A J Smith (Ed.) Scotland, University of Edinburgh Press. p. 242-257
11. PRESTON, T R ; LENG, R A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources. Armidale, Australia, Penambul Books. 245 p.

12. RESTREPO, J.I.; MURGUEITIO, E.; PRESTON, T.R. 1991. Milk production systems in tropical Latin America. In *Feeding Dairy Cows in the Tropics*. A. Speedy, R. Sansoucy (Eds.). Rome, Italy, Food and Agriculture Organization. Animal Production and Health Paper no. 86. 244 p.
13. SERE, C.; VACCARO, L. 1985. Milk production from dual-purpose systems in tropical Latin America. In *Milk Production in Developing Countries*. A.J. Smith (Ed.) Scotland, University of Edinburgh Press. p. 459-475.
14. SERE, C.; RIVAS, L. 1987. The advantages and disadvantages of promoting expanded dairy production in dual purpose herds: Trends in CIAT commodities. Cali, Col., Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 27-39.
15. UGARTE, J. 1991. Restricted suckling in dual purpose herds. In *Feeding dairy cows in the tropics*. A. Speedy, R. Sansoucy (Eds.). Rome, Italy, Food and Agriculture Organization. Animal Production and Health Paper no. 86. 244 p.
16. VACCARO, R.; VACCARO, L. 1983. Nivel de producción en primera lactancia y descarte por reproducción en hembras Holstein Friesian. In *Congreso Venezolano de Zootecnia* (3., 1983, San Cristóbal, Ven.). Resúmen. p. F-10.
17. VACCARO, L.; VACCARO, R.; MARQUEZ, N.; ARGENTI, P. 1986. Control de producción en rebaños de doble propósito en Venezuela. 2. Evaluación genética de las vacas. In *Reunión de ALPA* (10., 1986, Acapulco, Méx.). Resúmen. Acapulco, Méx., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 115.
18. VACCARO, L. 1986. Sistemas de producción bovina en el trópico latinoamericano. In *Panorama de la Ganadería de Doble Propósito en la América tropical*. L. Arango N., A. Charry, R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 29-43.
19. VACCARO, L.; QUIJANDRIA, B.; LI PUN, H.H. 1988. The role of animal breeding studies in farming systems research. Ottawa, Can., International Development Research Centre. Manuscript Report no. 208c. 151 p.
20. VACCARO, R. 1990. Planes alternativos de selección de toros de doble propósito en el trópico. In *Reunión de ALPA* (12., 1990, Campinas, Bra.). Resúmen. Campinas, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 219.
21. VACCARO, L. 1992. Evaluación y selección de bovinos de doble propósito. In *Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano*. S. Fernández Baca (Ed.). Santiago, Chile, Food and Agriculture Organization. (En prensa).

FOLLET, R.F.; STEWART, J.W.B., COLE, C.V. (EDS.). 1987. Soil fertility and organic matter as critical components of production systems. Soil Science Soc. Amer. Spec. Publication no. 19. 166 p.

Este volumen se dedicó a estudios sobre la dinámica de la materia orgánica que afecta la fertilidad de los suelos. En los diferentes capítulos se examinan las interacciones entre procesos físicos y biológicos, el papel desempeñado por la materia orgánica y su influencia en la producción en relación con las diferentes técnicas de manejo de suelos. Se examinan las precauciones necesarias para una producción sostenible y sin efecto negativo sobre el ecosistema y de la región.

El punto de vista actual acerca de la influencia de la materia orgánica en la disponibilidad de diferentes

elementos como N, P, y S y su aprovechamiento por los cultivos, se toman en cuenta en este texto.

Los nueve capítulos tienen bibliografías que permiten analizar los detalles de los principios expuestos. Por desgracia, las referencias sobre los trópicos, y Latinoamérica en especial, son muy escasas.

Además, se discuten las consecuencias de las recomendaciones sobre abonos, considerando la contribución de la materia orgánica en el suelo.

Es un volumen moderno y claro, necesario para el manejo actualizado de suelos.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Comportamiento Reproductivo de Tres Grupos Raciales en Sistemas de Doble Propósito en Panamá¹

P. Guerra M.*, M. De Gracia G.*

ABSTRACT

Data was collected from 17 farms within five different ecosystems (E): Gualaca Alto (GA), Gualaca Bajo (GB), Bugaba Medio (BM), Bugaba Bajo (BB) and Los Santos (LS). Two technological levels (S) were studied in order to determine the reproductive performance of different breed groups and to propose a methodology for analyzing calving interval. The technological levels considered were the traditional system (EST) and the improved system (ESM). Improvements in feeding, health and management were included in the ESM. The breed groups considered were: Zebu, <50% European and >50% European. The independent variables were: calving intervals (IEP), age at first calving (EPP) and milk production per day of IEP (PL/IEP). The linear model included E, S, R and their interactions as fixed variables. The ES and RE interactions influenced IEP and PL/IEP at different levels of significance. R, E and S significantly affected ($P \leq 0.0001$) IEP, EPP and PL/IEP. Breed groups varied their IEP ($P \leq 0.001$), PL/IEP ($P \leq 0.0001$) and EPP ($P \geq 0.05$) according to the E in which they interacted; however, these variables decreased in similar proportion when passed from EST to ESM ($P \geq 0.05$). The IEP, PL/IEP and EPP values from Zebu, <50% European and >50% European, were 557, 535 and 503 days; 1.84, 1.95 and 2.47 liters per day; and 50, 46 and 43 months, respectively. It is concluded that the reproductive parameters considered in this study can be expanded with improved technological levels. Zebus showed the highest response to improvements; however, the highest indexes were observed in >50% European cattle.

COMPENDIO

Los datos se obtuvieron de 17 fincas localizadas en cinco ecosistemas (E): Gualaca Alto (GA); Gualaca Bajo (GB); Bugaba Medio (BM); Bugaba Bajo (BB) y Los Santos (LS). En ellas se estudiaron dos niveles tecnológicos: el estudio del sistema tradicional (EST) y el estudio del sistema mejorado (ESM), con los objetivos de determinar el comportamiento reproductivo de diferentes grupos raciales, en términos de edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP), y de proponer una metodología para analizar el IEP. En el ESM se introdujeron mejoras en alimentación, sanidad y manejo del hato. Los grupos raciales (R) fueron: Cebuino, <50% Europeo y >50% Europeo. Las variables estudiadas fueron: intervalo entre partos (IEP), edad al primer parto (EPP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP). El modelo lineal contempló E, S, R y sus interacciones con variables fijas. Las interacciones ES y RE influyeron en diversos grados de significancia al IEP y a la PL/IEP. Tanto R, como E y S, tuvieron efectos altamente significativos ($P \leq 0.0001$) sobre las tres variables estudiadas. Los tres grupos raciales variaron sus IEP ($P \leq 0.001$), PL/IEP ($P \leq 0.0001$) y EPP ($P \geq 0.05$) de acuerdo al E, donde interactuaron; sin embargo, estas variables disminuyeron en proporción similar cuando pasaron del EST al ESM ($P \geq 0.05$). Los valores de IEP, PL/IEP y EPP para Cebuino, <50% Europeo y >50% Europeo fueron 557, 535 y 503 d; 1.84, 1.95 y 2.47 l/d y 50, 46 y 43 meses, respectivamente. Se concluye que los parámetros reproductivos considerados en este estudio pueden ser acrecentados con el mejoramiento del nivel tecnológico. En términos de la magnitud de la respuesta a este adelanto, los cebuinos mostraron mayor respuesta, pero los mejores índices se observaron en los animales >50% Europeo.

Palabras claves: Intervalo entre partos, edad a primer parto, producción de leche.

INTRODUCCION

La eficiencia reproductiva del bovino es quizás la característica más importante debido a su valor económico, fundamental en todos los sistemas de producción pecuaria (32). Tradicionalmente se considerada como característica hereditable cuando es cercana a cero y, por lo tanto, usualmente no se incluye en los programas de mejoramiento genético. Sin embargo, los parámetros comúnmente usados para medirla (intervalo entre partos, servicios por concepción, otros) no son adecuados para cuantificar la variación real, puesto que los animales "problema" por ejemplo, los que no conciben no generan datos; se señala, además,

1 Recibido para publicación el 4 de marzo de 1993. Los autores manifiestan que los datos utilizados en el presente trabajo representan el esfuerzo del equipo de trabajo del Proyecto Sistema de Producción de Doble Propósito en Pequeñas y Medianas Fincas en Panamá en las áreas de Bugaba, Gualaca y Los Santos, así como de muchos otros técnicos que apoyaron las actividades del Proyecto durante su ejecución. A todos ellos un reconocimiento.

* Proyecto Sistema de Producción de Doble Propósito en Pequeñas y Medianas Fincas en Panamá; Convenio IDIAP-CIID; Programa de Mejoramiento Genético, Reproducción y Sanidad Animal; Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Gualaca, Chiriquí, Pan.

que el porcentaje de tales animales en hatos tropicales suele ser muy alto (30).

La eficiencia reproductiva de los bovinos es afectada por la edad al primer parto y por el intervalo entre partos (28). De acuerdo a Giannoni y Giannoni (8), una disminución de los valores de estas características tiene la ventaja de reducir el intervalo entre generaciones, permitiendo mayor intensidad de selección, y de inducir un aumento en el índice productivo. Por otra parte, la producción de leche por día de intervalo entre partos es una característica importante ya que, en cierto grado, estima la productividad del animal en el sistema, más que la producción por lactancia o por día.

La literatura indica que un intervalo entre partos de 12 meses es indicio de una óptima eficiencia reproductiva. Sin embargo, Uribe (29) y Milagres *et al.* (22) señalan que en los países tropicales este parámetro es generalmente más largo, causando perjuicios a las explotaciones lecheras como consecuencia de una disminución en el número de crías y en la producción total de leche por vaca a lo largo de su vida productiva.

Las variaciones en los caracteres que tratan de medir la eficiencia reproductiva son causadas por factores de herencia y del medio ambiente, siendo el último considerado como el de mayor importancia (9, 21, 22, 26, 34). En México, Segura e Hinojosa (26) estudiaron los efectos ambientales del trópico sobre la edad al primer parto en ganado cebuino, encontrando que aquellos animales nacidos durante la época lluviosa tenían 55 días menos en la EPP ($P \leq 0.01$) que los nacidos durante la época seca (1175 d).

Por otra parte, Godara *et al.* (9) determinaron algunos de los factores genéticos y no genéticos que influyen en caracteres productivos y reproductivos de hatos cruzados; Hariana (*Bos indicus*), con Friesian (FH), Brown Swiss (BS) y Jersey (JR). La edad al primer parto no fue influenciada significativamente ($P \geq 0.05$) por la época de nacimiento, definida como verano (marzo-junio), monzón (julio-mediados de setiembre), posmonzón (mediados de setiembre-noviembre) e invierno (diciembre-febrero). Las EPP fueron 922, 950, 959 y 941 d, respectivamente. Pero cuando se consideraron los efectos de grupo racial ($P \leq 0.10$), los resultados fueron 929, 1010 y 890 d para FH, BS y JH, respectivamente.

Wilson *et al.* (34), en Sudán, estimaron los efectos ambientales que influyen en la producción de leche e intervalo entre partos en hatos de la raza Kenana (*Bos indicus*), utilizada como animal de doble propósito. El efecto de época de parición no fue significativo ($P \geq 0.05$). Sin embargo, el año de parto resultó muy significativo ($P \leq 0.001$) y la tendencia del IEP

disminuyó a medida que avanzaban los años con rango inicial y al final de 685 d para 1967 y de 370 d para 1979. Esto es atribuido a la presión de selección aplicada a este carácter.

En una revisión, Maltos (19) determinó la variación en EPP e IEP de fincas de doble propósito, comparando datos de tres países. La EPP para datos provenientes de Costa Rica, República Dominicana y Venezuela fueron 32.6, 39.3 y 35.9 meses, respectivamente, y para el IEP fueron 390, 469 y 373 meses para el mismo orden. Cabe mencionar que estos valores pudieron estar influenciados por los niveles tecnológicos y ambientales de las fincas seleccionadas para este estudio.

En relación con las vacas cruzadas, el trabajo de Arboleda (1977), citado por Martínez y Hernández (21), indica un efecto de heterosis en reducir el IEP con valores fluctuantes entre 392 d y 486 d y un promedio de 436 días. Similarmente, Rubio (24) encontró reducciones en el IEP y la EPP de -11.0% y -12.7%, cuando se evaluaron hatos de Costeño con Cuernos, Holstein y F₁. De manera que un medio para reducir el IEP y la EPP es a través del cruzamiento (efectos heteróticos).

La literatura también contiene estudios basados en el seguimiento dinámico de fincas doble propósito. De acuerdo con Ruiz *et al.* (25), en un diagnóstico dinámico realizado en 18 fincas en Olancho (Hond.), el rango del IEP fue de 526.5 d a 404.6 d con un promedio de 471 días. Por otra parte, de acuerdo a los grupos raciales Brahman x Criollo, Brahman x Criollo x Pardo Suizo e indefinido, el IEP fue 426 d, 507 d y 469 d, respectivamente.

En Venezuela, Vaccaro *et al.* (31) estudiaron el comportamiento de un hato de doble propósito Holstein x Brahman, encontrando que la EPP era de 25.5 meses ($n=23$), mientras que en una revisión que involucraba ocho estudios y 994 fincas, la EPP alcanzó rangos de 32 a 42 meses (23). Adicionalmente, en hatos de doble propósito en Yucatán, México, Magaña *et al.* (18) encontraron valores de IEP y EPP de 448 ± 91 d y 34.2 ± 4 meses, respectivamente.

Con datos originados de una caracterización de los sistemas de producción ganaderos orientados hacia el doble propósito en la zona atlántica de Costa Rica, Camero y Romero (5) calcularon IEP y EPP de 412 d y 35 meses, respectivamente. Mientras que en un estudio similar, realizado en los Llanos Orientales de Colombia, Vera *et al.* (33) hallaron IEP de 18 a 21 meses en hatos de doble propósito.

El papel de las razas europeas de leche para mejorar el potencial lechero de las razas nativas en el trópico mediante el cruzamiento, es cuestionable. Por ejemplo,

hay falta de consenso sobre la proporción óptima de genes de las razas europeas que deberían ser incorporadas en los hatos nativos para maximar la productividad (4). Además, la información sobre el comportamiento reproductivo de estos grupos raciales en ambientes tradicionales y mejorados dentro del sistema de doble propósito, es bastante limitada.

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), con financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), llevó a cabo un proyecto de investigación en fincas bajo el enfoque de sistemas, con el propósito de mejorar la producción y productividad de pequeñas y medianas fincas de doble propósito (6, 11). A pesar que el componente genético no se contempló en el programa técnico, existe información disponible para conocer el comportamiento productivo y reproductivo de los grupos raciales predominantes. Ante tal circunstancia, el presente estudio tiene por objetivos determinar el comportamiento reproductivo de los grupos raciales, en términos de edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP), y proponer una metodología para analizar el IEP con base en las indicaciones de Vaccaro (30).

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron datos generados por el Proyecto Estudio de los Sistemas de Producción Doble Propósito en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá del IDIAP-CIID, en el período 1983-1989.

El Proyecto se ejecutó en cinco ecosistemas, de los que se seleccionaron 17 fincas. Los ecosistemas fueron los siguientes: Gualaca Alto (GA), Gualaca Bajo (GB), Bugaba Medio (BM), Bugaba Bajo (BB) y Los Santos (LS). Las características agroclimáticas de los mismos fueron detalladas por De Gracia (6).

Para el estudio del sistema de doble propósito se siguió la metodología presentada por De Gracia (6), que consta de tres etapas: selección de áreas y sistemas, seguimiento de fincas y difusión de resultados. Sin embargo, para los propósitos del presente estudio, sólo se tomó la segunda etapa (seguimiento de fincas). Esta etapa se realizó en tres fases: a) estudio del sistema tradicional o EST –en todos sus componentes, tal y como lo administraba el productor–; b) fase de transición o ESTR entre el final del EST, más un año después de este evento o inicio de la ejecución de las mejoras tecnológicas, y c) estudio del sistema mejorado o ESM –todos sus componentes con la introducción de las mejoras tecnológicas. Se ha considerado la mejora tecnológica como el conjunto de modificaciones seleccionadas con las prácticas de manejo, disponibilidad y

uso de recursos de la finca que tienen potencial para incrementar la producción y, por consiguiente, el ingreso neto del productor (14).

Las mejoras tecnológicas fueron las siguientes: pastos introducidos para vacas en producción, áreas segregadas para el manejo y crianza de terneros con su respectivo pasto introducido, uso general de sales minerales y paquete sanitario para el hato. Los pastos introducidos fueron: *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *Andropogon gayanus*. Estos pastos fueron seleccionados teniendo en consideración el ecosistema y la finca. Una descripción más detallada de las mejoras tecnológicas fue presentada por De Gracia (6).

Las observaciones de IEP y PL/IEP se clasificaron en tres niveles tecnológicos. La fecha del parto P_{n-1} (donde n = número de partos) se usó para determinar en qué nivel tecnológico se clasificaba la observación. Los tres niveles tecnológicos fueron: tradicional o EST, de transición o ESTR y mejorado o ESM. Para el caso de EPP, con el fin de evitar subclases vacías en el ESTR, éste fue omitido, por lo que los datos fueron clasificados en EST y ESM.

Los procedimientos para la toma de datos y manejo general del sistema han sido detallados por De Gracia (6). Con base en las características fenotípicas e información del productor, se clasificaron los animales de la siguiente manera: si el animal presentaba más rasgos de la razas Holstein y Pardo Suizo que la Cebú se les asignaban los códigos HOC o PSC; si tendían más al Cebú que a las europeas, se les asignaban los códigos CHO o CPS. Por otra parte, los animales cebuinos o sus cruces con Brahman recibían el código CCR. De estos códigos se formaron tres grupos raciales: Cebuino (CCR), <50% Europeo (CHO y CPS) y >50% Europeo (HOC y PSC).

La EPP se calculó de la diferencia entre la fecha de parto (PP) y la fecha de nacimiento de la novilla (FN). Esta característica se expresa en meses.

$$EPP = PP - FN \quad [1]$$

De acuerdo con las sugerencias de Vaccaro *et al.* (32), se delineó la siguiente metodología para el cálculo del IEP, que considera los animales "problema".

- Para cada finca se calcularon los días abiertos (DA) promedio o período entre el parto y la siguiente concepción, con base en el IEP de aquellos animales con partos registrados, y se le sustrajo el período de gestación (280 d).
- Para los animales "problema" dentro de cada finca se calculó los DA, tomando en consideración la

última fecha de parto y la fecha de salida (venta) o la fecha de cierre del Proyecto. En este último caso, para detectar los animales vacíos y preñados, se realizó una última palpación.

- Los animales con DA menores que el DA promedio del hato no fueron considerados o penalizados para el cálculo del IEP.
- A los animales con DA mayores que el DA promedio del hato se les sumó un período de gestación (280 d) como posible fecha de parto y se procedió al cálculo correspondiente del IEP. Por lo tanto, el IEP (en días) se calculó como:

$$IEP_{n-1} = P_{n-1} - P_n \quad [2]$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots, k \text{ partos}$$

$$p = \text{fecha de parto}$$

La producción de leche (l) por día de intervalo entre partos (PL/IEP) fue calculada al dividir la producción total de la lactancia previa (PL_{n-1}) entre el correspondiente intervalo entre partos (IEP_{n-1}).

$$PL/IEP = PL_{n-1} / (P_{n-1} - P_n) \quad [3]$$

Para el análisis estadístico de las variables dependientes antes mencionadas se usó el siguiente modelo fijo:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + S_j + (ES)_{ij} + R_k + (ER)_{jk} + (SR)_{jk} + (ESR)_{ijk} + e_{ijkl}$$

donde:

$$Y_{ijkl} = \text{observación del } i\text{-ésimo animal en el } i\text{-ésimo ecosistema, } j\text{-ésimo nivel tecnológico y } k\text{-ésimo grupo racial}$$

$\mu =$ media general

$E_i =$ efecto del i -ésimo ecosistema ($i = 1, 2, \dots, 5$)

$S_j =$ efecto del j -ésimo nivel tecnológico ($j = 1, 2, 3$). Para el EPP equivale al tradicional vs. mejorado ($j = 1, 2$).

$(ES)_{ij} =$ efecto de la interacción del i -ésimo ecosistema con el k -ésimo grupo racial

$R_k =$ efecto del k -ésimo grupo racial

$(SR)_{jk} =$ efecto de la interacción del nivel tecnológico con grupos raciales

$(ER)_{jk} =$ efecto de la interacción del ecosistema con grupos raciales

$(ESR)_{ijk} =$ efecto de la interacción del ecosistema con el nivel tecnológico y grupos raciales

$e_{ijkl} =$ error aleatorio

El modelo estadístico se analizó de acuerdo a los procedimientos de los mínimos cuadrados (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadrados medios y coeficientes de variación para EPP, IEP y PL/IEP se presentan en el Cuadro 1. Los coeficientes de variación para las tres características mencionadas fueron 33.3%, 29.7% y 49.7%, respectivamente.

El efecto del ecosistema (E) fue muy significativo ($P \leq 0.0001$) para las tres características de importancia; sin embargo, el grado de significancia del efecto del

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de variancia para IEP, PL/IEP y EPP.

Fuente de variación	(gl)	IEP	Cuadrados medios (gl)	EPP	(gl)	PL/IEP
Ecosistema (E)	4	293 868.2 ***	4	4 210.3 ***	4	10.83 ***
Nivel técnico (S)	2	471 264.6 ***	1	5 912.8 ***	2	33.16 ***
ES	8	54 516.3 *	4	171.9 ns	8	3.43 **
Grupo racial (R)	2	89 408.1 *	2	242.1 ns	2	23.92 ***
ER	8	128 808.5 ***	8	236.7 ns	8	5.89 ***
RS	4	6 375.1 ns	2	267.2 ns	4	0.71 ns
ESR	16	24 040.3 ns	8	208.3 ns	16	0.54 ns
Error	2 116	24 030.3	700	232.5	1 885	1.25

*** = $P \leq 0.0001$; ** = $P \leq 0.005$; * = $P \leq 0.02$; ns = no significativo.

grupo racial (GR) varió dependiendo de la característica ($P \leq 0.02$, $P \leq 0.0001$ y NS para IEPL, PL/IEP y EPP, respectivamente). La interacción ES influyó significativamente el IEP ($P \leq 0.02$) y la relación PL/IEP ($P \leq 0.005$). Por otra parte, la interacción ER o efecto de genótipo por ambiente fue muy significativo en las características de IEP y PL/IEP, y demostró que las respuestas de los GR en las variables, antes mencionadas, están condicionadas al ecosistema.

Las interacciones ESR y RS no influyeron significativamente sobre ($P \leq 0.05$) las tres variables en estudio. Por otra parte, cuando se observó el efecto de nivel tecnológico (EST vs. ESM) en cada ecosistema, el de significancia varió dependiendo de las variables. Así, para EPP el efecto no fue significativo ($P \geq 0.05$), pero para IEP y PL/IEP los niveles fueron $P \leq 0.02$ y $P \leq 0.005$, respectivamente.

El Cuadro 2 presenta las medias (\pm DE) de la EPP para cada ecosistema y nivel tecnológico. En EST y ESM, Gualaca Bajo y Los Santos fueron los ecosistemas con las más altas EPP; Gualaca Alto presentó las más bajas. Al introducir las mejoras tecnológicas al sistema Bugaba Bajo, la EPP disminuyó en un 15%, seguido por Los Santos con 14.7 por ciento. El menor rendimiento se dio en Gualaca Bajo con una disminución de un 4% en donde los aspectos sobre el levante de novillas (manejo y alimentación no fue mejorado sustancialmente por los productores de este ecosistema, ya que en las mejoras tecnológicas este componente no fue incluido (15). Sin embargo, en el resto de los ecosistemas la tendencia general de la EPP fue a disminuir, ya que los productores mejoraron, por cuenta propia, aspectos de manejo, alimentación y sanidad de las novillas de reemplazo (16).

De acuerdo con Alvarez (1), el nivel tecnológico desempeña un papel importante sobre la EPP y

encontró que en hatos de doble propósito bajo manejo extensivo la EPP fue de 36 meses, mientras que en un manejo semintensivo ésta fue de 30 meses.

La altitud es otro factor que pudo haber contribuido en reducir la EPP, ya que Gualaca Alto presentó los valores más bajos durante el EST (42.3 meses) y el ESM (37.1 meses). Esto concuerda con los resultados de Arango (3) en que hatos de doble propósito cercanos a la costa presentaron EPP de 43.2 meses, mientras que a alturas de 600 metros sobre el nivel del mar (msnm) fue de 36 meses.

Gualaca Alto tuvo el segundo IEP más bajo en ambos niveles tecnológicos. Los mayores IEP encontrados en el EST y ESM se dieron en Gualaca Bajo, Bugaba Medio y Los Santos (Cuadro 2). Sin embargo, estos tres ecosistemas mostraron las mayores disminuciones en el IEP, de tal forma que en Gualaca Bajo disminuyó en un 17.9%; en Bugaba Medio, 16.8%; y en Los Santos, 16.2 por ciento. Aspectos de manejo, alimentación y sanidad del paquete tecnológico aplicado al hato de ordeño contribuyeron positivamente a mejorar el IEP, tal como han señalado Uribe (29), Lamond (17), Martínez *et al.* (20) y Echterkamp (7). Los resultados encontrados en el presente estudio son ligeramente superiores a los observados por Alvarez (1), quien indica que el IEP disminuyó en un 14% cuando el nivel tecnológico mejoró de uno extensivo (500 d) a uno semintensivo (430 d). Se considera que estos valores están por debajo de los encontrados en ecosistemas con menores altitudes.

El mejoramiento de la PL/IEP varió notablemente entre ecosistemas (Cuadro 2). Así, el rango de incremento fue del 13% (en GA) a 72.8% (en LS). El efecto significativo de las alternativas o mejoras tecnológicas sobre la producción total de leche, informado por Guerra (11), junto con la disminución en el intervalo entre partos durante el ESM han contribuido

Cuadro 2. Edad a primer parto (EEP), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP), por ecosistema y nivel tecnológico¹.

Ecosistema	EEP (meses)		IEP (d)		PL/IEP (l/d)	
	EST	ESM	EST	ESM	EST	ESM
Gualaca Alto	42.3 \pm 30.1	37.1 \pm 13.6	499.8 \pm 173.7	458.9 \pm 128.5	1.69 \pm 1.00	1.91 \pm 1.08
Gualaca Bajo	54.2 \pm 14.1	52.0 \pm 24.2	623.5 \pm 171.0	511.8 \pm 142.3	1.36 \pm 0.87	2.19 \pm 1.17
Bugaba Bajo	44.7 \pm 16.0	38.0 \pm 10.1	480.8 \pm 159.5	436.3 \pm 118.1	2.44 \pm 1.25	3.25 \pm 1.44
Bugaba Medio	44.1 \pm 12.6	39.7 \pm 6.6	617.8 \pm 266.4	513.9 \pm 154.4	1.64 \pm 1.09	2.31 \pm 1.07
Los Santos	54.9 \pm 18.5	46.8 \pm 11.9	611.6 \pm 190.8	512.2 \pm 124.2	1.40 \pm 0.78	2.42 \pm 1.09

1 $\bar{X} \pm D.E.$

Cuadro 3. Edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP), por ecosistema y grupo racial¹.

Ecosistema	EPP, (meses)			IEP, (d)			PL/IEP, (l/d)		
	Cebuino	< 1/2 Europeo	1/2 Europeo	Cebuino	< 1/2 Europeo	> 1/2 Europeo	Cebuino	< 1/2 Europeo	> 1/2 Europeo
Gualaca Alto	32.0 ± 5.2	36.1 ± 6.6	39.6 ± 21.6	486.2 ± 138.1	454.7 ± 114.7	481.0 ± 154.6	1.19 ± 0.75	1.85 ± 1.11	1.89 ± 1.09
Gualaca Bajo	54.3 ± 19.4	50.8 ± 19.2	52.5 ± 24.2	564.4 ± 164.6	570.7 ± 182.2	548.2 ± 162.4	1.58 ± 1.02	1.99 ± 1.01	2.11 ± 1.22
Bugaba Bajo	53.0 ± 32.0	42.3 ± 15.8	40.5 ± 10.8	562.2 ± 154.0	493.3 ± 125.5	446.5 ± 132.7	2.15 ± 1.23	1.85 ± 0.66	3.14 ± 1.45
Bugaba Medio	36.6 ± 3.6	37.6 ± 10.5	42.8 ± 9.8	744.4 ± 425.4	604.4 ± 229.9	545.3 ± 178.0	1.38 ± 0.89	1.66 ± 1.10	2.14 ± 1.12
Los Santos	51.2 ± 18.3	47.5 ± 11.7	48.9 ± 13.8	556.1 ± 148.8	533.6 ± 141.4	572.6 ± 184.0	2.02 ± 1.00	2.01 ± 1.01	2.22 ± 1.18

1 $\bar{X} \pm D.E.$

a estos altos niveles de mejoramiento presentados en el Cuadro 2. Una tendencia similar se obtuvo en México (1), donde la PL/IEP incrementó hasta 175%, cuando el nivel tecnológico cambió de extensivo (1.08 l/d) a uno semintensivo (2.97 l/d).

Guerra (11) encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en el comportamiento productivo de los tres grupos raciales considerados en este estudio, demostrando la existencia de una interacción genótipo por ambiente. Esta misma situación se encontró para las características IEP y PL/IEP ($P \leq 0.01$), no así para EPP ($P \geq 0.05$). Los mayores promedios de IEP se encontraron en el ecosistema BM (Cuadro 3), sobre todo en el grupo Cebuino (744 d), pero a medida que aumentaba el encaste europeo, este tendió a disminuir: 604 d para <50% Europeo y 545 d para >50% Europeo). Resultados similares se obtuvieron en Bugaba Bajo.

Por otra parte, en GA y LS, el <50% Europeo tuvo menor IEP que el >50% Europeo (26.3 d y 39 d menos, respectivamente), lo que concuerda con los resultados de Hernández y Martínez (13), en Colombia, y Milagres *et al.* (22) en Brasil. Estos resultados parecen indicar que el grupo <50% Europeo se adapta mejor a ecosistemas tropicales que el grupo >50% Europeo, lo cual es consecuencia de su mayor grado de heterocigosis y su correspondiente heterosis o vigor híbrido. De acuerdo con Hernández y Martínez (13), se debe tener en cuenta que la característica que más expresa la adaptación de un animal al ambiente es su tasa de fertilidad.

La EPP también varió de acuerdo al grupo racial y ecosistema (Cuadro 3). Las mayores EPP para los tres grupos raciales se encontraron en GB con 54.3, 50.8 y 52.8 meses para los grupos Cebuino, <50% Europeo y >50% Europeo, respectivamente, y menores en GA con 32, 36.1 y 39.6 meses para el mismo orden de los grupos raciales.

En los ecosistemas GA y BM, el fenómeno observado fue que a medida que aumentaba el encaste racial europeo, también aumentaba la EPP; sin embargo, en GB y LS, la tendencia de la EPP fue similar en el incremento cuando el encaste europeo aumentaba de <50% Europeo a >50% Europeo, pero más alta en los cebuinos. Bugaba Bajo fue el único ecosistema donde la EPP disminuyó a medida que aumentaba el encaste europeo.

Las medias para la producción de leche por intervalo entre partos por grupo racial y ecosistema se presentan en el Cuadro 3. Los mayores valores para los grupos Cebuino y >50% Europeo se encontraron en el ecosistema de Bugaba Bajo con 2.15 l/d y 3.14 l/d, respectivamente. Sin embargo, el grupo Cebuino superó en un 16.2% al <50% Europeo. Este aspecto resulta contradictorio ya que a pesar que el grupo Cebuino superó apenas en un 4% al <50% Europeo en términos de producción de leche, de acuerdo con Guerra (11), este último grupo tuvo un IEP con 33 d menos, lo que indicaría que el PL/IEP podría ser igualado o superado en un estrecho margen. Sin embargo, la contradicción se explica porque se eliminaron animales "problema" (en su mayoría cebuinos), los que por ende no generaron datos de producción de leche y, por lo tanto, no fueron considerados en el cálculo de la PL/IEP.

Para los ecosistemas GA, GB y BM, la tendencia encontrada fue a aumentar la PL/IEP a medida que se incrementaba el encaste europeo, pero en LS, los cebuinos y <50% Europeo tuvieron resultados muy similares y el grupo >50% Europeo sólo pudo superarlos en un 10 por ciento.

El efecto general de la inclusión de mejoras tecnológicas (EST vs. ESM) dentro del sistema de doble propósito en los tres grupos raciales, fue el de disminuir las características EPP, IEP y aumentar el PL/IEP. En el Cuadro 4 se muestran las EPP de los tres grupos raciales y niveles tecnológicos.

Cuadro 4. Edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP) y producción de leche por día de intervalo entre partos (PL/IEP), por grupo racial y nivel tecnológico¹

Grupo racial	EPP (meses)		IEP (d)		PL/IEP (l/d)	
	EST	ESM	EST	ESM	EST	ESM
Cebuinos	51.7 ± 20.5	49.3 ± 19.0	611.2 ± 206.1	509.7 ± 125.2	1.30 ± 0.84	2.20 ± 1.09
< 1/2 Europeo	52.9 ± 15.5	43.9 ± 11.6	576.4 ± 189.3	507.0 ± 130.0	1.47 ± 0.88	2.17 ± 1.06
> 1/2 Europeo	47.1 ± 18.0	42.7 ± 14.2	542.5 ± 195.3	470.9 ± 135.0	2.05 ± 1.19	2.68 ± 1.34

1 $\bar{X} \pm D.E.$

La menor EPP dentro del EST y ESM fue en el grupo >50% Europeo (47.1 y 42.7 meses, respectivamente). El mayor efecto del EST fue observado en el <50% Europeo, con 17% de reducción en la EPP, y el menor efecto en el Cebuino, con 4.6% de reducción. En Venezuela, González (10) también logró disminuir la EPP de 28.6 a 23.8 meses en un hato de doble propósito mediante la incorporación de un programa de control de anestro posparto, acompañado con un suplemento alimenticio pre- y posparto.

Similarmente, los menores IEP observados (Cuadro 4), tanto en el EST como en el ESM, corresponden al grupo > 50% Europeo. En el grupo Cebuino, el IEP disminuyó en un 16.6%, mientras que en el <50% Europeo la disminución fue del 12 por ciento.

El efecto del nivel tecnológico sobre PL/IEP por grupo racial se detalla en el Cuadro 4. Nuevamente, el grupo >50% Europeo obtuvo los valores más altos de PL/IEP en el EST y ESM (2.05 l/d y 2.68 l/d, respectivamente). El mayor beneficio se logró en el Cebuino (69.2%) y se atribuye al incremento logrado en la producción total de leche total (PTL) (11) y a una disminución en el IEP del 16.6 por ciento. Esta situación no fue muy marcada con el grupo >50% Europeo, ya que el incremento en PTL fue de 27.7% (11), mientras que el IEP mejoró sólo 13.2 por ciento.

La Fig. 1 muestra la EPP para cada grupo racial. El grupo Cebuino presentó la más alta EPP (P<0.01); sin embargo, entre los grupos <50% Europeo y >50% Europeo no existió diferencia estadística. Las cifras son superiores a las halladas por Syrstad (27), pero la tendencia a disminuir, a medida que aumenta el encaste europeo, es la misma.

Los promedios de IEP (todos diferentes entre sí, P≤0.01) para cada grupo racial se presentan en la Fig. 2. Similarmente a lo anterior se ha encontrado que a medida que aumenta el encaste racial europeo así disminuye el IEP. Sin embargo, Syrstad (27) encontró que entre los <50% Europeo y >50% Europeo la diferencia no era significativa, pero tendía a favorecer al primero.

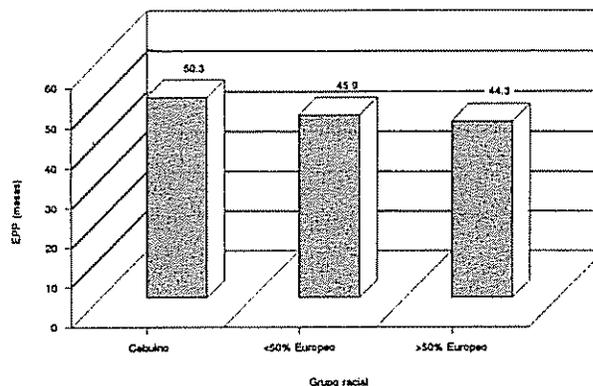


Fig. 1. Edad a primer parto (EPP) por grupo racial en hatos doble propósito.

Por otra parte, Milagres *et al.* (22) encontraron valores de IEP para <50% Europeo, 50-75% Europeo y >75% Europeo de 373.5 d, 427.3 d y 440.7 d, respectivamente. Esta tendencia es contraria a la encontrada en el presente estudio y se podría plantear que los factores ambientales son los que más están influenciando esta característica.

Guerra (11) encontró que además de una disminución del IEP, a medida que aumentaba el en-

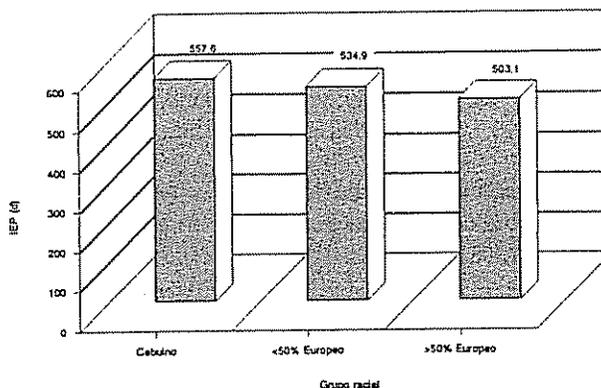


Fig. 2. Intervalo entre partos (IEP) por grupo racial en hatos de doble propósito.

caste racial, también incrementaba la PTL y, por lo tanto, era de esperar que los valores de PL/IEP tuvieran igual comportamiento. La Fig. 3 muestra que para los Cebuino, <50% Europeo y >50% Europeo, las PL/IEP fueron 1.84, 1.95 y 2.47 l/d, respectivamente, no habiendo diferencias ($P \geq 0.05$) entre los Cebuino y <50% Europeo. La superioridad del grupo >50% Europeo sobre el <50% Europeo confirma lo informado por Buvanendran *et al.* (4), en cuyo estudio los >50% Europeo superaron a los <50% Europeo en un 11 por ciento.

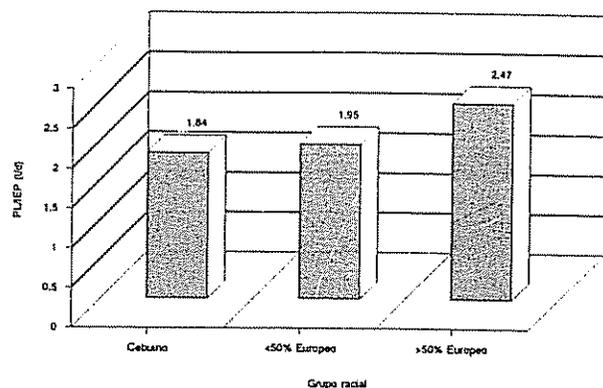


Fig. 3. Producción de leche por intervalo entre partos (PL/IEP) por grupo racial en hatos de doble propósito.

Los resultados del presente estudio y los mencionados anteriormente son inferiores a los presentados por Apocada *et al.* (2), quienes encontraron PL/IEP para <50% Pardo Suizo y 1/2 Pardo Suizo de 7.6 l/d y 8.6 l/d y para 1/2 Holstein y <50% Holstein de 8.7 l/d y 8.9 l/d, respectivamente. Estas cifras indican que existe un potencial genético en los hatos de doble propósito que aún no se ha alcanzado en Panamá, y que tales rendimientos se podrían alcanzar por vía de la selección.

CONCLUSIONES

Del presente estudio, y bajo las condiciones en que se ejecutó, se derivan las siguientes conclusiones:

- La incorporación de las mejoras tecnológicas al sistema de doble propósito tuvo un efecto positivo sobre los parámetros EPP, IEP y PL/IEP; sin embargo, la intensidad del efecto varió de acuerdo con el ecosistema y grupo racial.
- El grupo Cebuino presentó los índices de EPP, IEP y PL/IEP más pobres; no obstante obtuvo las mayores respuestas de mejoramiento en IEP y

PL/IEP, cuando las mejoras tecnológicas fueron introducidas al sistema.

- Los mejores índices de EPP, IEP y PL/IEP fueron encontrados en los >50% Europeo tanto en el EST como en el ESM.
- El medio ambiente desempeña un papel importante sobre las respuestas encontradas en los tres grupos raciales. Esto establece una marcada interacción genótipo-ambiente, la cual debe ser considerada para futuros trabajos de mejoramiento genético.

LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, F.J. 1986. Sistema de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano. In Panorámica de la ganadería doble propósito en la América Tropical. L. Arango Nieto, A. Charry, R.R. Vera (Eds.) Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 45-58.
2. APOCADA, C.; TORRES, I.; TEWOLDE, A.; ORTEGA, E. 1986. Producción de leche e intervalo entre partos en cruces que involucran las razas Holstein, Pardo Suizo y Cebú. Memoria ALPA 21:13.
3. ARANGO, L. 1986. La ganadería de doble propósito: Estudio del caso colombiano. In Panorámica de la ganadería doble propósito en la América Tropical. L. Arango-Nieto, A. Charry, R.R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 59-74.
4. BUVANENDRAN, V.; OLAYIWOLE, M.G.; PIOTROWSKA, K.I.; OYEJOLA, B.A. 1981. A comparison of milk production traits in Friesian x White Fulani crossbred cattle. Animal Production (UK) 32:165-170.
5. CAMERO, A.; ROMERO, F. 1990. Caracterización bioeconómica de algunos sistemas de producción de doble propósito en la zona atlántica de Costa Rica. In Reunión de ALPA (12, 1990, Campinas, Sao Paulo, Bra.) Anales. Campinas, Sao Paulo, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 235. (Compendio).
6. DE GRACIA, M. 1991. Estudio del sistema de producción doble propósito en Panamá. Turrialba (C.R.) 41:108-120.
7. ECHTERNKAMP, S.E. 1982. Decreasing the postcalving anestrus period in suckled beef heifers. Nebraska, USA, Roman L. Hruska Meat Animal Research Center, Beef Research Program. Progress Report no. 1. p. 24-26.
8. GIANNONI, M.A.; GIANNONI, M.L. 1983. Genética e melhoramento de rebanhos nos trópicos. Sao Paulo, Bra., Nobel. 463 p.
9. GODARA, B.R.; ARORA, K.C.; PANDER, B.L.; KIANNA, A.S. 1990. Genetic and non-genetic factors affecting milk quantity and quality traits and their interrelationship in temperate x Zebu crossbred cattle. Tropical Agriculture (Tri.) 67(1):49-52.

10. GONZALEZ, C. 1990. Tasa y causales de eliminación en vacas mestizas. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Sao Paulo, Bra.) Anales. Campinas, Sao Paulo, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 200. (Compendio).
11. GUERRA, P. 1991. Potencial para la producción de leche de animales cruzados en sistemas doble propósito de Panamá. Turrialba (C.R.) 41:96-107.
12. HARVEY, W.R. 1987. User's guide for LSMLMW PC1-Version: Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. s n t. 59 p.
13. HERNANDEZ, G.; MARTINEZ C., G. 1985. Producción de leche en clima medio con cruces de Holstein y Blanco Orejinegro. Revista ICA (Col.) 20:197-202.
14. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA). 1987. Proyecto Estudio de Sistema de Producción Doble Propósito (carne y leche) en Pequeñas y Medianas Fincas en Panamá. Tercer Informe Anual. Gualaca, Chiriquí. 145 p.
15. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA). 1991. Proyecto Estudio de Sistemas de Producción Doble Propósito (leche y carne) en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá. Informe Final. Gualaca, Chiriquí, Pan. 145 p.
16. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA). 1992. Estudio de evolución tecnológica de las fincas no intervenidas en las áreas de ejecución del proyecto doble propósito (IDIAP-CIID). David, Chiriquí. Pan. 51 p (En prensa)
17. LAMOND, D.R. 1970. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. Animal Breeding Abstracts (UK) 38(3):359-372.
18. MAGAÑA, J.; ANDERSON, S.; CHIMAL, P. 1990. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento reproductivo del ganado *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en el trópico subhúmedo mexicano. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Sao Paulo, Bra.). Anales. Campinas, Sao Paulo, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 164.
19. MALTOS, J. 1986. Perspectivas de la producción de leche y carne en el trópico mediante la utilización de ganado criollo. In Panorámica de la ganadería doble propósito en la América Tropical. L. Arango-Nieto, A. Charry, R.R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 221-232.
20. MARTINEZ, N.; COMBELLAS, J.; LOPEZ, S. 1979. Efecto de la suplementación con concentrados a una dieta basal de heno sobre el comportamiento reproductivo y la producción de vacas lecheras. In Informe Anual. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal. p. 34-35.
21. MARTINEZ, G.; HERNANDEZ, G. 1983. Factores ambientales que afectan el intervalo entre partos en ganado Blanco Orejinegro. Revista ICA (Col.) 18:311-318.
22. MILAGRES, J.C.; RODRIGUEZ, A.J.; PEREIRA, J.C.; MILAGRES T., N. 1988. Influencia de factores genéticos e de meio sobre a produção de leite de vacas mestiças das raças Holandes, Schwys, Jersey e Zebú. III. Intervalo de partos. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 17(4):358-365.
23. PEARSON DE VACCARO, L. 1986. Sistema de producción bovina predominantes en el trópico latinoamericano. In Panorámica de la ganadería doble propósito en la América Tropical. L. Arango-Nieto, A. Charry, R.R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 29-44.
24. RUBIO R., R. 1976. Ganado costeño con cuernos. In Razas criollas colombianas. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Asistencia Técnica no. 21. p. 83-116.
25. RUIZ, O R.; VELEZ, M.; KAEGL, D. 1988. Análisis de la producción de hatos de doble propósito en Olancho, Honduras. Ceiba (Hond.) 29(1):93-114.
26. SEGURA C., J.C.; HINOJOSA C., J.A. 1986. Eficiencia reproductiva de un hato cebú comercial bajo condiciones tropicales. I. Edad al primer parto. Veterinaria Mexicana 17:249-253.
27. SYRSTAD, O. 1985. Heterosis in *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses. Livestock Production Science (Holanda) 12:299-307.
28. TONHATI, H.; CAMPOS, B E S.; GIANNONI, M A. 1986. Idade a primeira cria e intervalo entre partos de un rebanho de raça Nelore. ARS Veterinaria (Bra.) 2(1):121-124.
29. URIBE, G. 1980. Resolución de problemas reproductivos en las vacas de leche. Carta Ganadera (Col.) 17:36-37.
30. VACCARO, L. 1987. Aspectos del mejoramiento genético de bovinos de leche y de doble propósito. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. Boletín Técnico no. 1. 44 p.
31. VACCARO, L.; COMBELLAS, J.; MARTINEZ, N.; VACCARO, R. 1987. Comportamiento productivo de cruces Brahman x Holstein Friesian en el rebaño del Instituto de Producción Animal. Informe Anual 1985/86. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. p. 66-67.
32. VACCARO, L.; QUIJANDRIA, B.; LI PUN, H H. 1988. Role of animal breeding studies in farming system research. Ottawa, Can., International Development Research Centre. Manuscript Report no. 208e. 151 p.
33. VERA, R.R.; SERE, C.; GARCIA, O.; SPAIN, J.M.; DAVIDSON, B.R. 1990. Análisis del doble propósito en el llano oriental colombiano usando un módulo y la simulación matemática. In Reunión de ALPA (12., 1990, Campinas, Sao Paulo, Bra.) Anales. Campinas, Sao Paulo, Bra., Asociación Latinoamericana de Producción Animal. p. 240.
34. WILSON, R.T.; WARD, P.N.; SEED, A.M.; LIGHT, D. 1987. Milk production characteristics of the Keanana breed of *Bos indicus* cattle in Sudan. Journal of Dairy Science 70:2673-2679.

Efecto del Empadre Posparto y Posdestete sobre el Tamaño y Peso de la Camada en Cuyes¹

L. Chauca*, M. Zaldivar*, J. Muscari*

ABSTRACT

Postpartum breeding is a common practice among guinea pig-producing farmers, even at the commercial level. This is possible because these animals come into heat 2-3 h postpartum. Available evidence is not conclusive with regard to the advantages and disadvantages of this practice, when compared with post-weaning mating. This trial was conducted in order to generate information that would allow for the intensification of existing guinea pig production systems, under the hypothesis that breeding post-partum has no effect on litter size and weight both at birth and at weaning. Data on the first two parturitions of 300 females, at La Molina Agricultural Experimental Station, were analyzed. These females were part of a line-breeding selection program carried out at the station, of which 68.3% presented post-partum gestations and 31.7% post-weaning gestations. The four different maternal lines used made up another variable: Peru (18.3% of all females), Andina (27.7%), Inti (25.3%) and Control (ordinary stock) (28.7%). No differences in terms of mating-partum interval, nor in terms of litter size and weight, both at birth and at weaning, were detected at the first parturition. Comparisons between the selected breed lines showed that mating-partum interval was shortest ($P \leq 0.01$) for the Andina line (81.6 ± 1.89). The Andina and Control groups presented larger litters at both birth and weaning. Mating system, evaluated in the second parturition, had no effect on litter size at birth or at weaning. Average individual weight at birth was higher ($P \leq 0.01$) in offspring from post-weaning gestations (121 ± 2.43 g vs. 135 ± 3.62 g), a difference that was also noted ($P \leq 0.05$) at weaning time ($P \leq 0.01$). Partum intervals were 68 ± 0.16 and 112 ± 1.67 days in females conceiving post-partum and post-weaning, respectively. There were no effects of mating system within selected lines with respect to litter size or individual birth or weaning weights. When breed lines were compared (independent of mating system), the Peru and Inti lines showed heavier individual birth weights. Some differences were found among lines with respect to parturition intervals.

COMPENDIO

Es común encontrar que la crianza de cuyes a nivel familiar y aun comercial, se desarrolla utilizando empadre continuo, con la finalidad de aprovechar el celo *post partum* que presentan estos animales en las dos o tres horas posteriores a la parición. Los resultados de investigación son discrepantes en cuanto a las ventajas o desventajas de aprovechar los celos posparto, frente a un sistema de apareamiento después del destete. El presente trabajo tuvo por objeto generar información que permita intensificar la producción de cuyes, planteando como hipótesis que el empadre *post partum* no afecta el tamaño ni peso de la camada en relación con un apareamiento posdestete. Se evaluaron los dos primeros partos de 300 hembras, propiedad de la Estación Experimental Agropecuaria La Molina. Del total de hembras evaluadas, el 68.3% presentó gestaciones posparto y el 31.7% inició su gestación después del destete. Otra de las variables incluidas en el estudio fue la línea de selección de las madres, correspondiendo el 18.3% a la línea Perú, el 27.7% a la línea Andina, el 25.3% a la línea Inti y el 28.7% al grupo de control (animales sin selección). En el primer parto no se encontraron diferencias para el intervalo empadre-parto, tamaño de camada o peso de camada al nacimiento y al destete. Al comparar estos mismos parámetros entre las cuatro líneas estudiadas, se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) para el intervalo empadre-parto; este es menor en la línea Andina con 81.6 ± 1.89 días. El tamaño de la camada al nacimiento y al destete de las líneas Andina y Control fue superior al de las líneas Perú e Inti. El efecto del tipo de empadre, evaluado en el segundo parto, no fue significativo para el tamaño de camada al nacimiento o al destete. Los pesos individuales al nacimiento en el tratamiento con empadre continuo fueron, en promedio, 121 ± 2.43 g inferiores ($P \leq 0.01$) a los alcanzados con las hembras apareadas después del destete (135 ± 3.62 g); resultados similares ($P \leq 0.05$) se obtuvieron al comparar los pesos al destete. El intervalo entre partos para las hembras apareadas después del parto fue de 68 ± 0.16 d y para las apareadas después del destete de 112 ± 1.67 días. Al analizar los tratamientos dentro de líneas, no se encontraron diferencias en el tamaño de camada o para pesos individuales al nacimiento y al destete. Se encontraron diferencias entre líneas, en cuanto a peso individual al nacimiento, siendo superiores las líneas Perú e Inti en comparación con las líneas Andina y Control. También se encontraron algunas diferencias entre líneas para intervalos entre partos.

Palabras claves: Cuyes, sistemas de apareamiento, manejo reproductivo, líneas raciales .

INTRODUCCION

La crianza de cuyes en los países del Arca Andina se desarrolla principalmente en sistemas de producción familiar; sin embargo, por su

¹ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Estación Experimental Agropecuaria La Molina, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Lima, Perú.

capacidad para producir carne a partir de productos con alto contenido en fibra, en los últimos años se ha intensificado su producción. Esto ha determinado la necesidad de generar tecnología que permita una explotación económicamente rentable.

Los cuyes pueden presentar su primer celo antes de los 30 d de edad. No obstante, a esa edad las hembras no se encuentran fisiológicamente aptas para la reproducción (2). La presentación de la pubertad depende de la alimentación a que ha sido sometida la población; con una buena alimentación puede presentarse entre los 45 d a 60 días (6). El peso corporal es un parámetro más confiable que la edad para iniciar el apareamiento; Mills y Reed (8) y Zaldívar *et al.* (13), trabajando con cuyes genéticamente mejorados, encontraron que el empadre puede iniciarse cuando las hembras superan los 540 g de peso corporal, el que se alcanza entre 55 d y 70 d después del nacimiento (13).

La precocidad es uno de los factores que permite disminuir los costos de producción, especialmente si no afecta la fertilidad o la capacidad proliíca de las hembras. Evidencia en este sentido la ofrece el trabajo de Chauca *et al.* (3), quienes aparearon a las 8, 10 y 12 semanas de edad y no encontraron diferencias en los índices de fertilidad y de proliferación de las madres.

El cuy es una especie prolífica; por lo general tiene de cuatro a cinco camadas por año, con una a seis crías por camada; excepcionalmente producen hasta ocho crías por camada (13). El número de crías de la camada depende del número de folículos madurados, del porcentaje de implantación y del porcentaje de supervivencia y de reabsorción fetal, los mismos que están determinados por factores genéticos y el estado nutricional de la madre; por ejemplo, el tamaño de la madre tiene gran influencia sobre el número de crías de la camada (10). Las variaciones climáticas a lo largo del año también afectan marcadamente la fertilidad.

El 64% de las hembras tiene la capacidad de presentar un celo posparto con ovulación, en el que la hembra puede ser fecundada; por ello, el intervalo entre partos puede coincidir con el período que dura la gestación (2). Aliaga (1) encontró que el intervalo entre dos partos continuos influye sobre el peso de las crías al nacimiento, demostrando que aquellas que provenían de preñeces posparto tenían menor peso que las concebidas después del destete. Sin embargo, Tomlinson (12) y Muscari *et al.* (9) observaron pesos semejantes en las crías provenientes de gestaciones posparto y posdestete. Estos autores encontraron intervalos máximos de 74 días para gestaciones posparto y de más de 118 días para gestaciones posdestete; estos intervalos tienen gran influencia sobre la productividad de las madres; en el primer caso se pueden obtener 4.9

camadas por año, mientras que en el segundo, 3.1 camadas. En el nivel de crianza familiar y aun en el comercial, el sistema de empadre utilizado es el continuo, con lo cual se aprovecha el celo posparto (5), se reduce el intervalo entre partos y se logra aumentar la productividad.

Con base en la información anterior, el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de obtener información que permita intensificar la producción de cuyes, planteando como hipótesis que el empadre posparto no afecta el tamaño ni peso de la camada en relación con un apareamiento posdestete.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron los dos primeros partos de 300 hembras procedentes de dos generaciones de selección, propiedad de la Estación Experimental Agropecuaria La Molina, de las cuales el 47.33% correspondieron a la decimotercera generación de selección y el 52.67% a la decimocuarta. Del total de hembras evaluadas, el 18.33% correspondió a la línea racial Perú, 27.67% a la línea Andina, 25.33% a la línea Inti y 28.67% a la de control (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de la muestra estudiada por línea genética y por generación de selección.

Líneas	13a. generación	14a. generación	Total
Perú	23	32	55
Andina	42	41	83
Inti	38	38	76
Control	39	47	86
Total	142	158	300

Todas las hembras permanecieron con el macho desde el primer empadre hasta el día inmediato después del parto, con el fin de medir la proporción de hembras que concebían en el celo posparto. Al segundo día del parto se separaron en pozas individuales, donde permanecieron con sus crías por un período de 27 d, después de los cuales fueron nuevamente apareadas. Todos los cuyes se identificaron con divisas seriadas de aluminio y se registraron las fechas de empadre, primer parto y segundo parto, el número de la madre, el número de crías por parto, el peso de las crías al nacimiento y al destete, la mortalidad al nacimiento y durante la lactación, y los pesos de las madres al parto y al destete. La alimentación, consistente en forraje (maíz "chala") y suplemento balanceado, fue similar y ofrecido *ad libitum* en todos los casos. El galpón de crianza fue el mismo y el empadre se realizó en la misma época del año.

Se utilizó un diseño aleatorio, en un arreglo factorial 2×4 . Los datos se analizaron por medio de análisis de variabilidad entre tratamientos, entre líneas y entre tratamientos dentro de líneas, para cada uno de los parámetros evaluados. Las diferencias entre promedios fueron evaluadas por medio de pruebas de Duncan (11).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontró que el 68.3% de las hembras gestaron inmediatamente después del parto y 31.7% quedaron preñadas posteriormente al destete. Estos resultados son similares a los observados por Asdell (2), quien calculó que el 64% de las cuyes quedan preñadas luego del parto. La frecuencia de gestaciones posparto varió con la línea genética. La frecuencia fue menor en las líneas en las que una de las características seleccionadas, es la rapidez de crecimiento (Perú = 54.6%; Inti = 57.9%). La línea Andina seleccionada exclusivamente por su carácter prolífico, presentó una frecuencia de gestaciones posparto de 74.7%, mientras que en el grupo de control el 80.2% gestó inmediatamente después del parto.

El tamaño de la camada al nacimiento en las hembras que gestaron inmediatamente después del parto fue de 2.95 crías, similar al logrado con las hembras que gestaron después del destete (2.92 crías). La mortalidad de las crías durante la lactancia fue de 26.1% en el primer caso y 21.2%, en el segundo, lo que determinó que el tamaño de camada al destete en los apareamientos posparto y posdestete fuera de 2.18 y 2.30 crías, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros productivos de cuyes procedentes de empadres posparto y posdestete.

	Nacimiento	Destete
Crías por camada (núm)		
- Posparto	2.95 ± 0.08	2.18 ± 0.07
- Posdestete	2.92 ± 0.10	2.30 ± 0.10
Peso individual (g)		
- Posparto	121.0 ± 2.43 a	310.0 ± 6.53 a
- Posdestete	135.0 ± 3.62 b	332.0 ± 8.84 b
Peso de la camada (g)		
- Posparto	356.9 ± 6.84 a	675.8 ± 20.23 a
- Posdestete	394.2 ± 10.83 b	763.6 ± 33.16 b

a, b Promedios en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.01$), excepto por los promedios de peso individual al destete, que difieren a $P \leq 0.05$.

Como se indica en el Cuadro 2, en el caso de las hembras que gestaron después del destete, el peso

promedio individual de las crías al nacimiento y al destete fue estadísticamente superior al logrado con gestaciones después del parto. El peso de la camada al nacimiento y al destete, en ambos tratamientos, siguió la misma tendencia que los pesos individuales.

En el Cuadro 3 se presentan datos sobre el comportamiento reproductivo de las hembras. No se encontraron diferencias entre ambos grupos en cuanto al intervalo entre empadre y primer parto, indicando que, en las hembras consideradas en ambos tratamientos, el proceso de gestación se desarrolló de manera semejante. Ambos grupos se mantuvieron bajo condiciones similares.

Cuadro 3. Intervalo entre partos (días) en cuyes de acuerdo al sistema de empadre y a la línea genética.

	Empadre primer parto	Parto-parto
Sistema de empadre		
- Posparto	91.1 ± 1.93	67.9 ± 0.16 a
- Posdestete	88.8 ± 3.33	112.0 ± 1.67 b
Línea genética		
- Perú	108.2 ± 6.58 a	91.7 ± 3.90 a
- Andina	81.6 ± 1.89 c	78.7 ± 2.35 b
- Inti	94.3 ± 3.57 b	84.8 ± 2.32 ab
- Control	83.9 ± 2.10 bc	76.0 ± 1.99 c

a, b, c Promedios en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.01$)

Como era de esperarse, el intervalo entre la primera y segunda parición de las hembras, que quedaron preñadas después del parto, fue muy inferior ($P \leq 0.01$) al de las hembras con gestaciones después del destete.

La línea genética tuvo influencia ($P \leq 0.01$) sobre los intervalos de empadre primer parto y de parto-parto. La línea Perú, seleccionada exclusivamente por su rapidez de crecimiento, presentó los intervalos más prolongados (108.2 d entre empadre del primer parto y 91.7 d entre partos), sin que se hallaran diferencias entre las otras tres líneas estudiadas (Cuadro 3).

Se encontró una interacción entre sistema de empadre y línea genética en los intervalos parto-parto (Cuadro 4).

Como se puede apreciar, el intervalo parto-parto, que en el caso de las hembras con gestaciones posparto es coincidente con el periodo de gestación, varía ligeramente entre líneas cuando la concepción ocurre en posdestete, no así cuando ésta ocurre en posparto. Considerando únicamente los datos de gestaciones posdestete, se encontró una correlación de 0.38 entre la duración de la gestación y el peso promedio de las crías

al nacimiento ($P \leq 0.05$) y de -0.27 entre el número de crías al nacimiento y el período de gestación ($P \leq 0.05$). Estos resultados son similares a los encontrados por Lane (7) y Goy *et al.* (4).

Cuadro 4. Intervalo entre partos (días) de diferentes líneas genéticas de cuyes de acuerdo con su sistema de empadre.

Sistema de empadre	Línea genética	Intervalo parto-parto
Posparto	Perú	68.4 ± 0.43 a
	Andina	67.2 ± 0.29 a
	Inti	68.7 ± 0.26 a
	Control	67.6 ± 0.29 a
Posdestete	Perú	119.8 ± 3.87 c
	Andina	112.4 ± 3.60 b
	Inti	106.8 ± 1.89 b
	Control	109.6 ± 4.08 b

a, b, c Promedios en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.01$).

En el Cuadro 5 se presentan los promedios de tamaño de camada, peso individual y peso total de camada al nacimiento y al destete para cada línea genética dentro de cada tratamiento. No se encontró diferencia entre tratamientos (dentro de líneas) en el tamaño de la camada al nacimiento y al destete. A ello debe haber contribuido el que la mortalidad durante la

lactancia tuviera un comportamiento independiente de los tratamientos. El peso individual al nacimiento y al destete fue estadísticamente diferente entre tratamientos y entre líneas, pero similar entre tratamientos dentro de cada línea genética. El mayor peso individual al nacimiento y al destete lo mostraron las líneas Perú e Inti. Se encontró una tendencia similar al analizar los pesos de las camadas de cada línea genética dentro y entre tratamientos.

Según los resultados, el intervalo entre partos influye sobre el peso de las camadas, observación que ya había sido hecha por Aliaga (1); esto contrasta con los trabajos de Tomlinson (12) y Muscari *et al.* (9). En cuanto al tamaño de la camada, ya que no es afectado por el tipo de empadre, sólo podría esperarse un beneficio a través del tiempo, aplicando el sistema de empadre que logre mayor número de partos en menos tiempo. Mediante el empadre continuo es posible obtener hasta 5.3 partos por año, mientras que con empadre posdestete sólo se obtendrían 3.2 partos por año.

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos, se puede concluir que en condiciones de crianza intensiva:

- El intervalo entre gestaciones afecta la producción de las madres. El peso individual al nacimiento y al destete, de crías procedentes de gestaciones posdes-

Cuadro 5. Índices productivos de cuyes de diferentes líneas genéticas provenientes de empadres posparto y posdestete.

Línea genética	Posparto		Posdestete	
	Nacimiento	Destete	Nacimiento	Destete
Tamaño de camada (núm.)				
Perú	2.53 ± 0.16	1.79 ± 0.14	2.76 ± 0.71	2.17 ± 0.17
Andina	3.14 ± 0.15	2.31 ± 0.14	3.19 ± 0.25	2.20 ± 0.19
Inti	2.70 ± 0.15	2.18 ± 0.14	2.91 ± 0.16	2.30 ± 0.18
Control	3.10 ± 0.14	2.24 ± 0.12	2.82 ± 0.21	2.60 ± 0.24
Peso individual (g)				
Perú	146 ± 9.37 b	366 ± 14.99 c	146 ± 10.71 b	352 ± 19.14 bc
Andina	114 ± 4.19 a	294 ± 11.20 ab	122 ± 5.44 ab	295 ± 17.62 ab
Inti	136 ± 3.85 b	339 ± 15.54 bc	141 ± 4.47 b	352 ± 14.20 bc
Control	107 ± 2.68 a	280 ± 9.54 a	124 ± 4.55 ab	322 ± 16.83 abc
Peso de la camada (g)				
Perú	369 ± 17.00 ab	655 ± 54.56 ab	403 ± 22.68 ab	764 ± 47.41 ab
Andina	358 ± 12.53 ab	679 ± 35.79 ab	389 ± 22.48 ab	649 ± 51.33 ab
Inti	367 ± 15.46 ab	739 ± 44.40 ab	410 ± 17.66 b	810 ± 68.50 b
Control	332 ± 11.38 a	627 ± 34.68 a	350 ± 25.79 ab	837 ± 83.94 b

a, b, c Promedios en la misma columna dentro de cada parámetro, con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.01$), según la prueba de significación de Duncan.

- tete, es superior al de las crías como producto de gestaciones posparto.
- La frecuencia de gestaciones posparto varía con la línea genética. Es menor en las líneas Perú e Inti, que han sido seleccionadas por su rapidez de crecimiento. La línea Andina, seleccionada exclusivamente por su carácter prolífico, presenta la mayor frecuencia de gestaciones posparto.
 - Existe una correlación positiva entre la duración de la gestación y el peso al nacimiento de las crías, así como una correlación inversa entre el número de fetos gestados y la duración del período de gestación.
 - El período de gestación en las líneas evaluadas varía entre 67 d y 69 d, independientemente de su precocidad, prolificidad o rapidez de crecimiento.

LITERATURA CITADA

1. ALIAGA, L. 1974. Factores que influyen en el peso al nacimiento en cuyes y algunas correlaciones halladas aplicables a la selección. *In* Investigación en Cuyes. Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú. v.1, p. 75-88.
2. ASDELL, S.A. 1964. Patterns of mammalian reproduction. 2 ed. New York, Comstock Publ. Associates. 437 p.
3. CHAUCA, L.; MUSCARI, J.; SARAVIA, J. 1983. Edad de empadre en cuyes hembras. *In* Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (6., 1983, Chiclayo, Perú). Resúmenes. Chiclayo, Perú, APPA. MR-19.
4. GOY, R.W.; HOAR, R.M.; YOUNG, W.C. 1957. Length of gestation in the guinea pig with data on the frequency and time of abortion and stillbirth. *Anatomical Record* 128:747-757.
5. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1989. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes en el Perú. III. Informe Técnico de Progreso. Lima, Perú, Convenio INIAA-CIID, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. 75 p.
6. ISHII, O. 1920. Observations on the sexual cycle of the guinea pig. *Biological Bulletin* 38:237-250.
7. LANE, W.P. 1963. Animals for research: Principles of breeding and management. New York, Academic Press. p. 287-321.
8. MILLS, P.G.; REED, M.E. 1971. The onset of first oestrus in the guinea pig and the effects of gonadotrophins and oestradiol in the immature animal. *Journal of Endocrinology* 50:329-337.
9. MUSCARI, J.; CHAUCA, L.; SARAVIA, J. 1983. Utilización del celo post-partum en cuyes hembras. *In* Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (6., 1983, Chiclayo, Perú). Resúmenes. Chiclayo, Perú, APPA. MR-20.
10. SISK, D.B. 1976. Physiology. *In* The biology of the guinea pig. J.E. Wargner, J.P. Manning (Eds.). London, Academic Press. p. 79-98.
11. STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill. 481 p.
12. TOMLINSON, A. 1962. Apuntes sobre la guía de criadores de cuyes de laboratorio. 26 p. (Mirco).
13. ZALDIVAR, M.; QUIJANDRIA, B.; MORENO, A.; CHAUCA, L. 1986. Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre el tamaño de camada. Lima, Perú, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agroindustrial. Serie de Reportes Técnicos no. 3. 119 p.

Efecto de Forraje Mejorado y del Cambio en la Fecha de Parición Sobre la Producción de Leche¹

G. Pichard*, C.A. Gana*

ABSTRACT

Milk production of small farmers in La Unión county was studied under a farming systems research approach. Red clay soils predominate in the region, which is characterized by a temperate climate and a severe summer drought, resulting in seasonal pasture growth. This growth pattern and low annual yields were identified as the most serious limiting factors in achieving better feeding and higher milk production. In the traditional systems, the calving seasons concentrate mainly in the spring and summer, confronting a high risk of summer drought and resulting in annual milk yields of only 1200 to 1500 l/cow, in addition to the risk of forage scarcity. By means of a multivariate and dynamic linear programming, *ex ante* analyses were performed on 16 new forage alternatives and three different calving programs: 70% in autumn and 100% in autumn, both with winter supplementation, and 70% in spring with winter and summer supplementation. These strategies were intended to reduce the seasonal lack of forage obtained from natural pastures. Improved systems increased total dry matter production from 25% to 40% over the traditional ones, along with a reduction in the contribution of natural pastures from 50-60% in the traditional systems to 25-40% in those improved. The area so spared was used mainly for forage crops. All this resulted in an annual milk production increase of 1000 to 1300 l/cow. Due to the concentration of calvings in the autumn, higher average milk prices were obtained, increasing gross farm income up to 4%. Altogether, improved systems (calving season plus new forages) resulted in increases of 37% and 75% in the net farm income. This required small amounts of additional operational capital, but was still within the financial capacity of small farmers. It was concluded that the improved systems had a positive and significant impact on productive and economic parameters when compared to the traditional ones; also, autumn calving reduced the risks deriving from summer drought.

COMPENDIO

Se estudiaron los sistemas de producción de leche que siguen pequeños productores de La Unión, X Región de Chile; una zona dominada por suelos rojos arcillosos, con clima templado y una fuerte sequía estival, que provocan una marcada estacionalidad en el crecimiento de los pastos. Esta estacionalidad y el bajo rendimiento de las praderas naturales son las principales restricciones para aumentar la producción de leche. Los sistemas tradicionales concentran las pariciones en primavera y verano, lo que, junto con el bajo nivel productivo (1200 l a 1500 l anuales por vaca), provocan un elevado riesgo por la carestía forrajera que deben enfrentar los animales. Mediante programación lineal multivariada y dinámica, se realizó un análisis *ex ante* del impacto por la introducción conjunta de 16 alternativas forrajeras mejoradas y de tres estrategias de concentración de pariciones (70% en otoño, 100% en otoño, ambas con suplemento invernal, y 70% en primavera con suplemento invernal y estival), como una forma de subir los niveles productivos y disminuir la dependencia del sistema de las condiciones climáticas y de los recursos forrajeros naturales. Los sistemas mejorados incrementaron la producción primaria por hectárea entre 25% y 40%, en relación con los tradicionales, y disminuyeron su dependencia de las praderas naturales desde un 50-60% hasta un 25-40% del forraje producido. Esto se consiguió mediante un aumento importante de la superficie destinada a cultivos forrajeros. Como consecuencia de lo anterior, las producciones por vaca aumentaron de 1000 l a 1300 l anuales. Como efecto de la concentración de partos en otoño, se lograron mejores precios para la leche, lo que representó hasta un 4% en el margen bruto del sistema global. Los incrementos logrados en el margen neto, vía incorporación de alternativas forrajeras mejoradas y cambios en la fecha de parición, variaron entre 37% y 75 por ciento. Dicho aumento se asoció, por lo general, con un incremento en el capital operativo, pero en niveles que no comprometieron la operación financiera habitual del sistema. Se concluyó que las mejoras propuestas aumentan significativamente los índices productivos y económicos de los sistemas tradicionales y, en el caso de la concentración de pariciones en otoño, el nivel de riesgo derivado de la severa sequía estival disminuye notablemente.

Palabras claves: Bovinos de leche, investigación en sistemas, pequeños productores, análisis *ex ante*, estación de parición.

¹ Recibido para publicación el 11 de junio 1993. Este trabajo ha sido desarrollado gracias al apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

* Proyecto de Investigación en Sistemas de Producción de Leche para Pequeños Productores de La Unión, Chile. Convenio Pontificia Universidad Católica de Chile-CIID, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile

INTRODUCCION

La producción de leche con base en praderas naturales de regiones templadas con clima seco-estival, se ve limitada por la breve duración de la estación de crecimiento de la vegetación, siendo más marcada cuanto menor es la disponibilidad de recursos forrajeros (6). Trabajos realizados por Pichard *et al.*

(14) indican que más del 80% del forraje crece en los meses de primavera (principalmente octubre y noviembre) y gran parte del resto en los primeros meses de otoño (abril y mayo). Tanto en invierno como en verano, la tasa de crecimiento de la pradera natural es esencialmente nula, debido a las bajas temperaturas y exceso de humedad, en el primero, y a la sequía, en el segundo.

La diversificación de recursos forrajeros, por medio del uso de praderas de rotación y de cultivos suplementarios, ha sido propuesta por Nicol y Barry (9), Sheldrick *et al.* (19) y Wheeler (20), como una estrategia para compensar los problemas derivados de la estacionalidad climática. Asimismo, la utilización intensiva de suelos en depresión hidromórficos (vegas), que mantienen humedad durante el período estival, ha sido sugerida como una estrategia de alimentación para el período seco.

La distribución estacional del forraje en praderas naturales influye sobre la curva de lactancia de las vacas (2), la que también es dependiente de la época en que se concentran las pariciones. Cuando estas ocurren en primavera, las lactancias se inician con un buen plano nutricional que, posteriormente, cae bruscamente al comenzar la sequía estival, dando como resultado lactancias de 7 a 8 meses. Cuando las pariciones ocurren en otoño, las lactancias se inician en un plano nutricional bajo, durante el período otoño-invierno; luego, hacia la mitad de la lactancia (primavera) se alcanza un buen nivel de alimentación.

La hipótesis de este trabajo es que es posible mejorar el sistema productivo y el desempeño económico predial, en particular el sistema de producción de leche, mediante un cambio en la época de parición de una parte del rebaño y un aumento de la oferta de alimentos en los períodos críticos. El objetivo del presente trabajo fue analizar el impacto de introducir opciones forrajeras mejoradas y del cambio en la fecha de parición del rebaño sobre el sistema de producción de pequeños agricultores de La Unión.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y descripción general

Esta investigación se llevó a cabo en el sur de Chile, en la comuna de La Unión, ubicada en una zona de verano fresco correspondiente al tipo climático Cfsb de Köppen, pero con alta probabilidad de sequía estival (5). Las temperaturas máximas medias varían entre 25°C y 35°C en verano y bordean los 8°C y -10°C en invierno; en tanto que las temperaturas mínimas medias

fluctúan entre 12°C y 15°C en verano y se acercan a los 0°C en invierno. Las precipitaciones medias fluctúan entre 830 mm y 1080 mm anuales, 55% de las cuales se concentran en el invierno y sólo 7-10% durante los meses de verano (14). El centro geométrico del estudio está en las coordenadas 40° latitud Sur y 73° longitud Oeste.

El 73% de los productores en el área de estudio produce y entrega leche a plantas procesadoras. De esta fracción, 92% corresponde a pequeños productores que entregan menos de 50 000 l al año. Del total de productores de leche que abastecen la planta lechera de la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión (COLUN), más del 70% entrega menos de 25 000 l/a (4).

La importancia de la leche dentro de los sistemas de producción locales es alta. En diversos casos estudiados, los ingresos anuales por concepto de leche variaron entre 30% y 60% del ingreso predial, llegando hasta el 100% cuando se considera el rubro carne, como subproducto de la lechería (13). Por otra parte, la leche como principal fuente de ingresos presenta mayor estabilidad histórica que otros rubros clásicos. De los tres rubros principales en la región (leche, carne y trigo) la primera ha presentado menores bajas en el precio, entre años consecutivos durante los últimos 15 años, con un 13.3% de máxima disminución; en tanto que la carne y el trigo han llegado a sufrir depreciaciones máximas de 21.8% y 23.7%, respectivamente (estimaciones realizadas con base en información suministrada por el Departamento de Estudios y Planificación, Ministerio de Agricultura, Chile).

Metodología general

El estudio y caracterización de los sistemas de producción se realizaron conforme a la metodología de investigación en sistemas descrita por Zandstra *et al.* (21) y por Shaner *et al.* (18), y, posteriormente, por Li Pun y Borel (7) y por Ruiz (17). Se estudiaron los principales factores que toman parte en el proceso productivo, se cuantificaron sus relaciones y se formularon modelos simples para la evaluación *ex ante* de los componentes dentro del sistema. Se evaluaron *ex post* los mismos componentes, de acuerdo con los resultados de pruebas físicas de campo y de diagnósticos dinámicos, para ir perfeccionando los modelos generales. Estos modelos sirvieron como base para elaborar una metodología que permite simular el comportamiento de alternativas de producción en el sistema predial global y evaluar su resultado de acuerdo con una serie de parámetros físicos y económicos.

Metodología de optimación

La optimación se hizo por programación lineal (BLP88 - Versión 4.11, *Eastern Software Products, Inc.*). Mediante este programa se busca la combinación óptima de recursos forrajeros y cultivos, que permitan maximizar el margen bruto y cubrir mes a mes los requerimientos de las diferentes categorías animales, de acuerdo con la disponibilidad de los diferentes tipos de suelo. El plan resultante de este modelo es sometido a una adecuación para que sea compatible con un manejo racional del predio y sus recursos y restringido a las limitaciones propias del productor.

El modelo de programación lineal consiste en una matriz de un número de variables y de restricciones, dependiendo del caso que se esté analizando. Cada variable es una actividad en la que se incluyen los recursos forrajeros, con prácticas de fertilización y conservación, los cultivos y los animales diferenciados por categoría, nivel productivo y estacionalidad de parición. Las restricciones del modelo, desde el punto de la alimentación animal, fueron consumo máximo de materia seca (MS) mensual, consumo mínimo de proteína cruda (PC) mensual y consumo mínimo de energía metabolizable (EM) mensual; desde el punto de vista de manejo agronómico, las restricciones fueron la cantidad y tipo de MS conservada y la superficie de cada tipo de suelo (vega, plano y ladera). El tamaño del rebaño también se incluyó entre las restricciones ya que constituye una inversión neta que de hecho es un factor limitante para el desarrollo de los pequeños productores.

Las variables de decisión del productor simuladas en la programación lineal fueron: la superficie por utilizar en cada alternativa forrajera o de cultivo, el tipo y cantidad de forraje por conservar, el número de animales y nivel productivo y la distribución de partos a lo largo del año. Para encontrar la respuesta correcta, el modelo debe considerar la estacionalidad de producción de cada una de las alternativas forrajeras con su costo, la estacionalidad de los requerimientos de las vacas, según su época de parición y nivel productivo, y la estacionalidad del precio de la leche.

Las variables consideradas en la programación lineal fueron las opciones forrajeras, la distribución de las pariciones y los requerimientos del rebaño de acuerdo con dicha distribución y su nivel productivo. En el caso de los recursos forrajeros, de un número inicial de 28 opciones se seleccionaron 18, con base en el grado de confianza de la información y la probabilidad de adopción por parte de los pequeños productores. Finalmente, el programa tomó 16 para la globalidad de los casos (Cuadro 1).

Los recursos forrajeros y cultivos disponibles son aquellos de los cuales se dispone información altamente confiable y que han sido considerados por los autores como alternativas biológicamente sólidas y exitosas, además de representar opciones de bajo riesgo y adecuadas a las capacidades de los pequeños productores. La información fue obtenida principalmente de la investigación en predios de los pequeños productores y de las experiencias realizadas por otras instituciones de investigación. Con ella se elaboraron las fichas técnicas de costos, uso de insumos, disponibilidad mensual de MS, energía y proteína, rendimiento total, y se calculó el resultado económico. Las fichas técnicas de las alternativas de producción constituyen la información base para la programación lineal.

La otra variable necesaria para la optimación es la suma, por separado, de los requerimientos de MS, EM y PC de las vacas lecheras, de los animales de reposición y de los machos criados más allá de los 6 u 8 meses. Dichos requerimientos se determinan por separado, mediante un submodelo basado en ecuaciones y tablas del ARC (1) y del NRC (8), ajustados para bovinos de tamaño mediano a pequeño, con bajo nivel de producción.

Este submodelo fue desarrollado en una planilla electrónica y tiene como variables de entrada los porcentajes de fertilidad, la mortalidad (adultos y terneros) y la parición mensual, así como el nivel de producción de leche y los pesos de las diferentes categorías. Las variables de salida (cada una de las cuales es mensual) son: el número de animales por categoría; los requerimientos de MS total máxima, de PC total y de EM total; la producción total de leche y la producción total de carne. A partir de esta información se elaboran las fichas técnicas de costos, uso de los insumos y requerimientos mensuales de MS, energía y proteína para cada grupo de animales.

Como factor determinante de los requerimientos de la masa leche se consideró la distribución de las pariciones durante el año, debido a la estrecha relación existente entre la estación de partos y los índices productivos de las vacas (Cuadro 2). Para calcular los requerimientos de las vacas lecheras, se consideró la curva de lactancia propia de cada estación de parto, para cada predio estudiado. Las curvas de lactancia tradicionales se obtuvieron de acuerdo con los controles lecheros mensuales; para las situaciones mejoradas, se lograron mediante la estimación de niveles productivos mensuales con base en mediciones bajo el supuesto de que la eliminación de la crisis de alimentación durante el invierno –en el caso de los partos en otoño (Fig. 1)– y la crisis de alimentación estival –en relación con los partos primaverales (Fig. 2)– permiten obtener curvas de acuerdo a la tendencia normal de lactancia (2). Los niveles de

Cuadro 1. Opciones forrajeras y de cultivos seleccionados por el programa durante la fase de optimización.

Alternativa forrajera o de cultivo de grano ¹	Forma de uso	MS utilizable (kg/ha)	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Dosis de P ² O ⁵ (kg/ha)	Uso de M de O (JH/ha)	Temporada de uso ²			
						V	O	I	P
Pradera natural (PN)	pastoreo	1 800-2 300	0	0	0	X	X	X	X
PN fertilizada	pastoreo	2 500-2 900	35	35	0,5	X	X	X	X
PN fertilizada	pastoreo y heno	2 600-3 000	35	35	2,5-4,5	X			X
PN de vega	pastoreo	3 200-4 000	0	0	0				X
Trébol rosado año 2 ³	pastoreo	5 000-5 200	0	0	1	X		X	X
Trébol rosado año 3 ³	pastoreo y heno	5 000-5 500	0	0	2,5-3,0	X			X
Trébol rosado año 4 ⁴	pastoreo	3 000-3 400	0	0	0	X		X	X
Avena	pastoreo	5 300-5 700	70	54	7		X	X	
Avena	pastoreo y heno	5 300-5 900	70	54	8,5		X		X
Festuca + trébol subterráneo	pastoreo	3 200-3 500	25	40	1	X	X	X	X
Maíz para consumo en verde	"soiling"	7-14 mil	90	72	21-27				X
Maíz para conservación	ensilaje	13-15 mil	90	72	36,5	X	X	X	
Col forrajera	pastoreo o "soiling"	6 000-6 600	68	50	27	X	X		
Silfo	"soiling"	9-10 mil	70	70	15-16				X
Trigo y paja de trigo	venta (grano)	2-3 t	60	72	13,5	X	X		X
	pastoreo y heno	1 700-2 500							
Arveja y paja de arveja	venta	1,4-1,8 t	0	72	13,5	X	X		X
	heno	1 800-2 200							

1 PN: *Agrostis tenuis* Sibth. e *Hypochoeris radicata* L.; PN de vega: *A. tenuis* Sibth., *Lotus uliginosus* Schk., *Potentilla reptans* L. y varias ciperáceas y juncáceas; PN fertilizada o conservada: *A. tenuis* Sibth., *Lolium* spp., *Holcus lanatus* L. y *Trifolium repens* L.; trébol rosado: *T. pratense* L.; avena: *Avena sativa* L.; festuca: *Festuca arundinacea* L.; trébol subterráneo: *T. subterraneum*; maíz: *Zea mays* L.; col forrajera: *Brassica oleracea* L.; silfo: *Silphium perfoliatum* L.; trigo: *Triticum aestivum* L. y arveja: *Pisum sativum* L.

2 V: verano, O: otoño, I: invierno, P: primavera.

3 Sembrado solamente junto a trigo o avena; luego de la cosecha del cereal rebrota el trébol y es utilizado como tal en el segundo año. Por lo tanto, el único costo de establecimiento está representado por la semilla y su siembra.

4 Corresponde a la segunda temporada de utilización del trébol rosado. El programa deberá tomar esta opción si toma alguna de las dos anteriores.

producción de leche en los sistemas mejorados fluctuaron entre 2300 l y 3100 l por lactancia, dependiendo de las producciones observadas en cada caso. Las prácticas de alimentación de vacas y vaquillas introducidas en el modelo corresponden al manejo normal realizado por los productores.

La distribución de partos en los sistemas tradicionales muestra una concentración importante en

Cuadro 2. Índices productivos de leche en los sistemas tradicionales, de acuerdo con la época de parición.

Índice	Época de parición	
	Invierno	Primavera
Producción por lactancia (l)	1 989	1 645
Producción corregida a 305 días (l)	2 128	1 965
Duración de la lactancia (d)	255	227
Producción diaria inicial (l/d)	5,7	6,5
Máxima producción diaria (l/d)	11,0	12,0
Días a máxima producción diaria	75	44

1 Basado en 57 curvas de lactancia en diversos predios de pequeños productores.

Fuente: Pichard *et al.* (15).

primavera y verano (Fig. 3), con la consecuente disminución en la longitud de la lactancia y el aumento en el riesgo de producción de leche durante períodos secoestivales normales. Dicha distribución se modificó en las situaciones mejoradas por medio de la formación de grupos de parición concentrados en otoño o en primavera, de modo que sean compatibles con una

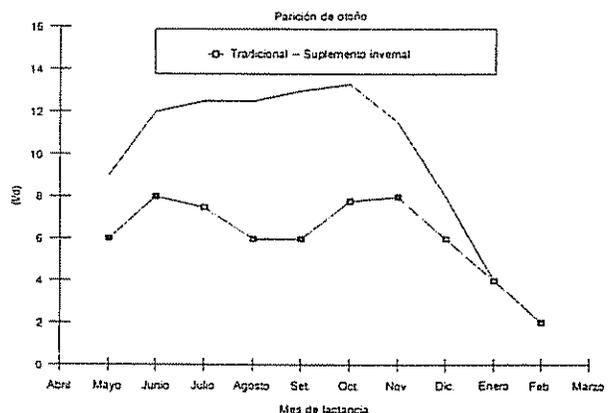


Fig. 1. Curvas de lactancia tradicional y con suplemento invernal para vacas con parición en otoño, en el rebaño de un pequeño productor de La Unión.

adecuada programación de la alimentación y producción de forraje (Fig. 4).

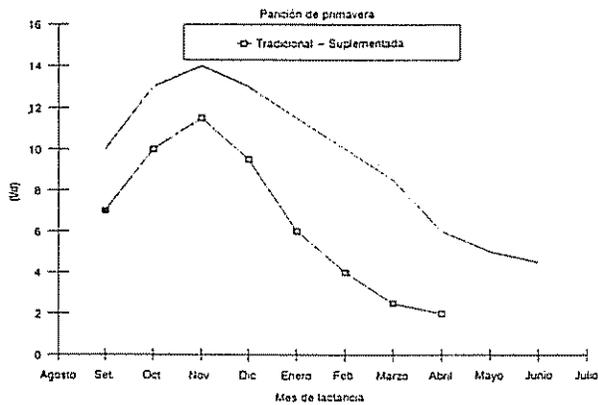


Fig. 2. Curvas de lactancia tradicional y con suplemento invernal para vacas con parición en primavera, en el rebaño de un pequeño productor de La Unión.

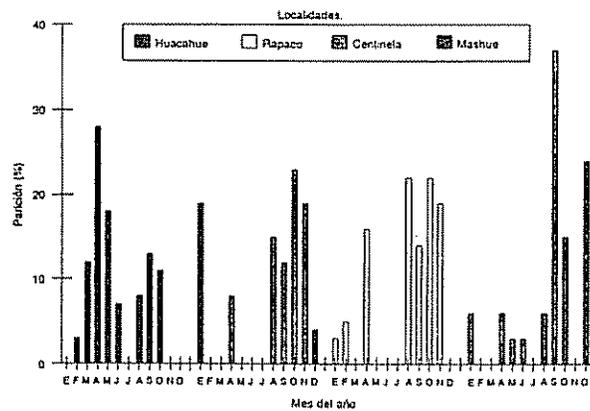


Fig. 3. Distribución tradicional de pariciones en los rebaños lecheros de cuatro pequeños productores en distintas en la zona de La Unión.

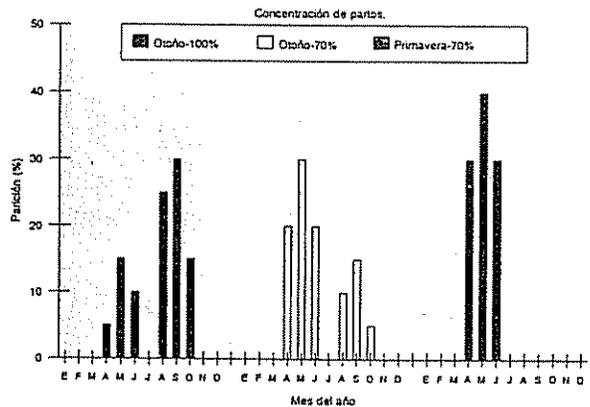


Fig. 4. Distribución de pariciones según tres estrategias de concentración de los partos de vacas lecheras.

Análisis productivo y económico

Los indicadores físicos de producción utilizados en este análisis fueron las producciones totales del sistema, los rendimientos unitarios y el uso de recursos, tales como mano de obra (total y marginal,) y de fertilizantes químicos.

El análisis económico se hizo con base en los siguientes indicadores: margen bruto (ingresos totales-costos directos totales); margen neto (margen bruto-costos indirectos); coeficiente de variación del flujo de caja (desviación estándar del flujo de caja mensual/promedio anual del flujo de caja); flujos negativos de caja; capital operacional marginal (o capital marginal para adquisición de insumos); rentabilidad del capital operacional marginal ((margen bruto plan mejorado-margen bruto plan de referencia)/(capital operacional plan mejorado-capital operacional plan de referencia)); capital de inversión marginal (o capital marginal para adquisición de ganado y establecimiento de praderas permanentes) y rentabilidad del capital de inversión marginal ((margen bruto plan mejorado-margen bruto plan de referencia)/(capital de inversión marginal)).

RESULTADOS

Producción primaria

La producción de biomasa registrada en los sistemas mejorados fue significativamente superior a la del sistema tradicional en los cuatro casos estudiados (Cuadro 3). Esta mayor producción se obtuvo principalmente al sustituir praderas permanentes por cultivos forrajeros, lo cual hizo cambiar la contribución de cada uno de ellos a la producción total de forraje en los cuatro predios (Fig. 5).

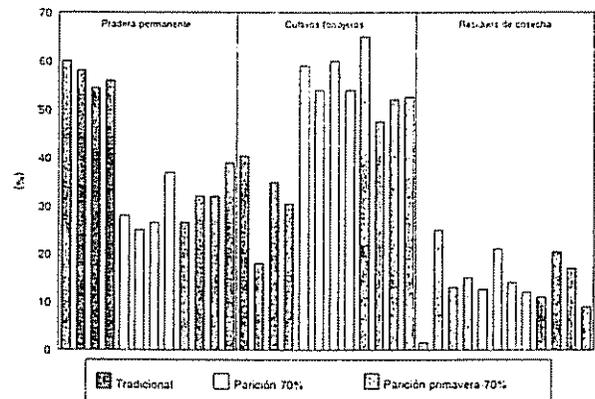


Fig. 5. Contribución de las praderas permanentes, cultivos forrajeros y residuos de cosecha a la producción de forraje en los sistemas tradicional, parición de otoño y parición de primavera.

Cuadro 3. Producción de forraje en los sistemas tradicional y mejorados para cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión.

	Tradicional	Otoño-70%	Otoño-100%	Primavera-70%
Producción anual (t d/MS)				
– Caso 1	82	103	119	121
– Caso 2	48	54	55	57
– Caso 3	32	40	42	44
– Caso 4	37	45	51	55
Producción unitaria (MS t/ha)				
– Caso 1	2.7	3.1	3.4	3.4
– Caso 2	2.4	2.9	2.9	2.9
– Caso 3	2.8	3.4	3.6	3.8
– Caso 4	3.0	3.6	4.1	4.3

Los residuos obtenidos de la cosecha de trigo y arveja son un aporte importante y se mantienen dentro de sistemas mejorados en niveles comparables al tradicional. La máxima producción de biomasa se logró con la combinación de forrajes que sustenta el sistema de parición de primavera al 70 por ciento. El análisis de la producción promedio de MS por hectárea muestra para los casos 1 y 2 un incremento cercano al 25%, mientras en los casos 3 y 4 se aproxima al 40 por ciento. Los dos primeros son predios de mayor superficie, cuya limitación principal no es la disponibilidad de tierra, en tanto que en los casos 3 y 4 se trata de predios pequeños, donde sí constituye la limitación prioritaria.

En los diferentes casos, el maíz, ya sea para consumo en verde o para ensilaje, ocupó la máxima superficie de vega que se le asignó, a pesar de tener el más alto costo unitario. Esto se explica por su alta producción de forraje, con elevada concentración de nutrimentos, para el período de sequía y por la posibilidad de conservar forraje de alta calidad. De igual modo, la col forrajera, con un alto valor nutritivo, fue incluida en la superficie máxima determinada para ese ítem, de acuerdo con los requerimientos de mano de obra para su cosecha. Dentro de los rubros, que incluyen la práctica de henificación, el trébol rosado fue tomado consistentemente en los cuatro casos, alcanzando, en todos ellos, niveles de siembra cercanos o iguales a los que se les asignó como máximos, según su restricción para ser sembrado sólo asociado a cereales. La superficie destinada a este rubro, en los casos 2 y 3, fue mayor en los sistemas de parición concentrada en otoño que en los de parición concentrada en primavera, en tanto que en los casos 1 y 4 fue similar. Esto indica la importancia de contar con un forraje conservado de buena calidad para el período invernal, con vegetación de escaso desarrollo. Por su parte, el silfo, que se ofreció sólo en los sistemas de parición en primavera al 70%, fue tomado en tres de los cuatro casos. En el cuarto caso, que no fue tomado durante la optimización, se utilizó la

máxima superficie disponible de vega con maíz para consumo verde, superando parcialmente con ese recurso la fase desfavorable del verano.

La provisión de forraje para el sistema de parición en otoño al 100% requiere sacrificar la producción de grano en los predios de menor superficie. Si bien hay un incremento en el ingreso por venta de leche (entre 12% y 15%), este no compensa el menor ingreso por venta de grano de trigo y arveja. La razón está en la restricción para satisfacer los requerimientos del rebaño sin reducir su tamaño ni su nivel productivo. Así, la avena destinada a forraje compite por el mismo suelo y reemplaza el cultivo del grano.

Producción secundaria

La producción de leche aumentó sustancialmente en los sistemas mejorados respecto de los tradicionales, superándolos en más de un 64% en los casos 2, 3 y 4, y en un 20% en el caso 1, cuyo nivel inicial era bastante elevado. En promedio, los casos 2, 3 y 4 aumentaron en 1013 l por vaca en el sistema de parición en otoño al 70% y 1304 l por vaca en el sistema de parición en primavera al 70 por ciento. La mayor producción en este último sistema está dada principalmente por un período de suplemento más prolongado para las vacas que paren en primavera, que incluye el suplemento de verano. En cuanto al incremento en la producción de leche por hectárea, se mantuvieron las proporciones del aumento global, con excepción del caso 1, en el cual, por una parte, fue relativamente menor y, por otra, la superficie utilizada también aumentó.

El impacto de los sistemas mejorados sobre el sub-sistema leche no debe ser entendido solamente como un incremento en la producción total, sino también como una mejor distribución de la producción y entrega de leche a lo largo del año. Mientras en tres de los sistemas tradicionales, la leche entregada a la planta en

Cuadro 4. Producción secundaria de los sistemas tradicionales y mejorados en cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión.

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 1			
	tradicional otoño-invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
Producciones totales				
Vacas vientre (núm)	20	20	20	20
Producción de leche anual (l)	48 800	59 240	65 180	62 140
Entrega de leche a planta anual (l)	41 900	52 200	57 180	56 380
Verano	6 411	6 995	5 146	15 448
Otoño	9 218	8 978	12 179	8 626
Invierno	12 319	17 226	21 557	11 276
Primavera	13 953	19 001	18 298	21 030
Producción de carne anual (kg)	6 180	6 160	6 040	6 280
Indicadores unitarios				
Producción de leche por vaca (l)	2 440	2 962	3 259	3 107
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 627	1 801	1 878	1 728
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	206	187	174	175

Cuadro 4 (Cont.)

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 2			
	tradicional primavera-verano invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
Producciones totales				
Vacas vientre (núm)	10	10	10	10
Producción de leche anual (l)	12 620	23 810	26 080	26 440
Entrega de leche a planta anual (l)	9 960	20 290	22 080	23 560
Verano	3 615	2 739	2 296	6 620
Otoño	1 514	3 307	4 526	3 346
Invierno	1 056	6 249	7 662	4 311
Primavera	3 775	7 994	7 596	9 283
Producción de carne anual (kg)	3 170	3 080	3 020	3 140
Indicadores unitarios				
Producción de leche por vaca (l)	1 262	2 381	2 608	2 644
Producción de leche por hectárea (l/ha)	634	1 260	1 365	1 349
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	159	163	158	160

Cuadro 4 (Cont.)

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 1			
	tradicional otoño-invierno otoño-invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
Producciones totales				
Vacas vientre (núm.)	8	8	8	8
Producción de leche anual (l)	12 408	20 352	22 720	22 864
Entrega de leche a planta anual (l)	10 240	17 536	19 520	20 560
Verano	3 164	2 052	1 659	5 592
Otoño	1 423	2 701	3 689	3 331
Invierno	1 382	5 734	7 183	3 865
Primavera	4 270	7 049	6 988	7 772
Producción de carne anual (kg)	2 430	2 464	2 416	2 512
Indicadores unitarios				
Producción de leche por vaca (l)	1 551	2 544	2 840	2 858
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 079	1 754	1 959	1 988
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	211	212	208	218

Cuadro 4 (Cont.)

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 2			
	tradicional primavera-verano invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
Producciones totales				
Vacas vientre (núm.)	10	10	10	10
Producción de leche anual (l)	13 770	23 040	25 040	26 010
Entrega de leche a planta anual (l)	11 000	19 520	21 040	23 130
Verano	3 795	2 596	1 978	6 407
Otoño	1 683	2 967	3 977	3 655
Invierno	1 067	5 934	7 343	4 187
Primavera	4 455	8 023	7 743	8 882
Producción de carne anual (kg)	2 486	3 080	3 020	3 140
Indicadores unitarios				
Producción de leche por vaca (l)	1 377	2 304	2 504	2 601
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 120	1 858	2 019	2 024
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	202	248	244	244

Cuadro 5. Entrega porcentual de leche por estación climática en sistemas tradicionales y mejorados en cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión (%).

	Concentración de partos	Epoca de suplemento	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Sistemas tradicionales						
Caso 1	tradicional	otoño-invierno	15	22	29	33
Caso 2	tradicional	invierno	36	15	11	38
Caso 3	tradicional	invierno	31	14	14	42
Caso 3	tradicional	invierno	35	15	10	41
Media sistemas mejorados						
Alternativa 1	otoño-70%	invierno	13	16	32	39
Alternativa 2	otoño-100%	invierno	9	20	36	35
Alternativa 3	primavera-70%	invierno-estío	28	15	19	38

las estaciones de invierno y otoño no superó, en conjunto, el 30% de la entrega anual, en los sistemas mejorados la entrega fue en promedio 34%, 48% en el otoño (70%) y 56% en el otoño (100%) (Cuadro 5). Por el contrario, los sistemas tradicionales presentan una alta proporción de entrega de leche durante la frágil estación de verano, superando el 30% en los casos 2, 3 y 4. Un análisis de las condiciones climáticas para el crecimiento de la vegetación antes y durante el estío, indica el alto riesgo a que se ven expuestos dichos sistemas.

Según se aprecia en el Cuadro 6, la probabilidad de precipitaciones mensuales significativas (50 mm por mes) a partir de noviembre y hasta marzo es ligeramente superior al 40%, llegando en los tres meses de verano a sólo un 25% de probabilidad. Estudios realizados por los autores muestran, para esos mismos meses, evapotranspiraciones mensuales en el rango de 110 mm a 180 mm y balances hídricos negativos

frecuentes entre noviembre y marzo (11). Del mismo modo, en condiciones climáticas normales, las tasas de crecimiento de la pradera natural son inferiores a 5 kg MS/ha/dma (12), por lo que los animales deben sustentarse básicamente en torno al sobrepastoreo de la pradera, al ramoneo del monte nativo, al pastoreo en vegas y al suplemento esporádico. Esto es lo que explica, en mayor grado, los bajos niveles productivos durante el verano de las pariciones de primavera y de verano.

Todas las estrategias de concentración de la parición mostraron mayores precios promedio ponderados que en los sistemas tradicionales, excepto en el caso 1, cuyo sistema convencional ya tenía más del 50% de la parición concentrada en otoño (Cuadro 7). En los tres casos restantes, el precio ponderado aumentó en promedio 2.0% en el sistema de primavera (70%), 5.1% en el sistema otoño (70%) y 7.2% en el sistema otoño (100%). De acuerdo con las estrategias de

Cuadro 6. Probabilidad de ocurrencia de precipitación total por mes en primavera-verano en La Unión (%).

Mes	Menor que 25 mm	Menor que 50 mm	Menor que 75 mm
Octubre	16.1	41.9	74.2
Noviembre	12.9	58.1	77.4
Diciembre	35.5	64.5	77.4
Enero	45.2	80.6	90.3
Febrero	48.2	74.2	87.1
Marzo	35.1	74.2	93.5
Abril	19.4	25.8	67.7

Fuente: Molinos Grob S.A., La Unión. Elaboración propia con base en 31 años de observaciones (1961-1991).

Cuadro 7. Precio medio ponderado de la leche obtenido en sistemas tradicionales y mejorados y su impacto sobre el resultado económico.

	Precio promedio ponderado de la leche ¹ (US\$/l)	Aumento en el ingreso bruto sólo por concepto de precio (US\$/a)	Incremento en el margen bruto total sólo por concepto de precio (%)
Caso 1: 20 vacas adultas, concentración tradicional de partos en otoño e invierno	49.9		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.9	0	0
Alternativa 2: parición otoño-100%	51.0	62 898	1.7
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.1	(101.484)	(2.7)
Caso 2: 10 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera y verano	47.0		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.5	50 725	2.2
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.5	77 280	3.2
Alternativa 3: parición primav.-70%	47.8	18 848	0.8
Caso 3: 8 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera	47.2		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.6	42 086	2.5
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.5	64.416	3.9
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.1	18.504	1.0
Caso 4: 10 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera y verano	46.9		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.3	46.848	2.5
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.3	71.536	4.1
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.0	25.443	1.2

¹ US\$1 = \$Ch380

concentración otoñal, el incremento en el ingreso bruto del sistema por el mejor precio percibido, solo por concepto de estacionalidad de la producción, es altamente significativo para un pequeño productor, pues representa el equivalente al dinero requerido durante uno o dos meses para solventar los gastos familiares de alimentación, vestuario, transporte, otros (ver Cuadro 8, ítem "remuneración del agricultor"). Asimismo, el aumento en el margen bruto total del sistema por este mismo concepto es de gran importancia por su magnitud y porque no representa ningún costo adicional, ya que el productor es un receptor de los precios determinados por la planta lechera. Por el contrario, en la medida que entrega más leche a la planta en los meses invernales, mayor es la bonificación en el precio de su producto.

A diferencia de la leche, la producción de carne no mostró variaciones importantes pues esta actividad es independiente de los niveles productivos de las vacas. Solo en el caso 4 se registró un aumento promedio de

un 22% en carne entre el sistema tradicional y los tres mejorados, lo que se debió a un incremento de los machos de segundo año para cría por razones de mayor disponibilidad de forraje. Dentro del modelo de simulación, planteado para el crecimiento de la masa ganadera, el resto de los sistemas alcanzaron en todos los casos el máximo número de terneros machos permitidos.

Resultado económico

Los sistemas mejorados presentaron mejores ingresos brutos que los tradicionales, por el aumento en la producción de leche (Cuadro 8). En el caso 1, donde no se cultivan granos en el sistema tradicional, el 50% sobre el ingreso marginal de las alternativas mejoradas se explica por la incorporación de cultivos de grano al plan de producción. Los incrementos en el ingreso por venta de leche fueron considerablemente más elevados en los casos cuyos sistemas tradicionales presentan bajos niveles de producción (menores a 1600 l por vaca)

Cuadro 8. Resultado económico de sistemas de producción tradicionales y mejorados para cuatro casos de pequeños productores en la comuna de La Unión, \$ chilenos¹

ALTERNATIVA	Caso 1			
	Tradicional otoño-invierno	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones	10	10	10	10
Número de vacas	otoño-invierno	invernal	invernal	todo el año
Epoca de suplemento				
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	2 089	2 604	2 914	2 713
Por venta de carne	2 225	2 204	2 144	2 281
Por venta de grano	0	1 012	1 012	1 012
Sub-total ventas	4 314	5 820	6 070	6 005
Por retribución de FIT	169	228	261	255
Por retribución de maquinaria propia	80	149	196	207
Subtotal	4 562	6 197	6 527	6 467
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FIT	169	228	261	255
Por utilización de maquinaria propia	80	149	196	207
Por contratación de mano de obra	920	1 010	1 054	1 038
Por arriendo de maquinaria y servicios	0	91	91	91
Por pago de insumos	696	987	1 140	1 152
Subtotal	1 864	2 465	2 742	2 743
MARGEN BRUTO	2 698	3 732	3 785	3 724
COSTOS INDIRECTOS	858	858	858	858
MARGEN NETO	1 840	2 874	2 927	2 866
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	156	159	156
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	720	720	720	720
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	1 120	2 154	2 207	2 146
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	1 616	2 088	2 285	2 281
RELACION (Excedente) (Kop)	0.69	1.03	0.97	0.94
RENTABILIDAD del Kop (%)	167	179	166	163
Kop MARGINAL		472	669	665
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		219	162	154
CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	0
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	0.36	0.82	0.72	1.00

antes que en el caso 1 (2440 l por vaca), debido a las restricciones para el aumento en productividad para cada caso. El menor ingreso bruto registrado en las estrategias de otoño (100%), en los casos 3 y 4, se debe a la sustitución de cultivos de grano por avena para suplir los requerimientos del rebaño, más exigentes en nutrimentos en invierno, que en rebaños con una concentración menor.

Debido al incremento en los niveles de producción de leche, el aporte de los distintos subsistemas varió

significativamente en los casos 1, 2 y 3 (Cuadro 9). El rubro leche, de un promedio de 25% de los ingresos subió hasta un 37% en promedio en la estrategia otoño (70%), un 42% de promedio en la estrategia otoño (100%) y un 39% en la de primavera (70%). En el caso 1, su aporte disminuyó por la inclusión del grano, lo que hizo bajar también el aporte del subsistema carne. Dada la tendencia favorable registrada durante los últimos 10 años en consumo y precio interno de la leche, así como en el ingreso *per cápita*, esta situación se ve como una ventaja favorable para los sistemas mejorados.

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 2			
	Tradicional primavera-verano	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	invierno	invernal	invernal	todo el año
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	468	1 004	1 114	1 126
Por venta de carne	1 151	1 102	1 072	1 140
Por venta de grano	1 012	1 012	1 012	1 012
Sub-total ventas	2 632	3 118	3 198	3 278
Por retribución de FIF	525	516	530	532
Por retribución de maquinaria propia	79	62	69	70
Subtotal	3 236	3 695	3 797	3 880
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FIF	525	516	530	532
Por utilización de maquinaria propia	79	62	69	70
Por contratación de mano de obra	29	31	36	42
Por arriendo de maquinaria y servicios	175	198	192	169
Por pago de insumos	580	552	572	578
Subtotal	1 389	1 358	1 398	1 391
MARGEN BRUTO	1 848	2 337	2 399	2 489
COSTOS INDIRECTOS	802	802	802	802
MARGEN NETO	1 045	1 535	1 597	1 687
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	147	153	161
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	756	756	756	756
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	289	779	841	931
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	784	781	799	789
RELACION (Excedente) (Kop)	0.37	1.00	1.05	1.18
RENTABILIDAD del Kop (%)	236	299	300	315
Kop MARGINAL		-3	15	5
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		--	3 619	13 066
CAPITAL DE INVERSION				
MARGINAL (K inv)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	46
RENTABILIDAD del K inv MARGINAL (%)				1 403
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	1.83	1.52	0.72	1.64

En el Cuadro 8 se muestra que los incrementos en el margen neto por efecto del cambio en la estrategia de parición, junto con la introducción de alternativas forrajeras mejoradas, variaron entre 37% (caso 3 - alternativa 2) y 75% (caso 4 - alternativa 3). El sistema que presentó mayores incrementos de margen neto fue el de primavera (70%) por sus mayores niveles de producción de leche y, adicionalmente, por su compatibilidad con cultivos de grano en los casos de superficie restringida. Sin embargo, el aumento en el margen neto con pariciones de primavera viene acompañado de

un incremento en los requerimientos de capital de operación hasta un 41%, salvo en el caso 2, donde el aumento de producción de leche se debe a la introducción de trébol rosado con el cultivo de trigo; práctica en que la semilla es su único costo adicional.

De todos los casos, el 4 es el único que no presenta un sistema tradicional con relación (excedente): (capital operacional) sobre 1. El excedente, que refleja cuanto dinero queda realmente disponible para distintas necesidades de la familia luego de un año de

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 3			
	Tradicional otoño-invierno	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	otoño-invierno	invernal	invernal	todo el año
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	483	869	986	989
Por venta de carne	883	882	858	912
Por venta de grano	306	447	322	608
Sub-total ventas	1 672	2 198	2 166	2 509
Por retribución de FTF	405	410	409	424
Por retribución de maquinaria propia	38	40	44	50
Subtotal	2 115	2 647	2 620	2 984
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FTF	405	410	409	424
Por utilización de maquinaria propia	38	40	44	50
Por contratación de mano de obra	7	25	26	31
Por arriendo de maquinaria y servicios	92	108	110	101
Por pago de insumos	328	376	407	464
Subtotal	869	958	997	1 071
MARGEN BRUTO	1 245	1 689	1 623	1 913
COSTOS INDIRECTOS	214	214	214	214
MARGEN NETO	1 031	1 475	1 409	1 698
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	143	137	165
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	864	864	864	864
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	167	611	545	834
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	427	508	543	597
RELACION (Excedente) (Kop)	0.39	1.20	1.00	1.40
RENTABILIDAD del Kop (%)	292	332	299	321
Kop MARGINAL		81	116	170
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		546	326	394
CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	156
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				42
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	0.84	0.98	0.75	1.39

producción, fue en los sistemas mejorados notablemente mayor que en los tradicionales. Considerando que este dinero es el que se utilizará en la próxima temporada como capital de operación, se concluye que los sistemas mejorados dan al productor la posibilidad de operar en este nuevo nivel sin necesidad de crédito, o bien, de invertir en su campo e ir capitalizando en el tiempo.

El capital de inversión necesario para el establecimiento de praderas permanentes (silfo y *Fes-*

tuca-trébol subterráneo) en las estrategias de concentración de partos en primavera, en los tres casos en que se necesitó, fue inferior a la diferencia entre el excedente y el capital de operación. Esto indica que tales opciones de inversión no afectan en absoluto la normal operación financiera del predio, pues los recursos generados a través de la leche son suficientes.

El coeficiente de variación del flujo de caja mostró un comportamiento altamente variable entre casos y entre alternativas. Sin embargo, un análisis de los

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 4			
	Tradicional primavera-verano	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	invierno	invernal	invernal	todo el año
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	515	962	1 058	1 110
Por venta de carne	837	1 102	1 072	1 140
Por venta de grano	465	404	200	404
Sub-total ventas	1 817	2 468	2 330	2 654
Por retribución de FIF	482	486	482	493
Por retribución de maquinaria propia	47	49	44	46
Subtotal	2 346	3 003	2 856	3 193
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FIF	482	486	482	493
Por utilización de maquinaria propia	47	49	44	46
Por contratación de mano de obra	15	37	34	42
Por arriendo de maquinaria y servicios	104	79	66	54
Por pago de insumos	413	443	489	514
Subtotal	1 060	1 094	1 116	1 148
MARGEN BRUTO	1 286	1 909	1 740	2 045
COSTOS INDIRECTOS	277	277	277	277
MARGEN NETO	1 009	1 632	1 463	1 768
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	162	145	175
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	432	432	432	432
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	577	1 200	1 031	1 336
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	531	559	589	609
RELACION (Excedente) (Kop)	1.09	2.15	1.75	2.19
RENTABILIDAD del Kop (%)	242	341	295	336
Kop MARGINAL		28	58	78
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		2 203	777	969
CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	142
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				134
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	1.40	0.84	0.70	1.03

NOTA: Todos los valores fueron contenidos con una relación de \$380 chilenos por US\$1.

flujos de caja para cada sistema mostró que en ninguno de ellos se registran flujos negativos en meses sucesivos; lo que muestra que los sistemas mejorados no provocan dificultades de financiamiento que pudieran eventualmente frenar su adopción.

DISCUSION

Los resultados indican que la mayor disponibilidad y calidad de la alimentación, por medio de las alter-

nativas forrajeras mejoradas introducidas al sistema, tuvo un impacto notable sobre el resultado económico predial. Los sistemas de producción tradicionales basan su alimentación en praderas naturales, las que, por su desarrollo escaso y estacional, no son capaces de soportar un rebaño con niveles de producción de leche superior a los observados. Además, los pequeños productores conservan forraje en cantidades, por lo general, inferiores a la necesaria para superar los periodos críticos, sometiendo las praderas naturales a sobrepastoreo gran parte del año.

Cuadro 9. Aporte de los distintos subsistemas al ingreso bruto predial en sistemas tradicionales y mejorados para cuatro productores (%).

	Alternativa	Leche	Carne	Grano
Caso 1	Tradicional	48.4	51.6	0
	Otoño-70%	44.7	37.9	17.4
	Otoño-100%	48.0	35.3	16.7
	Primavera-70%	45.2	38	16.9
Caso 2	Tradicional	17.8	43.7	38.5
	Otoño-70%	32.2	35.3	32.5
	Otoño-100%	34.8	33.5	31.6
	Primavera-70%	34.3	34.8	30.9
Caso 3	Tradicional	28.9	52.8	18.3
	Otoño-70%	39.6	40.1	20.3
	Otoño-100%	45.5	39.6	14.9
	Primavera-70%	39.4	36.4	24.2
Caso 4	Tradicional	28.4	46	25.6
	Otoño-70%	39	44.7	16.4
	Otoño-100%	45.4	46	8.6
	Primavera-70%	41.8	43	15.2

Las interacciones edáficas y climáticas descritas por Roberts (16), que contribuyen a acentuar la baja disponibilidad de forraje y su efecto negativo sobre la producción animal, se aplican plenamente en la región estudiada en este trabajo. La diversificación en la oferta de forrajes alternativos permitió, por un lado, aumentar el volumen de alimento y, por otro, elevar la concentración proteica y energética de la dieta. Todo esto se reflejó en una mayor capacidad del sistema para mantener vacas de más altos requerimientos. Los sistemas mejorados propuestos en este trabajo mantienen la arquitectura central de los tradicionales, plantean una solución óptima desde el punto de vista económico, lo que asegura un equilibrio dinámico entre los recursos alimenticios y los requerimientos del rebaño. Esto redundó en un incremento de los índices productivos y hubo un mejoramiento en el resultado económico de los sistemas.

Las razones por las cuales los pequeños productores no adoptan espontáneamente las alternativas mejoradas radican, de acuerdo al sondeo y la encuesta realizados durante las fases iniciales del trabajo (10), en el desconocimiento de nuevas alternativas forrajeras y de sus técnicas de producción, en la falta de apoyo técnico permanente, en la desconfianza frente a estrategias de producción novedosas y en el mayor costo por mano de obra que requieren algunas de ellas. Cereceda y Barría (3) señalaron la importancia que tiene la continuidad de la explotación familiar y, por lo tanto, la baja disposición del pequeño productor a tomar riesgos, como la puesta en marcha de nuevas prácticas de producción sin contar con un apoyo adecuado.

La concentración de las pariciones en otoño presentó diferentes resultados de acuerdo con su intensidad. La concentración de todas las pariciones en otoño (otoño al 100%), si bien tiene el atractivo de facilitar el manejo mediante una mejor organización de los requerimientos nutricios en cada época del año, tuvo un resultado económico levemente superior al sistema otoño al 70% en los casos 1 y 2, que no tienen limitación severa de superficie. Por otro lado, tuvo un efecto claramente negativo en los casos 3 y 4, obligando a prescindir de la producción de grano (trigo o arveja) para producir el forraje requerido por el rebaño, con el consiguiente deterioro en el resultado económico.

Al comparar la concentración de partos en otoño frente a la de primavera se pudo apreciar, en general, que esta última estrategia mostró mejores resultados económicos, hecho que en un mayor período de suplemento alimenticio genera una respuesta directa en la producción de leche. Sin embargo, según la información climática, el nivel de riesgo para ambos sistemas es claramente diferente. Si se considera que en los sistemas mejorados hay, entre los meses de noviembre y marzo, una fuerte producción de forraje y que ella es dependiente de la caída pluviométrica en la estación, se puede inferir que un sistema basado en el crecimiento de los forrajes de fines de primavera y verano tiene una baja estabilidad. Los forrajes cultivados en suelos de vega se excluyen, en gran medida, de este problema de sequía estival, pero en general son superficies pequeñas y aun a veces no existen. Las alternativas forrajeras seleccionadas en los sistemas mejorados superan largamente la situación tradicional basada en praderas naturales, pero mantienen cierta dependencia del clima. Por otra parte, en el período de

otoño e invierno, la variación entre años respecto a los parámetros más limitantes, como exceso de lluvia y bajas temperaturas, es claramente menor tanto por los valores absolutos de estos parámetros (14), como por su influencia sobre el crecimiento de las plantas, el cual es muy bajo en todos los casos.

Si se analizan las curvas de requerimientos de las vacas lecheras a lo largo del año con las tres estrategias de concentración, se observa el acertado efecto que tienen las pariciones de otoño para disminuir los requerimientos del hato en los meses más críticos de sequía estival, como son febrero y marzo (Fig. 6). Las pariciones concentradas en primavera, en cambio, requieren un fuerte suplemento desde noviembre hasta abril.

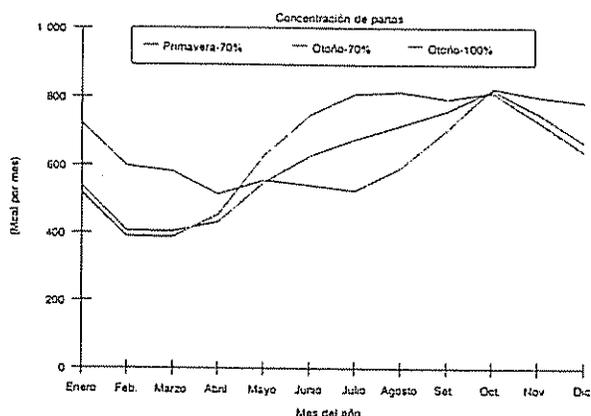


Fig. 6. Requerimientos de las vacas lecheras de un pequeño productor de La Unión en un año, según diferentes estrategias de concentración de la parición.

La consideración antes mencionada adquiere su máxima importancia por tratarse de sistemas mejorados que incrementan la producción significativamente por sobre los niveles tradicionales, haciendo que ellos sean más susceptibles a efectos ambientales adversos. La producción tradicional en niveles de 1200 l a 1500 l por lactancia no involucra mayores riesgos productivos en caso de sequía, ya que las vacas ajustan su metabolismo para mantenerlos, haciendo uso de sus reservas corporales y con pequeños suplementos alimenticios en forma esporádica. El manejo tradicional de carácter extensivo es sin duda el menos riesgoso, pero realizado en operaciones de pequeña escala no es compatible con las necesidades de crecimiento económico del productor y su familia.

CONCLUSIONES

El análisis de los sistemas de pequeños productores de La Unión indica que probablemente el factor

limitante que más restringe la producción de leche en la zona es la excesiva dependencia de praderas naturales, donde se produce biomasa en abundancia. El otro factor es naturalmente el escaso patrimonio del productor, reflejado ya sea en una superficie de terreno pequeña y limitante, o bien, en una masa de ganado reducida, lo que provocan producciones totales bajas. Investigaciones anteriores (14) han mostrado que no hay limitaciones de potencial genético en las vacas para alcanzar fuertes mejoras en los niveles actuales de producción de leche.

Los terrenos en que se encuentran las praderas naturales son, en general, bastante pobres. Ellos han sido sobreexplotados y su fertilidad natural es baja. La aplicación de fertilizantes en estas praderas ha mejorado su productividad, pero en niveles muy bajos para poder suplir los requerimientos nutricios de los rebaños lecheros. Por otra parte, los cultivos forrajeros se siembran en sectores de mejores suelos y su época de crecimiento permite extender el período de disponibilidad normal de alimento. De esta manera se cumple mejor con los requerimientos del rebaño lechero, cuya lactancia de diez meses se ve muy afectada por la breve estación de crecimiento de las praderas naturales.

El análisis de la producción de forraje en el período invernal y estival indica que este último presenta grandes oscilaciones entre años, como consecuencia de ser muy sensible a las frecuentes sequías que se han registrado entre los meses de diciembre y marzo. Esto explica la ventaja de la concentración de pariciones en el otoño, de manera que, una vez llegado el período de verano, las lactancias se encuentren en su término. En caso contrario, con pariciones concentradas en primavera, si bien teóricamente se logran resultados muy similares de productividad al otoño, se asume un riesgo más elevado.

Se concluye que, en las condiciones de esta zona, con praderas permanentes de baja productividad, un aumento significativo en producción secundaria es posible solamente si se incorporan cultivos forrajeros, en verde y conservados, como suplementos estratégicos para la alimentación más balanceada y prolongada de las vacas lecheras. Estos requieren, por lo general, un pequeño incremento en mano de obra y capital operacional y casi prescindir de mecanización, siendo por lo tanto adecuados para los pequeños productores aquí estudiados.

LITERATURA CITADA

1. ARC (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. England, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Gresham Press. 351 p.

2. BROSTER, W.H.; BROSTER, V.J. 1984. Long term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *Journal of Dairy Research (U.K.)* 51:149-196.
3. CERECEDA, L.E.; BARRIA, L. 1984. Comportamiento económico y racionalidad del campesino. Santiago, Universidad Católica de Chile, Instituto de Sociología. Cuadernos de Sociología. 285 p.
4. COLUN (COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA DE LA UNION). 1991. Informativo noviembre-diciembre 1991. La Unión, Chile. 30 p.
5. GASTO, J.; GALLARDO, S.; CONTRERAS, D. 1987. Caracterización de los pastizales de Chile: Reinos, dominios y provincias. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. IISA-8716. p. 181-210.
6. JOHNSON, H.D. 1987. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In *Bioclimatology and the adaptation of livestock*. H.D. Johnson (Ed.). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. p. 35-57.
7. LI PUN, H.H.; BOREL, R. 1986. La investigación en componentes en el proceso de investigación en sistemas de producción animal. In *Reunión de Trabajo Sobre Sistemas de Producción Animal* (6., 1986, Panamá). Informe. H.H. Li Pun, N. Gutiérrez (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC-MR 139s. p. 10-43.
8. NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 5 ed. Washington, D.C., National Research Council, National Academy of Sciences, National Academy Press. 108 p.
9. NICOL, A.M.; BARRY, T.N. 1980. The feeding of forage crops. In *Supplementary feeding*. K.R. Drew, P.F. Fennessy (Eds.). New Zealand, New Zealand Society of Animal Production. p. 69-106.
10. PICHARD, G.; ORTEGA, J. 1986. Investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores, La Unión, Chile. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe de Proyecto no. 1. 105 p.
11. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; MOORE, F. 1990a. Investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores La Unión, Chile: Segunda fase. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe de Proyecto no. 2. 89 p.
12. PICHARD, G.; ORTEGA, J.; ALCALDE, J.A. 1990b. Proyecto de investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores en La Unión, Chile. In *Reunión General de RISPAL* (9., 1990, Zacatecas, Méx.). Informe. A. Ruiz, M.E. Ruiz (Eds.). San José, IICA-CIID. p. 47-59.
13. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; GANA, C.A. 1991a. Parámetros para la evaluación económica de predios de pequeños productores de leche. In *Reunión Anual de SOCHIPA* (16., 1991, Valdivia, Chile). Resúmenes. Sociedad Chilena de Producción Animal. p. 26.
14. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; ORTEGA, J. 1991b. Sistemas de producción de pequeños productores de leche en la zona de La Unión (Chile). *Turrialba (C.R.)* 41(1):31-39.
15. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; GANA, C.A. 1993. Factores limitantes y desarrollo de alternativas mejoradas para la producción de leche en predios de pequeños productores, La Unión, Chile. In *Reunión General de RISPAL* (10., 1991, Puerto Varas, Chile). A. Ruiz, M.E. Ruiz (Eds.). San José, C.R. IICA-RISPAL. (En prensa).
16. ROBERTS, B.R. 1987. The availability of herbage. In *The nutrition of herbivores*. J.B. Hacker, J.H. Ternouth (Eds.). New York, Academic Press. p. 47-63.
17. RUIZ, M.E. 1989. El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. In *Ciencias sociales y enfoque de sistemas agropecuarios*. E. Nolte, M.E. Ruiz (Eds.). Lima, Perú, IICA-RISPAL. p. 9-35.
18. SHANER, W.W.; PHILIPP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development: Guidelines for developing countries. Colorado, EE.UU., Westview Press. 414 p.
19. SHELDRICK, R.; THOMSON, D.; NEWMAN, G. 1987. Legumes for milk and meat. London, U.K., Chalcombe Pub. 102 p.
20. WHEELER, J.L. 1981. Field evaluation of complementary forage-pasture systems. In *Forage evaluation: Concepts and techniques*. J.L. Wheeler, R.D. Mochrie (Eds.). Australia, AFGC/CSIRO. p. 507-516.
21. ZANDSTRA, H.G.; PRICE, E.C.; LITSINGER, J.A.; MORRIS, R.A. 1981. A methodology for on-farm cropping systems research. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute. 149 p.

Contribución en la Selección de Forraje en la Zona Andina, Col.¹

H. Castañeda*, L. Calle**, O. Duarte**

ABSTRACT

A low quotient of technology adoption is considered to be due in part to the fact that, many times, technological recommendations do not meet farmers' expectations as well as their economic resources. Research activities reported here compare researchers' and producers' criteria used in the selection of forage legumes and grasses in an area of the Andean region of Colombia. The study followed RIEPT's methodology for regional type B trials. Forage evaluation included yield, ground cover, crude protein, and digestible energy contents. Ten farmers were asked to participate in the evaluation and selection of forage species. The farmers' opinions and preferences concerning expected performance were quantitatively recorded for later analysis. According to producers, the best grasses were *Brachiaria decumbens* (90%) and *B. dictyoneura* (70%). Even though agronomic performance of the former species was not outstanding in this trial, farmers' previous experience with this grass indicated good consumption and a higher stocking rate than native pastures. On the other hand, *B. dictyoneura* exhibited a relatively lower yield, but higher cover and nutritive value; farmers' experience indicated fast-growing ground cover, good ability to compete with weeds, high leaf production and tolerance to trampling. Forage yield from *Panicum maximum* was high, but the farmers ranked it third, probably due to its poor ground cover. The best legumes in the agronomic evaluation were *Stylosanthes capitata* and *Pueraria phaseoloides*; nevertheless, farmers unanimously selected *Arachis pintoi* due to its spreading capacity and good ground cover. It was concluded that farmers consider ground cover as the most important factor for selecting forage species; this is probably related to successful competition against weeds. The participation of farmers in the process facilitates the establishment of good linkages between the generation and transfer of technology, and serves as a feed-back mechanism, which in turn must be adequately evaluated in the process of conducting agricultural research.

COMPENDIO

Se considera que los bajos índices de adopción tecnológica obedecen, en gran medida, a que las recomendaciones no resultan adecuadas a los recursos y expectativas de los usuarios. Esta investigación compara los criterios de técnicos y productores para la selección de gramíneas y leguminosas en un área de la región andina de Colombia. El ensayo siguió la metodología de las pruebas regionales tipo B de la Red Internacional para Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT); se evaluó la producción de forraje, cobertura y contenidos de proteína y energía digestible. Diez productores hicieron una calificación del comportamiento de los materiales en evaluación. El 90% de ellos seleccionaron al *Brachiaria decumbens* y el 70% al *B. dictyoneura* dentro de las mejores gramíneas. La primera, sin llegar a distinguirse en ningún aspecto agronómico, era conocida previamente y, según ellos, el ganado la come bien y mantiene más animales que las gramíneas nativas; la segunda, a pesar de una producción de forraje relativamente baja, destacó por su cobertura y calidad nutricional y, de acuerdo con el concepto de los productores, tiene un rápido cubrimiento, compete con las malezas, produce abundante follaje y resiste el pisoteo. El *Panicum maximum* destacó por su producción de forraje pero ocupó el tercer lugar de preferencia entre los productores, probablemente por su baja cobertura. En el caso de las leguminosas, en la evaluación agronómica, destacaron el *Stylosanthes capitata* y la *Pueraria phaseoloides*, mientras que los productores seleccionaron al *Arachis pintoi* en forma unánime, dado que tiene capacidad invasora y cubre bien el suelo. Se concluye que para los productores, la cobertura vegetal fue el factor más importante en la selección de material forrajero, probablemente por la capacidad de competencia con las malezas. La investigación participativa permite disminuir costos, articula las actividades de generación y transferencia de tecnología y constituye un mecanismo de retroalimentación que debe ser mejor valorado en los procesos de la investigación agropecuaria.

Palabras claves: Selección de forrajes, evaluación con productores, forrajes tropicales andinos, investigación participativa.

INTRODUCCION

En Colombia existen evidencias de que algunas recomendaciones tecnológicas, a pesar de ser factibles de acuerdo con las condiciones agrocológicas de las zonas, no son apropiadas a los recursos de los productores, no se ajustan a sus sistemas de producción, y, por tanto, tienen bajos índices de adopción (6). La investigación con enfoque de sistemas permite que el conocimiento científico y

¹ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Programa de Pastos y Forrajes, Centro de de Investigaciones Carimagua, Instituto Colombiano Agropecuario, Carimagua, Colombia.

** Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción, Instituto Colombiano Agropecuario, San Gil y Tibaitatá, respectivamente, Colombia.

tecnológico que se genera en las estaciones y centros experimentales sea retroalimentado con el aporte de los productores. Cuando estos tienen oportunidad de contribuir en la identificación y dar prioridad a las limitaciones, buscar soluciones, planear y montar pruebas, analizar resultados y formular recomendaciones en una investigación de tipo participativo, es posible desarrollar tecnologías más acordes con las circunstancias de los productores y con mayores probabilidades de ser adoptadas (2, 4).

El objetivo general de este trabajo fue conocer y cuantificar los criterios y preferencias de los productores en la selección de material forrajero y compararlos con los resultados agronómicos obtenidos por los técnicos, utilizando para ello un ensayo de evaluación de gramíneas y leguminosas en el CRECED Guanentá-Comunero, de la región andina de Colombia.

MATERIALES Y METODOS

Evaluación agronómica

El ensayo se estableció en una finca situada a 1523 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y un promedio de 2113 mm anuales de precipitación. El suelo tuvo una textura franca, un pH fuertemente ácido (4, 6), alta concentración de Al (5.0 mEq/100 g suelo) y deficiencias de N, P, Ca y Mg).

La metodología para el montaje del ensayo siguió las recomendaciones de la RIEPT para pruebas regionales tipo B (5). Se sembraron parcelas de 5 m x 2.5 m, en un diseño de bloques al azar, con un arreglo de parcelas divididas y tres repeticiones. Se realizaron muestreos a la tercera, sexta, novena y duodécima semana de rebrote, dos en época de máxima precipitación (promedio de 1751 mm por período) y dos, en época de mínima precipitación (promedio de 882 mm por período). Las gramíneas evaluadas fueron *Paspalum* spp. (testigo local), *B. decumbens* CIAT 606, *B. dictyoneura* CIAT 6133, *B. humidicola* CIAT 679 y *P. maximum* CIAT 673. En cuanto a las leguminosas, se evaluaron *P. phaseoloides* CIAT 9900, *A. pintoi* CIAT 17434, *Centrosema acutifolium* CIAT 5277, *Desmodium ovalifolium* CIAT 13089 y *S. capitata* CIAT 10230.

Se midieron las variables producción de forraje seco (FS), cobertura vegetal (CV) y contenidos de proteína cruda (PC) y energía digestible (ED). Para el análisis estadístico y presentación de los resultados de producción y cobertura, se agruparon ambos períodos de lluvia y ambos períodos de sequía. El contenido nutricional se analizó solamente en el material obtenido a la sexta semana.

Evaluación con los productores

Para conocer y cuantificar las opiniones y expectativas de los productores, en relación con el comportamiento de los materiales en evaluación, se invitó a diez de ellos, todos de la región y con alguna experiencia previa en aspectos pecuarios, a participar en una actividad conjunta de investigación y transferencia de tecnología, mediante los siguientes pasos:

- Explicación por parte de los técnicos (un zootecnista y dos sociólogos) sobre el objetivo de la reunión.
- Explicación acerca del ensayo: problema que intenta solucionar, objetivo, fecha de siembra, mediciones y períodos de evaluación, fertilización, control de malezas y cortes de uniformidad.
- Recorrido por el lote: se formaron tres grupos de productores (uno por repetición y por técnico) para observar las parcelas (inicialmente de gramíneas y, posteriormente, de leguminosas). Al finalizar el recorrido de cada repetición, los productores seleccionaron, en forma individual, por lo menos una parcela y emitieron sus criterios de preferencia. Luego, se rotaron los grupos, lográndose información de cada productor para cada una de las tres repeticiones.
- Explicación técnica sobre características, diferencias básicas y ventajas comparativas para el asocio de gramíneas y leguminosas y elección por parte de los productores de posibles mezclas (un concepto por productor).

Esta evaluación con los productores se realizó una sola vez, durante el período de máxima precipitación.

RESULTADOS

Evaluación agronómica

Los análisis estadísticos señalaron como significativas las interacciones especie por semana, de manera que para facilitar la presentación y comprensión de resultados, estos se presentan en forma gráfica.

Gramíneas. El *B. humidicola* y el *Paspalum* sp. presentaron las mayores producciones de forraje en época de máxima precipitación, siendo superados únicamente por *P. maximum*, en la duodécima semana (Fig. 1). En época de mínima precipitación, el *Paspalum* no aumentó la producción de FS a medida que incrementó la edad de rebrote. Merece ser destacado el comportamiento del *P. maximum* y de la *B. decumbens* nueve y doce semanas después del rebrote (Fig. 2).

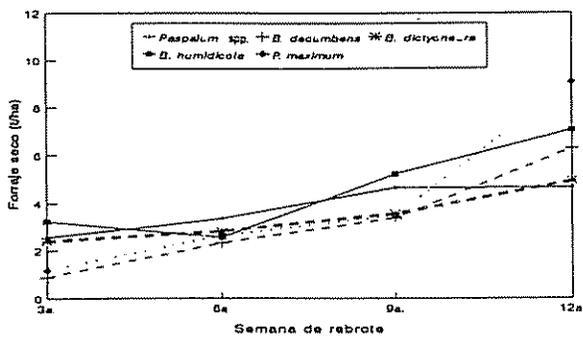


Fig. 1. Producción de forraje de las gramíneas en época de máxima precipitación.

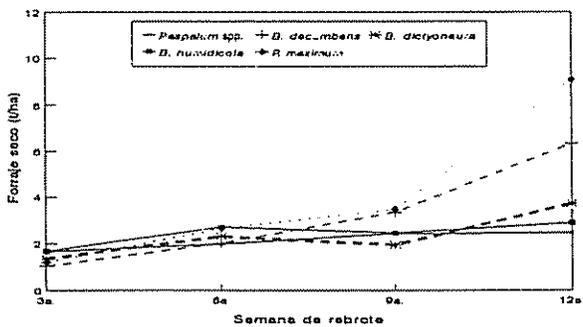


Fig. 2. Producción de forraje de las gramíneas en época de mínima precipitación.

El mejor cubrimiento del suelo, en el periodo de máxima precipitación, fue observado con *Paspalum* y *B. dictyoneura*, seguidos por *B. humidicola* (Fig. 3). Estas mismas tres especies destacaron por su cobertura en el periodo de mínima precipitación (Fig. 4). La *B. decumbens* y, muy particularmente, el *P. maximum* presentaron los índices más bajos de cobertura en ambos periodos evaluados.

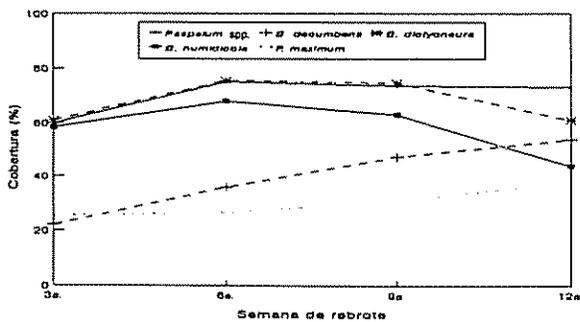


Fig. 3. Porcentaje de cobertura de las gramíneas en época de máxima precipitación.

Los contenidos de PC fueron, generalmente, bajos (%) en todas las especies estudiadas, tanto en época de

máxima como de mínima precipitación. La *B. humidicola* y el *B. decumbens*, en periodo de máxima precipitación, y el *P. maximum*, en periodo de mínima precipitación, presentaron los menores contenidos de PC (Fig. 5).

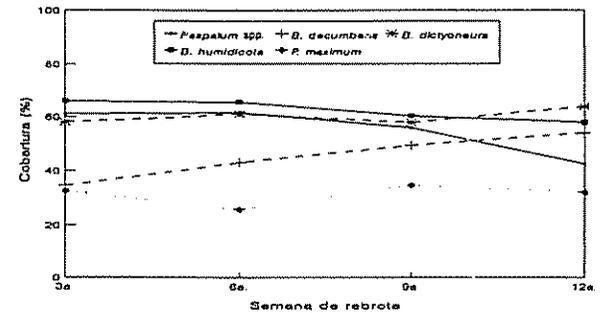


Fig. 4. Porcentaje de cobertura de las gramíneas en época de mínima precipitación.

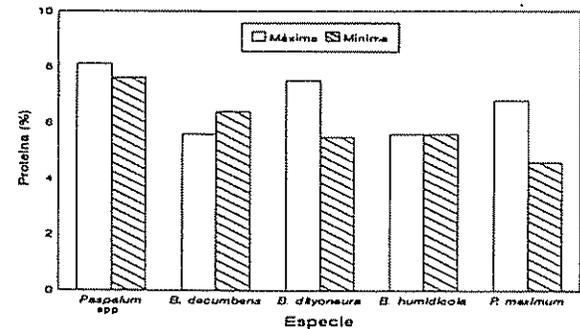


Fig. 5. Porcentaje de proteína cruda de las gramíneas en época de máxima y mínima precipitación.

Los contenidos de ED fueron igualmente bajos, en ambos periodos, para todas las especies en evaluación (Mcal/kg). En el periodo de máxima precipitación, las tres especies de *Brachiaria* presentaron contenidos energéticos muy similares; el *Paspalum* y el *P. maximum*, los menores valores (Fig. 6). La *B. dictyoneura* presentó los mejores contenidos de ED en el periodo de mínima precipitación.

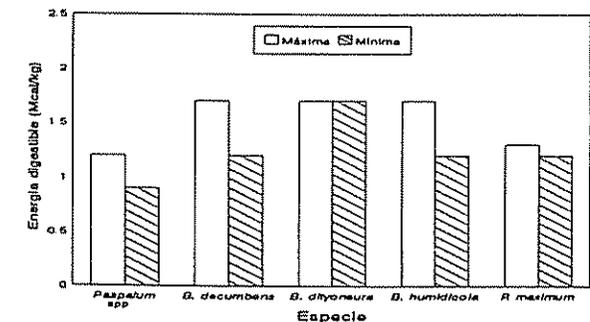


Fig. 6. Contenido de energía digestible de las gramíneas en época de máxima y mínima precipitación.

Leguminosas. En el periodo de máxima precipitación, el *S. capitata* y el *D. ovalifolium* presentaron las mayores producciones de forraje, mientras que *A. pintoii* y *C. acutifolium* las menores (Fig. 7). En el periodo de mínima precipitación las leguminosas tuvieron, en general, un comportamiento productivo bastante similar, con excepción de *A. pintoii*, que presentó rendimientos muy bajos (Fig. 8).

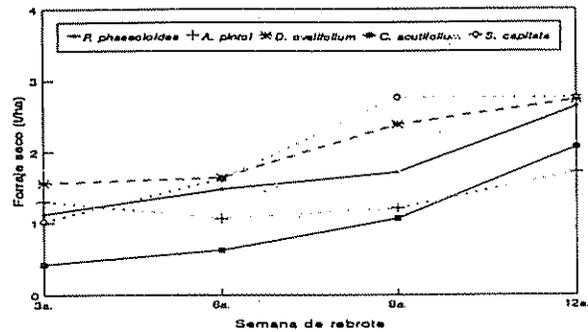


Fig. 7. Producción de forraje de las leguminosas en época de máxima precipitación.

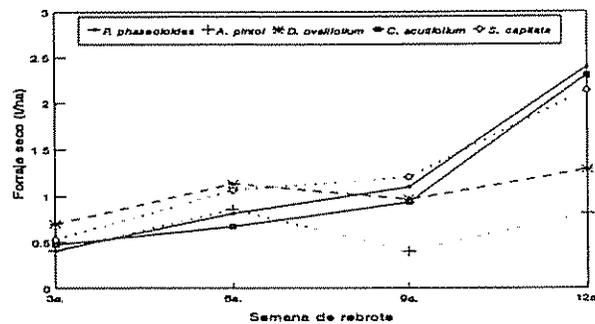


Fig. 8. Producción de forraje de las leguminosas en época de mínima precipitación.

En el periodo de máxima precipitación, *A. pintoii* presentó consistentemente los mayores porcentajes de cubrimiento del suelo, siendo superado sólo por *C. acutifolium* en el muestreo realizado en la duodécima semana (Fig. 9). En el periodo de mínima

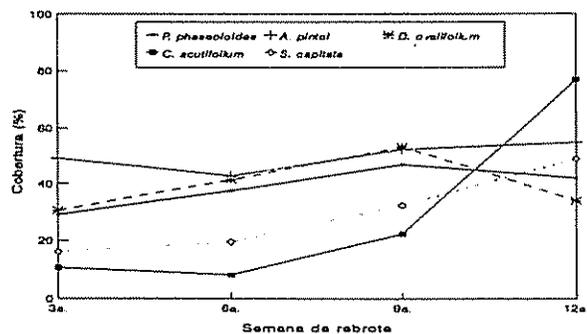


Fig. 9. Porcentaje de cobertura de las leguminosas en época de máxima precipitación.

precipitación, hubo en general una cobertura baja en todas las especies, mostrando *P. phaseoloides* los mayores porcentajes de cobertura (Fig. 10).

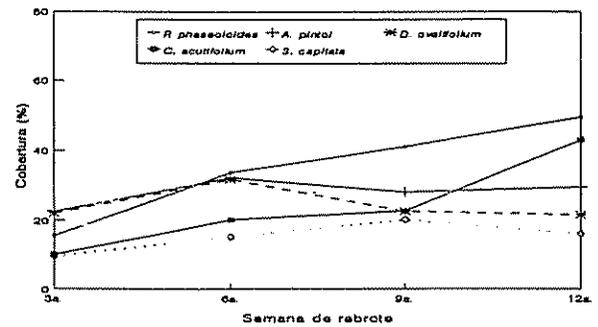


Fig. 10. Porcentaje de cobertura de las leguminosas en época de mínima precipitación.

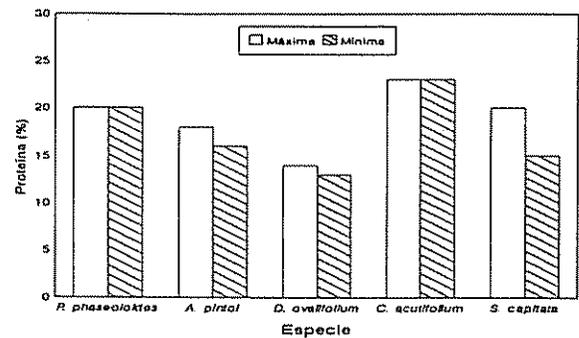


Fig. 11. Porcentaje de proteína cruda de las leguminosas en época de máxima y mínima precipitación.

Los contenidos de PC y ED fueron superiores en las leguminosas en comparación con las gramíneas. *C. acutifolium* mostró los mayores contenidos de PC en ambos periodos de evaluación y *D. ovalifolium*, los menores (Fig. 11). El *A. pintoii* presentó los mayores contenidos de ED y el *D. ovalifolium* los menores, en ambos periodos de evaluación (Fig. 12).

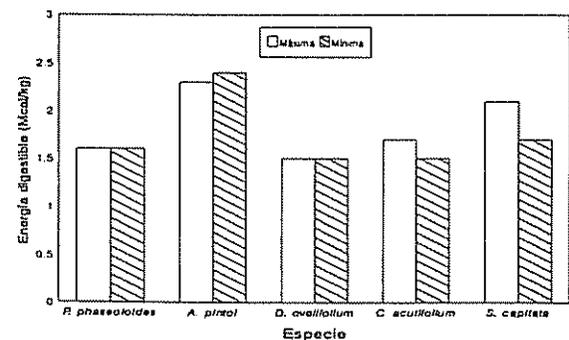


Fig. 12. Contenido de energía digestible de las leguminosas en época de máxima y mínima precipitación.

Evaluación con los productores

Gramíneas. Con base en su experiencia, el 90% de los productores seleccionó al *B. decumbens* entre las mejores gramíneas; según sus propias palabras, "los resultados obtenidos en la región han sido buenos, produce rápido, el ganado lo come bien y mantiene más animales que las gramas nativas". El 70% seleccionó al *B. dictyoneura* en razón a que posee un cubrimiento rápido ("lo que le permite competir con las malezas"), una producción abundante de follaje y puede tener una buena resistencia al pisoteo por su característica de "duro y pesado". El 40% seleccionó al *P. maximum* por su buena producción, por la opción de usarse para pastoreo o corte y "porque el ganado lo debe comer bien". Las cualidades que los productores consideraron de mayor importancia para la preferencia de las gramíneas se resumen en el Cuadro 1.

Leguminosas. Todos los productores eligieron al *A. pintoii* como la leguminosa de su preferencia, debido a su comportamiento invasor, por la posibilidad de ser bien aceptada por los animales ("buena para la vaca lechera") y por el buen cubrimiento que hace del suelo.

Los criterios de preferencia para la selección de leguminosas por parte de los productores se describen en el Cuadro 2.

Posibles mezclas. Los productores formaron cinco posibles mezclas, las cuales en orden decreciente de preferencia fueron: *B. dictyoneura* + *A. pintoii*; *B. decumbens* + *A. pintoii*; *P. maximum* + *P. phaseoloides*; *Paspalum* sp. + *A. pintoii* y *B. decumbens* + *P. phaseoloides*. El criterio más utilizado por los productores para la formación de estas posibles mezclas fue la compatibilidad de los materiales, especialmente en altura (60% de los productores) y capacidad invasora (20%).

DISCUSION

Dentro de las mejores gramíneas, los productores seleccionaron fundamentalmente la *B. decumbens* y la *B. dictyoneura*. La primera especie exhibió un comportamiento intermedio durante la evaluación agronómica, sin llegar a destacar en ningún aspecto, pero los productores tenían algún conocimiento previo de ella a partir

Cuadro 1. Criterios de los productores para la selección de la gramínea de su preferencia.

Criterio	Expresiones usadas	Productores (%)
Producción de forraje	Buena producción, le rinde crecer, follaje abundante, produce rápido, mantiene más ganado	90
Cubrimiento del suelo	Se extiende, acaba con malezas, cubre rápido tupe, tranca la erosión, empradiza	80
Adaptación agroecológica	Resiste el verano, se acomoda a suelos malos y secos	50
Alimentación animal	El ganado lo debe comer bien, buen alimento el ganado se debe desarrollar rápido	30

Cuadro 2. Criterios de los productores para la selección de la leguminosa de su preferencia.

Criterio	Expresiones usadas	Productores (%)
Cubrimiento del suelo	Se extiende, buen cubrimiento, no deja maleza, invade, avanza ligerito	90
Alimentación	Buena para la vaca lechera, alimenticia, nutritiva	50
Producción de forraje	Buen follaje, producción y crecimiento	40

de algunos resultados en la zona y ello pudo haber influenciado su respuesta. La segunda, en cambio, mostró relativamente bajas producciones de forraje, pero se destacó por su buen cubrimiento del suelo y calidad nutricia. El *P. maximum* no obstante haber destacado en la evaluación agronómica, por su producción de forraje, fue seleccionado por los productores en tercer lugar, probablemente por su baja cobertura.

El *Paspalum* sp. (testigo local) presentó una producción aceptable de forraje durante la época de máxima precipitación, al menos hasta la novena semana, y una muy buena cobertura, pero no fue seleccionado por los productores por su reconocida baja producción de forraje en la época de mínima precipitación. El hecho de que esta especie fuera considerada por los productores para conformar una mezcla con *A. pintoi*, podría interpretarse que cuando es manejada con fertilización los productores no fertilizan, constituye un material de buen comportamiento para la zona. La *B. humidicola* mostró bajos contenidos de PC, característica reconocida en esta especie (1, 3), pero tuvo un buen comportamiento productivo. Su porcentaje de cobertura fue inferior al de *B. dictyoneura* durante el período de máxima precipitación, período en el cual se realizó la evaluación con los productores.

Dentro de las leguminosas, *S. capitata* y *P. phaseoloides* se destacaron por su producción de forraje en la evaluación agronómica, pero la primera presentó los índices más bajos de cobertura. El *D. ovalifolium* mostró un buen comportamiento durante la época de máxima precipitación, pero tuvo los índices más bajos de calidad nutricia. El *A. pintoi* destacó por cobertura vegetal y contenido de ED, pero presentó relativamente bajas producciones de forraje; no obstante fue seleccionado en forma unánime por los productores, debido principalmente a su carácter invasor y, por lo tanto, a la mejor capacidad de competencia con malezas.

Es probable que, para los productores, el carácter invasor de las especies sea un factor primordial en la búsqueda de nuevas alternativas forrajeras. Así lo demuestra el relativo rechazo del *P. maximum*, a pesar de su capacidad para la producción de forraje, la selección unánime de *A. pintoi*, aunque tiene una limitada producción de materia seca, y la preferencia relativa de *B. dictyoneura* frente a *B. humidicola*. La cobertura, como criterio de selección de los productores, pudo estar ligada a lo que los técnicos agruparon como producción de forraje y, también, a la capacidad de competencia de las especies que deben conformar una mezcla. Estas características resultaron fundamentales para los productores al seleccionar la *B. dictyoneura* + *A. pintoi* como la mejor asociación. Con

base en los resultados anteriores, se desarrollan actualmente ensayos con esta asociación bajo pastoreo en la zona.

CONCLUSIONES

1. La cobertura vegetal parece ser para los productores el factor más importante en la selección de material forrajero.
2. La participación de los productores en los trabajos de selección de especies forrajeras debería ser más estrecha para permitir un acercamiento permanente al productor y a sus inquietudes y sus expectativas, y no únicamente en una evaluación puntual, como en este experimento.
3. La investigación en sistemas de producción articulada actividades de generación y transferencia de tecnología y, por lo tanto, brinda la oportunidad de conocer, antes del proceso de difusión, las reacciones de los productores frente a las alternativas que se les ofrece.

LITERATURA CITADA

1. ABAUNZA, M.; LASCANO, C.; GIRALDO, H.; FOI EDO, J. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* (Col.) 13(2):2-9
2. CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1991. Pequeños agricultores participan en diseño de tecnologías: El caso de semillas en Pescador. Informe Anual. Cali, Col., CIAT. 162 p.
3. HOYOS, P.; LASCANO, C. 1985. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. *Pasturas Tropicales* (Col.) 7(2):3-9.
4. MOSCARDI, E.; MARTINEZ, J. 1984. Investigación en producción en campos de los agricultores: Ideas principales, problemas y oportunidades para su aplicación. *Desarrollo Rural en las Américas* 16(2):105-120
5. TOLEDO, J.M.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. In Manual para la evaluación agronómica. J.M. Toledo (Ed.). Cali, Col., Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 91-110.
6. URREGO, G.; TOBON, J.; LOPIERA, J.; CHIAVERRA, H. 1985. Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción. Documento de Trabajo. Tibaitatá, Col., Instituto Colombiano Agropecuario 89 p. (Mimeo).

Valor Nutricional de la Panca de Maíz: Consumo Voluntario y Digestibilidad en el Cuy¹

C. Gómez*, N. Caballero*, J. Saravia**

ABSTRACT

Corn stover was fed to growing guinea pigs in order to determine its digestibility and effect on voluntary intake. A low digestibility of its components (28.2%: dry matter; crude protein: 47.1%; ether extract: 55.8%; crude fiber: 6.1%; nitrogen free extract: 35.3%) determined a digestible energy content of 1.28 Mcal/kg DM for corn stover. Voluntary intake was affected inversely by energy density in rations including 0%, 25% or 50% of corn stover. Intake was in the range of 5 g to 6.8 g DM /100 g LW; nevertheless, energy intake per animal was not affected. Guinea pigs appear to compensate the low digestibility of corn stover with a significant increase in voluntary intake, thus fulfilling energy requirements.

COMPENDIO

El presente estudio tuvo como objetivos determinar la digestibilidad de la panca de maíz y su efecto sobre el consumo voluntario en cuyes. La baja digestibilidad de los componentes de la panca de maíz (materia seca: 28.2%; proteína cruda: 47.1%; extracto etéreo 55.8%; fibra cruda: 6.1%; extracto libre de nitrógeno: 35.3%) determinó un valor de energía digestible de 1.28 Mcal/kg de masa seca. El consumo voluntario fue inversamente afectado por la densidad energética de las raciones, cuando estas contenían 0%, 25% y 50% de panca de maíz. El consumo varió entre 5 y 6.8 g MS/100 g de peso vivo (PV). Sin embargo, el consumo de energía por animal no se vio afectado. Aparentemente los cuyes son capaces de compensar la baja digestibilidad de la panca de maíz con aumentos en el consumo voluntario, llenando así sus requisitos de energía.

Palabras claves: Utilización de alimentos, energía digestible, sistemas de alimentación.

INTRODUCCION

De acuerdo con múltiples estudios (4, 7), la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) es una actividad de mucha importancia entre pobladores de escasos recursos en los Andes. Se ha determinado que una de las limitantes de dicho sistema de producción es la falta de información respecto al valor nutricional de los alimentos disponibles en la zona. Tradicionalmente se utilizan forrajes como alfalfa y "ryegrass" pero, por limitaciones en su disponibilidad, se ha incrementado el uso de otros alimentos. En este trabajo se presentan valores de digestibilidad aparente de la panca de maíz y el efecto de diferentes niveles de inclusión de panca sobre el consumo voluntario de alimento por cuyes.

MATERIALES Y METODOS

Las evaluaciones se realizaron con nueve cuyes machos de cinco meses de edad, provenientes de la granja del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA) del Perú, alojados en jaulas metabólicas individuales. La panca de maíz (residuo de la planta secada al sol, luego de cosechadas las mazorcas con grano) fue obtenida en campos experimentales de maíz pertenecientes al INIAA.

En una primera fase experimental se tuvieron siete días de acostumbramiento y ocho días para determinar el consumo voluntario de alimento, utilizando las raciones descritas en el Cuadro 1. Esto fue seguido por mediciones de digestibilidad aparente, obtenidas mediante una colección total de alimentos y heces durante siete días; luego se usó la metodología indirecta (5) para calcular la digestibilidad aparente de los componentes químicos de la panca. En esta última fase se suministró un 90% del consumo voluntario de alimento observado anteriormente para cada ración experimental.

El suministro de agua durante todo el periodo experimental fue *ad libitum*, haciendo uso de frascos con

¹ Recibido para publicación el 11 de junio de 1993

* Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

** Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes. Estación Experimental Agropecuaria La Molina, Lima, Perú.

chupón ubicados en cada jaula metabólica. Con el agua se ofreció aproximadamente 30 mg de vitamina C por animal.

Los análisis de humedad, proteína cruda, ceniza, fibra cruda y extracto etéreo se efectuaron según indicaciones de la *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC) (1).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes	Dietas		
	A	B	C
Panca de maíz	--	25.0	50.0
Maíz grano	12.0	9.0	6.0
Subproductos de trigo	44.5	33.5	22.0
Melaza de caña	24.0	18.0	12.0
Harina de pescado	2.0	1.5	1.0
Pasta de algodón	17.0	12.5	8.5
Sal común	0.5	0.5	0.5

Todos los animales recibieron los tres tratamientos y los resultados se analizaron estadísticamente según un diseño de sobrecambio simple.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se presentan los valores de digestibilidad aparente para la panca de maíz. Con ese fin se tomaron los valores promedio, obtenidos al calcular las digestibilidades en los dos niveles de inclusión de panca de maíz (25% y 50%), debido a que no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos. Entre los resultados destaca la pobre digestibilidad de este material, consecuencia de un alto contenido de fibra de muy pobre digestión.

Cuadro 2. Valores de digestibilidad aparente de la panca de maíz.

Componente	Digestibilidad aparente (%)
Materia seca	28.2
Materia orgánica	28.8
Proteína cruda	47.1
Extracto etéreo	55.8
Fibra cruda	6.1
Extracto libre de nitrógeno	35.3

El valor de energía digestible fue estimado en 1.06 Mcal/kg de material fresco, equivalente a 1.28 Mcal/kg de materia seca. Su contenido en nutrimentos diges-

tibles totales se estimó en 23.5% y 28.6%, respectivamente.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados correspondientes a las evaluaciones de consumo voluntario. Se puede observar una relación inversa entre la densidad energética y el consumo, el cual estuvo entre 5% y 6.8% del PV de los animales. En relación con el consumo diario de energía digestible, los valores obtenidos fueron 16.1, 15.6 y 15.3 kcal/100 g PV para las dietas con 0%, 25% y 50% de panca, respectivamente, sin que las diferencias fueran estadísticamente diferentes (P0.05).

Cuadro 3. Composición química y consumo voluntario de las dietas experimentales.

Dieta	Composición química			
	ED (Mcal/kg MS)	FC (%)	PC (%)	Consumo (% PV)
A	3.17	10.8	18.1	5.07 ^a
B	2.63	14.9	16.4	5.91 ^b
C	2.22	18.6	12.3	6.88 ^c

a, b, c Promedios con diferente letra difieren estadísticamente (P0.05).

DISCUSION

El elevado contenido de fibra de la panca de maíz (31%) y su previsible alta lignificación, consecuencia del alto grado de maduración de la planta, puede explicar su pobre digestibilidad, la cual es muy baja frente a lo observado con fibra de otros forrajes (9, 11), pero similar a la del trébol en estadio de posfloración (12). Además, la necesidad de fibra en la dieta de estos animales no es alta, tal y como lo indican otros trabajos (8).

Los animales pequeños tienen una alta tasa metabólica (5) por lo que requieren una rápida obtención de nutrimentos del alimento, que concuerde con un alto consumo, lo que es posible gracias a menores tiempos de retención en el tracto digestivo. Esto ha sido observado en el cuy y la chinchilla (6); aunque estos animales presentan coprofagia como posible mecanismo de adaptación, su efecto sobre la digestión es aún poco claro (2).

La pobre digestibilidad de la panca de maíz y la respuesta del cuy con un mayor consumo de dicho alimento sugieren que el animal utiliza dicha estrategia alimenticia para aprovechar alimentos fibrosos, de acuerdo con la sugerencia hecha por otros inves-

tigadores (6). Relaciones inversas entre la concentración de energía digestible del alimento y su consumo han sido encontradas por Carrasco (3) y Samamé (10). Cabe destacar que los valores de energía digestible encontrados en el presente trabajo son inferiores a los de los materiales usados en trabajos, donde se observaron niveles de consumo mayores. A pesar de eso, el consumo diario de energía digestible, estadísticamente semejante para las tres dietas experimentales, concuerda con los requerimientos estimados para el mantenimiento de estos animales (13).

CONCLUSIONES

- La panca de maíz es un alimento de escaso valor nutricional para cuyes por su baja digestibilidad. Su contenido de energía digestible se estimó en 1.28 Mcal/kg de masa seca.
- El cuy presenta un aumento en el consumo de alimento al reducirse la densidad energética de la ración, por incluir panca de maíz a niveles de 25% y 50%, lo que sugiere una estrategia alimenticia del cuy para utilizar alimentos de bajo valor nutricional.

LITERATURA CITADA

1. AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS). 1984. Official methods of analysis. Washington, D.C. 1015 p.
2. BJÖRNHAG, G.; SJÖBLOM, L. 1977. Demonstration of coprophagy in some rodents. Swedish Journal of Agricultural Research 7:105-113.
3. CARRASCO, O. 1969. Utilización de tres raciones en el crecimiento y engorde de cuyes. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 100 p.
4. CRAMPTON, E.W.; HARRIS, L.E. 1969. Applied animal nutrition. 2 ed. San Francisco, Freeman. 753 p.
5. CHAUCA, L.; SARAVIA, J.; MUSCARI, J.; QUIJANDRIA, B. 1985. Investigaciones realizadas en nutrición, selección y mejoramiento de cuyes. Lima, Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. 30 p. (Mirco).
6. HOLTENIUS, K.; BJÖRNHAG, G. 1985. The colonic separation mechanism in the guinea-pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). Comparative Biochemistry and Physiology 82A(3):537-542.
7. MORENO, A. 1980. El cuy. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 160 p.
8. NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1978. Nutrient requirements of laboratory animals. Washington, D.C., National Research Council, National Academy Press. 54 p.
9. RODRIGUEZ, C. 1984. Coeficientes de digestibilidad de la hoja de maíz, tallo de maíz, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 120 p.
10. SAMANE, S. 1983. Niveles de energía en cuyes en reproducción y crecimiento. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 88 p.
11. SLADE, L.; HINTZ, H. 1969. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pig. Journal of Animal Science 28(6):842-844.
12. SOTOMAYOR, C. 1977. Coeficiente de digestibilidad del trébol y la alfalfa en cuyes. Tesis Ing. Agr. Perú, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. 116 p.
13. VARGAS, O. 1988. Estimación de los requerimientos de lisina, aminoácidos azufrados y energía en cuyes de 3 a 13 semanas de edad. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 108 p.

Validación de Tecnologías: Puente entre Generación y Transferencia¹

R. Radulovich*, J.A.J. Karremans*

ABSTRACT

This work represents an effort to better define and increase understanding on technology validation, seen as a research methodology that establishes a bridge between "traditional" research that generates technologies, and large-scale transfer of these. The main objectives of technology validation are to obtain information about biophysical and socioeconomic factors that determine whether a technology might be implemented by a farmer or not, while also allowing collection of information about the extension effort that will be required to eventually transfer such technology. It is postulated that without an adequate prior validation, the process of technology transfer occurs inefficiently as trial and error. Based on available literature and experience in Central America, the characteristics of this methodology are defined, linking it with farming systems research. After describing the development of technology validation as a research tool and indicating some of the discrepancies regarding its conceptualization and application, a complete implementation model of technology validation is presented.

INTRODUCCION

La transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores rurales en América tropical adolece de una serie de limitaciones. Entre estas destaca la ausencia de tecnologías para transferir, que hayan demostrado, en un contexto real, ser beneficiosas y aceptables para los productores; además no hay mayor especificación de los esfuerzos de extensión requeridos para realizar una transferencia eficiente de manera que esas tecnologías sean adoptadas. En términos generales es necesaria una definición más clara de los objetivos que se persiguen.

¹ Recibido para publicación el 14 de junio de 1993.
Se agradece al personal del Proyecto Agrosilvopastoril, así como a técnicos contrapartes y colaboradores los numerosos insumos y oportunidades de análisis provistos a los autores, sin los cuales la experiencia de este artículo no se hubiera desarrollado.

* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, C.R.

COMPENDIO

Este trabajo representa un esfuerzo para definir y comprender mejor la validación de tecnologías, vista como una metodología de investigación que forma un puente entre la investigación "tradicional" para generar innovaciones tecnológicas y la transferencia masiva de las mismas. Los principales objetivos de la validación de tecnologías son brindar información sobre la factibilidad biofísica y socioeconómica de una tecnología que será implementada por los productores y, además, conocer el tipo de esfuerzo de extensión necesario para transferirla eventualmente. Se postula que, sin una adecuada validación previa, el proceso de transferencia de una tecnología ocurre ineficientemente como prueba y error. Con base en una revisión bibliográfica y la experiencia en Centroamérica, se definen las características de esta metodología, relacionándola con la investigación en sistemas de producción. Tras reseñar el desarrollo de la validación de tecnologías como herramienta de investigación e indicar las discrepancias que se dan respecto a su conceptualización y práctica, se procede a presentar un modelo completo de implementación del proceso, el cual, si es aplicado adecuadamente, permitirá alcanzar los objetivos señalados.

Palabras claves: Metodología, validación, transferencia de tecnologías, investigación en finca, sistemas de producción.

En vista de las limitaciones anteriores, el Proyecto Sistemas Agrosilvopastoriles Sostenibles para Pequeños Productores del Trópico Seco de Centroamérica (Proyecto del CATIE, financiado por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), que opera en zonas con marcada sequía estacional de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua) (Proyecto Agrosilvopastoril) ha realizado esfuerzos por clarificar y establecer formalmente una metodología de investigación, específicamente la validación de tecnologías, dentro de un enfoque de sostenibilidad y sistemas agrosilvopastoriles, incluyendo el hogar. La finalidad del Proyecto es estipular, cuantitativa y cualitativamente, alternativas de desarrollo rural integrado, viables de acuerdo con las limitaciones descritas arriba. El éxito de esa empresa dependerá grandemente de lo acertado de la metodología de trabajo que se ha escogido y desarrollado.

Este artículo presenta tanto una revisión literatura pertinente sobre validación de tecnologías, así como una interpretación de esos esfuerzos a la luz de la

experiencia del Proyecto. Sobre esas bases se ha construido y se presenta una metodología de investigación, cuya aplicación constituiría el tan necesitado puente entre la generación y la transferencia de tecnologías.

EVOLUCION DEL CONCEPTO DE VALIDACION DE TECNOLOGIAS

A finales de la sexta década, el pensamiento sobre el desarrollo rural cambió radicalmente. Empezó a ganar prioridad la noción de que para que una nueva tecnología tuviera éxito entre los productores (adecuada adopción) se tendría que considerar no sólo los requisitos biofísicos sino también los socioeconómicos. Esto implicaría una visión del sistema productivo (la finca) en su totalidad y fuera de él, los sistemas regionales, nacionales y hasta globales de los cuales forma parte.

Se fueron desarrollando tanto en los países en vías de desarrollo como en los países industrializados metodologías para hacer frente a este reto de investigación aplicada, que iba más allá del simple aumento en productividad en condiciones más o menos controladas en estaciones experimentales. Generalmente estas metodologías de trabajo se concentran en la finca, utilizando el sistema completo de producción como unidad de investigación; para ello, se fue desarrollando el conjunto de metodologías denominado Investigación en Sistemas de Producción (*Farming Systems Research*) (6, 8, 14). A la vez, se hizo hincapié en determinar las relaciones entre los sistemas de producción y su contexto más amplio de región, nación e, incluso, las relaciones internacionales de comercio, en caso de que las tecnologías bajo estudio lo ameriten.

La investigación en sistemas de producción es un conjunto de metodologías variadas, difícil de delimitar pero con enfoques compartidos por los investigadores que se dedican a este tipo de investigación; hay un uso generalizado de un enfoque integrado (sistémico, holístico) para entender las interacciones entre los aspectos biofísicos y socioeconómicos de la producción campesina (10, 15, 37). Esto ha resultado en la constitución de equipos interdisciplinarios que trabajan para poder entender y, a la vez, mejorar los sistemas de producción. Existen varios testimonios (11, 17, 34, 35) sobre la dificultad de una colaboración entre disciplinas pero otros atestiguan lo fructífero cuando ésta se materializa. Además se pretenden medir las posibles innovaciones desde el punto de vista de la familia productora, lo que ha traído consigo un intento por integrar a los productores al desarrollo y evaluar las nuevas tecnologías. En síntesis, las actividades productivas en el nivel de la finca se estudian en relación con sus contextos físico, biológico, económico y sociocultural.

Según este enfoque, cualquier proyecto de desarrollo que busque mejorar aspectos de la producción campesina, deberá ubicar éstos dentro del total de las actividades incluyendo los motivos de la familia para producir de cierta manera y dentro de los factores externos que influyen en la producción agropecuaria. Desde este punto de vista resulta también fundamental un cambio de paradigma para optimizar no por cultivo o actividad puntual sino por año agrícola en su totalidad, ya que el efecto (positivo o negativo) de un cambio, por ejemplo, en el sistema de siembra, puede darse más en otros cultivos u otras actividades que en el cultivo en consideración (31). También, por tener un enfoque interdisciplinario y práctico, la investigación en sistemas de producción tiende a incorporar elementos de extensión en su proceso de investigación (30, 37).

Esta metodología, entonces, se basa en la noción de que el éxito sólo puede darse cuando las tecnologías han sido probadas y adaptadas en condiciones reales: bajo el manejo del productor y con los recursos (herramientas, mano de obra, capital) de él y su familia (23). El Proyecto Sistemas Mixtos para Pequeños Productores, que el CATIE y AID-ROCAP desarrollaron a principios de la década pasada, es una de las muchas respuestas a la inquietud de que "las tecnologías agrícolas producidas por centros de investigación internacionales, regionales o nacionales no llegaban a los pequeños productores que estaban utilizando tecnologías tradicionales de bajos insumos" (21, 22, 38, 39). Dicho proyecto se basó en la discusión metodológica sobre la investigación en sistemas de producción, que se diera en esa época en el CATIE (18, 25).

En la última fase del proceso de investigación en sistemas de producción, las tecnologías aprobadas en etapas anteriores se llevan al campo para ser observadas y medidas en situaciones semejantes a la producción normal en las fincas. Esta es la fase de validación de tecnologías. El concepto de validación, desarrollado originalmente en la teoría de la medición psicológica, denota el grado adecuado que representa la realidad a la que se dirige (24). En el contexto de investigación y difusión de tecnologías promisorias, el término se refiere, entonces, a la medición de aspectos biofísicos y socioeconómicos de tecnologías en condiciones reales de la producción agrícola (22). Esta preocupación de medir en campo mismo, surge de la observación de que muchas recomendaciones no son el resultado de investigaciones conducidas bajo las condiciones productivas del campesino mismo, lo que implica niveles de adopción sumamente bajos. Esto, a su vez, refleja incompatibilidades biofísicas y socioeconómicas, y no necesariamente una actitud de "desconfianza" o "rechazo", que tan fácilmente se le ha atribuido al campesino (40).

Desde finales del séptimo decenio, y durante los ochenta, se comienzan a trazar líneas en el CATIE sobre lo que debería ser la metodología de validación, definiéndola como un método de evaluación en finca, previo a la difusión de una tecnología en desarrollo, bajo el manejo directo del agricultor y la observación conjunta de investigadores y extensionistas (4, 5, 12, 26, 27, 33).

Por otra parte, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala, adoptó, en una fecha temprana, la metodología de investigación en sistemas de producción (28). En su primera fase no se desarrolló una relación directa con las agencias de extensión, pero la falta de resultados tangibles en varias zonas marginadas del país empujó al ICTA a definir proyectos de investigación-extensión que cuentan con un fuerte componente de evaluación y adaptación de tecnologías, mediante investigación en fincas, con el objetivo de validar las tecnologías en condiciones más "normales". En la práctica el ICTA tomó como criterio principal el grado de adopción de los productores, llamado por Hildebrand "índice de aceptabilidad" (19), como resultado de un proceso de extensión. El comportamiento de la tecnología nueva, en sentido biofísico y socioeconómico, considerado de alguna importancia para ser revisado durante el proceso de validación, recibe poca atención.

A pesar de los esfuerzos realizados a la fecha, aparentemente, existe una falta de uniformidad de criterios bien trazados que permitan orientar un proyecto de validación y asegurar que sus resultados sean totalmente acordes con el concepto y aplicables más allá de alguna microzona. Las publicaciones mencionadas anteriormente si bien indican la necesidad de investigar a nivel de finca (6, 8, 10, 14, 30), no presentan una metodología de cómo proceder a validar las innovaciones, de tal manera que la investigación pueda indicar la probabilidad de éxito para una posterior difusión de las tecnologías investigadas en finca. Además, no siempre se aplica la noción de que validación implica intervenir lo menos posible en el sistema de producción.

Jones y Wallace (39) indican la necesidad de no dar más asistencia técnica después del primer ciclo agrícola, pero en apariencia no consideran importante minimizar lo más posible esa asistencia cuando se está dando, pues eso crearía una extensión irreal. Opinan que se debe dar al productor la asistencia que ellos piden, o sea una asistencia técnica *ad libitum*. Incluso, para ciertas tecnologías que son de más largo plazo, puede ser conveniente prestar la asistencia técnica durante más de un año, como en el caso de los árboles de uso múltiple.

Un ejemplo más reciente es el estudio de Bilinsky y Gaylord (2), quienes buscan "dejar tecnologías nuevas en manos de los productores para validarlas", pero al mismo tiempo proveen a los productores con casi todos los insumos necesarios para las tecnologías bajo validación; además, las investigan en una especie de "laboratorio de campo" en la finca de uno de los productores del grupo involucrado. De esta forma no es posible sacar conclusiones sobre la factibilidad socioeconómica o biofísica real de esas tecnologías. De igual manera, Jones (22) indica que los productores pueden recibir fondos del proyecto, para asegurar que se implementarán las nuevas tecnologías, lo cual generalmente va en contra de la determinación de la factibilidad socioeconómica durante la validación.

En CATIE se prepararon algunas publicaciones (12, 26) que permiten definir los propósitos de la validación de tecnologías como: a) evaluar si la innovación realmente produce los beneficios esperados; b) estimar el nivel de aceptación (adopción y adaptaciones) por los productores, objeto de la transferencia; y c) cuantificar el nivel de extensión necesario para una transferencia exitosa e indicar la metodología de extensión para cada tecnología nueva.

A partir de las experiencias arriba expuestas, el Proyecto Agrosilvopastoril presenta características específicas, que lo identifican no sólo como una investigación en sistemas de producción o un proyecto que valida una o dos tecnologías dentro de un sólo subsistema de la finca, sino que realmente combina estos enfoques para validar tecnologías junto con los productores y en todos los sectores de la finca, sin intervenir más allá de lo absolutamente necesario para poder arrancar el proceso de cambio. En resumen, estas características son:

- Diseño y seguimiento de la metodología de validación desde el inicio al fin del proceso (con varias tecnologías en varios subsistemas) y, con base en los resultados de la metodología aplicada, difundirla a las instituciones que validan tecnologías promisorias;
- Énfasis para que la transferencia sea de tipo participativo, para asegurar la aceptabilidad de la innovación;
- Procurar que la transferencia experimental sea de "mínima intervención" (mínimo aporte técnico y financiero externo) incluso durante la fase de visitas de introducción y explicación de la innovación;
- Acentuar la posición y el papel que desempeñan las mujeres y niños dentro del proceso productivo;

- Dar prioridad a la búsqueda de tecnologías que tengan efectos positivos y duraderos sobre la situación del medio ambiente y la capacidad productiva (sostenibilidad); y
- No sólo investigar los subsistemas dentro del contexto "finca", sino que llevar esta noción de interrelacionabilidad a su última consecuencia, procurando proyectar mejoras al sistema de producción en su totalidad con la intervención de todos los subsistemas a la vez; y
- Dirigir el trabajo a una ecorregión específica, el trópico semiseco, donde los pequeños productores tienen la mayor parte de sus tierras cultivadas en laderas.

Estas características reorientan la metodología de validación de tecnología, de tal manera que es vista como una investigación minuciosa dentro de un proceso de transferencia piloto, emulando la situación de producción campesina y extensión normales.

Dentro del proceso de investigación, que se visualiza en la Fig. 1, la validación ocupa el lugar inmediatamente previo a la difusión o extensión. Por esa posición en la escala entre cuestionamiento hipotético y transferencia al productor, la validación representa el eslabón --usualmente perdido-- entre la generación y la aplicación del conocimiento. En este contexto se ha considerado la validación de tecnología como una fase que completa el ciclo de investigación (33); por lo tanto, permite transferir con posterioridad tecnologías sabiendo a quién, cuáles y cuántos serán los

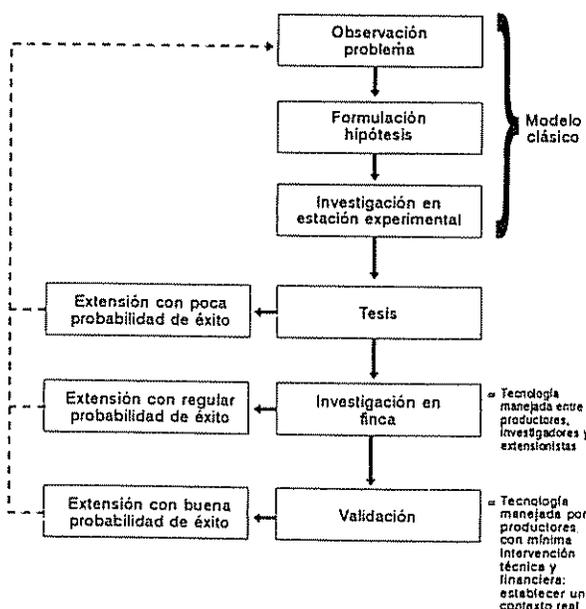


Fig. 1. Proceso de validación como paso final y necesario del proceso de investigación dirigida a la extensión.

beneficios, así como la cantidad y tipo de esfuerzo que tomará ese proceso.

En la siguiente sección se presenta, paso por paso, el proceso completo de validación, para sintetizar las experiencias obtenidas a la fecha con miras a consolidar la validación de tecnologías como el paradigma que debiera regir la investigación aplicada.

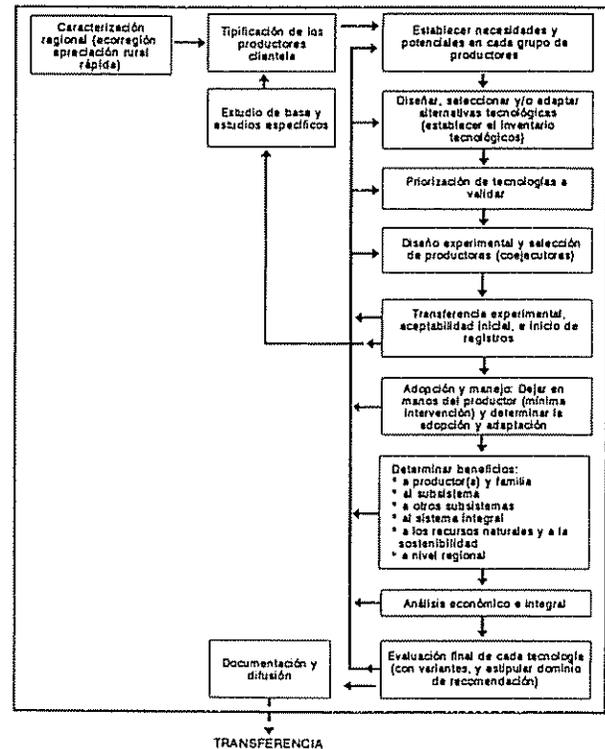


Fig. 2. Proceso de validación de tecnologías.

En la Fig. 2 se presenta un modelo consolidado de validación de tecnologías que parte de una apreciación rural rápida (ARR), para definir las características locales, hasta la documentación y difusión de los resultados de todo el proceso de investigación. El modelo que se presenta tiene características similares a otros modelos de sistemas de investigación y extensión que consideran la validación de tecnologías (1, 3, 33).

FASES DEL PROCESO DE VALIDACION DE TECNOLOGIAS

A continuación se detallan las diversas fases que componen el proceso de validación de tecnologías:

Caracterización regional

Se aprecia en la Fig. 2 que, como paso primero, se debe contar con un conocimiento más o menos detallado

lado de la región en la que se conducirá el trabajo. Esta caracterización regional normalmente se realiza recolectando y analizando, en primera instancia, toda la información pertinente que existe (mapas, estudios anteriores, estadísticas y censos), lo cual es seguido por un estudio dentro de la modalidad de apreciación rural rápida (7, 20). La información recogida servirá para determinar los principales grupos de productores o sistemas de producción en la ecorregión y sus características fundamentales, para lo cual existe una serie de metodologías de tipificación o estratificación (12).

La precisión y amplitud de la información recolectada durante una ARR desempeñan un papel sumamente importante en la caracterización de los sistemas de producción de una región. Por esta razón, los estudios de ARR del Proyecto Agrosilvopastoril, aunque inicialmente fueron de la modalidad de sondeo (20, 36), han vuelto a la modalidad de encuesta, manteniendo una perspectiva de apertura con el productor y su familia, minimizando también la cantidad de información por obtener. En este sentido, el método de ARR usado por el Proyecto se identifica con el de reconocimiento exploratorio (*exploratory survey*) descrito por Collinson (19). Cabe destacar que Escobar y Berdegué (15) consideran que el sondeo es un método que tuvo éxito a principios de la década pasada, principalmente por la falta de herramientas para analizar datos, lo cual no aplica ahora con el advenimiento del microcomputador. Asimismo, Garrett *et al.* (16) llaman "error fatal" el usar datos no probabilísticos para hacer inferencias estadísticas, lo que a menudo pasa con los sondeos y otros estudios de ARR, cuando la información es recogida en forma no aleatoria.

Tipificación de los productores-clientela

La tipificación (Fig. 2) puede realizarse usando varios criterios, seleccionados según los objetivos del proyecto. Para realizar la tipificación de productores puede ser necesario contar con algunos estudios de base u otros, que proporcionen detalles que el estudio de ARR no consideró. Una práctica común es la división de productores en dominios de recomendación, lo que implica agrupar aquellos que tienen sistemas de producción bastante homogéneos y para quienes una tecnología mejorada cumple los requisitos biofísicos y socioeconómicos para adopción. Cabe notar que es frecuente encontrar esfuerzos extremos y prematuros en la determinación de dominios de recomendación, con el fin subdividir los grupos de productores con un detalle que solamente se podrá obtener una vez que se ha realizado el proceso de validación de tecnologías.

Necesidades y limitaciones

El siguiente paso (Fig. 2) establece necesidades, limitaciones y potenciales en cada grupo de productores seleccionado; es quizás el punto más crítico en el desarrollo del proceso, ya que en él descansa toda la estrategia por seguir posteriormente. Su implementación correcta depende de una serie de factores que pueden ser resumidos de la siguiente forma: calidad y cantidad de la información disponible de los estudios previos (ARR y otros); experiencia y capacidad de quienes realizarán el análisis; y, particularmente, llevar a cabo un proceso exhaustivo de consulta con técnicos locales, en especial, con los productores y sus familias de manera participativa (29).

Inventario tecnológico

Este paso (Fig. 2) consiste en la realización de un inventario tecnológico, en el cual se listan las diversas tecnologías que se considera podrían incidir positivamente en la solución de la problemática o en desarrollar los potenciales diagnosticados anteriormente.

La experiencia indica que existe una carencia crónica de documentos sólidos y de amplia difusión, que describan en detalle las características, bondades y limitaciones de una tecnología, y mucho menos de aquellos que respalden cuantitativamente los argumentos presentados.

Debe establecerse un fundamento sobre la factibilidad socioeconómica, previa a la selección de una tecnología (11), si se considera que el tipo de investigación que ha predominado en la región, se ha considerado realizado en finca en forma tradicional (Fig. 1), la cual provee usualmente bastante información sobre la factibilidad biofísica de una tecnología y poca sobre aspectos socioeconómicos.

		FACTIBILIDAD BIO-FISICA:		
		SI	NO	Desconocida
FACTIBILIDAD SOCIO-ECONOMICA:	SI	1 Difundir	2 No recomendar	3 Investigar (parte bio-física)
	NO	4 No recomendar	5 No recomendar	6 No recomendar
	Desconocida	7 Investigar (parte socio-económica)	8 No recomendar	9 Investigar

La decisión en cada casillero se obtiene mediante:

1 = Resultado de validación;
 2,4,5 = Resultado de validación, investigación o análisis *ex ante*;
 3,6,7,8 = Resultado de investigación incompleta (sólo socioeconómica o sólo biofísica);
 9 = No ha sido investigado o todavía no hay datos concluyentes.

Fig 3. Relación entre factibilidad biofísica y factibilidad socioeconómica de cada tecnología.

Fuente: Adaptación de Zulberti *et al.* (42)

La selección de tecnologías que conformarán el inventario tecnológico se facilita mediante el uso de una matriz (42) como la que se muestra en la Fig. 3, en la que es posible ubicar cada una en relación con la factibilidad biofísica y socioeconómica de su implementación.

Existen tres niveles de factibilidad:

- SI: cuando la información disponible es suficiente para confiar en su factibilidad tanto biofísica como socioeconómicamente para llevar la tecnología a un estrato definido de productores.
- NO: en caso de que la información disponible es suficiente para considerar que no es recomendable llevar la tecnología a los productores-sujeto, debido a falta de factibilidad biofísica o socioeconómica.
- Desconocida: si la información disponible no es suficiente para concluir en un sentido u otro, por lo que la tecnología requiere ser sometida a investigación, validación o análisis *ex ante*, para poder concluir de una u otra forma.

Considerando lo anterior, el estadio final de la investigación sobre una tecnología, incluyendo su validación, se logra cuando existe suficiente información para ubicarla en alguno de los casilleros del recuadro representados por los SI o los NO, es decir tecnologías del tipo 1, 2, 4 y 5 (Fig. 3). La determinación de un SI respecto de la factibilidad biofísica se puede lograr tanto por investigación en finca tradicional como por validación, mientras que la factibilidad socioeconómica se puede conocer solamente después del proceso de validación. Por otra parte, un NO puede ser determinado mediante la investigación, aunque también un análisis *ex ante* puede indicar claramente que no hay factibilidad de implementación. Se desprende, entonces, que para ubicar una tecnología en la casilla 1, y por ende considerarla lista para difusión, es requisito haberla sometido de previo a validación. Desde este punto de vista, someter una tecnología a difusión sin previa validación puede representar un costoso proceso de prueba y error, que en parte explicaría muchos esfuerzos de extensión frustrados.

Prioridad a tecnologías por validar

Los métodos participativos desempeñan un papel importante en la selección y el otorgamiento de prioridad a tecnologías (Fig. 2). Con base en las posibilidades locales y los problemas sentidos por los productores, se procede a definir profesionales con productores, hombres y mujeres en talleres par-

ticipativos los problemas y las soluciones técnicas y socioeconómicas. Sólo de esta manera se puede esperar que los productores y sus familias procedan a implementar innovaciones sin fuertes estímulos financieros externos.

Evidentemente, las primeras tecnologías que son llevadas al productor para validación así como posteriormente por extensión debieran ser aquellas de mayor incidencia positiva a corto plazo, para así tener una buena recepción de tecnologías con beneficios a más largo plazo, como en el caso de la conservación de suelos.

Diseño experimental y selección de productores (coejecutores)

El diseño experimental (Fig. 2) deberá ser seleccionado de tal manera que se ajuste dentro de los sistemas de producción que se desea impactar. A pesar del interés de los investigadores por realizar experimentación con control de la mayoría de los factores posibles, el proceso de validación no permite tanta rigurosidad pues es el productor quien maneja la tecnología y los investigadores solamente observan y anotan, como se verá más adelante.

Existe una serie importante de otros criterios sobre la selección de coejecutores, incluyendo su selección aleatoria, que han sido tratados por varios autores (5, 38) y que se refieren principalmente a características del productor en cuanto a representatividad en aspectos productivos, socioculturales y personales.

Transferencia experimental, aceptabilidad e inicio de registros

La validación de tecnología implica el uso de mecanismos de transferencia tecnológica como herramienta para llevar las tecnologías a los productores y, a la vez, para documentar el esfuerzo por realizar en futuras actividades de extensión. Junto con la transferencia se evalúa la aceptabilidad por parte del productor, así como la correcta aplicación inicial de la misma, y se comienza el proceso de toma de datos (Fig. 2).

Un aspecto relevante de la transferencia de tecnologías es que mantener un contexto real para la validación implica conservarlo para la transferencia misma. En este sentido, y contrario al criterio de Jones y Wallace (39), la simulación de un futuro esfuerzo de extensión impide que la asesoría técnica, por brindar respecto la tecnología, sea *ad libitum*, es decir, en la cantidad en que el productor lo solicite. Esto por dos razones:

- cuando se decida llevar la tecnología a un programa de difusión masiva, no habrá posibilidad de que los productores obtengan información *ad libitum*, más bien al contrario, la asesoría técnica sería mínima;
- cuando la intervención no es programada por los investigadores se elimina la posibilidad de evaluar una serie de aspectos referentes al manejo de la tecnología, que dependen de la capacidad o disponibilidad del productor, por lo que no se lograría establecer la factibilidad socioeconómica, dando al traste con la validación.

Por esto, y lo que se ha llamado estrategia de mínima intervención técnica y financiera, la transferencia de cada tecnología se realiza simulando un programa de extensión "normal" de tecnología, habiéndose predeterminado para cada tecnología el tipo y cantidad de asistencia técnica requerida para transferirla y su subsecuente manejo por el productor. La pertinencia de esto último, así como cada paso del proceso, queda sujeta a la verificación experiencial, lo cual constituye el proceso de retroalimentación del modelo de validación propuesto.

Adopción y manejo

La determinación de la adopción de una tecnología (Fig. 2) ocurre en función del tiempo; se inicia desde el momento en que el productor la implementa y continúa utilizándola por tiempo indefinido, de manera tal que la incorpora o la rechaza de su bagaje tecnológico. Se ha indicado que el criterio mínimo de adopción de una tecnología es cuando se vuelve a usar por el productor en el ciclo siguiente al que le fue transferida, habiendo mediado sólo la intervención necesaria para implementarla y manejarla durante el primer ciclo (22).

Este criterio se aplica principalmente a aquellas tecnologías de carácter anual, como son las agrícolas o captación de agua para consumo durante la época seca. Para otro tipo de tecnologías deben establecerse criterios igualmente rigurosos pero más específicos. Un ejemplo, tal vez crítico, son las plantaciones de árboles maderables. La aceptación, en forma rigurosa, se definiría en el momento en que el productor hace la tala y decide volver a sembrar árboles en el mismo lote. Esto, sin embargo, es irreal, y se podría considerar que la tecnología ha sido adoptada cuando: a) al transcurrir el tiempo, el productor demuestra interés en continuar manejándola; b) el productor aplica la tecnología en otras instancias; y c) ocurre difusión espontánea.

Existen dos factores fundamentales que deben ser tomados en cuenta en relación con el manejo que hace el productor de la tecnología. Uno se refiere al nivel de

asistencia técnica que se va a proveer, tanto antes de aplicar la tecnología como durante la validación; el otro se refiere al efecto que sobre el manejo de la tecnología puede tener la presencia de técnicos (investigadores), cuya única misión es tomar datos y no proveer asistencia técnica. La definición de lo primero debe estar bien establecida antes del proceso de validación; además, toda asistencia técnica debe mantenerse dentro de esos límites, extremando precauciones para no intervenir fuera de lo programado. Respecto a la presencia de técnicos tomando datos y la no intervención, Reichenbach (32) ha ejemplarizado claramente el problema al decir que no se puede poner a un policía circulando en una patrulla para tomar datos sobre la velocidad de los vehículos que circulan alrededor de él: evidentemente nadie circulará a exceso de velocidad en ese momento.

Determinación de beneficios

Para determinar el comportamiento de la tecnología (Fig. 2), principalmente en función de los supuestos beneficios que proporciona, existen dos líneas de evidencia que deben seguirse simultáneamente: a) obtención de información del o los usuarios de la tecnología, preguntando al productor o productora y a otros miembros de su familia; y b) apreciación directa por parte de investigadores, lo cual implica tanto la observación, que puede ser participante, como la toma más formal de datos.

La determinación del comportamiento de la tecnología debe realizarse en varios niveles para determinar los beneficios e interacciones de la tecnología en relación con: a) el productor y su familia; b) el subsistema en el cual se aplica la tecnología; c) los otros subsistemas de la finca; d) el sistema de producción de forma integral (incluyendo hogar); e) los recursos naturales y la sostenibilidad; y f) el nivel regional.

Análisis socioeconómico e integral

Tras haber seguido el proceso descrito arriba, es necesario formalizar el análisis en términos sociales y económicos, lo cual debe juntarse con otra información obtenida durante el proceso de validación de la tecnología, en lo que representa un análisis integral (Fig. 2). Al respecto debe citarse el trabajo de Navarro (27), quien describe en detalle metodologías de análisis estadístico y económico para la evaluación de resultados de validación.

El análisis social incluye gran parte de la información obtenida respecto de la aceptabilidad, adopción y transferencia de la tecnología, así como la serie de apreciaciones realizadas sobre el productor y

su familia, o emitidas por ellos mismos. Para reforzar esto, se pueden realizar estudios con el método de observación participante en un cierto número de fincas, con el fin de captar más a fondo las opiniones y reacciones de la familia productora acerca de las tecnologías en validación; un ejemplo de ello es el estudio realizado por Urueta (41) para el Proyecto Agrosilvopastoril en Guatemala.

El análisis integral significa organizar los datos existentes: sociales, económicos y biofísicos, así como aspectos de diseño y manejo de la tecnología, en forma tal que se corroboren, modifiquen o rechacen los postulados que conllevaron a seleccionar la tecnología para validación. Este análisis cuantitativo, cualitativo, estadístico, económico, biofísico y socioeconómico produce un conjunto de conocimientos sólidos sobre la tecnología, el cual permite, de clasificarse la tecnología en la casilla 1 de la Fig. 3, proceder a la difusión de la misma con un grado de posibilidad de éxito mayor que los intentos empíricos permiten esperar. También, como producto de este análisis, es posible proceder a estipular con claridad los dominios recomendados por la tecnología, esto es un refinamiento de la tipología, principalmente en función de los criterios de transferencia y aceptación.

Evaluación final de cada tecnología

Este paso (Fig. 2) se refiere principalmente a que, según lo anterior y dentro de un marco de políticas institucionales y nacionales de desarrollo, se puede proceder a dar prioridad entre las tecnologías validadas a aquellas que se someterán a difusión. Es claro que lo acertado de la escogencia inicial de los grupos de productores a quienes se les llevó la tecnología para validación es de vital importancia, ya que la validación, como se ha mencionado, está sujeta a características espacio-temporales y específicas de cada grupo de productores. La capacidad de hacer consideraciones en el nivel regional desempeña aquí también un papel importante, puesto que un esfuerzo de extensión impactará en el plano regional, y será el costo/beneficio el que determine la prioridad para la selección de tecnologías por difundir. A lo anterior, y como parte del costo de una tecnología, debe incorporarse el egreso de la extensión de la misma, por ejemplo, en que medida capacitar a los técnicos, para que puedan transferir eficientemente la tecnología, y a los productores, para que la manejen con eficiencia.

Documentación y difusión

El paso final del proceso de validación (Fig. 2) es la documentación y difusión de los resultados, incluso si son negativos (17). La producción de documentos debe

ir más allá de los informes de trabajo, y debe cubrir su comunicación a la diversa clientela que puede utilizarla; desde folletos para extensionistas hasta publicaciones científicas en revistas de prestigio nacional, regional e internacional. La producción de documentos redactados para los productores está fuera de este proceso, ya que es función de los extensionistas. Es evidente que mientras más clara y completa sea la información que se provee en los documentos sobre la validación de cada tecnología, mayor será el radio de acción de los beneficios de la investigación.

CONCLUSIONES

Se concluye que la validación de tecnologías como metodología de trabajo continúa representando una herramienta de investigación muy poderosa, especialmente para la construcción del puente necesario entre generación y transferencia de tecnologías. Sin embargo, tal vez porque su implementación es más compleja que la investigación tradicional, su aplicación ha sido limitada y, a menudo, errónea o insuficiente. La obtención de información sobre factibilidad socioeconómica y los esfuerzos de extensión requeridos, además de verificar la factibilidad biofísica, indican que la validación de tecnologías debiera constituirse en el método de trabajo por excelencia de los proyectos de investigación con miras a su extensión.

LITERATURA CITADA

- 1 ARZE, J. 1988. Modelos y simulación para la transferencia de agrotecnología. In Clasificación de sistemas de finca para generación y transferencia de tecnología apropiada. G. Escobar (Ed.) Ottawa, Can., International Development Research Centre; IDRC-MR182S. p. 179-203.
- 2 BILINSKY, P.; GAYLORD, M. 1992. Outreach pilot project: Small ruminant research and extension in Java. In Plants, animals and people: Agropastoral systems research. C.M. McCorkle (Ed.) Boulder, Colorado Westview Press. p. 125-133.
- 3 CALVO, G.; ICAZA, J. 1988. Evaluación de alternativas tecnológicas mejoradas a nivel de finca. Caso de Estelí, Nicaragua. In Clasificación de sistemas de finca para generación y transferencia de tecnología apropiada. G. Escobar (Ed.). Ottawa Can., International Development Research Centre, IDRC-MR182S. p. 109-119.
- 4 CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA) 1985. Validación/transferencia en el desarrollo de mejores técnicas agrícolas. Turrialba, C.R. Serie Materiales de Enseñanza no. 23. 65 p.
- 5 CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA) 1986. El diseño de alternativas tecnológicas en la investigación de sistemas de fincas. Turrialba, C.R. Informe Técnico no. 91. 51 p.

6. CERNEA, M.M.; COULTER, J.K.; RUSSELL, J.F.A. 1985. Building the research-extension-farmer continuum: Some current issues. In *Research, extension, farmer: A two-way continuum for agricultural development*. M.M. Cernea, J.K. Coulter, J.F.A. Russell (Eds.). Washington, D.C., World Bank, United Nations Development Program. p. 3-10.
7. CHAMBERS, R. 1985. Shortcut methods of gathering social information for rural development projects. In *Research, extension, farmer: A two-way continuum for agricultural development*. M.M. Cernea, J.K. Coulter, J.F.A. Russell (Eds.). Washington, D.C., World Bank, United Nations Development Program. p. 399-415.
8. COLLINSON, M.P. 1982. Farming systems research in Eastern Africa: The experiences of CIMMYT and some national research services, 1976-81. East Lansing, Michigan State University. 43 p.
9. CHAMBERS, R. 1985. Farming systems research: Diagnosing the problems. In *Research, extension, farmer: A two-way continuum for agricultural development*. M.M. Cernea, J.K. Coulter y J.F.A. Russell (Eds.). Washington, D.C., World Bank, United Nations Development Program. p. 71-86.
10. DEWALI, B.R. 1985. Anthropology, sociology and farming systems research. *Human Organization* 44(2):106-114.
11. DUSSELDORP, D. VAN. 1992. Integrated rural development and interdisciplinary research: A link often missing. In *Integrated rural development review*. J.I. Bakker (Ed). University of Wageningen/University of Guelph. no. 1. p. 35-58.
12. ESCOBAR, G. 1986. La fase de validación dentro del proceso de generación de tecnología: Propuesta metodológica. In *Reunión Interna de Discusión sobre Validación/Transferencia en la Metodología de Desarrollo de Tecnología Apropriada*. Turrialba, C.R., CATIE Informe Técnico n. 78. p. 31-44.
13. ESCOBAR, G.; BERDEGUE, J. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP. In *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. G. Escobar, J. Berdegú (Eds.). Santiago, Chile; RIMISP. p. 13-43.
14. FARMER FIRS: FARMER INNOVATION AND AGRICULTURAL RESEARCH 1990. R. Chambers, A. Pacey, L.A. Thrupp (Eds.). London, Intermediate Technology Publication 219 p.
15. FRESCO, L.O. 1988. Farming systems analysis: An introduction. *Tropical Crops Communication* 13:35.
16. GARRETT, P.; UQUILLAS, J.; CAMPBELL, C. 1987. Interview guide for the regional analysis of farming systems. Ithaca, New York, Cornell University, Program in International Agriculture. 90 p.
17. GLADWIN, C.H. 1979. Cognitive strategies and adoption decisions: A case study of non-adoption of an agronomic recommendation. *Economic Development and Cultural Change* 28(1):155-173.
18. HART, R.D. 1980. Agroecosistemas: Conceptos básicos. CATIE. C.R., Turrialba. 211 p.
19. HILDEBRAND, P.E. 1979. Incorporating the social sciences into agricultural research: The formation of a national farm research institute. New York, ICTA Rockefeller Foundation. 45 p.
20. HILDEBRAND, P. E. 1981. Combining disciplines in rapid appraisal: The *sondeo* approach. *Agricultural Administration* 8(6):423-432.
21. HOBGOOD, H. 1980. Central America: Small-farmer cropping systems. Turrialba, C.R. CATIE-ROCAP. Project Impact Evaluation no. 14. 15 p.
22. JONES, J.R. 1986. Evaluation of technological alternatives for small farmers in Central America. In *Social sciences and farming systems research: Methodological perspectives on agricultural development*. J.R. Jones, B.J. Wallace (Eds.). Boulder, Colorado, Westview Press. p. 171-193.
23. KARREMANS, J.A.J. 1992. La investigación social y la estrategia para un desarrollo sostenible. In *Ganadería y recursos naturales en América Central*. D. Pezo, J. Homan (Eds.). CATIE. C.R., Turrialba. (En prensa)
24. KIRCHGÄSSLER, K.U. 1991. Validity: The quest for reality in quantitative and qualitative research. *Quality and Quantity* 25(3):285-295.
25. MORENO, R.; SAUNDERS, J. 1978. A farming systems research approach for small farms of Central America. Turrialba, C.R., CATIE, Departamento de Producción Vegetal. 49 p. (Mimeo).
26. NAVARRO, I. A. 1979. Generación, evaluación, validación y difusión de tecnologías agrícolas mejoradas y apropiadas para pequeños agricultores. CATIE, C.R., Turrialba. 19 p. (Mimeo)
27. NAVARRO, I. A. 1986. Guía para la evaluación de resultados de validación/transferencia en el desarrollo de tecnologías agrícolas para áreas específicas. CATIE. C.R., Turrialba. Informe Técnico no. 89. 103 p.
28. ORTIZ, R.; RUANO, S.; JUAREZ, F.O.; MENESES, A. 1991. A new model for technology transfer in Guatemala: Closing the gap between research and extension. The Hague, ISNAR, OFCOR. Discussion Paper no. 2. 29 p.
29. PARTICIPATORY RURAL APPRAISAL 1991. Proceedings. J. Mascarenhas, P. Shah, S. Josepg, R. Jayakaran, J. Devavaram, V. Ramachandran, A. Fernández, R. Chambers, J. Pretty (Eds.). In *Bangalore PRA Trainers Workshop (1991)*. London, International Institute for Environmental Development/MYRADA. RRA Notes no. 13. 145 p.
30. PERSPECTIVES ON FARMING SYSTEMS RESEARCH AND EXTENSION. 1986. P. Hildebrand (Ed.). Boulder, Colorado, Lynne Rienner Publ. 170 p.
31. RADULOVICH, R. 1991. Desarrollo agrícola en el trópico latinoamericano: El caso del pequeño agricultor vs. la economía nacional. *Interciencia* 16(3):125-130.

32. REICHENBACH, H. 1951. The rise of scientific philosophy. Berkeley, University of California Press. 333 p.
33. REUNION INTERNA DE DISCUSION SOBRE VALIDACION/TRANSFERENCIA EN LA METODOLOGIA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1986. Turrialba, C.R., CATIE. Informe técnico no. 78. 283 p.
34. RHOADES, R E 1984. Breaking new ground: Agricultural anthropology. International Potato Center (CIP), Lima, Perú. 36 p.
35. RHOADES, R E.; HORTON, D.E.; BOOTH, R H. 1986. Anthropologist, biological scientist and economist: The three musketeers or three stooges of farming systems research? In Social sciences and farming systems research: Methodological perspectives on agricultural development. J.R. Jones, B.J. Wallace (Eds.). Boulder, Colorado, Westview Press. p. 21-40.
36. RUANO, S. 1989. El sondeo: Actualización de su metodología para caracterizar sistemas agropecuarios de producción. San José, C.R., IICA/RISPAL. 103 p.
37. SHANER, W.W.; PHILIPP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development: Guidelines for developing countries. Boulder, Colorado, Westview Press. 413 p.
38. SOCIAL SCIENCES AND FARMING SYSTEMS RESEARCH: METHODOLOGICAL PERSPECTIVES ON AGRICULTURAL DEVELOPMENT. 1986a. J.R. Jones, B.J. Wallace (Eds.). Boulder, Colorado, Westview Press. 285 p.
39. SOCIAL SCIENCE IN FARMING SYSTEMS RESEARCH 1986b. J.R. Jones, B.J. Wallace (Eds.). In Social sciences and farming systems research: Methodological perspectives on agricultural development. Boulder, Colorado, Westview Press. p. 1-20.
40. TRIPP, R. 1985. Anthropology and on-farm research. Human Organization 44(2):114-124.
41. URUETA, G. 1992. Estudio de caso de tres familias de coejecutores en Jutiapa, Guatemala. CATIE; Turrialba, C.R., Proyecto Agrosilvopastoril.
42. ZULBERTI, C.A.; SWANBERG, K.G.; ZANDSTRA, H.G. 1979. Technology adaptation in a Colombian rural development project. In Economics and the design of small-farmer technology. A. Valdés, G.M. Scobie, J.L. Dillon (Eds.). Ames, Iowa State University Press. p. 143-165.

BEVERLY, REUBEN B. 1991. A practical guide to the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Athens, USA. Macro-Micro Publishing. 87 p.

Este texto es una guía práctica para el uso de uno de los sistemas más modernos de interpretación del análisis foliar, el método *Diagnosis and Recommendation Integrated System* (DRIS). En el primer capítulo se presenta la filosofía global del análisis. En el segundo, se exponen los principios y la terminología del DRIS, ya en uso frecuente, especialmente en la industria de la caña de azúcar. El capítulo tercero describe los métodos para calcular los valores ocupados para el método mencionado y su interpretación práctica. Una serie de problemas, su resolución de acuerdo a esta técnica y su interpretación, para óptimas recomendaciones de abonamiento, son discutidos en el capítulo cuarto. Este incluye también los resultados de los problemas presentados, lo que le permitirá al lector darse cuenta del uso correcto de los métodos de cálculo.

Una bibliografía amplia sobre los valores de las "normas DRIS" para un total de 32 especies de plantas de uso agronómico o forestal, abarca el quinto capítulo. La mitad de los valores se refieren a especies perennes.

El trabajo concluye con una bibliografía de 178 trabajos, posiblemente la más amplia que existe.

El empleo de este volumen requiere conocimientos sobre análisis de suelos y plantas y su interpretación. Complementa y resume de manera útil la información en este campo. Su uso puede ser apreciado por los interesados en la interpretación de análisis de plantas y suelos y como guía para una producción óptima y con mínima interferencia del ambiente.

ELEMER BORNEMISZA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Evaluación Intermedia del Impacto de la Intervención Tecnológica en Unidades Agropecuarias¹

F.G. Echavarría Ch.*, H. Salinas G.*, A. Falcón R.*,
R.T. Flores R.*, F.A. Rubio A.*

ABSTRACT

Production constraints and appropriate technologies to apply were defined after conducting a static diagnosis. Technologies intended to increase productivity were set up on twelve farms. Due to economic limitations, no control farms were considered; therefore, an intermediate impact evaluation was conducted. Biological, social and economic indexes from two sub-populations were compared. Information was collected through surveying 44 farms located in 13 communities of Zacatecas, Mex. A pilot sampling was done to determine sub-populations, the kind of distribution presented by the different variables under study, and the sample size. Some variables presented a log-normal distribution. As technologies were applied to the animal sub-system to increase animal health and nutritional standards, there was a significant reduction of the abortion index (9.4%) and a trend of reduced goat mortality. No social indexes showing impact on family structure can be presented at this stage of the project (Caprine Production Systems in Mexico, INIFAP/IDRC Agreement). Studies such as this one are helpful in the evaluation of impact and can replace the control farm follow-up.

COMPENDIO

Después de realizar un diagnóstico estático, se definieron los factores limitantes y tecnologías para intervenir 12 fincas agropecuarias, con el propósito de incrementar su productividad. Por restricciones económicas, no se incluyeron fincas control, por lo que se efectuó una evaluación intermedia de impacto, en la que se compararon los índices biológicos y sociales de dos subpoblaciones, una con intervención y otra sin intervención. La información se recolectó por medio de una encuesta realizada en 44 fincas de trece comunidades de Zacatecas, Méx. La intervención tecnológica en el subsistema pecuario se dirigió a incrementar la sanidad y estado nutricional de los animales, logrando una reducción significativa del índice de abortos (16.9% vs. 7.5%) y una tendencia a disminuir la mortalidad en caprinos, respecto de los productores no intervenidos externos. En la etapa actual del Proyecto Sistemas de Producción Caprina, en el marco del Convenio INIFAP-CIID, no se observan indicadores sociales que indiquen impacto sobre el bienestar familiar. Este tipo de evaluación intermedia permite realizar estudios de seguimiento sin tener que establecer fincas control.

Palabras claves: Sistemas de producción, impacto tecnológico, caprinos, semiárido.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha dado mucha importancia a los estudios de evaluación, como requisito para el otorgamiento de apoyo económico en la realización de proyectos de investigación y desarrollo. Esta actividad adquiere mayor importancia en los países del Tercer Mundo, donde se realizan más proyectos con fondos de organismos internacionales, siendo estos últimos y la contraparte nacional los principales usuarios de la información generada por la investigación evaluadora. Los diferentes tipos de evaluación se clasifican de acuerdo al tiempo en que se

realizan y al uso que se da a los resultados de su investigación. Según la revisión realizada por Díaz (2), los principales tipos de evaluación son:

Evaluación *ex-ante*

Se realiza antes de la implementación del proyecto. Los principales usuarios son las agencias internacionales a quienes se solicita el préstamo o apoyo. Su propósito es determinar la viabilidad del proyecto, desde el punto de vista económico.

Evaluación de línea base

Se realiza una vez en el transcurso del proyecto, cuando éste es aprobado. Los principales usuarios de esta evaluación son los miembros del equipo técnico, pues con base en esa información se debe planear la estrategia de operación.

¹ Recibido para publicación el 4 de marzo de 1993.

* Proyecto Sistemas de Producción Caprina en México, Convenio INIFAP-CIID, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Zacatecas, Méx.

Evaluación de seguimiento

Esta actividad debe ser realizada en forma permanente por un miembro del equipo técnico del proyecto. Es de utilidad para los integrantes del equipo técnico, pues permite conocer el grado de avance en la consecución de las metas y objetivos establecidos para cada ciclo.

Evaluación del impacto en etapas intermedias

Se realiza a la mitad del proyecto. Sirve para determinar el grado de avance en el cumplimiento de los objetivos e identificar problemas que impiden lograr las metas propuestas. Ayuda a reorientar las actividades y a reforzar las áreas débiles. Los usuarios son el equipo técnico y los responsables ante agencias internacionales.

Evaluación final de impacto

Se realiza al terminar el proyecto; su objetivo es conocer en forma precisa el grado de cumplimiento de los objetivos durante los años de operación del proyecto.

Evaluación *ex post*

Se realiza cinco o diez años después de terminar el proyecto. Su valor radica en la posibilidad de conocer si la operación del proyecto tuvo un efecto multiplicador; también permite determinar si la situación, que se presentó al finalizar el proyecto, ha cambiado.

Las fincas de campesinos que practican una agricultura integral (cultivos, animales y vegetación natural), requieren de tecnología apropiada a sus circunstancias. El enfoque de sistemas de producción incluye, en el desarrollo de esa tecnología, el análisis y comprensión de los procesos que ocurren entre los componentes de la unidad de producción y los factores endógenos y exógenos a ésta. Con el propósito de definir tecnología apropiada para productores en zonas semiáridas, se realizaron diversos estudios de diagnóstico (4), como parte de las actividades del Proyecto Sistemas de Producción Caprinos, que opera mediante un convenio entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), de México, y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), de Canadá. Una vez diseñada la tecnología, incluyendo su análisis *ex ante* y confrontación, se inició, en 1990, un proceso de intervención tecnológica por etapas.

En una primera etapa se ofreció a los campesinos tecnología diseñada con base en el análisis de información secundaria y de información obtenida en un diagnóstico estático. A través del seguimiento dinámico de la intervención tecnológica de la primera etapa, se logró tener mayor información y comprensión del proceso productivo, lo que permitirá complementar el diseño de tecnología para una segunda etapa de intervención.

Con el objetivo de evaluar el impacto logrado en la primera etapa de trabajo, se realizó una evaluación intermedia a los productores participantes del Proyecto, con respecto a un grupo de productores externos al mismo. La hipótesis planteada fue que los campesinos participantes en el Proyecto, al incorporar las tecnologías sugeridas, generaron un impacto expresado por medio de indicadores biológicos del componente pecuario y de la calidad de vida de la familia.

MATERIALES Y METODOS

La evaluación realizada tiene las siguientes características de acuerdo con Méndez *et al.* (3): a) observación, al no ser modificado ningún factor participante; b) prospectiva, porque toda la información se recoge después de la planeación; c) transversal, porque se miden las variables una sola vez; y d) comparativa, porque existen dos o más poblaciones, en las que se comparan algunas variables para contrastar una o varias hipótesis centrales. Todo lo anterior clasifica el presente estudio como una encuesta comparativa prospectiva, la cual permite realizar un estudio longitudinal comparativo (evaluación de seguimiento).

Ubicación

El estudio se realizó en Zacatecas, Méx., una de las áreas donde actualmente opera el Proyecto, en los municipios de Ojocaliente, Luis Moya y Pánuco. En cada municipio se consideraron todas las comunidades que aparecieron en un padrón de usuarios. Este mismo padrón fue utilizado con anterioridad por los miembros del Proyecto para realizar el diagnóstico estático, ya que contiene a la mayoría de los caprinocultores de la región. De estas comunidades se seleccionaron únicamente las más cercanas a las localidades donde actualmente se trabaja, con lo que su número se redujo a trece comunidades.

Población-objetivo

La población estudiada fueron los productores de caprinos de las comunidades seleccionadas, los cuales poseen un hato no mayor a 200 animales y no menor a

30. Se seleccionaron dos subpoblaciones de productores, siguiendo la metodología propuesta por Cochran (1); una de ellas estaba constituida por 12 productores que participan en el Proyecto, mientras que la otra la conformaron 32 productores ajenos al mismo. La diferencia básica entre estas dos subpoblaciones es únicamente la participación o no en el Proyecto, por lo que cualquier diferencia entre las subpoblaciones se puede atribuir al efecto del Proyecto.

Diseño de tecnología

La tecnología por transferir se diseñó con base en los factores limitantes diagnosticados y la tecnología disponible, ya fuera generada por el Proyecto o por otras entidades. La estrategia en la primera etapa se orientó a mejorar los bajos índices productivos encontrados, específicamente en los aspectos de fertilidad, abortos y mortalidad (5). La tecnología incluyó el uso de sal mineral (fósforo) todo el año, la desparasitación interna y externa específica dos veces al año, el uso de vacunas y vitaminas según calendario y en estados de crisis, la limpieza de corral cada tercer día (sin dejar el estiércol en el interior del corral), la suplementación con residuos de maíz y frijol y la castración de machos por medio de liga de goma elástica.

Variables

De acuerdo con la hipótesis central del estudio, las variables consideradas en la encuesta y que permitieron corroborar si existe o no impacto en los agricultores bajo estudio, son principalmente parámetros biológicos, tales como, fertilidad, aborto y mortalidad. Asimismo, se calificó el uso de sal mineral, la desparasitación externa e interna, la aplicación de vacunas, el uso de vitaminas, la limpieza del corral, el uso de remedios caseros y de medicamentos de patente y el método de castración. Estas variables se calificaron de acuerdo al nivel de uso y a la dependencia de asistencia técnica para su aplicación. Así, se calificó como "nulo" el componente de las recomendaciones que no se utilizó en 1991; "bajo" al que fue utilizado una vez en el año; "medio", cuando el productor utilizó el componente de acuerdo al calendario, pero con ayuda del técnico, y "alto", cuando el productor, además de utilizar el componente según calendario, realizó él mismo la aplicación.

Otro tipo de variables consideradas en la encuesta se refieren a las condiciones de vida del agricultor. Se preguntó si recibía o no ingresos extra, provenientes de trabajo fuera de la finca, tanto del mismo productor como por parte de sus hijos, o de envíos de dinero por parte de familiares en el extranjero y de otras ac-

tividades ajenas a la actividad agrícola y pecuaria. No se preguntó sobre el monto sino sobre el origen, en caso afirmativo. También se indagó sobre la procedencia de los recursos para realizar mejoras a la vivienda y compras de equipo; si hizo uso de crédito para las actividades agropecuarias de la finca y sobre la asistencia técnica recibida. Todo esto corresponde a 1991.

Para conocer el monto de ingresos provenientes de la actividad pecuaria, se evaluaron las ventas de animales en 1991, pero ante la posibilidad de que estas respuestas no reflejaran la producción exclusiva de ese año, se consideró también el número de animales nacidos, vendidos o no, como el indicador de ingresos en 1991.

En la evaluación se incluyeron los costos e ingresos generados por los cultivos establecidos, para determinar la participación de este componente en el ingreso familiar. Para facilitar la comparación fue necesario estandarizar la información. Dicha estandarización consistió en tomar como valor unitario de cada cultivo el precio de garantía vigente en 1991 y se asignó un precio al rastrojo producido. Los costos se estandarizaron al precio de oportunidad, es decir se aplicó la tarifa de renta para cada labor realizada, eliminando así las diferencias entre disponibilidad de tractor o yunta, o la necesidad de calcular la depreciación del equipo. Se dio valor a la mano de obra familiar suponiendo que el costo fijo promedio del jornal para la zona y el costo de los insumos fue igual para todos. De esta manera fue posible reflejar únicamente la diferencia de costos provocada por labores y uso de insumos.

Tamaño de muestra

Para conocer el tamaño de la muestra de productores por considerar se realizó un muestreo piloto, que permitiera conocer la variedad presente en cada una de las variables. Así mismo, se realizaron pruebas a las variables predominantes, sobre la distribución de las mismas, usando la prueba de Kolmogorov Smirnov (6). Lo anterior permitió corroborar que se trataba de una misma población e identificar la distribución particular de cada variable. En el caso de algunas variables se encontró una distribución log-normal, por lo que se hicieron transformaciones a logaritmo base 10. De esta forma se cumplió con el requisito de normalidad para usar la fórmula que permite conocer el tamaño de la muestra. Los cambios fueron para una probabilidad del 5% de error Tipo I y del 10% para el error Tipo II. Además se utilizó el criterio de cometer un error de magnitud igual a la discrepancia, al pretender conocer el promedio poblacional y se utilizó el valor del promedio de la muestra, para determinar un tamaño fijo para todas las variables en estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño de muestra requerido y su discrepancia respecto al promedio.

Variable	Media	Discrepancia	Tamaño de muestra
Caprinos (núm.)	70	22	42
Vientres (núm.)	42	14	43
Cabritos (núm.)	22	7	43
Ovinos (núm.)	13	8	19
Bovinos (núm.)	6	3	16
Índice fertilidad (%)	66.9	15.9	39
Índice de abortos (%)	14.2	7.2	36
Ingreso por ventas ¹	1 734	780	41
Ingreso por maíz	355.7	175.7	34
Ingreso por frijol	691.8	421.8	31
Ingreso por nacimiento	2 163	684	43
Costos del maíz ²	359	96	29
Costos del frijol	382	81	30

1 Ingreso bruto, pesos mexicanos (US\$¹ = \$3 145).

2 Costos totales.

Captura y análisis de información

Para obtener la información se diseñó un cuestionario, que fue probado previamente con productores de la región; y se aplicó a 44 productores. La información se analizó por medio de "pruebas de t", para las variables normalizadas de escala de proporción. Para las variables de escala ordinal se utilizó la "prueba de Chi-cuadrado" y en los casos de escala nominal se usaron "las tablas de contingencia 2 x 2", por medio de "Chi-cuadrado corregido por continuidad" (6).

RESULTADOS Y DISCUSION

Tal como se indicó anteriormente, la investigación evaluadora intermedia se debe realizar cuando el proyecto se encuentra en etapas intermedias de operación. Sus resultados pueden servir para ampliar, reducir, reorientar o dar por terminado el proyecto. En esta ocasión, además de conocer el estado actual de los hatos de los productores bajo influencia y los externos al Proyecto, se pretendió conocer la importancia del subsistema agrícola, la magnitud de sus aportes a la finca y su relación con el subsistema pecuario. Se encontró que los productores estudiados cuentan con un tamaño promedio de hato de 70 animales, de los cuales 42 son vientres, 22 animales jóvenes y 2 sementales. También cuentan en promedio con 13 ovinos y 6 bovinos. Siembran principalmente frijol y maíz de temporal, además de cultivos de riego en menor escala, como "chile", alfalfa, avena, vid, frijol y maíz.

Los ingresos netos producidos por el subsistema agrícola y el pecuario se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ingreso neto promedio de los subsistemas agrícola y pecuario de productores participantes y externos al Proyecto, en Ojocaliente, Luis Moya y Pánuco (miles de pesos mexicanos).

Grupo	Agrícola (%)	Pecuario ¹ (%)	Total
Participantes	1 436	40	2 084
Externos	917	37	1 537
		60	3 520
		63	2 454

1 No incluye los costos del pastor.

Los ingresos agrícolas incluyen el costo por mano de obra, no así los ingresos pecuarios, en los que no se consideró el costo del pastor, ya que por lo general esta actividad es realizada por el productor o su familia, sin que represente un desembolso real. Sin embargo, debe indicarse que de haber considerado el costo del pastor, el ingreso neto de la actividad hubiese sido negativo. La magnitud del aporte del subsistema agrícola no refleja la realidad, ya que, aparentemente, el ingreso pecuario es mayor. No obstante, esto es cierto sólo si no se le da valor al trabajo del pastor. La actividad caprina dentro del sistema de producción tiene el propósito de ser el ahorro de la finca, con el cual se financian actividades agrícolas entre otras. Esto es razón suficiente para que el productor valore el aporte del componente animal.

De la información recolectada sobre el subsistema agrícola, se pudieron detectar algunas desviaciones en el uso de tecnología, con respecto al "debe ser de la estación experimental"; entre ellas se encuentra el escaso uso de fertilizantes, bajas densidades de siembra y la utilización de material genético degenerado. La tecnología necesaria para solventar este problema ya fue generada por la estación experimental, por lo que su inclusión en el plan de trabajo del Proyecto permitirá cumplir con mayor eficacia el objetivo de aumentar los ingresos de la familia. Es importante señalar que la validación de las tecnologías agrícolas, en sistemas de caprinocultores, estará estrechamente relacionada con la práctica de suplementación, que es una de las estrategias principales para lograr la intensificación. Lo anterior permitirá incrementar la escala de producción y reducir el costo de mano de obra; por otro, se espera una disminución en la demanda de vegetación natural para alimentar a los animales, reduciendo el sobrepastoreo y contribuir, así, a la sostenibilidad del sistema.

Uso de las tecnologías recomendadas

En el Proyecto se considera que el productor ha alcanzado un primer nivel tecnológico cuando acepta

casi totalmente el paquete tecnológico sugerido. En el Cuadro 3 se presentan los componentes que forman el paquete de recomendaciones para el manejo del hato. Una de ellas es la práctica de suplementación, la cual consiste en ofrecer residuos de cosecha (rastrajo de maíz y frijol). La diferencia en la utilización de esta recomendación, entre ambos grupos bajo estudio, es significativa, lo que muestra que a pesar de que la misma unidad de producción integra diferentes actividades (agrícola y pecuaria), la relación entre las mismas no se maneja apropiadamente.

En cuanto a los resultados obtenidos con cada uno de los otros componentes del paquete, éstos indican que el grupo de productores que participan en el Proyecto han alcanzado, en su mayoría, los niveles alto y medio de utilización. Esto indica el uso de las tecnologías tal y como se recomienda, con la diferencia que el nivel alto incluye realizar la práctica por sí mismo. Los resultados muestran que las diferencias entre los dos grupos estudiados son significativas ($P < 0.05$); sin embargo, se debe destacar el que algunos de los productores no participantes se encuentran en el nivel medio y alto de utilización y que, por lo general, estos casos se asocian con asistencia técnica pagada. También se detectó el caso de un productor externo, quien emplea algunas de las medidas recomendadas en su propia finca, al haber observado las realizadas por uno de los participantes del Proyecto.

Cuadro 3. Frecuencia de productores (participantes o no del Proyecto) que se encuentran en el nivel de uso medio y alto de las tecnologías recomendadas.

Recomendaciones	Participantes % (n = 12)	Externos % (n = 32)	(P _s)
Uso de sal	91.0	18.6	0.1
Desparasitación interna	66.0	31.0	5.0
Desparasitación externa	91.0	37.0	0.1
Vacunación	58.3	28.1	5.0
Uso de vitaminas	41.0	16.1	5.0
Limpieza del corral	100.0	80.6	1.0
Suplemento	100.0	53.1	2.0
Medicina casera	37.5	41.6	60.0
Medicamentos de patente	75.0	65.6	30.0
Castración con liga	36.3	6.6	0.1

Este primer nivel tecnológico se ha venido aceptando en forma gradual y sus efectos se detectan al analizar los parámetros reproductivos del hato caprino (Cuadro 4). Se observa una disminución en el índice de aborto mostrado por los productores intervenidos con el uso de sales fosforadas, prácticas sanitarias y suplemento alimenticio, proporcionado a las hembras gestantes.

Cuadro 4. Parámetros reproductivos estimados en los hatos de productores participantes y externos al Proyecto.

Parámetro	Participante	Externo	(P _s)
Abortos (%)	7.5	16.9	2.0
Mortalidad (%)	22.9	26.7	65.7
Fertilidad (%)	63.0	65.0	9.2

Otro indicador modificado favorablemente fue el índice de mortalidad. Aunque no se presentó una diferencia significativa con respecto del grupo externo, si mostró un grado de avance (Cuadro 4). Esta mejoría, al igual que la anterior, es atribuible a las prácticas sanitarias y al mejoramiento de las condiciones físicas de los vientres, así se disminuyó la mortalidad de cabritos. En lo que se refiere al índice de fertilidad, los valores se mantienen muy cercanos entre los dos grupos. No obstante, se espera un incremento en la fertilidad a medida que transcurra el tiempo de la intervención tecnológica.

Como consecuencia de este mejoramiento en los parámetros reproductivos, es de esperarse un efecto directo en producción y, posteriormente, un impacto en las condiciones de vida; sin embargo, ese efecto aún no se nota claramente. En el Cuadro 5 se presentan algunos resultados observados. Es claro que no hay ninguna diferencia significativa entre subpoblaciones, aunque se puede notar una tendencia del grupo participante en el Proyecto para disponer de mayor cantidad de recursos provenientes de la venta de caprinos, que son utilizados para la compra de instrumentos de trabajo o equipo necesario. Por otro lado, se observa una tendencia general de ambos grupos para autofinanciar tanto sus actividades agrícolas, como pecuarias. Lo anterior es reflejo de la disminución del crédito

Cuadro 5. Indicadores de condiciones de vida de productores participantes y no participantes en el Proyecto.

Indicador	Origen de recursos ¹		Participantes (%)	Externos (%)	(P _s) (%)
	PP	PE			
Mejoras a vivienda	A	G	58.3	68.7	31.0
Compra de equipo	C	A	58.3	40.6	40.0
Autofinanciación	C,A	C	75.0	75.0	20.0
Ingreso extra-finca	L	L	83.3	56.3	10.0

1 A = agricultura; G = ganado; C = caprinos; L = local; PP = productores participantes; PE = productores externos.

oficial, que se ha venido suscitando en el país. El productor enfrenta la deficiencia de capital, utilizando recursos que ellos consideran ahorro, en este caso los caprinos. También emplean la fuerza de trabajo familiar en actividades fuera de la finca, que representa un aporte importante a la economía de la familia.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye:

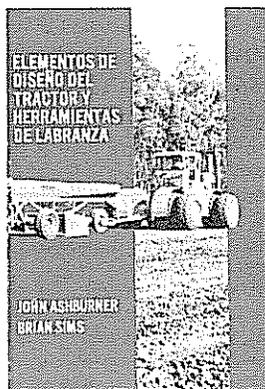
1. El Proyecto Sistemas de Producción Caprino ha logrado incorporar a la tecnología tradicional de manejo de cabras de los productores bajo estudio, una serie de componentes tecnológicos para incrementar la sanidad, estado físico y parámetros reproductivos.
2. Como resultado de la incorporación de estas prácticas al manejo tradicional, fue posible disminuir el índice de abortos y se observó una tendencia a reducir la mortalidad.
3. Por el carácter reciente de la intervención tecnológica, los resultados no reflejan aún el impacto sobre las condiciones de vida del productor.
4. Los resultados obtenidos permiten hacer un corte transversal a la línea que representa la evolución de la población y fijar uno o varios puntos que ayudan

a hacer comparaciones entre los miembros de esa población, con apoyo de la estadística.

LITERATURA CITADA

1. COCHRAN, W.G. 1977 Técnicas de muestreo 2 ed. Trad. por A. Sestier. México, D.F., Editorial Continental. 513 p.
2. DIAZ C., H. 1989. La evaluación de programas de desarrollo agrícola regional en la República Dominicana. Santo Domingo, IICA, Secretaría de Estado de Agricultura. 155 p. (Mimeo)
3. MENDEZ R., I.D.; NAMIHIRA G., L.; MORENO A., C.; SOSA DE M., M. 1984. El protocolo de investigación: Lineamientos para su elaboración y análisis. Méx., Trillas de C.V. 209 p.
4. INIFAP (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS). 1991. Reporte del Proyecto de Sistemas de Producción Caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. H. Salinas G., H.M. Quiroga G. (Eds.). Zacatecas, Méx., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Zacatecas. 55 p.
5. SALINAS G., H.; AVILA A., J.L.; FALCON R., J.A.; FLORES R., R.T. 1991. Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, Méx. Turrialba (C.R.) 41(1):47-52.
6. SIEGEL, S. 1975. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 2 ed. Trad. por J. Aguilar V. México, D.F., Trillas. 346 p.

LIBRO RECOMENDADO



US\$8.50

Elementos de Diseño del Tractor y Herramientas de Labranza J. Ashburner; B. Sims. 1984. 474 p. ISBN 92-9039-058 1.

Su objetivo es servir de guía para la capacitación universitaria de pregrado y posgrado, mediante la presentación de los elementos básicos de ingeniería de suelos y su aplicación al análisis del comportamiento del tractor y sus herramientas de labranza. Se incluye el estudio de casos concretos y numerosas ilustraciones gráficas de gran utilidad para la comprensión del tema.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

Rentabilidad de Sistemas Silvopastoriles con Pequeños Productores de Leche en Costa Rica: Primera Aproximación¹

F. Holmann*, F. Romero*, J. Montenegro*,
C. Chana*, E. Oviedo*, A. Baños**

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate costs and benefits of managing live fences, protein banks (*Erythrina berteroana*) and associations of improved pastures (*Brachiaria brizantha*) with legumes (*Arachis pintoi*) and with lumber trees (*Cordia alliodora*). A representative farm from the humid lowlands of Costa Rica was taken as an example. Data to evaluate agronomic and economic performance came from research carried out at Tropical Agriculture Research and Training Center (CATIE). Partial budgeting procedures were used to evaluate alternatives. The cost of establishing live fences was 54% lower (US\$612 vs. US\$1333/km) than the cost of establishing dead fences. In addition, 1 km of live fence with two annual prunings can incorporate into the soil 453 kg N, 31.2 kg P and 166.2 kg K equivalents, worth a total of US\$348.88 of organic fertilizer and exceeding the cost of labor required for the pruning (four 8-hour days of labor/kilometer/year). In the case of the protein bank, the cost of producing 1 kg CP (dry matter basis) was 750% lower than the cost of 1 kg CP from soybean meal (US\$0.08 vs. US\$0.68/kg). Even though the latter is of higher quality than the former, its cost does not justify the investment, given the fact that about one-third of the protein bank labor requirements can be provided by the family (children and elderly people, normally outside of the formal job market). The costs of establishing improved pastures alone or associated with legumes were very similar (US\$374 vs. US\$379). However, the legume association maintains a higher stocking rate (2.5 AU/ha vs. 2.0 AU/ha) and allows for the production of an additional kg of milk. Planting lumber trees requires an investment of US\$361/ha. Assuming that the lumber price will stay constant into the future, this alternative would generate an annual income of US\$238/ha, which is lower than the benefits from any of the other alternatives studied. However, if the price of lumber continues to increase at the same annual rate as in the past 13 years, this alternative becomes the most profitable. If the farmer's objective is to produce more milk with the lowest initial investment, the first option would be to establish the protein bank and then improve pastures. With the additional income generated from these investments, the next viable option would be to establish lumber trees in association with pastures, as a source of savings for the future.

COMPENDIO

Los objetivos del estudio fueron evaluar los costos y los beneficios del manejo de cercas vivas, bancos de proteína (*Erythrina berteroana*), asociación de pasturas mejoradas (*Brachiaria brizantha*) con leguminosas (*Arachis pintoi*) y con árboles forrajeros (*Cordia alliodora*), tomando como ejemplo una finca representativa del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Los datos para evaluar el comportamiento agronómico y económico de estas alternativas provinieron de investigaciones conducidas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). La metodología para evaluar las diferentes alternativas fue la de presupuestos parciales. El costo de fijar cercas vivas fue 54% menor que el de cercas muertas (US\$612/km vs. US\$1333/km). Adicionalmente, un kilómetro de cerca viva, sometida a dos podas anuales, puede incorporar al suelo el equivalente a 453 kg N, 31.2 kg P y 166.2 kg K, lo que representa un aporte de US\$348.88 en forma de fertilizante orgánico, lo cual excede los gastos de mano de obra (cuatro jornales por kilómetro al año). En el caso del banco de proteína, el costo de un kilogramo de proteína cruda (PC) base seca proveniente del banco fue 750% menor que el costo de 1 kg de PC de harina de soja (US\$0.08 vs. US\$0.68/kg). A pesar que la proteína de la soja es de mejor calidad que la producida por leguminosas arbóreas, su costo no justifica la inversión, ya que la mano de obra requerida para manejar el banco representa la tercera parte de los costos anuales y, en gran medida, ésta puede ser aportada por niños o adultos de edad avanzada, quienes normalmente se encuentran fuera del mercado de trabajo. Los costos de establecimiento de una hectárea de pasturas mejoradas, solas o en asociación con leguminosas, fueron similares (US\$374 vs. US\$379). Sin embargo, la asociación mantiene una carga animal mayor (2.5 vs. 2.0 unidades animales por hectárea [UA/ha]) y genera un kilogramo adicional de leche por día. La alternativa de sembrar árboles maderables requiere una inversión de US\$361 por hectárea, considerando que el precio de la madera se mantiene constante a través del tiempo. Esta alternativa generaría un beneficio equivalente anual de US\$238 por hectárea, inferior a cualquiera de las alternativas evaluadas. Sin embargo, si el precio de la madera aumenta a igual tasa que durante los últimos 13 años, esta alternativa sería la más rentable. Si el objetivo del productor es producir más leche con la menor inversión inicial, la mejor opción sería establecer el banco de proteína para, luego, establecer pasturas mejoradas. Con el incremento en los ingresos, producidos por estas actividades, la opción siguiente sería establecer árboles maderables en potreros.

Palabras claves: *Erythrina berteroana*, cercas vivas, banco de proteína, lechería tropical, trópico húmedo.

¹ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993

* Proyecto Sistemas Silvopastoriles. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba 7170. C.R.

** Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

INTRODUCCION

El modelo de desarrollo ganadero empleado en Costa Rica durante la década de 1970-1979 y principios de la de 1980-1989 fue acompañado

por incentivos gubernamentales, tendientes a generar divisas por la exportación de carne y la sustitución de importaciones de leche. Estos incentivos se dieron a través de crédito subsidiado, precios de leche por encima del mercado internacional e inversiones en infraestructura (carreteras, energía eléctrica) financiadas con fondos públicos (10).

Entre 1980 y 1989, Costa Rica alcanzó autosuficiencia en producción de leche, generando incluso pequeños excedentes que se exportaron a la región centroamericana y el Caribe en forma de leche UHT (pasteurizada con el proceso *ultra high temperature*). Por otro lado, desde 1984, Costa Rica eliminó los créditos subsidiados. Paralelamente, el precio internacional de la carne ha bajado sistemáticamente, como consecuencia de cambios en los hábitos de consumo en los Estados Unidos de América (10).

Los incrementos en la producción bovina, obtenidos durante las últimas décadas, se debieron principalmente a una expansión en el área de pasturas y no a una intensificación de los sistemas de producción (4, 5). Esta expansión se dio, en muchos casos, en suelos muy

pobres que se han venido degradando con el tiempo y que, acompañado a los incentivos gubernamentales anteriormente señalados, agotaron este modelo de desarrollo, y llegaron a un punto de conflicto con la conservación de recursos naturales. Sólo en la década comprendida entre 1980 y 1989, Costa Rica tuvo una tasa de deforestación en promedio de 500 km² anuales, lo que significa que en los últimos 10 años se deforestó el 10% del territorio nacional (9).

Todo lo anterior pone de manifiesto la necesidad de evaluar nuevas alternativas de producción y de aplicar modelos de desarrollo apropiados a una economía sin subsidios, que combinen mayor productividad con la sostenibilidad de los ecosistemas existentes.

En este sentido, los sistemas silvopastoriles –asociación de árboles en sistemas de producción animal– podrían desempeñar un papel importante en elevar los ingresos del productor, por medio de la incorporación de árboles de uso múltiple (leguminosas, maderables y frutales) en pasturas, cercas, bancos de proteína o reservas forestales. Por otro lado, el CATIE, con financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones

Cuadro 1. Parámetros productivos de 22 fincas y de una seleccionada en el trópico húmedo bajo de Costa Rica.

	Encuesta ¹ (n = 22)		Finca seleccionada
Área de pasto (ha)	14.0	(12.0)	15.0
Potreros (núm.)	3.6	(2.2)	3.0
Carga animal (UA/ha)	1.2	(0.5)	1.1
Inventario del hato (cabezas)			
– Vacas	9.6	(5.4)	10.0
– Vaquillas 1-3 años	5.7	(7.8)	5.0
– Terneras(os) 0-1 año	6.3	(6.1)	8.0
– Toros	0.8	(0.7)	0.0
Producción de leche (kg)			
– Vaca/d	4.2	(1.5)	5.0
– Total/d	25.9	(19.6)	30.0
Promedio de vacas en ordeño	6.1	(4.2)	6.0
Especies de pasto (ha)			
– Ratana (<i>Ischaemum indicum</i>)	10.1	(10.9)	15.0
– Otros	3.9	(9.9)	0.0
Cercas vivas existentes (km)	2.1	(1.1)	2.0

1 En paréntesis las desviaciones estándar.

Fuente: CATIE (7)

para el Desarrollo (CIID), ha realizado una investigación básica y aplicada en sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo durante los últimos seis años, por lo que ya se cuenta con una base técnica para el diseño de sistemas silvopastoriles

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar los costos y beneficios de manejar cercas vivas, bancos de proteína, asociaciones de pasturas mejoradas con leguminosas y asociaciones de árboles maderables con pasturas, con base en los resultados generados por CATIE.

MATERIALES Y METODOS

Se tomó como ejemplo una finca representativa del trópico húmedo bajo de Costa Rica, identificada como tal con base en una encuesta realizada por el proyecto en la ecozona de Guápiles (7). Esta zona, localizada a 150 msnm, tiene una precipitación anual de 4000 mm, distribuidos durante todo el año y una temperatura promedio de 26°C. Los cuadros 1 y 2 contienen la descripción de las fincas encuestadas en la zona y de la unidad productiva seleccionada como representativa.

Los datos para evaluar el comportamiento agronómico y económico –producción de biomasa comestible y costos de producción– de leguminosas arbóreas, pasturas y árboles maderables provinieron de

investigaciones realizadas por CATIE (2, 3, 6, 7, 8, 12, 13). Para evaluar las diferentes alternativas se utilizó la metodología de presupuesto parcial.

La estrategia de este estudio consistió en utilizar la finca seleccionada como base inicial, tomando como premisa que el objetivo del productor es mantener el mismo número de vacas en ordeño. Con base en lo anterior se realizó la evaluación de las siguientes alternativas: 1) cerca viva de poró (*E. berteroaana*); 2) banco de proteína de poró con "ratana" (*Ischaemum indicum*); 3) establecimiento de *B. brizantha* asociada con *A. pintoi* y 4) asociación de laurel (*C. alliodora*) con pasturas.

Debido a la falta de información con respecto a las interacciones entre dos o más de estas alternativas sobre la producción de leche, éstas se evaluaron en forma independiente –efecto parcial de cada alternativa sobre la finca base. Asimismo se trató de establecer un nivel jerárquico de mayor a menor ingreso adicional obtenido de la inversión en cada una de ellas.

RESULTADOS

Cercas vivas

Como se observa en el Cuadro 1, la utilización de cercas vivas es una práctica ya establecida en la región. A juzgar por el tamaño promedio de las fincas (15 ha),

Cuadro 2. Utilización de mano de obra e ingresos en 22 fincas y en una seleccionada, localizadas en el trópico húmedo bajo de Costa Rica.

		Encuesta ¹ (n = 22)	Finca seleccionada
Mano de obra (jornales por día)	1.0	(0.0)	1.0
Ingreso bruto (US\$/a)			
– Leche	2 744.0	(2 069.0)	3 175.0
– Carne	1 000.0	(1 698.0)	650.0
– Total	3 744.0	(2 741.0)	3 825.0
Ingreso neto (US\$/a ²)			
– Total	190.0	(138.7)	271.0
– Hectárea	13.6	(9.9)	18.1
Ingreso neto (US\$/a ³)			
– Total	3 033.4	(2 208.1)	3 114.4
– Hectárea	216.7	(158.2)	207.6

1 En paréntesis, las desviaciones estándar.

2 Cargando costo de mano de obra familiar, valorada como salario mínimo (US\$ 7.79/d).

3 Sin incluir costo de mano de obra familiar.

Fuente: CATIE (7).

la mayoría de las divisiones están establecidas con cercas vivas. En el Cuadro 3 se presentan los costos de fijación y mantenimiento de un kilómetro de cerca viva de poró, en comparación con la fijación de una cerca muerta, en condiciones típicas de la zona.

La decisión de los productores de utilizar cercas vivas es lógica, ya que el costo de establecimiento por kilómetro es 54% menor (US\$612 vs. US\$1333/km) en relación con las cercas muertas. Además existe la posibilidad de llegar a reemplazar totalmente el alambre de púas por medio de un incremento en la densidad de postes vivos en la cerca, reduciendo la distancia entre árboles de 1.33 m (750 árboles/km) a 0.25 m (4000 árboles/km), con el mismo material producido por la cerca en podas subsiguientes. Como práctica rutinaria, las cercas vivas son podadas cada seis meses para obtener estacones para cercas. El resto de la biomasa producida queda en el campo. El material comestible es utilizado por los animales quedando el residuo en el suelo para su descomposición.

En el Cuadro 4 se presenta la producción esperada de biomasa y la evaluación agronómica del poró como cerca viva, obtenida durante un período de cuatro años. Con base en la producción de los últimos dos años, y según datos de Bronstein (3), un kilómetro de cerca viva podría incorporarse al suelo 453 kg N, 31.2 kg P y 166.2 kg K, en caso que los animales no consuman el material comestible.

En 1991, el costo del N, P y K, según datos proporcionados por Fertilizantes de Costa Rica S.A. (FERTICA), era de US\$0.58/kg, US\$0.63/kg y US\$0.40/kg, respectivamente; lo que representa un aporte de US\$262.74 N, US\$19.66 P y US\$66.48 K para una contribución total de US\$348.88 en forma de fertilizante orgánico. El costo de poda por kilómetro equivale a cuatro jornales anuales (US\$31.16, Cuadro 3). Si se carga este costo al fertilizante que la cerca incorpora al suelo, se obtendría un beneficio neto de \$317.72/km/año. Sin embargo, este beneficio se limita únicamente a lo largo del perímetro de la cerca con bajo aprovechamiento de este aporte por las pasturas. Otra práctica común es utilizar el material podado como alimento animal ofrecido *in situ*. Esta práctica será evaluada en detalle cuando se considere el uso del banco de proteína bajo pastoreo directo, en la sección siguiente.

Banco de proteína

El Cuadro 5 muestra los costos de establecimiento de una hectárea de poró como banco de proteína para pastoreo directo (20 000 plantas por hectárea) y para corte y acarreo (40 000 plantas por hectárea). Como se observa, la inversión para corte y acarreo es 45.5% mayor que la requerida para pastoreo directo, aunque contiene un 50% más de plantas.

Cuadro 3. Costo de establecimiento y mantenimiento de un kilómetro de cerca viva de (*E. berteriana*) en comparación con una cerca muerta.

	<i>E. berteriana</i>		Muerta	
	(n)	(US\$)	(n)	(US\$)
Establecimiento				
- Postes ¹	60	61.25	333	699.30
- Estacas ²	600	48.00	0	0.00
- Alambre de púas ³	4 000	440.00	4 000	440.00
- Grapas ⁴	2	1.80	11	9.90
- Mano de obra ⁵	8	61.20	24	183.50
- Total	6	12.25		1 332.70
Mantenimiento anual (dos podas)	4	31.16		

1 Postes de gavilán (*Pentaclethra macroleoba*) para cercas vivas, espaciados a 16 metros, con un costo de US\$1.25 por poste y una vida útil de tres años. En el caso de las cercas muertas, postes preservados, espaciados a tres metros, con un costo de US\$2.10 por poste y una vida útil de ocho años.

2 US\$0.08 por estaca.

3 US\$0.11 por metro lineal, utilizando cuatro líneas de alambre.

4 US\$0.90/kg.

5 US\$7.79 jornal de ocho horas.

Fuente: Martínez (11), Reiche y Current (12).

Cuadro 4. Efecto de la poda semestral sobre la producción de biomasa de una cerca viva de poró (*E. berteriana*) con 750 árboles por kilómetro, en el trópico húmedo bajo de Costa Rica.

Año	Hojas ^{1, 2}		Tallo tierno ³		Parte comestible ⁴		Tallo leñoso ⁵		Biomasa total ⁶	
kg MS/km/a o										
1	2 765	(436)	532	(112)	3 297	(524)	6 219	(789)	9519	(1 284)
2	3 836	(431)	382	(167)	4 218	(555)	3 314	(282)	7532	(734)
3	6 208	(961)	3 120	(859)	9 328	(1 556)	9 525	(991)	1 8853	(2 362)
4	6 361	(806)	3 382	(862)	9 743	(1 646)	8 512	(1 580)	1 8255	(3 224)

1 En paréntesis, el error estándar.

2 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) = 55.6%; proteína cruda (PC) = 23.7%.

3 DIVMS = 43.0%; PC = 7.9%.

4 DIVMS = 53.0%; PC = 20.1%.

5 DIVMS = 34.0%; PC = 6.3%.

6 MS = 23%; DIVMS = 46.4%; PC = 15.5%.

Fuente: CATIE (7).

Cuadro 5. Costo de fijación, mantenimiento y aprovechamiento de una hectárea de poró (*E. berteriana*) como banco de proteína para pastoreo directo y para corte.

	Pastoreo	Corte
Establecimiento		
- Cercado ¹	96.8	96.8
- Preparación ²	146.0	146.0
- Estacas ³	266.7	533.3
- Siembra ⁴	76.5	114.8
Subtotal	586.0	890.9
Mantenimiento		
- Limpieza ⁵	91.8	91.8
- Uniformización ⁴	76.5	114.8
Subtotal	168.3	206.6
Aprovechamiento		
- Mano de obra ⁶	59.2	355.2
- Fertilización ⁷	52.1	52.1
Subtotal	111.3	407.3

1 12 postes a US\$1.25 c/u; 120 estacas sin costo; 600 metros de alambre de púa a US\$0.11/m; 0.5 kg de grapas a US\$0.90/kg y 2 jornales a US\$7.79 c/u.

2 Preparación del terreno: 6 horas de tractor a US\$18/h; 4 litros de Gramoxone y 1 de 2-4-D a US\$3/l y 3 jornales para aplicación de herbicidas.

3 Para pastoreo 6667 estacas; para corte y acarreo 13333 estacas a US\$0.04 c/u. Todas las estacas se sembraron acotadas, por lo que cada una puede dar origen a tres plantas.

4 Sólo en el primer año, 10 jornales para pastoreo y 15 para corte y acarreo.

5 Sólo en el primer año, cada 4 meses, 4 jornales/limpieza

6 Cortes cada 4 meses. Mano de obra requerida para corte y acarreo = 45.6 jornales anuales (60 min/d); para pastoreo 7.6 jornales/año (10 min/d)

7 180 kg de 10-30-10 para un aporte total de 60 kg de P/ha/año.

Fuente: Martínez (11), CATIE (8).

Sin embargo, el costo anual de aprovechamiento es seis veces mayor, requiriendo adicionalmente equipo menor para picar y ofrecer el forraje. Por esta razón, se optó por evaluar únicamente la alternativa para pastoreo directo, por considerarla más viable y práctica. Para efectos del estudio, el área por sembrar en forma de banco de proteína se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$A_p = (CE_i \cdot 365 d \cdot VO_j) / P_{ms}$$

donde:

A_p = Área por sembrar de poró (ha)
 CE_i = Consumo diario estimado (kg MS/vaca/día)
 365 d = 365 días
 VO_j = Número promedio anual de vacas en ordeño
 P_{ms} = Producción de MS (kg/ha/a)

El consumo diario se estimó en 2 kg MS/vaca/día (0.55% del peso vivo) más un 10% de rechazo, suponiendo que esta cantidad aporta un tercio de los requerimientos totales de proteína para una vaca que produce 6 kg/día. Investigaciones anteriores (6) indican niveles de consumo hasta de 2.5 kg MS/vaca/día (0.6% del peso vivo). Asimismo, con base en resultados preliminares, obtenidos con vacas en ordeño bajo pastoreo directo de poró, se supuso que este aporte genera una producción adicional de 1 kg leche/vaca/día, en comparación con sólo pastoreo de "ratana" (6).

El Cuadro 6 muestra la producción anual de biomasa comestible de un banco de poró, evaluado durante tres años, con una densidad de siembra de 40 000 plantas por hectárea.

Como se observa, la productividad del banco de proteína ha disminuido con el tiempo, pasando de 27 t de biomasa comestible por hectárea, durante el primer año, a 11.5 t durante el tercer año. Esto es debido, principalmente, a la extracción drástica de nutrimentos,

especialmente fósforo, el cual no ha sido incorporado al suelo mediante fertilización. Por lo tanto, en este ejercicio, se contempla la aplicación de 60 kg P/ha/a para compensar esta extracción (CATIE, datos no publicados). Por otro lado, para efectos del presente ejercicio, se consideró que la producción de biomasa comestible del banco de proteína bajo pastoreo directo es 60% menor (13.5 t MS/ha/a) que la obtenida cuando el banco se siembra para corte y acarreo, debido a que la densidad de siembra es menor (20 000 vs. 40 000 plantas/ha) y al efecto de la presencia del animal dentro del banco.

Con base en la fórmula descrita anteriormente, el área por sembrar en la finca representativa sería de 0.36 ha (180 m x 20 m), con nueve divisiones (20 m x 20 m) pastoreadas cada cuatro meses por un periodo de dos semanas. Esto corresponde a una inversión inicial de US\$271.5.

En términos marginales, con un rendimiento adicional esperado de un kilogramo de leche/vaca/día, con respecto a la producción base de leche de cinco kilogramos vaca al día, esta inversión produciría 2190 kg adicionales de leche, representado un ingreso bruto adicional de US\$635 anuales. Deduciendo el costo de aprovechamiento (US\$111.3), el ingreso neto adicional sería de US\$523.7 anuales.

Si se toma como referencia el valor económico del banco de proteína como fuente proteica y se compara con harina de soja, la proteína de soja (base seca) cuesta US\$0.68/kg –en 1991 el precio de la harina de soja a granel fue de US\$0.27/kg, conteniendo 90% MS y 44% PC, de acuerdo con datos proporcionados por Industrial de Oleaginosas Americanas S.A.–, mientras que el kilogramo de proteína del poró cuesta US\$0.09. Es decir, el costo por kilogramo de PC es 755% más caro cuando se utiliza harina de soja.

Para estimar el costo de la proteína de poró se tomaron los datos del Cuadro 5 (costo de estableci-

Cuadro 6. Producción de biomasa de una hectárea de poró (*E. berteriana*) con 40 000 plantas por hectárea en la zona de Guápiles, Costa Rica¹.

Año	Hojas	Tallo tierno	Biomasa comestible ²	Tallo leñoso
1	16 486	10 710	27 196	10 710
2	13 470	5 290	18 760	21 144
3	9 495	2 079	11 574	10 390

1 Valores en kg MS/ha/a.

2 DIVMS = 53.0%; PC = 20.1%.

Fuente: CATIE (6).

miento depreciado a 10 años más el costo anual de aprovechamiento). Adicionalmente se consideró un costo de oportunidad de la tierra equivalente a su alquiler para otros usos alternativos, equivalente al valor de un jornal por hectárea al mes (US\$7.79), o sea, US\$93.48 por hectárea al año, lo cual es práctica común en Costa Rica.

A pesar que la harina de soja es mejor fuente de proteína que el poró, su costo 7.55 veces mayor no justifica la inversión, máxime si se toma en consideración que la mano de obra representa la tercera parte del costo anual del banco de proteína, la cual puede ser aportada por niños o adultos de edad avanzada, quienes realmente están fuera del mercado normal de trabajo.

Siembra de pasturas y leguminosas

En este trabajo se ha utilizado como ejemplo la *B. brizantha* cv. Marandú, sola o en asociación con *A. pintoi*. El Cuadro 7 contiene el costo de fijación de estas alternativas. Como se observa, el costo de ambas alternativas es muy similar; sin embargo, la asociación tiene ventaja a largo plazo, ya que presenta costos menores de mantenimiento por la fijación de N de la leguminosa.

Por otro lado, con base en resultados preliminares (8), se estimó una carga animal de 2.0 UA/ha/a y una

producción de leche de 7 kg/d por vaca en ordeño para la alternativa sin asocio, sin fertilización nitrogenada. Para la alternativa asociada se estimó una carga de 2.5 UA/ha, con una producción de 8 kg de leche al día por vaca en ordeño –un incremento marginal respecto a la producción-base de 2 kg y 3 kg por vaca al día para la alternativa sin asocio y con asocio, respectivamente. El genótipo más utilizado en la ecozona son vacas lecheras con un rango del 50% al 75% de genes europeos, principalmente Holstein y Jersey.

Con base en lo anterior, el área por sembrar para mantener el mismo número de animales en la finca –sin tener que recurrir a la compra de animales adicionales debido a incrementos en la capacidad de carga– sería de 2.4 ha para la alternativa asociada y 3 ha para aquella sin asocio.

El Cuadro 8 muestra las ventajas comparativas de estas alternativas en relación con la finca representativa. Como se puede observar, si el objetivo fuera mantener el mismo número de vacas en ordeño, no sólo se liberarían entre 2.5 ha y 3.1 ha de tierra para otros usos alternativos agrícolas o forestales, sino que la productividad por hectárea y por finca se incrementaría, generando mayores ingresos con costos fijos similares. Asimismo, la inversión inicial es recuperable en menos de un año.

Cuadro 7. Costo de fijación, mantenimiento y aprovechamiento anual de una hectárea de pasto *B. brizantha*, solo o en asociación con *A. pintoi*.

	<i>A. pintoi</i> + <i>B. brizantha</i>	<i>B. brizantha</i>
Establecimiento		
- Preparación de terreno ¹	168.0	168.0
- Preparación de semilla ²	84.2	88.8
- Siembra ³	70.1	23.4
- Fertilización ⁴	57.1	57.1
Subtotal	379.4	352.6
Mantenimiento⁵	36.3	

1 6 horas de tractor a US\$18/h; 4 litros de Gramoxone + 3 litros de 2-4-D a US\$3 por litro; 5 jornales para aplicación de herbicidas a US\$7.79 c/u.

2 Para siembra asociada: 2 kg de semilla de *B. brizantha* a US\$ 29.6/kg; 200 m² de material vegetativo de *A. pintoi* a US\$ 0.125/m²; 2 jornales para corte y acarreo del *Arachis*: Para siembra sin asocio: 3 kg de semilla.

3 9 jornales para siembra asociada y 3 jornales para siembra sin asocio (al voleo).

4 3 jornales, 90 kg de fertilizante 10-30-10 a US\$0.26/kg y 45 kg de Nutran (33.5% N) a US\$0.23/kg.

5 90 kg de Nutrán (33.5% N) a US\$0.23/kg ha/a en dos aplicaciones y 1 jornal por aplicación.

Fuente: CATIE (datos no publicados)

Cuadro 8. Carga animal, producción de leche, inversión e ingresos esperados del reemplazo del pasto ratana por *B. brizantha* sola y asociada con *A. pintoi*.

	Ratana	<i>Brachiaria</i> + <i>Arachis</i>	<i>Brachiaria</i> sola
Carga animal (UA/ha)	1.1	2.5	2.0
Producción de leche (kg/d)			
- por vaca	5.0	8.0	7.0
- por hectárea	5.5	20.0	14.0
- por finca	30.0	48.0	42.0
Producción de leche (kg/a)			
- por vaca	1 825.0	2 920.0	2 555.0
- por hectárea	2 007.5	7 300.0	6 387.5
- por finca	10 950.0	17 520.0	15 330.0
Ingreso bruto (US\$/a)			
- por hectárea	582.2	2 117.0	1 852.4
- por finca	3 175.5	5 080.8	4 445.7
Ingreso marginal (US\$/a ¹)			
- por hectárea	0.0	+ 1 534.8	+ 1 270.2
- por finca	0.0	+ 1 905.3	+ 1 270.2
Inversión (US\$ ²)			
- por hectárea	0.0	379.4	376.6
- por finca	0.0	948.5	1 129.8
Area liberada (ha)	0.0	3.1	2.5

1 Por encima del ingreso que obtendría con pasturas de ratana.

2 Para mantener el mismo número de vacas en ordeño se requiere establecer 2.4 ha de *Brachiaria* + *Arachis*. En el caso de *Brachiaria* sin asocio, se establecen tres hectáreas.

Asociación de árboles maderables con pasturas

Bronstein (3) no encontró diferencias significativas en producción de forraje entre pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) sin fertilización, en áreas sin árboles y con árboles en densidades de 260 laureles por hectárea. En ese mismo trabajo (3) se encontró que cada árbol de laurel puede aportar al suelo 0.25 kg N, 0.023 kg P y 0.113 kg de potasio.

Con base en lo anterior, en este ejercicio se utilizó como árbol maderable el laurel (*C. alliodora*), por ser una de las especies mejor adaptadas al trópico húmedo y por su alta demanda en el mercado nacional. Por otro lado, se consideró que la finca representativa puede estar con "ratana" o *B. brizantha*. Asimismo, a pesar que el pasto *Brachiaria* podría eventualmente beneficiarse de los aportes de nutrientes del laurel al suelo, se ha considerado que la producción de MS permanece constante y con la misma carga animal. Es decir, el análisis contempla una inversión y un beneficio esperado ligado estrictamente a la plantación forestal, para lo cual se utilizó CASH, un paquete de flujo de caja para análisis de proyectos forestales en microcomputadores (1).

Para estimar el volumen total de laurel asociado con pasturas se utilizó la ecuación de Somarriba y Beer (13):

$$V_t = 0.017615 + 0.000034 (d^2h) - 0.000086(d^2) + 0.003358(h)$$

donde:

V_t = volumen total (m³)

d^2 = diámetro a la altura del pecho (cm)

h = altura total (m)

El volumen comercial real (VCR) que obtienen los productores es solamente un 64% del V_t , debido a torceduras del tronco, pudrición del duramen y bifurcaciones, entre otros (13). La rotación biológica óptima ocurre a los 34 años de edad y corresponde a un diámetro de 55 cm, con una altura de 35 m (13). Esto genera un V_t de 3.73 m³ por individuo y un VCR de 2.39 m³ por individuo.

La densidad de siembra depende del interés del productor, el área y el flujo de caja disponible. La densidad puede variar desde 1 hasta 1111 árboles por hectárea. Debido a que el laurel se asociará con pasturas, se ha considerado una densidad de 100 individuos

Cuadro 9. Mano de obra y costos para el fijación, mantenimiento y aprovechamiento de una hectárea de *C. alliodora* en el trópico húmedo de Costa Rica.

	Jornales ¹	Insumos (US\$)
Fijación (año 1)		
- Compra de árboles	0.0	12.0 ²
- Limpieza y marcación	1.0	0.2 ³
- Plantación y fertilización	2.5	3.5 ⁴
- Protección de árboles	20.0	50.0 ⁵
- Replante	1.0	4.3 ⁶
	Subtotal ⁷	
	24.5	170.0
Mantenimiento anual	3.0	1.0
Aprovechamiento	6.5	
Extracción y transporte		13.9 ⁸

1 Jornales de 8 horas/día a US\$7.79 c/u.

2 100 árboles a US\$0.12 c/u.

3 0.1 l de Malathion a US\$2.00/litro.

4 100 estaquillas a US\$0.035 c/u y 3 kg de Nutrán a US\$0.16/kg.

5 Protección de bambú en forma de triángulo (1.5 m cada lado y 1.5 m altura) con 6 reglas clavadas en cada lado a razón de US\$1.50 c/u.

6 Replante a razón de 36% de mortalidad a US\$0.12 por árbol.

7 Equivale a US\$360.85/ha (US\$170 en insumos y 24.5 jornales valorados como salario mínimo a US\$190.85).

8 Costo de extracción y transporte por metro cúbico con corteza a 50 km del aserradero (Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas 1992).

Fuente: Reiche y Current (12).

por hectárea (sembrados a 10 m x 10 m de distancia), que permite una producción de forraje capaz de mantener una carga animal similar a aquella de la pastura sin árboles.

Para la proyección financiera se tomaron los costos de establecimiento de una hectárea de laurel (Cuadro 9), dando a cada árbol protección individual contra los daños que podrían ocasionar los animales. Se consideró una supervivencia del 64% (6) y la resiembra de los individuos perdidos durante el mismo año.

Para estimar el ingreso neto proveniente de la cosecha de laurel a futuro (a 34 años plazo) se tomaron dos escenarios: 1) el precio de laurel permanece constante en términos reales (US\$120.80/m³ de VCR, durante 1991, según información obtenida en el Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas y 2) el precio del laurel continúa con un incremento real del 3.24% anual (promedio de los últimos 12 años), tomando como precio base el de 1991. Asimismo, se consideró, para ambos escenarios, que el costo de los insumos principales (mano de obra y transporte) continuará incrementando el promedio de los últimos 12 años (el transporte incrementa al 4.0% anual, partiendo de US\$13.9/m³ con corteza, siguiendo las cifras entregadas por el Ministerio de Recursos Naturales,

Energía y Minas; y la mano de obra incrementa a una tasa de 1.5% anual, partiendo de US\$7.79/jornal, de acuerdo con los datos dados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social).

El Cuadro 10 muestra el valor presente neto, ingreso anual equivalente, relación beneficio/costo y tasa interna de retorno de una plantación de laurel en las condiciones descritas.

Si se considera que el precio de laurel continúa aumentando en términos reales, el ingreso neto anual sería de US\$1980.40/ha, lo que representa un ingreso de US\$64 211.50/ha al momento de la cosecha. Si el

Cuadro 10. Índices económicos de una siembra de laurel con 100 individuos por hectárea en potreros del trópico húmedo bajo de Costa Rica.

Índice económico	Aumentos en precio	
	Nulo	3.24% anual
Valor presente neto (US\$)	7 716.2	64 211.5
Ingreso anual equivalente (US\$)	238.0	1 980.4
Relación beneficio/costo	1.4	4.0
Tasa interna de retorno	7.9	15.2

productor pudiera reforestar con densidades de 100 árboles de laurel por hectárea, financiado con el ingreso generado por cualquiera de las otras alternativas evaluadas (banco de proteína o siembra de *Brachiaria* sola o en asocio con *Arachis*), la reforestación es una alternativa que le permitiría asegurar un futuro de jubilación seguro, además de representar una de las inversiones más rentables de hoy en día. Adicionalmente, si se mejorara la plantación, de tal manera que aumentara la proporción de madera aprovechable, este ingreso podría ser aún mayor.

En el caso más conservador suponiendo que el precio del laurel en el año 2025, cuando se coseche, sea el mismo que en 1991, y que el costo de transporte y mano de obra continúen su incremento al ritmo antes descrito, el ingreso neto anual sería de US\$238 por hectárea. Esta cifra no incluye el ingreso adicional que el productor obtendría de la actividad lechera, la cual, si se mantiene en pasturas de "ratana", genera US\$18/ha/a, cargando los costos de mano de obra familiar, valorada como salario mínimo, y US\$208/ha/a, excluyendo el costo de mano de obra (Cuadro 2). Es decir, el caso más conservador generaría más ingresos anuales que la situación actual de la finca.

DISCUSION

El Cuadro 11 contiene un resumen de las alternativas evaluadas, expresadas como inversión inicial e ingresos netos marginales en equivalentes anuales por finca y por hectárea.

Jerárquicamente, la actividad más rentable es la siembra de árboles de laurel en pasturas, suponiendo que el precio de la madera continuará aumentando a una tasa anual real del 3.24%, la cual representa el promedio

de los últimos 12 años. Aun sin aumentos reales de precio es una actividad que genera mayores ingresos por hectárea (US\$238/a) que la situación actual de la finca (US\$208/ha/a). Cabe aclarar que el laurel es una de las especies más exigentes en cuanto a calidad de suelo y drenaje, por lo que posiblemente no toda la finca pueda ser sembrada de laurel. Otras especies (eucalipto) de crecimiento más rápido (15 años) podrían ser incorporadas, generando ingresos equivalentes menores, pero con tiempos de cosecha más cortos. La principal desventaja, desde el punto de vista económico, es que esta actividad no tiene flujo de caja, lo cual es una de las ventajas más importantes de la actividad lechera.

El banco de proteína representa la segunda mejor opción, ya que genera ingresos adicionales por hectárea de US\$1705 por año. Sin embargo, los ingresos reales para la finca en cuestión serían únicamente de US\$576/a, debido a que el área de siembra como banco de proteína sería tan sólo 0.36 ha, que corresponde a las necesidades de seis vacas en ordeño.

Las alternativas que involucran siembras de pasto, solo o en asocio con leguminosas, generan los menores ingresos adicionales por hectárea. No obstante, a nivel de finca, generan mayores ingresos que el banco de proteína, pues el área de siembra varía de 2.4 ha a 3 ha, dependiendo de la alternativa.

La estrategia que se ha de seguir dependerá del objetivo del productor. Existen ecozonas dentro del trópico húmedo de Costa Rica, donde muchos productores han cambiado su actividad agrícola o lechera por cría, que requiere menos mano de obra, para así poder vender su fuerza de trabajo a compañías bananeras, convirtiéndose en "productores de medio tiempo". Esto se debe a que el costo de oportunidad de la mano de obra es 50% mayor que en otras zonas (el salario

Cuadro 11. Inversión e ingresos netos marginales en la finca inicial, en equivalentes anuales esperados (US\$) por finca y por hectárea.

Alternativa	Finca		Hectárea	
	Inversión	Ingreso	Inversión	Ingreso
Finca inicial (FI) ¹	0	3 114	0	208
FI + <i>Brachiaria</i>	904	+1 270	377	+1 270
FI + <i>Brachiaria</i> + <i>Arachis</i>	1 138	+1 905	379	+1 111
FI + Banco de proteína	272	+576	754	+1 705
FI + Laurel				
a) sin aumento de precio	5 415	+3 570	361	+238
b) con aumento de precio ²	5 415	+29 700	361	+1 980

1 FI genera un ingreso neto anual de US\$3114. Los ingresos de las alternativas son expresados como ingresos adicionales a éste.

2 Suponiendo que el precio de la madera continúa incrementando a una tasa de 3.24% anual.

mínimo en las bananeras es cercano a los US\$15/d). Con esta perspectiva, el sembrar árboles con densidades más altas en combinación con actividades pecuarias con bajo requerimiento de mano de obra, podría ser de mayor beneficio.

Si el objetivo es producir más leche y en ecozonas donde la mano de obra tiene un costo de oportunidad menor similar o menor que el salario mínimo, una alternativa sería establecer el banco de proteína como primera opción, pues requiere una inversión inicial menor, para luego establecer pasturas mejoradas. Con el incremento de ingresos generados por estas actividades, la opción lógica sería establecer plantaciones de árboles maderables en potreros.

CONCLUSIONES

Las alternativas consideradas representan una primera aproximación del beneficio económico que puede ofrecer un sistema silvopastoril en condiciones del trópico húmedo, en relación con sistemas de producción tradicionales. Este beneficio pudiera ser aún mayor en otros ecosistemas (trópico seco).

Sin embargo existen beneficios intangibles, que podrían ser más importantes para la sociedad que para el mismo productor y que no se han considerado en este análisis. Estos beneficios son difíciles de cuantificar, como es el caso del valor del árbol en la producción de oxígeno y secuestro de bióxido de carbono (CO²), la sombra y el reciclaje de nutrientes, entre otros.

LITERATURA CITADA

1. BLINN, C.R.; ROSE, D.W. 1985. CASH: A general cash flow and sensitivity analysis: Microcomputer program for conducting project analysis. St. Paul, Minnesota, USA, Department of Forest Resources, University of Minnesota. Staff Paper Series. 36 p.
2. BOREL, R. 1988. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. In Conferencia Nacional de Producción y Utilización de Pastos y Forrajes Tropicales (2., 1988, Cali, Col.). Memorias. Cali, Col., Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 194.
3. BRONSTEIN, G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 110 p.
4. DGEN (DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS) 1975. Censo agropecuario 1973. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 432 p.
5. DGEN (DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS) 1987. Censo agropecuario 1984. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 168 p.
6. CATIE (CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1989. Proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo. Informe anual 1989. Turrialba, C.R., CATIE. 184 p.
7. CATIE (CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1990. Proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo. Informe anual 1990. Turrialba, C.R., CATIE. 170 p.
8. CATIE (CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA). 1991. Proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo. Informe anual 1991. Turrialba, C.R., CATIE. 148 p.
9. CCAD (COMISION CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO) 1991. Plan de acción forestal tropical para Centroamérica. San José. C.R., CCAD. 82 p.
10. HOLMANN, F.; ESTRADA, R.D.; ROMERO, F.; VILLEGAS, L.A. 1992. Technology adoption and competitiveness in small milkproducing farms in Costa Rica: A case study. Journal of Livestock Research for Rural Development (En prensa).
11. MARTINEZ, H.A. 1989. El componente forestal en los sistemas de finca en pequeños productores. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Boletín Técnico no. 19. 79 p.
12. REICHE, C.; CURRENT, D. 1991. Rendimientos en faenas y costos para la producción de árboles de uso múltiple en América Central (1988-1989): Resumen regional anual. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 174. 35 p.
13. SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1986. Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico no. 16. 14 p.

Consumo Voluntario de "Guatera" de Sorgo y Maíz según Densidad de Siembra¹

J.A. Martínez*, M.A. Gutiérrez O.*,
H.E. Vargas B.** , C.E. Saavedra*, G. Roldán P.***

ABSTRACT

As part of general farming systems research methodology, a technology was developed to optimize the production of sorghum "guatera" (SG) and corn "guatera" (CG), and then discussed with farmers. It became evident that additional information regarding the effect of planting density on voluntary intake, chemical composition and digestibility was needed. An experiment was carried out in order to evaluate three planting densities (75, 150 and 225 kg of corn seed/ha and 25, 75 and 125 kg of sorghum seed/ha). Voluntary intake was determined with cattle, in a 6 x 6 latin square design. Planting density affected the crude protein (CP) content of SG, but not that of CG. In both cases, CP was below 5.7%, while *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) was above 74.6% and not affected by species or planting density. Acid detergent fiber was lower in CG than in SG (36% vs. 40%). Stalk diameter decreased as planting density increased, but the leaves: stems ratio did not show a clear trend. No differences were noted in terms of voluntary intake between SG and CG. When CG was offered, voluntary intake increased from 1.50 to 2.13 kg DM/100 kg BW when planting density increased from 75 to 225 kg/ha. This was not the case with SG. It is concluded that planting density affects the intake of CG, but not that of SG.

COMPENDIO

Como parte de la metodología general de investigación con enfoque de sistemas, se efectuó una confrontación con productores de la tecnología desarrollada para optimizar la producción de "guatera" de maíz y/o sorgo. Se identificó la necesidad de determinar el efecto de la densidad de siembra de estos cultivos en el consumo voluntario del forraje producido y en otras características nutricias, tales como: contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fibra ácido detergente (FAD), relación hoja/tallo (H/T) y diámetro del tallo (DT). Los tratamientos consistieron en tres densidades de siembra de maíz: 75 kg/ha, 150 kg/ha y 225 kg/ha; y tres de sorgo: 25 kg/ha, 75 kg/ha y 125 kg/ha de semilla pura germinable (SPG), los cuales se distribuyeron en un diseño cuadrado latino (6 x 6) para evaluar el consumo voluntario de materia seca (MS) por bovinos. El contenido de PC del forraje de sorgo fue afectado por la densidad de siembra; sin embargo, no se observó en el forraje de maíz. En ambos cultivos, la PC fue inferior a 5.7% mientras que la DIVMS fue superior a 74.6 por ciento. Esta última no fue afectada por la especie ni por la densidad de siembra. La FAD fue inferior en maíz con respecto al sorgo (36% vs. 40%). El DT disminuyó conforme aumentó la densidad de siembra y la relación H/T no mostró una tendencia clara. El consumo voluntario de MS no mostró diferencias estadísticas significativas entre maíz y sorgo, ni entre las densidades de este último cultivo. En el caso del maíz, el consumo aumentó de 1.50 kg a 2.13 kg MS/100 kg de peso vivo cuando la densidad se incrementó de 75 kg/ha a 225 kg/ha de semilla pura germinable (SPG). Se concluye que la densidad de siembra afecta el consumo voluntario de "guatera" de maíz, no así el de "guatera" de sorgo.

Palabras claves: Manejo agronómico, rendimiento, composición física y química, digestibilidad, consumo.

INTRODUCCION

La región suroriental de Guatemala se caracteriza por una escasa e irregular distribución de lluvias, siendo el período seco hasta de siete meses. En estas condiciones, los principales factores que afectan negativamente la productividad de las fincas con ganado bovino de doble propósito, son la escasez y bajo valor nutritivo de los alimentos disponibles para el ganado.

Un estudio de caracterización de los sistemas tradicionales de producción bovina de doble propósito, indica que la "guatera" de maíz o sorgo, y los rastrojos de estos cultivos, constituyen una alternativa amplia-

¹ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos, Gua.

** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Oficina en Guatemala, Gua.

***Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Gua.

mente utilizada por pequeños ganaderos de la región para alimentar el ganado en la época seca (14). Estos hallazgos motivaron la realización de diagnósticos específicos para ampliar y profundizar en el conocimiento sobre el cultivo, cosecha, almacenamiento y utilización de estos recursos en la alimentación animal (10, 12).

Con el nombre de "guatera" se denomina el cultivo de maíz o sorgo destinado para la alimentación de rumiantes en la época seca. La siembra se hace al final del período lluvioso, en surcos o al voleo y en altas densidades. El forraje se cosecha a principios de la época seca y es deshidratado al sol antes de su almacenamiento (5).

Roldán y Soto (12), al estudiar el sistema tradicional de cultivo de la "guatera", encontraron gran variabilidad en el germoplasma de maíz o sorgo utilizado y en prácticas agronómicas del cultivo, tales como, método de siembra, densidad de siembra y niveles de fertilización nitrogenada, indicando la necesidad de investigar estos factores para optimizar la producción y calidad de la materia seca de este forraje. Los estudios realizados por Mendizábal (7), Reyes *et al.* (9), Roldán y Vargas (14), Roldán *et al.* (13) y Villeda (18) permitieron formular recomendaciones para el cultivo de "guatera". Sin embargo, al confrontar con productores la tecnología recomendada, éstos opinaron que la densidad de siembra era muy baja (50 kg/ha y 25 kg/ha de semilla pura germinable para maíz y sorgo, respectivamente), lo cual disminuiría el consumo de los animales y aumentaría el rechazo del forraje ofrecido. Ambos efectos fueron calificados como desfavorables por el productor.

Con base en los anteriores antecedentes, y conociendo que el consumo voluntario de materia seca explica el 70% de las variaciones en el índice de valor nutritivo de los forrajes (3), se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de siembra de sorgo (*Sorghum bicolor*, Linn) y de maíz (*Zea mays*, L.) sobre el consumo voluntario y otras características nutricias del forraje ofrecido.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo comprendió las siguientes fases: 1) producción, cosecha y secado del forraje, y 2) consumo voluntario. La primera se realizó en dos fincas de productores de Quesada, y la segunda en el Centro de Producción del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Jutiapa, ambos municipios del departamento de Jutiapa. Estos lugares tienen una temperatura media anual mínima de 18°C y máxima de 29°C, una precipitación media anual de 900 mm a 1300

mm y se localizan entre 800 msnm y 1000 metros sobre el nivel del mar. Según De la Cruz (4) estas localidades se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado).

Los tratamientos consistieron en tres densidades de siembra de maíz: 75 kg/ha, 150 kg/ha y 225 kg/ha de semilla pura germinable (SPG) del material criollo "Arriquín Grande", y tres de sorgo: 25 kg/ha, 75 kg/ha y 125 kg/ha de SPG de la variedad ICTA Mitlán.

La siembra se hizo del 11 al 13 de setiembre de 1989, colocando la semilla a chorro corrido en surcos distanciados a 40 centímetros. Previo a la siembra se realizó el control de plagas en el suelo utilizando 65 kg/ha de Volatón (fenilgloxilonitrilo exima 0.0 fosforotioato) al 5% y, junto con la siembra, se fertilizó con 60-50-100 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La cosecha se efectuó el 20 de noviembre de 1989 y se cortó el forraje a ras del suelo cuando la planta se encontraba al inicio de la floración. Antes de almacenar el forraje en forma de manojos, se procedió a secarlo mediante su exposición, en capas delgadas, por seis días al sol.

En la evaluación del consumo voluntario del forraje cosechado de cada tratamiento, se utilizaron seis novillos cebuinos de 242 kg de peso vivo inicial, los cuales se desparasitaron interna y externamente antes de iniciar el experimento. Los novillos se ubicaron en corrales individuales con techo de lámina y piso de tierra, donde dispusieron de agua y sales minerales a libre acceso. Para esta fase se utilizó un diseño cuadrado latino (6 x 6), pasando cada animal por los seis tratamientos, en seis secuencias diferentes. Cada período tuvo una duración de 14 d, 7 d de adaptación y 7 d de toma de datos. Los animales se pesaron al inicio y al final de cada período de comparación. El forraje se ofreció en un 15% de exceso con respecto al consumo del día precedente. El consumo se estableció por diferencia entre el forraje ofrecido y el rechazado. Para efectos de determinación de MS, PC, DIVMS y FAD se tomaron muestras del material ofrecido durante el primer, cuarto y séptimo días del período de toma de datos.

En la fase de producción y cosecha de forraje se hicieron estimaciones de rendimiento mediante muestreos aleatorios dentro del lote correspondiente a cada tratamiento.

Los datos de PC, DIVMS, FAD y consumo de MS fueron sometidos a un análisis de variabilidad; cuando se encontraron efectos significativos de los tratamientos se procedió a realizar la discriminación de medias por la prueba de Tukey (16). También se hicieron análisis de regresión simple de FAD, consumo de MS

y DT sobre la densidad de siembra y análisis de correlación entre FAD y DT.

El rendimiento de MS se analizó mediante comparaciones ortogonales, considerando una distribución de tratamientos en un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento de MS mostró una tendencia a aumentar conforme se incrementaron las densidades de siembra en ambos cultivos, pasando de 5.5 t/ha a 5.9 t/ha en sorgo y de 5.3 t/ha a 6.6 t/ha en maíz (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas (P0.05). Estos resultados confirman lo encontrado por Villeda (18) en sorgo y por Roldán y Vargas (14) y Roldán *et al.* (13) en maíz, en la misma región, en el sentido que densidades superiores a 100 kg/ha y 25 kg/ha de SPG de maíz y sorgo, respectivamente, no afectan el rendimiento de materia seca.

Cuadro 1. Efecto de la densidad de siembra de maíz y de sorgo para "guatera", sobre la producción de materia seca.

Especie	Densidad (kg SPG/ha)	Producción (MS) (t/ha)
Maíz	75	5.5
	150	5.5
	225	5.9
	Promedio	5.6
Sorgo	25	5.3
	75	6.0
	125	6.6
	Promedio	6.0

El efecto de los tratamientos sobre algunas características nutricias del forraje se presentan en el Cuadro 2. El contenido de PC en el forraje de sorgo fue afectado por la densidad de siembra (P0.01); sin embargo, este efecto no se observó en el forraje de maíz. En ambos cultivos, el contenido de PC fue inferior a 5.7%, mientras que la DIVMS fue superior a 74.6% y no la afectaron la especie ni la densidad de siembra (P0.05). Estos valores tipifican a la "guatera" como un alimento deficiente en proteína pero rico en energía, haciendo evidente la necesidad del suplemento proteico para obtener el mejor comportamiento animal. El porcentaje de FAD fue inferior en maíz con respecto a sorgo (36% vs. 40%). En este último, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre densidades de siembra (P0.01), observándose el mayor valor de FAD en la densidad de 125 kg/ha (Cuadro 2). El análisis de correlación de FAD sobre densidad de siembra indicó coeficientes de 0.98 para maíz y 0.93 para sorgo.

En el Cuadro 3, se muestra el efecto sobre el diámetro de tallo y sobre la relación H/T. El diámetro de tallo tendió a disminuir conforme se incrementó la densidad de siembra en cada cultivo. La "guatera" de tallo más fino –tallo con menor diámetro–, se obtuvo con la densidad más alta (225 y 125 kg/ha SPG en maíz y sorgo, respectivamente). Este resultado concuerda con lo señalado por Bidwell (2), en el sentido que los entrenudos de los tallos se alargan cuando las plantas crecen en poblaciones donde hay competencia por nutrimentos del suelo, agua y luz.

La relación H/T no mostró una tendencia clara en función de la densidad de siembra; la mejor relación se obtuvo con las densidades medias evaluadas (150 kg/ha y 75 kg/ha de SPG en maíz y sorgo, respectivamente), (Cuadro 3). Los valores observados son similares a los encontrados por Albani (1) y Orellana (8), al evaluar densidades de 70 kg/ha a 110 kg/ha de SPG en cultivo de maíz para "guatera".

Cuadro 2. Efecto de densidad de siembra de maíz y de sorgo para "guatera", en algunas características nutricias.

Especie	Densidad (kg SPG/ha)	PC	DIVMS (porcentaje de base seca)	FAD
Maíz	75	4.9	75.1	35.6
	150	5.0	75.5	35.9
	225	5.3	75.0	36.5
	Promedio	5.1	75.2	36.0
Sorgo	25	5.7 a	76.6	39.3 b
	75	4.9 b	75.6	39.6 b
	125	5.2 ab	74.6	41.3 a
	Promedio	5.3	75.6	40.1

a, b = Valores en la misma columna dentro de especie con diferente letra difieren estadísticamente (P0.05).

Cuadro 3. Efecto de la densidad de siembra de maíz y de sorgo para "guatera" sobre el diámetro del tallo y la relación hoja /tallo.

Especie	Densidad (kg SPG/ha)	Diámetro (mm)	Hoja/tallo (%)
Maíz	75	9.7 b	28.78 b
	150	5.8 b	36.64 a
	225	5.3 a	34.66 a
	Promedio	6.9	33.36
Sorgo	25	11.4 c	34.66 ab
	75	6.1 b	37.63 a
	125	4.1 a	32.68 b
	Promedio	7.2	34.99

a, b, c = Valores en la misma columna dentro de especie con diferente letra difieren estadísticamente (P0.05).

El Cuadro 4 muestra el efecto de la densidad de siembra sobre el consumo voluntario de MS, proveniente de "guatera" de maíz y sorgo. El análisis de variabilidad no detectó diferencias significativas entre el consumo de MS de maíz y sorgo, ni entre las densidades de siembra de este último cultivo (P0.05). En el caso de maíz, el consumo aumentó de 1.5 a 2.13 kg/100 kg de peso vivo cuando la densidad se incrementó de 75 kg/ha a 225 kg/ha de SPG. Esta tendencia es inversa a la observada en el (r = -0.86) y no tuvo relación con la proporción H/T. En este sentido, Yibirin y Arias (19) señalan que el D/T y la relación H/T vistos en conjunto tienen importancia sobre el consumo. Sin embargo, si el tallo es fino, la relación hoja/tallo tiene menor influencia.

Cuadro 4. Efecto de la densidad de siembra de maíz y de sorgo para "guatera" sobre el consumo voluntario de materia seca.

Especie	Densidad (kg SPG/ha)	Consumo de MS por día (kg/d/100 kg PV)
Maíz	75	1.45 c
	150	1.72 b
	225	2.13 a
	Promedio	2.25
Sorgo	25	1.90
	75	1.79
	125	1.97
	Promedio	1.89

a, b, c = Valores en la misma columna dentro de especie con diferente letra difieren estadísticamente (P0.05).

La ausencia de diferencias en consumo de sorgo atribuidas a la densidad de siembra, probablemente

pueden ser explicadas por características inherentes a la variedad ICTA Mitlán, tales como: tallo jugoso y dulce, buena proporción de hojas verdes al momento de la cosecha y adecuada relación H/T. No obstante, hay que hacer notar que la correlación entre consumo voluntario y densidad de siembra fue de 0.99 y que la predicción del consumo voluntario (Y) en función de la densidad de siembra (X), se ajustó al modelo lineal siguiente: $Y = 1.09 - 4.53X$ ($R^2 = 0.98$).

Es necesario destacar que los máximos consumos observados son relativamente bajos (Cuadro 4) y, seguramente, están asociados al bajo contenido proteico de ambos forrajes (15). También se debe mencionar que las variaciones en consumo entre forrajes tropicales no se han podido explicar satisfactoriamente por diferencias en la composición química (17), y que la relación entre digestibilidad y consumo varía con los atributos del forraje y del animal (6).

Finalmente, se destaca que los resultados observados en la "guatera" de maíz confirman lo señalado por los productores en la etapa de confrontación de la tecnología, ya que el grosor de los tallos afecta su consumo. Esta hipótesis no fue confirmada en el caso del sorgo. Además, este trabajo muestra la importancia que tiene la participación del productor en el proceso de investigación y desarrollo de tecnología para mejorar los sistemas de producción.

CONCLUSIONES

- La densidad de siembra del maíz en cultivo para "guatera" afecta el consumo voluntario de MS, aumentando de 1.45 kg a 2.13 kg MS/100 kg de peso vivo cuando la densidad se incrementa de 75 kg/ha a 225 kg/ha de SPG.

- b. El consumo de "guatera" de sorgo, variedad ICTA Miltán, no es afectado por densidades de siembra superiores a 25 kg/ha de SPG.
- c. La DIVMS, FAD y relación H/T no explicaron las diferencias observadas en el consumo voluntario.
- d. El D/T de la "guatera" de maíz y sorgo mostraron una tendencia a disminuir conforme aumentó la densidad de siembra en ambos cultivos.
- e. La densidad de siembra, en los niveles evaluados para cada cultivo, no afectó el rendimiento de MS.

RECOMENDACIONES

- a. Utilizar 225 kg/ha de semilla pura germinable de maíz criollo "Arriquin Grande", cuando se siembra en cultivo para "guatera".
- b. Utilizar entre 25 kg/ha y 125 kg/ha de semilla pura germinable de sorgo variedad ICTA Miltán, cuando se siembra en cultivo para "guatera".
- c. Investigar el efecto del suplemento proteico sobre el comportamiento de animales alimentados con dietas basadas en "guatera".

LITERATURA CITADA

1. ALBANI REYES, P.N. 1986. Evaluación de cuatro variedades de maíz con diferentes densidades de siembra en producción de forraje para la época seca. Tesis Lic. Zootecnista. Gua., Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 31 p.
2. BIDWELL, R. 1987. Fisiología vegetal. G. Gerónimo Cano (Trad.) Méx., D.F., Editorial AGT. 784 p.
3. CRAMPTON, E.W.; DONNEFER, I.; LLOYD, L.W. 1960. A nutritive value index for forages. *Journal of Animal Science* 19(2): 583-584.
4. CRUZ, J.R. DELA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Gua., Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. CUBILLOS, G.O.; VARGAS, H.; GUTIERREZ, M.A.; GANDARA, C. 1989. Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito. In Reunión General de RISPAL (8., 1988, Gua.). Informe. M.E. Ruiz, A. Vargas (Eds.) San José, C.R., IICA-RISPAL. p. 15-39.
6. ELLIS, W.C. 1978. Determinants of grazed forage intake and digestibility. *Journal of Dairy Science* 61:18-28.
7. MENDIZABAL GALVEZ, E.G. 1991. Escarificación, momento y densidad de siembras del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) en cultivo asociado con maíz (*Zea mays* L.) para "guatera" en Jutiapa. Tesis Lic.

Zootecnista Gua., Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria 32 p.

8. ORELLANA, M.A. 1989. Efecto de dos sistemas de cultivo y tres densidades de siembra en la producción de "guatera" de maíz en el parcelamiento La Máquina. Tesis Lic. Zootecnista Gua., Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 37 p.
9. REYES ALBUREZ, S.; VARGAS B., H.; GUTIERREZ, M.A.; SOTO, O.R. 1991. Evaluación de cuatro materiales de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) para producción de "guatera" bajo dos sistemas de siembra en el municipio de Quesada. In Informe de Resultados: Programa de Bovinos. Región IV. 1991. Gua., Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 50-54.
10. REYES ALBUREZ, S. 1991. Utilización de residuos de cosecha en la alimentación del ganado bovino en época seca en los municipios de Jutiapa y Quesada. In Informe de Resultados. Programa de Bovinos. Región IV. 1991. Gua., Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 24-32.
11. ROLDAN, G.; VARGAS B., E. 1987. Evaluación de cinco niveles de nitrógeno y cuatro densidades de siembra en maíz criollo para "guatera" en Jutiapa. In Reunión Anual del PCCMCA (33., 1987, Gua.) Resúmenes. Gua., Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Ministerio de Agricultura. p. 273.
12. ROLDAN, G.; SOTO, R. 1988. Caracterización del manejo de "guatera" en dos municipios de Oriente. In Proyecto Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito. Informe Técnico Final (Febrero, 1985-Abril, 1988). Gua., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Universidad de San Carlos. p. 112-118.
13. ROLDAN, G.; VARGAS, H.; GUTIERREZ, M.A.; SOTO, R. 1988. Evaluación de densidades de siembra de maíz criollo Arriquin Grande para "guatera" en Quesada, Jutiapa. In Proyecto Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito. Informe Técnico Final (Febrero, 1985-Abril, 1988). Gua., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Universidad de San Carlos. p. 133-135.
14. ROLDAN, G.; RUANO, S.; FRANCO, F.; OSORIO, R.; SOTO, R.; FLORES, W. 1988. Sondeo modificado de los sistemas de producción bovina de doble propósito en los municipios de Jutiapa, Quesada y Jalpatagua. In Proyecto Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito. Informe Técnico Final (Febrero, 1985 - Abril, 1988). Gua., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Universidad de San Carlos. p. 93-110.
15. RUIZ, R.; VASQUEZ, C.M. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. In Los Pastos de Cuba 2:117-186.
16. STEEL, R.; FORRIE, J. 1985. Biostatística: Principios y procedimientos. 2 ed. R. Martínez (Trad.). Bogotá, Col., Mc Graw Hill. 622 p.

17. VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science* 24(3):834-843.
18. VILLEDA RETOLAZA, R.A. 1987. Fertilización nitrogenada y densidades de siembra en el sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) para "guatera" en el municipio de Jutiapa.

Tesis Lic. Zootenista. Gua., Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 39 p

19. YIBIRIN, H.; ARIAS, P. 1985. Relaciones entre consumo y digestibilidad, y algunos valores ruminales en tres gramíneas de uso intensivo. Informe Anual 1984. Maracay, Ven., Instituto de Producción Animal p. 63-64

IRRI (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE). 1991. Rice Genetics II. In International Rice Genetics Symposium (2., 1990). Proceedings. Manila, Filipinas, IRRI. 844 p.

En este simposio, participaron cerca de 300 científicos de 24 países. De los trabajos presentados, aproximadamente la mitad tenía relación con la genética molecular y celular del arroz; lo que muestra un marcado énfasis en el nivel de los estudios básicos, de los progresos en biología molecular y biotecnología acerca del arroz.

Esta compilación de resultados sobre cultivo celular y de tejidos; genética molecular del citoplasma y nuclear de los genomas; desarrollo de mapas cromosómicos, utilizando el mecanismo de marcadores "restriction fragment length polymorphism" (RFLP), servirán para una mejor comprensión de la complejidad de la estructura genética y herencia del arroz.

El libro consta de 13 segmentos, 12 corresponden a las sesiones de trabajo en el simposio y uno referido a la sección de "posters" en la que se incluyen los resúmenes de 70 trabajos científicos.

Se hace una breve descripción de los temas tratados en cada sesión de trabajo y se comentan algunos de los estudios expuestos. En las dos primeras secciones se presentan la diferenciación varietal y evolución y los marcadores genéticos, grupos de enlace y aneuploidía. A ésta corresponden los siguientes trabajos: análisis genético por la coloración del estigma en arroz; mapeo de genes por algunos caracteres morfológicos y deficiencia clorofílica en arroz; relación de ligamentos entre esterilidad masculina y genes marcados en arroz; análisis de la asociación y aplicación de genes isoenzima en arroz; mapeo genético del arroz, utilizando marcadores isozima y RFLP; producción de líneas monosómicas diferentes de *Oryza sativa* que contienen un cromosoma de *O. punctata*. Se describen las características morfológicas y citológicas de líneas de *O. sativa* que tienen un cromosoma de *O. punctata*.

En la tercera y cuarta sesiones se trataron: la tolerancia genética al estrés, donde se consideran los resultados de tres trabajos científicos relativos a la genética del enrollamiento foliar bajo estrés de sequía, el análisis genético para la tolerancia a la sal en arroz y la herencia de la expresión de la panícula de *O. sativa* con baja temperatura; la genética de las características morfológicas y fisiológicas, que comprende la discusión de seis temas, entre ellos, la herencia del tamaño del grano y sus implicaciones para el mejoramiento del arroz; y la genética y bioquímica de mutantes con lisina seleccionados *in vitro* y mutantes para la acumulación de proteínas en arroz.

En la quinta sección se analiza la resistencia genética a las enfermedades e insectos; en ella se exponen los trabajos sobre transmisión de resistencia genética, utilizando genes de resistencia de arceses silvestres. En la sexta, el cultivo de tejidos y células; en la séptima, la genética molecular de genomas citoplásmicos, es decir un estudio hecho desde la perspectiva de la nueva biología molecular para encontrar mecanismos útiles en el cruzamiento del arroz.

En la octava, novena y décima secciones, la genética molecular de los genomas nucleares; el análisis polimorfismo fragmentado de tamaño restringido (RFLP) de genomas de arroz; y la genética molecular de proteínas en arroz. En la undécima sección se analiza la genética molecular y resistencia a enfermedades, donde se explica que los estudios sobre la regulación de genes defensivos darían las bases para el estudio minucioso de los mecanismos de resistencia de enfermedades en arroz. En la duodécima sección se tratan las técnicas de transformación y se presentan los resultados de diferentes técnicas de transformación.

Finalmente en la sección dedicada a los "posters" se presentan 70 investigaciones científicas, que incluye gran cantidad de temas relacionados con la biotecnología del arroz, mapas genéticos, tolerancia al estrés, cruzamientos interespecíficos y otros.

JOSÉ ISRAEL MURILLO
SAN JOSÉ, COSTA RICA

NOTAS TECNICAS

Investigación Aplicada para el Desarrollo Rural¹

*J. Reinoso R.**

CRITICA DEL DESARROLLO RURAL

El desarrollo rural constituye una serie de acciones biológicas, sociales y económicas, ordenadas en forma sincronizada, conducentes a mejorar las condiciones de vida en las zonas rurales. Sus beneficiarios son, generalmente, comuneros, arrendatarios, aparceros y campesinos sin tierra.

El desarrollo rural presenta en su aplicación tres aspectos restrictivos:

- 1) La migración de los campesinos con actividades agropecuarias poco productivas a otras ocupaciones más remunerativas, ha sido lenta en relación con el tamaño y desarrollo actual del sector moderno urbano y rural, y se espera que este ritmo continúe con la misma tendencia.
- 2) Los diversos grados de pobreza que existen en el medio rural; situación que probablemente se agudice si la población sigue aumentando a tasas altas y si persisten las limitaciones de disponibilidad de tierra, capital y trabajo.
- 3) La movilización deficiente de la mano de obra disponible en el área rural, así como de algunos recursos de tierra y capital.

Estos aspectos restrictivos obligan a entender y aprovechar en forma racional y eficiente los recursos disponibles, a fortalecer las organizaciones existentes o a crear nuevas instituciones, a mejorar la infraestructura existente (caminos, riego, otros) y a ofrecer tecnología apropiada a las condiciones de los usuarios.

También se reconoce que la finalidad del desarrollo rural es aliviar la pobreza, buscando un incremento en

la producción y productividad con base en los recursos disponibles. Paralelamente deben considerarse aspectos como el mejoramiento de la alimentación humana, junto con el acceso a servicios de salud y educación, los cuales no sólo contribuyen directamente a incrementar el bienestar físico y la calidad de vida de la población-objetivo, sino que elevan su productividad y capacidad de contribuir a la economía local y regional. En este contexto, el desarrollo rural rebasa el límite de un sector determinado y se proyecta hacia una productividad más alta, una mayor oferta de empleo y, por consiguiente; un mejor ingreso del grupo-objetivo, junto con niveles adecuados de alimentación, vivienda, educación y salud.

En consecuencia, un programa de desarrollo rural debe incluir una combinación de actividades. Estas pueden ser conducidas por proyectos orientados a diversos aspectos como aumentar la producción agropecuaria, crear nuevas oportunidades de empleo, mejorar las condiciones de salud y educación, ampliar las comunicaciones y mejorar la vivienda. Estos proyectos pueden realizarse simultáneamente o en forma consecutiva; deben planearse con miras a disminuir el efecto de los factores que los limitan, así como, a reforzar los elementos favorables al proceso de desarrollo.

Limitaciones

Con frecuencia, las políticas macroeconómicas no son compatibles con el desarrollo rural. Las políticas de precios, generalmente, favorecen a las industrias manufactureras y de transformación, lo mismo sucede con aquellas que influyen o son usadas para mantener bajos los precios de los alimentos en las zonas urbanas. Las fiscales que orientan la inversión en áreas rurales son, a menudo, instrumentos adversos a los pobres de esas zonas, quienes por su tipo de organización son, en algunos casos, menos capaces de expresar su descontento que otros grupos. Así, en la mayoría de casos, los habitantes de las zonas rurales pagan considerablemente más impuestos en proporción a su ingreso, pues la tributación indirecta sobre el consumo es alta, a pesar de que los impuestos directos sean bajos.

1 Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Director Adjunto, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA), Convenio INIAA-CIID, Puno, Perú.

Se puede señalar, generalmente, que las políticas nacionales y sectoriales perciben el medio rural desde una perspectiva urbana, y desconocen las particularidades y heterogeneidad de las áreas rurales. En este entorno, es común propiciar el cambio por medio de los paquetes tecnológicos. Mediante su uso se pretende constituir una proposición única, que supone una homogeneidad ecológica y socioeconómica. Pero, en el medio rural, existen ambientes de heterogeneidad ecológica tales como pisos climáticos, suelos diferentes, variaciones microclimáticas y distintas modalidades en el manejo de recursos dentro de las unidades de producción. A ello se agrega la variabilidad de la organización social, que genera dificultades adicionales a la investigación y a la difusión de tecnología; aspectos que obligan a considerar una investigación innovadora. Esto se supera solo si se determina la situación y sus posibles soluciones de manera adecuada y con los aportes creativos de los productores.

Las políticas agrarias tienen consecuencias evidentes sobre las zonas rurales, ya que sus ingresos dependen en gran parte del grado en que controlan la tierra y su producción. Tradicionalmente, estas políticas han tenido un carácter netamente productivo y no parten de unidades básicas y espaciales –tipos de economía. Normalmente su orientación se traduce en planes que no toman en cuenta las diferentes formas de organización social de la producción, pues están definidas con base en la rentabilidad del capital, más que de la fuerza de trabajo y, por lo tanto, están dirigidas a la formas empresariales. Existe, también, un dominio de lo tecnológico-productivo, tanto en la investigación como en el desarrollo, bajo el supuesto de que la "miseria, atraso tecnológico y bajos ingresos de los pequeños productores" se superan mediante la educación y la técnica. De ese modo, los obstáculos a la implementación de la tecnología moderna son el rechazo cultural y el temor al cambio. Estas posiciones que sólo acentúan el desconocimiento de las características más importantes de los procesos tecnológicos en el medio rural, son:

- Las técnicas agropecuarias de los productores constituyen parte del complejo técnico-cultural y, por lo tanto, los cambios tecnológicos no son neutros, sino que llevan la huella de la economía y de la sociedad bajo los cuales fueron concebidos. Por esa razón, el proceso tecnológico constituye un fenómeno endógeno al funcionamiento global de las organizaciones en las cuales se desarrollan.
- La tecnología sólo puede ser exógena a sistemas de producción específicos, cuando son el resultado de procesos históricos diferentes.

Estas, y otras razones, ponen de manifiesto los efectos de la tecnología moderna sobre diferentes categorías socioeconómicas de productores, así como su vinculación con grupos sociales específicos; de ahí, la naturaleza tendenciosa del cambio tecnológico. Se tiene un ejemplo en la tecnología de papa y cereales, donde el cambio técnico es tendencioso, unida a las imperfecciones del mercado, aseguran que dicha tecnología se concentre en las zonas de producción más favorables y en los productores más prósperos, ampliando las brechas de desigualdades.

Desde hace unas décadas en América Latina se vienen aplicando dos enfoques: el desarrollo rural integrado, en sus diversas formas, y el de sistemas. No obstante, y sin desmerecer la filosofía del desarrollo rural integrado, debe señalarse que dicho enfoque intentará abarcar varias categorías socioeconómicas de productores, pero no las integra en forma funcional y dinámica al entorno local, microrregional y regional. Considera la sociedad y las organizaciones sociales de producción en forma estática, resume su accionar en aspectos técnico-productivos del tipo "paquetes tecnológicos" y socialmente al mejoramiento de algunos indicadores sociales como salud, educación y vivienda. Ha ocurrido un descuido del análisis real de las condiciones, de la estructura social (a nivel de región, microrregión, comunidad, familia), de los mecanismos de reproducción y de los procesos de acumulación que resultan claves para comprender la pobreza en las zonas rurales.

Enfoque de sistemas en el desarrollo rural

En general, se considera al pequeño campesino como un "productor" porque vende productos en el mercado, sin tomar en cuenta que su actividad está definida por el doble papel de la familia, como unidad de producción y de consumo, y que este último determina lo que se produce. Asimismo se ha pretendido determinar los "cuellos de botella" que afectan el ingreso vía productividad y distribución, ignorando que constituyen sólo una parte del conjunto de factores que intervienen en la reproducción familiar, por medio de mecanismos económicos y sociales más complejos, lo mismo que en la fuerza de trabajo, sin tomar en cuenta que su objetivo no es maximizar el ingreso.

Se propone el enfoque de sistemas para superar las deficiencias de la metodología señalada. Busca determinar las características de los modos de producción, de los sistemas, de las unidades espaciales geográficas y económicas en la región o microrregión, y las vinculaciones de éstas con la sociedad mayor. Por eso, es necesario estudiar estas categorías como unidades de

análisis *per se*, luego establecer las mediciones socioeconómicas y, finalmente, comprender su dinámica dentro del contexto de las tendencias de la sociedad.

PROPUESTAS METODOLOGICAS

Marco conceptual

La aplicación de la teoría de sistemas se desarrolla en tres etapas: a) de la conceptualización, b) de las metodologías y herramientas para su análisis y c) la aplicación de las dos anteriores a problemas definidos. En este documento se tratarán estos aspectos y su aplicación a una situación real, como es el caso del departamento de Puno, Perú.

La aplicación del concepto de sistemas. Fue Von Bertalanffy, en 1930 (6), quien propuso la "teoría general de sistemas". El enfoque fue desarrollado mucho más por Boulding (1), aplicando sus conceptos como herramienta integradora de diferentes disciplinas. La esencia de la teoría de sistemas es la noción de que el todo es más que la suma de las partes. Por lo tanto, un problema estudiado en este marco no se puede analizar aisladamente de sus partes, porque es la interrelación e interacción de sus componentes, que origina la integridad de la organización y, por ende, su identidad.

Características de los sistemas. La teoría de sistemas reconoce tres características: indivisibilidad, jerarquización y límites.

La indivisibilidad del sistema (del todo) es importante porque, de dividirse las partes, el sistema pierde su identidad organizacional. Un sistema es una unidad funcional dinámica, conformada por partes o componentes que interactúan en varios niveles de organización. Por ello, la aplicación de la teoría de sistemas a un proceso determinado implica el estudio sistemático de los límites, de sus componentes y sus interacciones, sin perder el concepto del todo.

La jerarquización organizacional de los sistemas es importante, pues un sistema puede ser parte de uno mayor y, a su vez, puede estar conformado por componentes. La jerarquización refleja el nivel y grado de organización de las partes o componentes, lo que pone en evidencia el problema más serio en la aplicación del enfoque de sistemas: el conflicto entre la generalidad y el detalle.

Los límites del sistema posibilitan la definición de los componentes y su ubicación en una organización jerárquica. La determinación de los límites del sistema es, aparentemente, más difícil de lo que se piensa,

puesto que hay que establecer qué factores incluir y cuáles excluir. Para superar este aspecto, hay que tener en cuenta que los límites del estudio y el sistema estén estrechamente ligados a los objetivos de la investigación; por tanto, los límites deben verse como ámbitos dentro de los cuales los factores tienen efectos decrecientes sobre el comportamiento de sistema.

Componentes del análisis

Dentro del marco de concepción del desarrollo rural, el enfoque de sistemas, en comparación con las metodologías tradicionales, es una forma de pensar y una visión más racional, efectiva y eficiente para el análisis integral de las actividades agropecuarias, porque permite ver el todo, las partes, sus interrelaciones e interacciones. Por ello, este enfoque puede ser aplicado a nivel regional, microrregional o local, considerando estos niveles como sistemas o subsistemas, respectivamente.

Se define microrregión como la unidad geosocioeconómica originada por un conjunto de relaciones socioeconómicas y culturales en un espacio mayor regional. La delimitación de una microrregión como sistema será entendida a partir de los componentes que la conforman (Fig. 1), es decir, los sistemas de producción (SP), los modos de producción (MP) y los sistemas de producción agropecuaria (SPA). Asimismo-

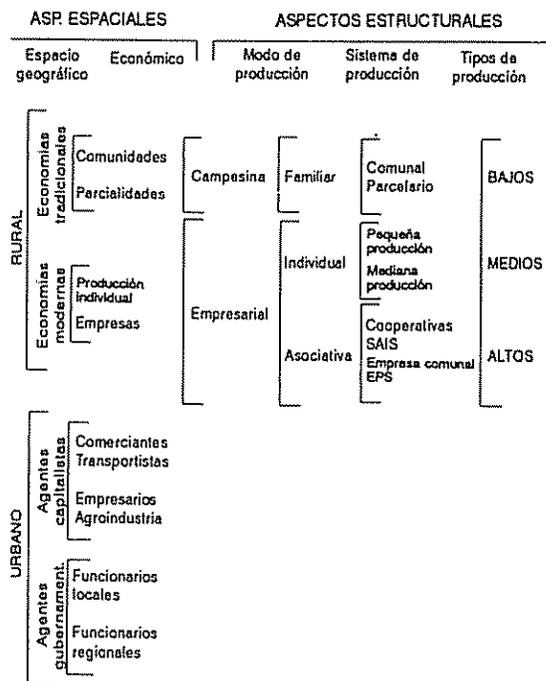


Fig. 1. Espacios y estructuras de análisis para el estudio micro-regional.

mo, la delimitación del sistema está ligada a la determinación de las relaciones y requerimientos de los componentes en función de la producción, el intercambio y el consumo, lo mismo que con otras unidades de producción y con el Estado, cuya influencia tiene diferentes funciones y variantes que caracterizan sus aparatos locales y centrales. Por ello, en el análisis de la microrregión, es importante señalar que existen aspectos espaciales y estructurales que deben tenerse en cuenta para identificar y caracterizar los componentes. El Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA) considera los SP como unidades de análisis dentro de los aspectos espaciales y los MP y SPA en los aspectos estructurales.

Aspectos espaciales. Dentro de los aspectos espaciales se debe señalar que se tiene un espacio geográfico y uno económico. Estos dos espacios permiten delimitar la microrregión como un sistema y analizar sus partes como subsistemas.

El análisis del espacio geográfico permite percibir un área territorial constituida por un espacio "productivo" rural y urbano. El primero está caracterizado, generalmente, por la presencia de unidades de producción, que incluyen en su forma genérica actividades agropecuarias y no agropecuarias, pero que por sí solas no aportan elementos de juicio para entender el sistema. Estos SP, relacionados entre sí, convergen hacia un centro urbano de importancia variable, de acuerdo con la inserción de la microrregión o región en la economía regional o nacional, respectivamente.

Los centros urbanos desempeñan un papel mediador de las relaciones socioeconómicas y culturales entre los SP rurales y los agentes urbanos. Concilian intereses y concretan flujos que difícilmente pueden realizarse entre ellos, debido a los obstáculos o escasez de vías de comunicación y a la relativa diversificación económica que caracteriza estas áreas.

El análisis del espacio económico no es menos importante que el anterior, ya que permite identificar y caracterizar las relaciones económicas de producción de los SPA, en los espacios geográficos rurales y urbanos. Así se pueden encontrar relaciones económicas precapitalistas y capitalistas.

En el espacio urbano se encuentran relaciones económicas de corte moderno, como los agentes comerciales, transportistas, empresarios y agroindustriales. También están presentes las relaciones con el Estado, por medio de sus funcionarios locales y microrregionales, cuya influencia debe ser analizada debido a los diferentes papeles que desempeñan desde una perspectiva económica y política.

En el ámbito rural se tienen dos tipos de economías: las economías tradicionales, como las de las comunidades y parcialidades, y las economías modernas, como las de los productores individuales y empresas (cooperativas, sociedades agrícolas de interés social, empresas de propiedad social y empresas comunales) (Fig. 1).

Las primeras se caracterizan porque el principal factor de producción de uso intensivo es la mano de obra familiar y, en algunos casos, de intercambio recíproco. El uso de capital y los insumos son valorados o comprados con base en jornadas de trabajo, y el objetivo de la producción es asegurar el sostenimiento de las condiciones de vida y de la unidad de producción.

El segundo tipo se diferencia del primero en que, aparte de la mano de obra familiar, existen asalariados, una alta densidad de capital y los insumos son comprados por unidad de producto producido. El objetivo de la producción es maximizar las ganancias.

Aspectos estructurales. El estudio de los aspectos estructurales se centra básicamente en el análisis de los MP y, a partir de ellos, los SPA, ambos como componentes estructurales de la microrregión.

Las características o variables que permiten identificar y diferenciar los MP se apoyan en la manera de organizar a los productores para desarrollar sus procesos productivos, satisfacer sus necesidades de intercambio y mercado, y asegurar su reproducción social o de capital. A partir de estas variables de análisis se encuentran dos grandes MP: la organización campesina y la organización empresarial (Fig. 1). Las características diferenciales de cada organización se pueden establecer por medio de dos aspectos fundamentales: relaciones de producción y fuerza de trabajo.

Características de las relaciones de producción

El aspecto que más destaca en las economías campesinas, y en este caso en la organización socioeconómica de la familia campesina, es que su organización es de carácter tradicional, a diferencia de otras formas más modernas. Este aspecto hace que sus objetivos sean diferentes; las primeras tienen como meta asegurar, en primer término, la reproducción de la familia y los medios de producción, es decir, generar recursos para el sostenimiento biológico y cultural de toda la familia, al margen de que si todos los miembros de la familia sean activos o no. En segundo término, generar recursos para reproducir los factores de

producción empleados en los ciclos productivos, ya sean de carácter biológico (agricultura y ganadería) o para procesamiento y transformación (artesanía, alfarería, otros).

Estas características son las que diferencian las economías campesinas de las otras organizaciones económicas modernas, cuyo objetivo es maximizar los factores de producción para obtener una tasa de ganancia alta.

Las economías campesinas de Puno son tradicionales y no de autoconsumo, porque participan en los circuitos de intercambio existentes en las ferias o "ccatos" semanales de la región, comprando o vendiendo sus productos y con su fuerza de trabajo. Sin embargo debe señalarse que esta participación se efectúa desde la condición de productor de valores de uso y no como productor de mercancías; es decir, el producir se orienta a la reproducción de la familia y de sus medios de producción, y no es de índole mercantil.

Otra característica, vinculada a la anterior, es que en la economía campesina los ingresos generados por la unidad familiar no son divisibles, porque el ingreso total –en especies o dinero– corresponde al esfuerzo conjunto de la familia y, por esa razón, no es factible dividirlo en categorías como las usadas en las empresas modernas –renta a la tierra, ganancia y salario.

Finalmente, la relación entre factores de producción está determinada por el trabajo y la tierra en una economía familiar y sus niveles dependen, especialmente, de las necesidades de reproducción de la familia y el trabajo familiar. Así, el número de jornadas por hectárea tenderá a ser mayor cuanto más necesidad se tenga y a ser menor cuando el tamaño de la unidad de producción aumente, originando una sustitución dominante entre tierra y trabajo y a la inversa. En otros tipos de economía, la sustitución dominante de los factores de producción tiende a generarse entre capital y tierra, capital y trabajo, principalmente porque se quiere maximizar la tasa de ganancia.

Características de la fuerza de trabajo

Las características de la fuerza de trabajo en la organización campesina, que la diferencian de la organización empresarial, son las siguientes:

- Es abundante y de uso intensivo en comparación con los otros factores de producción (tierra y capital) y constituye la principal fuente de sustento de la familia.
- Una gran parte de la fuerza de trabajo es marginal (niños, mujeres y ancianos) e intransferible a otras

actividades económicas. Por lo tanto no crea valor en otros contextos productivos. Esta característica de marginalidad aparece también en el recurso tierra, pues no constituye un medio de la agricultura empresarial; sin embargo, para la familia campesina, es un factor que incrementa el ingreso, mientras sus necesidades de reproducción no sean satisfechas y exista algún margen para intensificar la mano de obra familiar como elemento productivo.

Estas características de la fuerza de trabajo de las organizaciones campesinas originan varios fenómenos:

- La marginalidad de la mano de obra hace que el costo de la producción sea más alto y, por consiguiente, que reciba precios sensiblemente menores en comparación con los productos de otro tipo de economías.
- La relación desfavorable de intercambio y la presencia de fuerza de trabajo abundante y de uso intensivo originan una baja relación entre medios de producción por unidad de fuerza de trabajo (insumos para la agricultura y ganadería).

Sistemas de producción agropecuaria. Debe señalarse que éstos y sus interrelaciones con otros agentes socioeconómicos constituyen la base estructural, donde se articulan y materializan las relaciones sociales y productivas del ámbito rural.

Los SPA constituyen el nivel de enlace entre los aspectos técnicos y productivos condiciones donde se asientan los productores con los aspectos socioeconómicos conjunto de articulaciones con su ambiente inmediato. Por eso, el objetivo de analizar los SPA es establecer los papeles que cumplen los diferentes tipos de productores, para los cuales se proponen criterios de racionalidad económica, modos de producción, grado de articulación con los demás sistemas de producción, espacios, servicios y mercados.

Tomando en consideración estos criterios, en Puno se encontraron los siguientes sistemas de producción:

a) De producción agropecuario campesina:

- Comunidades
- Parcialidades

b) De producción agropecuario empresarial individual:

- Pequeños productores
- Medianos productores

- c) De producción agropecuario empresarial asociativa:
- Cooperativas Agrarias de Producción (CAP)
 - Sociedades Agrícolas de Interés Social (SAIS)
 - Empresas de Propiedad Social (EPS)

Metodología de análisis

Las dimensiones del análisis en la caracterización están relacionadas con tres niveles: 1) microrregión, 2) modos de producción y 3) sistemas de producción agropecuaria.

Microrregión

Las características microrregionales se determinan señalando siete subniveles de análisis, relacionados con el conjunto de aspectos socioeconómicos y naturales de la microrregión:

- Recursos naturales (ecología, tipos de recursos, usos, distribución).
- Población (centros, patrones de población y redes de centros de población).
- Modos de producción en sistemas agropecuarios (identificación, distribución y caracterización).
- Productos, producción y productividad.
- Mecanismos de intercambio y comercialización.
- Infraestructura física e institucional.
- Estado: roles en los niveles local y microrregional.

Modos de producción

Los subniveles de análisis de los modos de producción o formas de organización social son:

- Organización y constitución de la unidad familiar, recursos humanos estratificados por edad y sexo, tipo de actividades que desarrollan, potencialidades, habilidades de trabajo (tanto agropecuarios como no agropecuarios) y creencias religiosas.
- Cantidad y calidad de recursos que tiene la unidad familiar (tierras, implementos y equipos, animales de trabajo, instalaciones y fuerza de trabajo).

- Formas de organización de los recursos disponibles (manejo de agroecosistemas, uso de mano de obra familiar y asalariada en relación con el uso de la tierra e instrumentos de trabajo) para evaluar la eficiencia en el uso y la distribución que el productor logra en el tiempo y en el espacio.
- Nivel de necesidades y estrategias de satisfacción (distribución y destino de la producción, composición de la canasta familiar, relaciones de intercambio familiar y con centros de población, otros).

Sistemas de producción agropecuaria

Una vez hechos la caracterización y análisis de las variables de la microrregión y las formas de organización existentes, se realiza un sondeo para efectuar la tipificación de los sistemas de producción agropecuarios (SPA). En el caso de Puno se encontraron los siguientes sistemas: familiares (comunales y parcelarios), individuales (pequeños y medianos productores) y asociativos (cooperativas, SAIS, empresas comunales y EPS). Para el análisis de los SPA se consideran las etapas señaladas en las figuras 2 y 3.

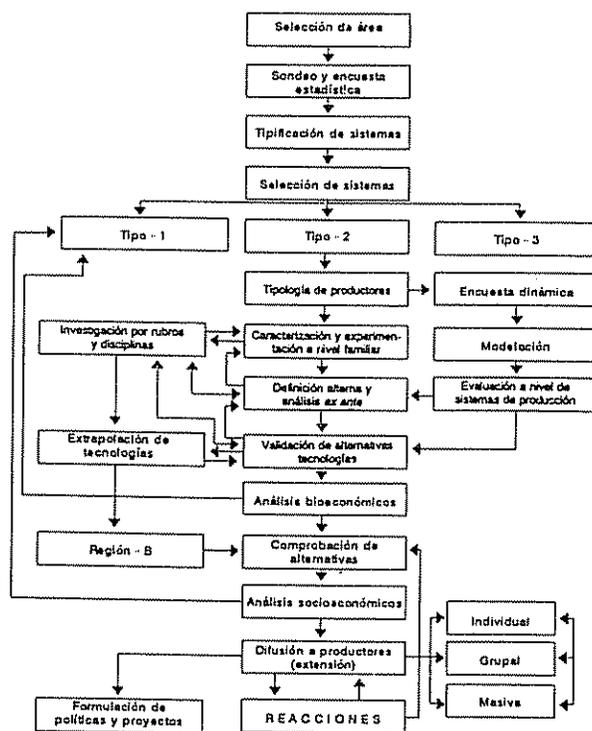


Fig 2. Etapas en la investigación y desarrollo de sistemas de producción.

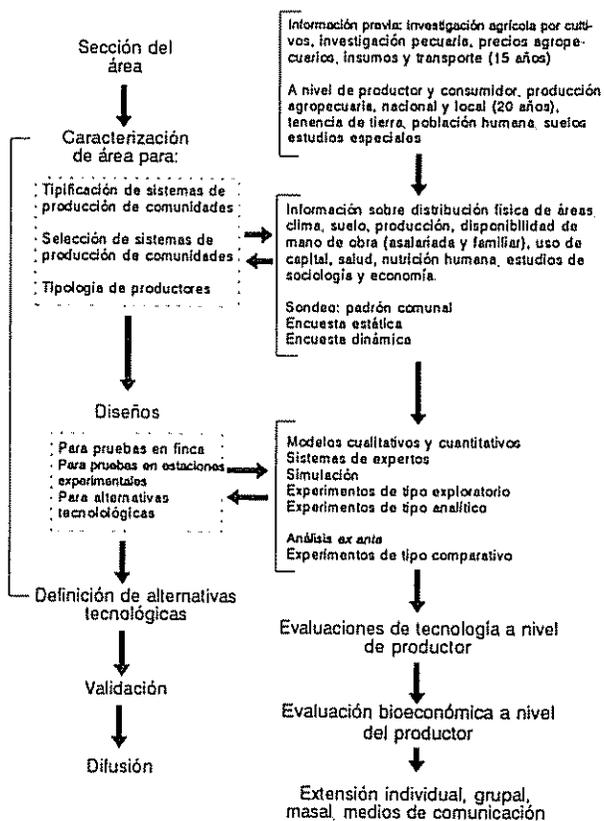


Fig 3. Metodología para el análisis de sistemas.

Si la propuesta de impulsar acciones de desarrollo rural da prioridad como eje a uno de estos grupos o al conjunto de ellos, se inicia una selección representativa en cada sistema como unidad muestral y, por medio de una encuesta estática, se establece en el interior de cada uno de estos grupos una tipología de productores. Esta actividad permite efectuar una caracterización más profunda del sistema y definir en primera aproximación (modelo cualitativo) los componentes e interacciones dentro del(los) sistema(s) elegido(s) como representativo(s). Esta estratificación permite definir tipos que representen la heterogeneidad ecológica y socioeconómica, común denominador en la agricultura de los pequeños productores, especialmente andinos.

Efectuada la estratificación de productores, se inicia el seguimiento de las principales variables que, por su naturaleza, requieren evaluaciones en el tiempo, por medio de una encuesta dinámica, prosiguiendo con la conformación cuantitativa del sistema.

Paralelamente se efectúa una caracterización más profunda de los sistemas y se comienza a experimentar en el nivel de campo, con los resultados de exploración por rubros y disciplinas disponibles, en los centros de investigación (estaciones experimentales, univer-

sidades y centros especializados). Si estos no son adecuados, se devuelven a los centros de investigación para su afinamiento.

Con los ensayos realizados en nivel de campo e indagaciones de los centros de investigación se comienza el proceso de definición de alternativas, para lo cual es importante contar con los modelos cuantitativos de simulación, de expertos, programación lineal, entre otros que facilitarán la evaluación en el sistema de producción.

Seguidamente se efectúa el análisis *ex ante*, ya sea por medio de la aplicación de la técnica de presupuestos parciales o por programación lineal, para seguir con la validación de alternativas.

La validación de alternativas consiste en evaluar el comportamiento de tecnologías que afectan a uno o más componentes.

Esta fase puede desarrollarse bajo el control del(los) productor(es), siempre y cuando tengan las siguientes características:

- Tendencia a innovar, actitud positiva y liderazgo en la solución de problemas de su comunidad.
- Opinión favorable de los productores vecinos.

En general, la validación de tecnologías tiene tres pasos importantes:

- Definición de la alternativa. La alternativa debe ser adecuada a una tipología de productores y contener respuestas suficientes para solucionar problemas de producción y productividad.
- Confrontación de la alternativa. Presentación y análisis de la alternativa a los productores, para determinar su interés y disposición de participar en el proceso de validación y los aportes que el productor puede hacer.
- Número de pruebas y años de validación. En este tema existe una serie de recomendaciones técnicas, desde el número estadísticamente recomendable hasta la posibilidad de efectuarla con un solo agricultor. En todo caso dependerá de la variabilidad ecológica y del manejo existente entre los productores de un mismo estrato y del análisis estadístico que se elija como más deseable.

Efectuado el proceso antes señalado, la(s) tecnología(s) propuesta(s) puede tener los siguientes destinos:

- Retornar nuevamente a ensayos de campo a nivel de agricultor.
- Retornar a los centros de investigación para su reformulación.
- Si los resultados son positivos, se efectúa el análisis bioeconómico y, paralelamente, se trata de extrapolar la tecnología en otros medios.

El análisis bioeconómico permitirá medir la viabilidad económica de la alternativa, pudiendo resultar no favorable y retornar a los centros de investigación o proseguir a la fase de comprobación.

La comprobación verifica si la tecnología tiene la suficiente versatilidad en un número mayor de agricultores. En esta etapa, el factor manejo constituye el principal parámetro de evaluación. En consecuencia se realizan mediciones de carácter socioeconómico, que permiten definir qué medios de organización social y niveles económicos constituyen factores restrictivos o adecuados para la funcionalidad de la alternativa.

El siguiente paso después de este proceso es el de difusión de la tecnología, usando métodos de extensión individual, grupal o masivos, evaluando las reacciones hacia las limitaciones de los productores. Con base en los resultados obtenidos, la(s) tecnología(s) puede(n) retornar al proceso de comprobación porque no es (son) suficientemente viable(s), o, se procede a su difusión masiva, para lo cual se deben formular políticas y estrategias a nivel microrregional o regional y, si el caso lo requiere, de carácter nacional.

RESUMEN

La propuesta metodológica para el estudio de los sistemas de producción supone el conocimiento de un grupo de conceptos y actividades para lograr que las estrategias de desarrollo rural contribuyan al mejoramiento de los niveles de vida del grupo-objetivo.

En este contexto es importante señalar que los sistemas de producción agropecuarios constituyen unidades de producción dentro de un entorno mayor de carácter local y microrregional y, por tanto, el análisis de los aspectos espaciales (geográfico y económico) y estructurales es indispensable para el diseño de cualquier alternativa.

Los sistemas de producción en una zona no son únicos y uniformes; tienen diferenciación en su modo o forma de organización y existen diferentes tipos de sistemas. En consecuencia el análisis de estos aspectos contribuirá sustantivamente a definir factores de

similitud, diferenciación e interacción entre los sistemas, cuyo conocimiento es necesario para establecer los efectos que estimulan o retardan la adopción de una determinada tecnología.

Elegido un grupo-objetivo, éste puede estar constituido por uno o más sistemas de producción diferentes y de amplia variabilidad. Por ello es importante caracterizar los sistemas y establecer una tipología de productores que permita definir los factores limitantes de cada uno de ellos, para dar prioridad al análisis y selección de alternativas tecnológicas.

Las alternativas tecnológicas seleccionadas deberán afectar uno o más componentes y sus interacciones del sistema y no deben constituir un conjunto tecnológico indivisible para la adopción por parte del agricultor (paquete tecnológico).

En el proceso de validación es indispensable confrontar la(s) alternativa(s) con los productores, para definir el interés y disposición en participar y los aportes que el productor puede realizar.

La validación debe ser hecha sólo con aquellos productores del estrato elegido, que tengan tendencia a innovar una actitud positiva y liderazgo en la solución de problemas; de lo contrario, el proceso puede distorsionarse. En este contexto, la rigurosidad en la toma de información y el análisis bioeconómico constituyen elementos imprescindibles para asegurar la validez de la tecnología.

La comprobación de la alternativa tecnológica en diferentes estratos socioeconómicos, así como el análisis de estos componentes, constituirán elementos de base para una definición más amplia y para la formulación de políticas y estrategias a nivel microrregional y regional.

LITERATURA CONSULTADA

1. BOULDING, K.E. 1956. General systems theory: The skeleton of science management. *Management Science* 2:197-208
2. ESCOBAR, G. 1982. Relaciones bio-económicas básicas en un sistema de producción Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 200 p.
3. HART, R. 1985. Agroecosistemas: Conceptos básicos Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza 211 p.
4. REINOSO, J. 1991. Caracterización de los sistemas agropecuarios: Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano. Puno, Perú. INIAA-PISA.

- Proyecto Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. 504 p.
5. VON BERTALANFFY, I. 1968. Teoría general de los sistemas, fundamentos, desarrollo y aplicaciones México, D.F., Fondo de Cultura Económica. 311 p.
 6. VON BERTALANFFY, L. 1972. The history and status of general systems theory. *Academy of Management Journal* 16:407-426
 7. ZANDSTRA, H.G.; SWANBERG, K.; ZULBERTI, C. 1975. Venciendo las limitaciones a la producción del pequeño agricultor. Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Instituto Colombiano Agropecuario. 320 p.
 8. ZANDSTRA, H.; SWANBERG, K.; ZULBERTI, C.; NESTEL, B. 1979. Cárquez: Experiencias en desarrollo rural Bogotá, Col., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC 1075. 386 p.

MIZOTA, C., VAN REEUWIJK, L.P. 1989. Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions. Wageningen, The Netherlands, International Soil Reference and International Information Centre. Soil Monograph no. 2. 185 p.

Recientemente se creó el nuevo orden de suelos Andisoles, como resultado de un esfuerzo internacional, con el fin de agrupar los suelos "...desarrollados sobre erupciones volcánicas (tales como ceniza, pómez, escoria y lava), y/o sobre materiales volcánicoclásticos, cuya fracción coloidal está denominada por minerales de poco arreglo cristalográfico constituido por complejos humus-Al."

Los autores presentan una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura en inglés y se recolectó una serie de muestras de Colombia, Indonesia, Italia, Kenya, Filipinas, Rwanda y Estados Unidos de América, como otras tantas de Costa Rica, Guadalupe, México, Tenerife, Siria, Tanzania, Vanuatu, Indonesia y Ecuador. Con ellas se realizaron análisis por métodos de "reactividad" (valor delta de CIC, pH NaF, retención de fosfatos y oxalato de amonio), así como de "disolución selectiva" en (NaOH, pirofosfato, oxalato ácido y ditionito/citrato).

A partir de los resultados logrados, se dividieron los suelos en dos categorías según la química y mineralogía de sus arcillas. En el Grupo I se encuentran las muestras con una presencia de moderada a predominante de Al activo y que reúnen los requisitos del concepto central de Andisol, caracterizado por una densidad aparente baja, Ph NaF alto y fuerte retención de P. En contraste, el Grupo II ubica los suelos con bajo contenido de Al activo, principalmente haloisíticos,

con arcilla silicatada poco cristalina y, a menudo, con esmectitas.

La fracción arcillosa del Grupo I tiene, según los autores, una composición "binaria" en la cual los minerales terminales son Al orgánicamente acomplejado y en relación inversa alófana e imogolita. La fracción alófana/imogolita se produce en condiciones ligeramente ácidas (pH 5). Se propone diferenciar las dos fracciones empleando la relación Alp/Alo (Al pirofosfato/Al en exalato) que representa la fracción de Al orgánicamente acomplejada/Al activo total y que varía de 0 en alófana/imogolita hasta 1 en sistemas húmicos.

En términos generales, la diferencia entre los grupos se interpreta como efecto del clima y la petrografía sobre el material secundario. El Grupo I se desarrolla en regímenes údicos a perúdicos sobre materiales basálticos a andísticos; por el contrario, en los ústicos y arídicos no se favorece la formación de Al activo, pues la alta concentración de Si en cenizas ácidas ayuda a la formación antigénica de capas de silicatos.

El texto es una obra que resume bien el conocimiento de la mineralogía de arcilla poco cristalina en suelos derivados de cenizas volcánicas. Además, se incluyen la metodología de análisis (tan dispersa) y un resumen de los esquemas de la Taxonomía de Suelo y la Clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

DR. ALFREDO ALVARADO H.
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Utilización de Pastos Naturales en los Sistemas Ganaderos del Altiplano Sur Peruano¹

G. Mamani*, R. Quiroz**

INTRODUCCION

El departamento de Puno, perteneciente a la Región José Carlos Mariátegui, se ubica en el extremo suroriental del Perú, abarcando un área de 72 382 km². Desde el punto de vista geográfico se divide en dos grandes ecosistemas: la sierra y la selva. La primera abarca el 68% de la superficie total del departamento, con altitudes que fluctúan entre los 3812 msnm hasta los 5400 metros sobre el nivel del mar. El agroecosistema del altiplano es extremadamente variado; es un verdadero "mosaico ecológico" que reúne, en una distancia mucho más corta que en cualquier parte del mundo, medios ecológicos diferentes con producciones diversas. Esto hace que la producción agropecuaria sea difícil, a causa de la topografía accidentada y climas extremos; insegura en cuanto a la producción, por los riesgos climáticos (sequías e inundaciones); frágil, donde cualquier empleo inadecuado de tecnologías puede ocasionar catástrofes repentinas como los derrumbes, o paulatinas como la erosión o salinización de los suelos (5).

Con esta diversidad del altiplano, las estrategias para el manejo de los pastos deben ser también muy variadas, acordes a la necesidad de cada zona agroecológica y coherentes con la realidad del productor.

En este trabajo se presenta la experiencia del Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA) en la parte Sur del departamento de Puno, donde se estudian tres zonas agroecológicas bien definidas: circunlacustre, "suni" o altiplano y puna seca. Una caracterización de estas tres zonas se presenta en el Cuadro 1.

Uno de los objetivos importantes del Proyecto PISA fue lograr un conocimiento integral de los sistemas de producción andinos, con miras a incorporar cambios e innovaciones tecnológicas que propicien el desarrollo de las comunidades campesinas y mejoren los sistemas

Cuadro 1. Características diferenciales de tres zonas agroecológicas del altiplano peruano.

Características	Circunlacustre	"Suni"	Puna Seca
Distribución (%)	6	32	29
Altitud (msnm)	3 800 - 3 830	3 831 - 4 500	+ de 4 500
Precipitación (mm/a)	700 - 741	600 - 850	350 - 600
Período sin heladas (d)	150 - 180	90 - 45	25 - 60
Temperatura mínima (°C)	5 a -1	4 a -8	1 a -16
Animal predominante	Bovino-ovino	Ovino-bovino	Camélido-ovino
Recursos forrajeros	Acuáticos-residuos cosecha	Residuos de cosecha	---

1 Recibido para publicación el 4 de marzo de 1993.

* Investigador del Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA), Convenio INIAA-CHID. Puno, Perú

** Actualmente Codirector del Proyecto SIPAB-IBTA, Bol.

de producción familiar según un concepto de sostenibilidad. Se entiende como desarrollo sostenible al que satisface las necesidades del presente sin dañar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

¿Es el recurso pasto sostenible?

No se dispone de información referente a los últimos 10 años sobre la evolución de los pastos naturales del altiplano, en términos de disponibilidad y composición botánica. En vista de ello, se ha tratado de estimar qué pasaría con la disponibilidad de biomasa de pastos naturales en el altiplano, usando diferentes combinaciones de carga animal y precipitación en el tiempo. Para ello se utilizaron modelos de simulación diseñados por Arce (1) y Arce *et al.* (2), luego de corroborar que el modelo de simulación de alpacas predecía aceptablemente lo que sucede en la realidad.

Los resultados de la simulación a cincuenta años, usando series históricas de carga animal y precipitación, se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

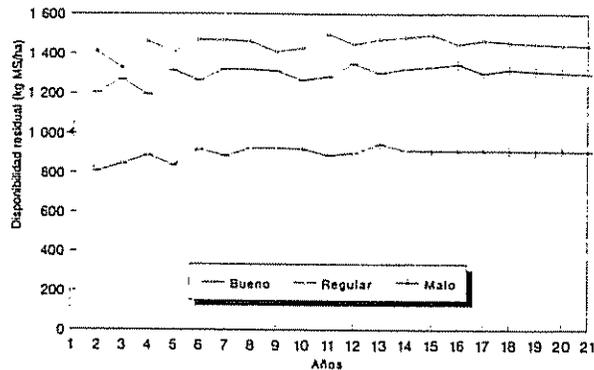


Fig. 1. Efecto de una carga de 0.9 UAO/ha sobre la sostenibilidad de los pastos naturales en el altiplano.

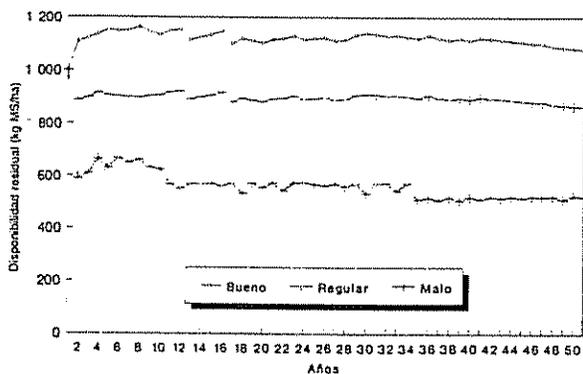


Fig. 2. Efecto de una carga de 1.5 UAO/ha sobre la sostenibilidad de los pastos naturales del altiplano.

Al mismo tiempo, con la intención de estimar lo que ocurriría en el tiempo con las cargas animales reales y la precipitación, se simuló el efecto del clima y la carga animal sobre la sostenibilidad del pasto natural en Puno (Fig. 4). Para ello se utilizó la información de la Figura

3, sobre la serie histórica de la población pecuaria en el departamento de Puno, y datos de Ccama (3).

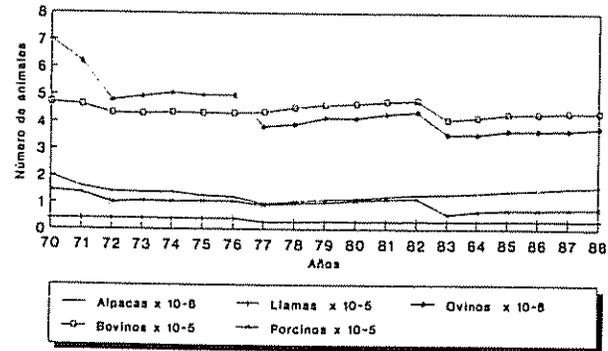


Fig. 3. Serie histórica de la población pecuaria en el departamento de Puno (1970 - 1988).

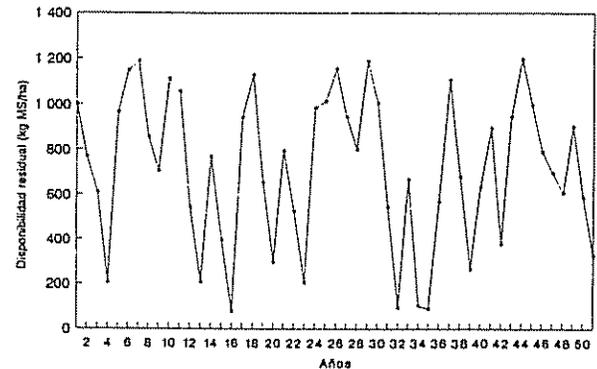


Fig. 4. Efecto del clima y la carga animal sobre la sostenibilidad de los pastos naturales en el altiplano.

Los resultados de esta simulación muestran que, en términos de disponibilidad, existe un déficit de forraje en años malos (sequía); sin embargo, el sistema parece recuperarse una vez que se presenta un año positivo, por lo que en los cincuenta años simulados la disponibilidad se mantiene.

Estos resultados explicarían la permanencia de los pastos naturales y, por tanto, el tiempo. Podría ser que el proceso de degradación de las pasturas no sea tan dramático en el altiplano peruano. Sin embargo, se sabe que si un pasto cultivado es sometido a semejante estrés, no duraría más de cinco años. Si los resultados de la simulación se aproximan a la realidad, es probable que el efecto de la carga animal se manifieste en el cambio de composición botánica de las praderas.

Esto trae a colación algunas preguntas: ¿Cuán bien se conoce la dinámica de los pastos naturales del al-

tiplano? ¿Realmente existe un proceso de degradación de estos pastos? ¿No será que las especies deseables están siendo sustituidas por especies poco palatables o poco deseables?

El proceso metodológico de la investigación, usando el enfoque y análisis de los sistemas-objetivos, es una adaptación de la metodología clásica del enfoque de sistemas (4), que generó soluciones adecuadas a las necesidades y características de los productores de las comunidades campesinas del altiplano. Estos ajustes tecnológicos permitirán incrementar la producción en forma sostenible, lo que finalmente redundará en mejorar el bienestar de dichas familias.

Experiencias en la zona agroecológica circunlacustre: Comunidad de Carata

Los sistemas de producción familiar en las comunidades campesinas de esta zona agroecológica tienen como principal actividad la producción de bovinos de carne en las riberas del Lago Titicaca. Su alimentación se basa en recursos acuáticos, "llachu" (*Helodea potamogetum*) y totora (*Scirpus totora*), complementados con residuos de cosecha, pues la agricultura, especialmente de subsistencia, es también una actividad importante. La crianza de ovinos, alimentados con rastrojos y residuos de cosecha, también es importante.

Los factores limitantes del sistema de engorde de bovinos alimentados con base en forrajes acuáticos, son:

- Desperdicio de forraje ("llachu" y totora) del orden del 25% -4 0%, causado por la forma en que se ofrece.
- Bajas ganancias diarias de peso (0.25 kg/d a 0.30 kg/d) con el sistema actual de alimentación.
- Limitado consumo voluntario de los forrajes acuáticos (2% del peso vivo en base seca) por su alto contenido de agua (mayor del 80%).
- Bajas temperaturas ambientales, especialmente durante las noches de invierno, no permiten alcanzar los niveles productivos deseados, puesto que el 25% de energía consumida se utiliza para el mantenimiento de la temperatura corporal.

Los resultados obtenidos con la investigación agropecuaria en este rubro son:

- Alto potencial de los forrajes acuáticos como alimento para bovinos, con digestibilidades altas (56% y 50%, a las 24 horas, y 72% y 60%, a las 48 horas), contenidos adecuados de proteína (7.81% y 8.75%) y minerales (1.4% y 0.48% de calcio y 0.21% y 0.13% de fósforo para el "llachu" y la totora, respectivamente).
- Alta degradabilidad de estos forrajes por su naturaleza elástica, por lo que no necesitan una reducción del tamaño de partículas (no necesitan ser picados) para ser degradados por los microorganismos en el rumen.
- Alto contenido de agua que limita su consumo voluntario e incrementa la tasa de dilución, disminuyendo el uso eficiente de los nutrientes en estos forrajes.
- Posibilidad de incrementar sustancialmente la eficiencia de utilización de los nutrientes contenidos en estos, por el presecado de estos forrajes acuáticos.

Con base en la información anterior se diseñaron dos alternativas tecnológicas: el presecado de los forrajes y la construcción de cobertizos rústicos para el ganado.

El análisis *ex ante* de las alternativas tecnológicas (Cuadro 2) demostró que era posible mejorar la eficiencia productiva de estos recursos en términos biológicos. Estos resultados fueron corroborados en la comunidad de Carata, en un engorde conducido con tres toreros criollos por tratamiento, con una diferencia de temperatura ambiental en el cobertizo de 6°C, en comparación con la temperatura externa (Cuadro 2). Asimismo se encontró que el ingreso neto obtenido durante el período de engorde (90 d) fue de US\$25, 61, 66 y 171, respectivamente en el orden en que se presentan los tratamientos en el Cuadro 2, demostrando la viabilidad bioeconómica de las alternativas propuestas.

Cuadro 2. Efecto del presecado de forrajes acuáticos y uso de cobertizo sobre la ganancia de peso en novillos.

Tratamiento	Incremento de peso (kg/d)	
	<i>Ex ante</i>	Validación
"Llachu" fresco sin cobertizo	0.3	0.31
"Llachu" fresco más cobertizo	0.6	0.47
"Llachu" presecado sin cobertizo	1.4	0.45
"Llachu" presecado más cobertizo	1.5	0.98

Experiencias en la zona agroecológica "suni" o altiplano: Comunidad de Auccaca

Los sistemas de producción familiar en las comunidades campesinas del altiplano tienen como principal actividad la producción de ovinos en pastos naturales, complementada con rastrojos y residuos de cosecha, pues la agricultura es también una actividad importante. Los factores limitantes del sistema de producción ovina son:

- Baja producción de forraje, que fluctúa entre 3 t/ha y 4 t/ha de materia seca por año.
- Baja natalidad (50% a 60%).
- Alta mortalidad de crías (20% a 30%).
- Alta mortalidad de adultos (5% a 8%).
- Intervalos prolongados entre partos (12 a 18 meses).
- Bajo peso del animal adulto (15 kg a 25 kg).

El régimen de lluvias condiciona el crecimiento de los pastos naturales. Esto determina que la disponibilidad de alimento para el ganado sea variable, tanto en cantidad como en calidad, a lo largo del año (6).

Los resultados de la investigación demuestran que el uso de pastos y forrajes cultivados constituye una estrategia que puede aumentar sustancialmente la oferta de forraje durante las épocas de poca productividad de pastos naturales y para años secos (Cuadro 3).

Del cuadro anterior se puede concluir que existe potencial para producir el alimento necesario para consumo ovino y bovino de esta zona, siempre que se haga

Cuadro 3. Aporte energético de pastos y forrajes en el altiplano.

	(Mcal* EM**/ha/a)
Pasto natural	7 120
Alfalfa	10 600
Avena forrajera	7 480
Cebada forrajera	5 560
Residuo de avena grano	3 990
Residuo de cañihua	11 970
Residuo de cebada grano	9 195
Residuo de trigo grano	3 560

* Megacalorías

** Energía metabolizable

un manejo adecuado de los recursos forrajeros en el tiempo. En consecuencia, se diseñó la alternativa tecnológica denominada "uso estratégico de la alfalfa" para el suplemento a ovinos en pastoreo, que consistió en la siembra de alfalfa en sustitución del 10% al 15% de la superficie de pastos naturales.

El análisis *ex ante* demostró que el "uso estratégico de la alfalfa" en la alimentación de ovinos mejora la eficiencia productiva y reproductiva (Cuadro 4).

La alternativa se encuentra aún en proceso de validación; sin embargo se debe destacar que 50% de los productores de la comunidad campesina, donde se está validando, ha sembrado alfalfa, y varias de las comunidades vecinas han solicitado semilla de alfalfa, porque han visto que las laderas de esta comunidad permanecen verdes durante más tiempo, disminuyendo la erosión del suelo.

Experiencias en la zona agroecológica de Puna Seca: Comunidad de Apopata

La actividad agropecuaria más importante de los sistemas de producción familiar de la comunidad de Apopata es la de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas), pues la agricultura tradicional no prospera debido a las condiciones restrictivas del clima. La alimentación del ganado se basa tanto en especies de pastos de las pampas inundadas (bofedales), cuyo crecimiento es limitado, como en especies que crecen en las laderas y cerros, cuyo máximo crecimiento ocurre durante el periodo de lluvias (enero-abril). En general, la disponibilidad de pastos, especialmente los de secano, es baja, disminuyendo mucho en años de sequía lo que limita el potencial de crecimiento de los camélidos. La disponibilidad y calidad de la pastura, ya sea en secano o en bofedal, son afectadas por la época del año. Existen graves problemas en años secos, porque no hay suficiente producción de pastos en secano y el bofedal no descansa.

En vista de que el pastizal nativo es el único recurso alimentario para el ganado de las familias alpaqueras, en los meses de mayor precipitación pluvial (enero-marzo) se trasladan con su rebaño en sentido vertical hacia el cerro. En él tienen una vivienda temporal y corrales acondicionados para el pastoreo del rebaño (machos y hembras vacías), y en laderas y bofedales estacionales (hembras gestantes y lactantes). El traslado también puede ser en sentido horizontal (hacia otra parcela), para dejar recuperar el bofedal principal. Como quiera que la producción de pastos en cerro y ladera es baja y dependiente del régimen de lluvias, aproximadamente en el mes de abril baja su tasa de crecimiento y su disponibilidad; entonces, el productor

Cuadro 4. Análisis *ex ante* del suplemento de ovinos con alfalfa.

Característica	Testigo ¹	Alternativa	S \bar{y} ²
Parición (%)	56.0	65.0	3.0
Peso al nacimiento (kg)	2.5	2.7	0.4
Peso al destete (kg)	8.0	11.3	0.1
Peso borrega lactante (kg)	17.0	20.2	0.8

1 Datos promedio de la comunidad.

2 S \bar{y} = Error estándar de la media.

traslada todo su rebaño (machos y hembras) hacia el bofedal principal. En esta área tienen su vivienda principal.

Los factores limitantes de la producción de camélidos en esta zona agroecológica son:

- Baja producción de pastos naturales en secano (2 t - 3 t de materia seca por hectárea).
- Limitada superficie de los bofedales (4% - 10% de la superficie total).
- Déficit nutricional durante gran parte del año.
- Baja natalidad (50% a 55%).
- Alta mortalidad en crías (15% a 35%).
- Alta mortalidad en adultos (6% a 15%).
- Bajos pesos de animales adultos (40 kg a 50 kg).
- Baja producción de fibra (1.0 kg a 1.6 kg por animal).

- Deficiente manejo del recurso hídrico, que ocasiona el anegamiento de los bofedales y desperdicio de agua que podría servir para ampliarlos.

Una de las restricciones más importantes para el desarrollo de estos sistemas de producción es la escasez de recursos alimenticios durante muchos meses del año. Esto es causado por sequías y heladas que cíclicamente se presentan, ocasionando en animales un balance energético negativo. El mejoramiento de estos recursos se puede conseguir vía producción y conservación de pastos cultivados, sembrados en "canchones" -espacios de tierra para cultivos, cercados con piedras de los productores. Su utilización estratégica se haría a modo de suplemento, en períodos en que los requerimientos nutricios del ganado aumentan y la disponibilidad de alimentos baja.

La producción y conservación de pastos cultivados perennes y anuales permitirían no sólo el mejoramiento de la producción de carne, fibra, lana, otros, sino que también de la cubierta vegetal, pues disminuyen la erosión e incrementan la fertilidad del suelo de la pradera nativa. Además, al disminuir la carga animal sobre los pastizales se les daría más oportunidad de

Cuadro 5. Análisis *ex ante* del comportamiento productivo de alpacas suplementadas con trébol blanco en pradera.

Característica	Testigo ¹	Alternativa	S \bar{y} ²
Parición (%)	58.0	65.0	2.5
Peso al nacimiento (kg)	6.0	6.6	0.6
Peso al destete (kg)	20.7	24.9	0.2
Producción de fibra en gestantes (kg)	0.7	0.8	0.1
Producción de fibra en lactantes (kg)	0.8	1.1	0.1
Producción de fibra en hembras vacías (kg)	1.5	1.8	0.1
Producción de fibra en machos (kg)	2.1	2.5	0.3

1 Datos promedio de la comunidad.

2 S \bar{y} = Error estándar de la media.

recuperación y se incrementaría la disponibilidad de nutrimentos.

Con base en lo anterior, se diseñó la alternativa de producir y conservar pastos cultivados (trébol blanco, "ryegrass", trigo de invierno, entre los más importantes). Los resultados del análisis *ex ante* de esta alternativa se muestran en el Cuadro 5.

Si se utiliza el método de Mott (8) para la estimación de cargas óptimas, en el caso de alpacas se tendrían dos tipos de estimaciones: una para producción de carne y otra para la de fibra. Pero como el productor maximiza su ingreso, tiene que considerar ambos tipos de productos. Los técnicos de Puno han recomendado como carga óptima 0.4 unidades animal, en la zona agroecológica de Puna Seca, equivalente ovino (UO por hectárea al año). Sin embargo, cuando se consideran las dos producciones se obtiene el tipo de respuesta mostrada en la Figura 5.

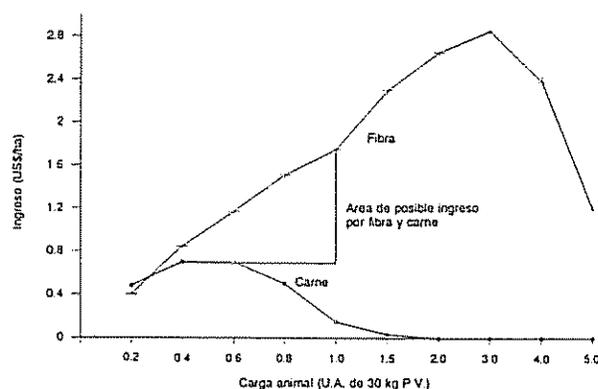


Fig. 5. Ingreso total por fibra y carne, en función de la carga animal.

Si el productor obtuviera un buen precio por la carne y bajo precio por la fibra, su carga óptima estaría en 0.5 UO/ha al año. Por otro lado, si el precio de la fibra es superior al precio de la carne, el productor maximizaría su ingreso con una carga de 1.0 UO/ha al año. Con cargas por arriba de 1.0 UO, los animales comenzarían a perder peso. En consecuencia, su área de posible ingreso se debe mover entre estos dos rangos.

En la realidad se encuentra que los productores de Puna Seca, en años regulares hasta buenos, tienen una carga que oscila entre 0.9 UO/ha/a y 1.0 UO/ha/a, mientras que en años de sequía—por ejemplo durante la campaña 1989/1990—su carga está alrededor de 0.5 UO. Esto indica que el productor maximiza el uso de

sus pasturas de acuerdo con el mercado y el medio ambiente, para tener un sistema sostenible en el tiempo (7).

CONCLUSIONES

El factor limitante que frena el desarrollo de los sistemas de producción familiar en las tres zonas agroecológicas mencionadas es la alimentación, por lo que existe, durante la mayor parte del año, un desbalance energético.

La alternativa tecnológica que elimina o minimiza el efecto negativo del factor limitante indicado varía, dependiendo de la zona agroecológica. Para la zona circunlacustre se propone el presecado del "llachu" y la titora, así como la construcción de cobertizos rústicos; para la zona "suni" o altiplano se propone el uso estratégico de la alfalfa como suplemento para ganado en pastoreo; para la zona de Puna Seca se propone la producción y conservación de pastos cultivados principalmente trébol blanco y "ryegrass" en "canchones", así como la instalación y mejoramiento de los sistemas de riego para crear bofedales artificiales.

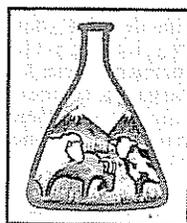
LITERATURA CITADA

1. ARCE, B. 1989. Análisis del sistema de producción de alpacas en pequeños productores de Puno, Perú. Tesis Mag. Sc. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Zootecnia, Programa de Posgrado de la Facultad de Agronomía. 222 p.
2. ARCE, B.; QUIROZ, R.; MAMANI, G. 1990. Utilización de modelos de simulación. In Taller sobre Modelos de Simulación (1990, Puno, Perú) Puno, Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. p. 33.
3. CCAMA, F. 1990. Estructura y evolución de la producción agropecuaria en el departamento de Puno, período 1970-1988. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. Publicaciones del PISA-INIAA, Serie Técnica. Estudio Técnico no. 1. 33 p.
4. HART, R.D. 1979. Agroecosistemas: Conceptos básicos. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 211 p.
5. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL.) 1990. Informe Anual 1988-1989. Puno, Perú, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. 125 p.

6. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1990. Informe Anual 1989-1990. Puno, Perú, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos 155 p.
7. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1991. Informe Anual 1990-1991. Puno, Perú, Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos 602 p.
8. MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In International Grassland Congress (8., 1960, Reading, England). Proceedings Reading, England p.606.

NEW PUBLICATION

RUMINANT NUTRITION RESEARCH
Methodological Guidelines



US\$10.00

Ruminant Nutrition Research: Methodological Guidelines.
RISPAL/IICA/ALPA. 1992. 354 p. ISBN 92-9039-206-1.

In March 1988 a workshop was held at the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), the objective of which was to establish the basis for the standardization of methodological guidelines of ruminant nutrition research. This book presents all the documents prepared as basis for the working group discussions and all the recommendations of these groups. This book provides ideas and criteria which will facilitate the work of those scientists involved in ruminant nutrition and permit the establishment of more solid and uniform procedures for research and analysis.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

LIBRO RECOMENDADO



US\$30.00

Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos. F. Montagnini et al. Organización de Estudios Tropicales. 622 p. ISBN 9968-9717-0-7.

Este libro de texto trata con amplitud, en sus ocho capítulos, aspectos ecológicos y descriptivos de los principales sistemas agroforestales. Estos constituyen una respuesta positiva ante el avance de la deforestación y el deterioro ambiental.

Ver lista de publicaciones disponibles para la venta y boleta de solicitud en la última sección de la revista Turrialba.

Período de Gestación en Llama (*Lama glama*)¹

N. Condorena*, J. Sumar*, V. Alarcón*

ABSTRACT

A study was conducted to confirm gestation time in llamas, which previous reports had described as inconsistent. Seventy-nine yearlings and 61 adult females were controlled, and duration and date of mating were recorded. Estrous was detected with vasectomized males 20 days after mating, and the receptive females were mated again. Average length of coitus was 17.5 ± 8.0 minutes; birth rates were 27.8% in yearlings and 45.9% in adult females, with a gestation length of 346.4 ± 8.0 and 345.0 ± 6.2 days and birth weights of 9.9 ± 1.25 and 11.76 ± 1.51 kg (P0.05), respectively. Yearlings carrying females had a gestation length 3 days longer than those carrying males; however, the difference was not significant. In adult females, there was no correlation of gestation length with sex of the fetus.

COMPENDIO

Se realizó un estudio para confirmar el período de gestación en llamas, pues la información disponible sobre el particular es inconsistente. Con ese fin, 79 hembras primerizas y 61 hembras adultas fueron apareadas, registrándose la duración y fecha del servicio. Se controló celo con macho vasectomizado a los 20 d posmonta y toda hembra receptiva fue servida una vez más. El tiempo promedio de cópula fue de 17.5 ± 8.0 min y las tasas de natalidad fueron de 27.8% en primerizas y 45.9% en hembras adultas, con un largo de gestación de 346.4 ± 8.0 y 345.0 ± 6.2 d y pesos al nacimiento de 9.9 ± 1.25 kg y 11.76 ± 1.51 kg (P0.05), respectivamente. En primerizas con fetos hembras, la gestación fue tres días más larga que en aquellas con fetos machos; pero, esa diferencia no fue estadísticamente significativa. En hembras adultas no hubo diferencia en el largo de gestación debido al sexo del feto.

Palabras claves: Período de gestación, camélidos sudamericanos, llamas.

INTRODUCCION

La literatura disponible sobre el largo de gestación en la llama es inconsistente. Se tienen datos de 11.0 meses, con una variación de dos a tres semanas (1); 310 a 355 días (4) y 326 días (9). Este último obtenido en un trabajo sobre transferencia de embriones.

En muchas comunidades campesinas, la parición de las llamas es cada dos años, aunque se presentan casos en que ésta se produce anualmente, lo que indicaría que el período de gestación no es una limitante biológica para una reproducción más frecuente en las condiciones actuales de crianza extensiva. Confirmar apropiadamente el período de gestación tiene importancia práctica para un mejor aprovechamiento del potencial reproductivo de estos animales.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio, durante el período comprendido entre marzo y abril de 1988, en la Estación Experimental de La Raya, Cusco, a 4200 msnm, un estudio para confirmar el período de gestación en llamas. Con tal propósito, fueron apareadas 79 primerizas con peso corporal promedio de 58 kg y 61 adultas de tres a nueve años de edad, con peso promedio de 95 kg, identificadas con aretes y collares con número visible a distancia. Para asegurar un mejor porcentaje de preñez, las hembras servidas fueron controladas con macho vasectomizado por presencia de celo a los 20 d poservicio; aquellas que estaban receptivas fueron servidas una vez más. Se registró el número de la hembra servida y el tiempo de servicio; al parto se anotó la fecha, el peso y el sexo de la cría y la hora del acontecimiento. El largo de gestación se calculó como el intervalo entre el día de servicio fértil y el día del parto.

RESULTADOS

El tiempo promedio de cópula en primerizas (17.4 ± 9.5 min) fue similar al de las hembras adultas (17.8 ± 5.2 min); tampoco hubo diferencia en el tiempo de cópula entre servicios fértiles e infértiles. Del total de

1 Recibido para publicación el 10 de mayo de 1993.

* Investigadores del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

hembras servidas, se obtuvo una natalidad de 27.8% en primerizas y de 45.8% en adultas. El largo de gestación fue de 346.4 ± 8 d (rango: 327-357 d) en hembras adultas, similar a 345.03 ± 6.2 d (rango: 332-356 d) en primerizas. Aunque las primerizas, que gestaron fetos hembras, tuvieron en promedio tres días más de gestación que las que gestaron fetos machos, esta diferencia no fue estadísticamente significativa (P0.05) y no se registró en madres adultas.

En las hembras primerizas, el peso de las crías al nacer (9.90 ± 1.25 kg, rango: 6.5-11.5 kg) fue inferior (P0.05) a los de las crías de las hembras adultas (11.76 ± 1.51 kg, rango: 9-15 kg).

DISCUSION

La longitud de gestación de 345 d, anotado en este estudio, es similar la hallada por Mogrovejo (4). También es similar al descrito para la alpaca (raza Huacaya: 342 d, raza Suri: 345 d) por San Martín *et al.* (6), a pesar que la llama es de mayor talla y duplica el peso corporal de la alpaca. Además, la longitud de gestación de la llama, encontrado en este trabajo, también se ubica dentro de los rangos descritos por Schmidt (7) para vicuñas y guanacos.

En relación con la duración de la cópula, los datos obtenidos en este estudio son similares a los descritos por Fernández-Baca y Novoa (2), en condiciones de empadre controlado. También los pesos de las crías al nacer fueron similares a los descritos por Sumar (8) y Guttler (3). Las bajas tasas de natalidad son atribuibles al manejo impuesto, pues un solo servicio más una repetición de monta en las hembras, que retornan en celo a los 20 d poservicio, no es suficiente para lograr tasas elevadas de preñez o natalidad (5).

LITERATURA CITADA

1. CARDOZO, A. 1954. Los auquénidos. La Paz, Bol., Edit. Centenario. 284 p.
2. FERNANDEZ-BACA, S.; NOVOA, C. 1968. Conducta sexual de la alpaca (*Lama pacos*) en empadre de campo. Memorias. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (C.R.) v. 3. p. 7-20.
3. GUTTLER, E. 1987. Investigations on the physiology and pathology of reproduction for the improvement of llama breeding in the Andes of Argentina. Tübingen, Germany, Institute for Scientific Cooperation, Animal Research and Development, v. 25.
4. MOGROVEJO, D. 1977. Promoción de la crianza de llamas para la producción de carne. In Conversatorio sobre Camélidos Sudamericanos (I., 1977, Puno, Perú). Resúmenes. Puno, Perú, Empresa de Propiedad Social. p. 12-17.
5. NOVOA, C.; SUMAR, J.; FRANCO, E. 1970. Empadre complementario de alpacas hembras vacías. Lima, Perú, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Primer Boletín Extraordinario. p. 53-59.
6. SAN MARTIN, M.; COPAIRA, M.; ZUÑIGA, J. DE D.; RODRIGUEZ, R.; BUSTINZA, C.G.; ACOSTA, L. 1969. Aspects of reproduction in the alpaca. Journal of Reproduction and Fertility 16:395-399.
7. SCHMIDI, C.R. 1973. Breeding seasons and notes on some other aspects of reproduction in captive camelids. International Zoo Yearbook 13:387-390.
8. SUMAR, J. 1977. Algunos índices de productividad en la llama (*Lama glama*). In Reunión Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (I., 1977, Lima, Perú). Lima, Perú, APPA. p. 31-32.
9. WEIPZ, D.; CHAPMAN, R.J. 1985. Nonsurgical embryo transfer and live birth in a llama. Theriogenology 24(2):251-257.

Alimentación Animal con Batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica¹

N. Espinola C.*

ABSTRACT

In Latin America research is being carried out on locally produced raw materials to replace, totally or partially, those energy inputs currently utilized in animal feed formulations. One possible alternative is the use of sweet potatoes. A review was made of literature produced in Latin America. Findings indicate that sweet potatoes have been used in poultry, rabbit, guinea pig, swine, and ruminant feeding. It was found that sweet potato roots are consumed raw, as sun-dried flakes, cooked and mashed, or processed as flour. It was also found that the foliage may be consumed by animals in fresh form or as silage. A series of studies on digestibility, intake and costs are presented in this paper. These studies show the need to find varieties with higher digestibility, as well as double-purpose varieties that can undergo several cuttings before harvesting the root.

COMPENDIO

En Latinoamérica se están buscando materias primas locales para reemplazar total o parcialmente los insumos energéticos de las raciones para animales. La sustitución parcial de estos alimentos por cultivos producidos localmente, como la batata (camote), podría ser ventajosa. Se efectuó una revisión de la literatura existente en Latinoamérica sobre el uso de la batata en la alimentación de aves, conejos, cuyes, cerdos y rumiantes. Se encontró que las raíces son utilizadas en diferentes formas (crudas, hojuelas secadas al sol, cocidas en forma de puré o transformadas en harina); también la parte aérea de la planta es empleada en forma fresca o ensilada. El presente trabajo muestra estudios sobre digestibilidad, consumo y costos, de los que se deriva la necesidad de contar con variedades que tengan una mejor digestibilidad, así como también aquellas de doble propósito que soporten varios cortes del follaje antes de la cosecha de las raíces.

Palabras claves: Camote, digestibilidad, valor nutritivo, procesamiento poscosecha, utilización.

INTRODUCCION

La batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) es una planta de tallos rastreros cuyas raíces reservantes, de color blanco, amarillo o anaranjado, constituyen una excelente fuente de carbohidratos que se producen entre los cuatro y los seis meses de cultivo. Este cultivo es conocido en Latinoamérica como batata, camote, boniato, patata dulce (en inglés *sweet potato*); por razones técnicas e institucionales, en el presente trabajo, se utilizará el término batata y el correspondiente en el país al que se haga referencia. La batata se cultiva en más de 100 países, ocupando el quinto lugar de producción entre los países del Tercer Mundo (26). La mayor producción (90%) se encuentra en Asia y Africa, el 85% corresponde a China y el 5% al Africa, donde se ha duplicado en las últimas tres décadas (26).

El follaje es rastrero y su rendimiento en fresco puede variar de 21 t/ha a 38 t/ha (en seco, 2.2 t/ha a 3.9 t/ha) a los 70 d de la siembra, dependiendo de las variedades. En fresco se utiliza en la alimentación de rumiantes y en seco como fuente proteica (16% - 17% de proteína cruda) o como pigmento (555 mg/kg - 694 mg/kg de caroteno) en la alimentación de cerdos y aves (5).

Una alternativa para el consumo directo de la batata por los humanos es su uso en la alimentación animal. De hecho, la parte aérea y las raíces no aptas para el mercado son utilizadas en la alimentación del ganado lechero y de carne, ovinos, cerdos, conejos y cuyes en varios países (39). Además, las raíces reservantes pueden ser empleadas como hojuelas secadas al sol, cocidas en forma de puré o transformadas en harina, así como la parte aérea de la planta en forma fresca, seca o ensilada.

En Latinoamérica se buscan materias primas locales, no tradicionales, para ser utilizadas en la alimentación animal en sustitución del sorgo y maíz, que son los ingredientes que normalmente aportan la energía de la dieta. Estos insumos son, en la mayoría

¹ Recibido para publicación el 11 de junio 1993.

* Nutricionista, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.

de los casos, importados; su sustitución parcial por cultivos producidos localmente, como la batata (camote), podría ser ventajosa.

Existe abundante información sobre el uso de la batata en la alimentación animal en el continente asiático, pero gran parte de ella se encuentra en chino y sin traducción. Para Latinoamérica existe una publicación (47) que es una revisión general del cultivo e incluye un capítulo sobre alimentación animal, pero no se refiere a todos los avances que existen en la región. Es por ello que se ha recopilado la información disponible en el Centro Internacional de la Papa (CIP) y así se contribuye a encontrar otra alternativa para el consumo directo por los humanos, a mejorar el nivel de ingreso de los agricultores y a lograr una mayor estabilidad del precio del producto en el mercado.

ALIMENTACION DE AVES

Uso de la raíz reservante

En varios ensayos se ha estudiado la posibilidad de sustituir, parcial o totalmente, maíz por harina de raíces de batata en raciones para aves parrilleras y ponedoras, encontrándose que esto es factible siempre y cuando se suplan las proteínas requeridas, en función del tipo de procesamiento de la harina, la edad y raza de los animales (23). Así, en Brasil, Laung y Da Costa (27) observaron una disminución en el crecimiento y una conversión alimenticia más elevada cuando en la ración de engorde de las aves se sustituía la harina de maíz por harina de batata, en niveles superiores al 15 por ciento. Por otro lado, Tilman y Daves, citados por Edmond (14), encontraron que la harina de batata podía reemplazar hasta el 25% de la harina de maíz sin reducir el crecimiento o conversión alimenticia de las aves. En Costa Rica, Squibb (40) reemplazó satisfactoriamente el maíz en la ración de las aves (32%), observando una disminución no significativa en su crecimiento. Final-

mente Duarte (13), al incluir en la ración un 17% de harina de batata (en reemplazo de maíz), logró que el crecimiento de las aves no se afectara, alcanzando 1 kg de peso a la quinta semana del experimento.

Procesamiento de las raíces

La batata puede ser deshidratada al sol o en un horno para, luego, ser transformada en harina. Existen numerosos informes sobre la cocción antes del secado, la cual favorece el crecimiento de los animales al mejorar la eficiencia alimenticia, producto de una mayor digestibilidad del almidón y el consiguiente incremento de la energía disponible (49). Aves alimentadas con harina obtenida por deshidratación a 100°C mostraron una menor mortalidad en relación con las aves alimentadas con harina cruda y cuando se utilizó harina secada a 120°C se produjeron ganancias de peso casi iguales a las de la dieta de control con maíz (48).

Secado al sol. Veracierta *et al.* (44) sustituyeron la harina de maíz por harina de batata secada al sol (sin control de temperatura), en cuatro niveles: 25%, 50%, 75% y 100 por ciento. Encontraron que la ganancia de peso y la conversión alimenticia tendían a desmejorar a medida que incrementaban los niveles de sustitución. Por otro lado, Gonzáles (24) no encontró ninguna diferencia en la producción de huevos, al incluir el 20% de harina de batata secada al sol, en la dieta de gallinas ponedoras, aunque sí encontró un ahorro promedio del 7% por kilo de huevos (Cuadro 1).

Secado en horno. Urbano (42) realizó un estudio de engorde de pollos con miras a sustituir las harinas de maíz y sorgo por harina de batata (4.5% proteína) secada en estufa a 80 grados centígrados. Se prepararon raciones con harina de maíz-sorgo como ración basal, y mezclas de harina de batata-maíz y harina de batata-sorgo, en las que los niveles de

Cuadro 1. Efecto de sustituir 20% del maíz por batata sobre la producción de huevos en aves de 19 a 32 semanas.

	Ración con batata		Ración con maíz	
	Batería	Piso	Batería	Piso
Peso inicial (kg)	1.75	1.77	1.79	1.77
Peso final (kg)	1.95	1.96	1.95	1.95
Conversión ¹	2.27	2.25	2.34	2.25
Peso del huevo (g)	57.70	58.00	56.90	58.80
Costo huevos (kg/US\$)	0.65	0.71	0.70	0.73

1 Conversión alimenticia, kg de alimento: kg de huevos.

Fuente: Gonzales (24).

Cuadro 2. Efecto de sustituir la harina de maíz y de sorgo por harina de batata sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia de pollos de engorde.

Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia
HM + HB al 25%	1 808.38 ^a	2.49 ^{ab}
HM + HB al 50%	1 819.31 ^a	2.45 ^b
HS + HB al 25%	1 706.31 ^b	2.59 ^a
HS + HB al 50%	1 769.55 ^{ab}	2.56 ^{ab}
Basal (HM + HS)	1 822.45 ^a	2.45 ^b
Nivel de significancia	(P≤0.01)	(P≤0.05)

HM = harina de maíz; HB = harina de batata; HS = harina de sorgo.

a, b Valores con diferentes letras, en la misma columna, difieren significativamente.

Fuente: Urbano (42).

sustitución por harina de batata eran 25% ó 50%; todas las reacciones contenían aproximadamente 2900 Kcal de energía metabolizable por kilogramo. Encontraron que, a la octava semana de edad, las ganancias de peso y conversiones alimenticias no favorecían las combinaciones sorgo-batata (Cuadro 2), aunque las diferencias sólo fueron significativas en el caso de usar un 25% de sustitución por harina de batata.

En este mismo trabajo (42) se determinó que el contenido de energía metabolizable verdadera (corregida por nitrógeno) de la harina de batata era de 3262 kcal/kg, observándose que conforme aumentaba el porcentaje de sustitución de la harina de batata (25% a 50%), aumentaba la energía bruta, sin afectar los valores de energía metabolizable aparente. Estos resultados, de acuerdo con los autores, coinciden con los de Fetuga y Oluayemi (19).

Comprimidos. En Cuba (15) se alimentaron pollos con yuca, batata (boniato) y ñame, tanto en forma fresca como en comprimidos ("pellets"). La ganancia de peso (16 g/d) y la conversión alimenticia (2.49 kg de alimento por kilogramo de ganancia), obtenidas con la batata en comprimidos, fueron ligeramente menores que las obtenidas con yuca (24 g/d y 2.16 g/d), posiblemente por haber utilizado raíces de yuca con bajo contenido de cianuro; no obstante, se concluyó que los valores obtenidos para la batata son aceptables y que ésta puede ser considerada como una fuente valiosa de energía en la alimentación de las aves, siempre y cuando se suplemente con una fuente de proteína.

Uso del follaje

Follaje fresco. No se encontró información producida en Latinoamérica sobre el uso de follaje en

la alimentación de pollos. Sin embargo, en Filipinas se ha informado acerca del uso de hojas verdes y tallos jóvenes finamente picados, como complemento de la dieta, habiendo encontrado un efecto negativo sobre el crecimiento de los animales y una mayor mortalidad (47).

Follaje deshidratado. Al igual que en el caso anterior, no se halló mucha información producida en Latinoamérica, pero sí de otras regiones (46). El único trabajo latinoamericano consultado fue el de Barrios y Colmenares (5), quienes determinaron que la harina de follaje contiene carotenos (incluyendo el β -caroteno y xantófilas), que posibilitaban su uso como fuente de pigmento para las yemas de los huevos y de la piel de los pollos. Adicionalmente señalaron que, por su contenido de proteínas, podría constituirse en un suplemento proteico, siempre y cuando el follaje fuera obtenido de plantas jóvenes, pues se comportaba igual que la harina de alfalfa. El follaje maduro tenía la desventaja de poseer un alto contenido de fibra y bajos niveles de proteína y carotenos (5).

ALIMENTACION DE CONEJOS Y CUYES

Conejos. Los conejos constituyen una especie con mucho potencial en países del Tercer Mundo que sufren escasez de otras carnes (18) y, además, producen pieles de gran aceptación. Esta especie es capaz de digerir la proteína no ligada a la fibra de materiales fibrosos, por ejemplo la alfalfa.

En Venezuela, Beznerra y Letta (7) utilizaron el follaje de batata en sustitución del 20% de un concentrado comercial sin encontrar diferencias significativas en la ganancia de peso pero con menor costo. Estos resultados concuerdan con los de Vanderdys *et*

al. (43), quienes usaron el follaje de batata como suplemento alimenticio para conejos en crecimiento.

Cuyes. El cuy (*Cavia porcellus*), al igual que el conejo, es muy utilizado en las zonas rurales de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Por lo general, el cuy es criado como animal doméstico, alimentado con sub-productos agrícolas, forraje verde y desperdicios de cocina (17). En el Perú, más de 90% de su producción se lleva a cabo bajo un sistema de crianza familiar, en el que la alimentación se basa en forraje verde (8).

Rodríguez (34) determinó el coeficiente de digestibilidad del follaje de batata y de otros cuatro recursos forrajeros (alfalfa, grama china y tallo de maíz chala y hoja de maíz chala), en cuyes de cinco meses de edad (Cuadro 3), encontrando que el follaje de batata presentó el coeficiente más alto de nutrimentos digestibles totales (78.73%), a pesar de una digestibilidad de la proteína relativamente baja (50.3%). Por lo tanto se

cosechadas y suministradas en forma fresca por la tarde, mientras que en las mañanas se proporcionaba un concentrado. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la ganancia diaria de peso, eficiencia de conversión alimenticia, peso al beneficio, rendimiento de canal y costo de la alimentación (Cuadro 4).

En Cuba, Watt (45) encontró que la batata (boniato) cocida produce mayores ganancias que la cruda, y que el consumo de esta última durante el pastoreo requería un suplemento proteico adicional de 500 g de concentrado por cerdo al día para obtener un crecimiento óptimo. Por otro lado, cuando Marrero (29) sustituyó el maíz por batata cruda en la dieta de cerdos en engorde, observó una disminución de las ganancias de peso y del consumo de alimentos, pero casi sin cambios marcados en la conversión alimenticia. El autor postuló que estos resultados se debían a factores antiérgicos de la batata cruda, y que para alimentar

Cuadro 3. Coeficientes de digestibilidad (%) de cinco forrajes en cuyes de cinco meses de edad.

	MS ¹	PC	EE	Fibra	Ceniza	ELN
Ceniza						
Hoja maíz chala	50.0	66.2	83.2	48.7	28.4	43.2
Tallo maíz chala	62.6	36.0	23.2	63.1	47.2	63.9
Alfalfa	74.8	82.2	50.4	46.8	78.1	88.0
Gramma china	61.5	66.2	50.8	57.7	44.5	67.5
Follaje de batata	73.8	50.3	76.3	58.5	79.7	91.2

1 MS = materia seca; PC = proteína cruda; EE = extracto etéreo; ELN = extracto libre de nitrógeno.

Fuente: Rodríguez (34).

puede concluir que para cuyes, el follaje de batata es un alimento que no solamente tiene valor proteico sino también energético.

ALIMENTACION DE CERDOS

Uso de la raíz reservante

Las raíces reservantes, frescas o secas, y el follaje se utilizan en la alimentación de cerdos, pero tienen el inconveniente de tener un bajo contenido de proteína, por lo que deben ser complementadas con el uso de proteínas de buena calidad como la soja o la harina de pescado. A pesar de que existe mucha información sobre la alimentación de cerdos con batata, de Latinoamérica sólo se encontraron informes de Cuba, Perú y Venezuela. En Perú, Espejo (16) evaluó la batata fresca en raciones para engorde de cerdos, en reemplazo del 60% y 75% del maíz. Las raíces fueron

Cuadro 4. Efecto¹ de la sustitución del maíz por batata cruda como fuente de energía en cerdos de engorde (26 a 85 kg de peso vivo)

	Testigo	Batata	
		60%	75%
Ganancia diaria (kg)	0.70	0.66	0.70
Eficiencia alimenticia	4.20	4.43	4.17
Peso al beneficio (kg)	85.48	4.80	85.80
Rendimiento en canal (%)	77.7	75.90	75.00
Costo/animal (soles ²)	575.85	585.75	554.40

1 No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

2 US\$ = 38.70 soles

Fuente: Espejo (16)

cerdos en crecimiento y acabado era necesario adicionar más harina de soja u otro suplemento proteico para obtener un acabado satisfactorio. Lo anterior no ocurre cuando se utiliza batata cocida u hojuelas secadas al sol, de ahí que esta forma de uso sea más económica que la batata cruda.

Angulo (3) también estudió el uso de la batata (camote) cruda en el engorde de cerdos suplementada con proteína. No encontró diferencias en cuanto al peso señalado con una ración cuya base era yuca cruda, pero la ganancia total y la diaria de peso fueron estadísticamente inferiores. El análisis económico indicó que el costo de la ración de control fue un 80% menor que la ración con batata.

Resultados de diferentes trabajos de investigación mostrados por Domínguez (12) confirman que el comportamiento de cerdos alimentados con dietas basadas en hojuelas secas de batata no es comparable al de cerdos alimentados con dietas de maíz (Cuadro 5). Sin embargo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron aceptables cuando las hojuelas sustituyeron hasta un 50% del maíz o cuando éstas se incluyeron hasta niveles del 40% de la ración.

Digestibilidad. Acurero *et al.* (1) compararon la digestibilidad *in vivo* de la harina de batata, obtenida por secado mecánico, con la de las harinas de yuca y sorgo, en cerdos en crecimiento (37 kg de peso vivo). Señalaron que la digestibilidad de la materia seca del extracto no nitrogenado y de la energía bruta de la yuca fueron superiores a las de la batata y del sorgo (Cuadro 6). También establecieron que la fracción proteica de la batata cruda tiene un coeficiente de digestibilidad bajo (29% a 40%), valor que se eleva cuando el producto es secado y transformado en harina (58.4%). El valor de la energía digestible encontrado por estos autores (3179 kcal/kg) es inferior al encontrado por Oyenuga y Fetuga (32), posiblemente debido al proceso de secado utilizado.

En Cuba se estudió el efecto al incluir batata cocida sola y batata cocida con 10% de follaje fresco, en dietas con harina de soja, sobre la digestibilidad de la ración (11), utilizando como testigo una dieta con azúcar (Cuadro 7).

Como se puede notar, la digestibilidad tanto de la energía como de la fibra fue alta, pero la del nitrógeno fue relativamente baja, debido a la pobre digestibilidad de la proteína de la raíz reservante, aun cuando ésta se

Cuadro 5. Hojuelas de batata en dietas para cerdos en engorde.

Hojuelas de batata en dieta (%)	Ganancia diaria (kg)	Conversión alimenticia (kg MS/kg de ganancia)	Fuente ¹
0	0.65	3.36	Tai y Lei (1970)
15-20	0.66	3.37	
29-37	0.62	3.54	
42-54	0.58	3.74	
54-88	0.56	3.81	
0	0.54	3.29	Lee y Yang (1979)
25	0.50	3.44	
50	0.48	3.52	
75	0.47	3.39	
100	0.50	3.23	
0	0.84	2.92	Cornelio <i>et al.</i> (1988)
15	0.74	3.23	
31	0.76	3.17	
46	0.72	3.38	
0	0.64	3.79	Manfredini <i>et al.</i> (1990)
20	0.62	3.94	
40	0.60	4.01	

1 Citados por Domínguez (12).

Cuadro 6. Digestibilidad promedio (%) de las harinas de batata, yuca y sorgo en cerdos en crecimiento.

Componente dietético	Batata	Yuca	Sorgo
Materia seca	91.6	94.2 **	90.9
Proteína cruda	58.4	56.3	63.5 **
Fibra cruda	42.6	56.1	50.2
Extracto libre de nitrógeno	89.8	92.7 **	88.3
Extracto etéreo	55.8	54.2	72.6 **
Energía bruta	85.7	88.0 **	85.0
Energía digestible (kcal/kg)	3 179.0	3 519.6	3 316.6

1 ** P<0.01

Fuente: Acurero *et al.* (1).

Cuadro 7. Digestibilidad (%) de la raíz de batata cocida (BC) y del follaje (FB) como fuente de energía en dietas con soja.

Componente dietético	Azúcar (65.1%) ¹	BC (72.8%)	BC + FB (65.8 + 10.0%)
Materia seca	94.5	85.5	81.8
Nitrógeno	89.6	76.0	73.3
Energía bruta	93.5	89.2	5.6
Fibra cruda	76.6	81.4	67.6
E. digestible (MJ/kg MS)	15.8	14.7	14.0

1 En paréntesis, nivel utilizado en la ración.

Fuente: Domínguez (11).

cocine. La inclusión del follaje en la dieta disminuyó la digestibilidad de todos los nutrimentos debido al mayor contenido en fibra; sin embargo, la energía digestible se mantuvo en valores aceptables (14.7 MJ/kg y 14.0 MJ/kg MS) y superiores a los hallados por Takahashi *et al.* (41), quienes informan valores de 4.1 MJ/kg de masa seca.

Uso del follaje

En otro experimento, Domínguez (11) estudió el efecto de sustituir parcialmente la harina de soja con 25% y 50% de follaje fresco de batata (Cuadro 8). El uso del follaje fresco disminuyó el consumo de MS, probablemente debido a lo voluminoso del alimento. A pesar de ello, con el nivel más bajo de sustitución, la conversión alimenticia fue similar a la obtenida con la dieta de soja (control), disminuyendo cuando se elevó el nivel de sustitución al 50 por ciento.

El follaje fresco también es usado en cerdos recién destetados (6 kg - 12 kg), en sustitución del 10% del cereal del concentrado, obteniendo un comportamiento satisfactorio de los animales tanto en ganancia de peso (186 g/d con follaje vs. 202 g/d sin follaje) como en la conversión alimenticia (2.8 kg con follaje vs. 2.5/kg sin follaje), sin que tampoco se observaran efectos negativos sobre la mortalidad y el descarte de animales sin valor comercial (31).

Desperdicios procesados y otras fuentes proteicas

En Cuba, la crianza del cerdo es estabulada, por lo que en el engorde utilizan desechos de la alimentación humana, agrícola e industrial, procesados y mezclados con miel de caña. A estos se le agrega batata cocida, en forma de pasta (18 % - 20% MS), con lo que se obtiene un alimento semilíquido (25% de materia seca),

Cuadro 8. Follaje de batata como sustituto parcial de la soja en raciones con batata cocida para cerdos de 29-90 kilogramos.

Raciones	0%	25%	50%
Harina de soja	62.90	47.70	32.30
Follaje de batata	0	18.80	37.90
Consumo (kg MS/d)	2.71	2.46	2.46
Ganancia de peso (kg/d)	0.77	0.69	0.64
Conversión (kg MS/kg)	3.51	3.55	3.81

Fuente: Domínguez (11).

que se suplementa con 0.8 kg de maíz-soja. Al sustituir el suplemento por una mezcla de batata-soja se encontraron pequeñas diferencias en las ganancias de peso y en la conversión alimenticia (Cuadro 9), lo que, probablemente, se deba al poco volumen que necesitaban consumir los cerdos (2.2 kg MS de la dieta en base fresca) para cubrir sus requerimientos (12).

Domínguez (11) utilizó dietas para cerdos en engorde (29 kg - 90 kg), basadas en batata cocida como principal fuente energética -no se especifican niveles- y diferentes fuentes proteicas (harina de soja, levadura torula y sustitución parcial de esta última por 35% y 70% de harina de carne y huesos), comparadas con una ración de maíz-soja (Cuadro 10).

Cuadro 9. Utilización de la batata como sustituto de los cereales en dietas de desperdicios procesados.

	Concentrado ¹	Batata-soja
Peso inicial (kg)	24.20	24.10
Peso final (kg)	91.00	88.10
Ganancia (kg/día)	0.61	0.58
Conversión alimenticia (kg/kg)	4.63	4.65

1 Maíz-soja, 18% PC, 0.8 kg/día.

Fuente: Domínguez (12).

Se encontró un efecto importante de la fuente proteica; a pesar de que los cerdos que consumían camote-soja alcanzaron iguales ganancias de peso que los que se alimentaron con maíz-soja, esto lo lograron por medio de un mayor consumo de alimentos y, por ende, la conversión fue menos eficiente. Por otra parte, las dietas con levadura torula, como única fuente de proteínas, permitieron ganancias de peso y conversiones alimenticias iguales a las dietas con maíz. El autor concluye en que la batata cocida puede reemplazar al maíz en dietas para engorde de cerdos,

siempre y cuando se utilice un suplemento proteico adecuado.

En cerdos recién destetados (7 a 15 kg) la sustitución total del maíz por batata suplementada con levadura torula disminuyó la ganancia de peso (329 vs. 284 g/día) y aumentó la conversión alimenticia (1.95 kg vs. 3.48 kg de MS/kg de ganancia de peso), lo que se debería a la falta de adaptación del tracto digestivo de los cerdos pequeños a la digestión de dietas tan voluminosas, en las que el almidón no es fácilmente digerible (12).

ALIMENTACION DE VACUNOS

El ganado vacuno puede alimentarse tanto con las raíces reservantes como con la parte aérea de la planta, siendo este última un excelente forraje para el ganado lechero. En el valle de Cañete (Perú), se demostró que el 70% del follaje de la batata es comercializado para la alimentación animal, en un sistema eficiente y altamente organizado, que ha originado un crecimiento significativo de la ganadería lechera del valle (1).

Uso de la raíz reservante

En el Perú, Goyzueta (25) utilizó la batata fresca en el engorde de vacunos, como sustituto del 59% del afrecho (base seca), obteniendo mejores ganancias diarias de peso y conversiones alimenticias que con el control (afrecho), siendo la ración de batata más económica. Investigaciones presentadas por Woolfe (47) muestran que las raíces reservantes picadas pueden sustituir al ensilado de sorgo, en raciones para ganado lechero, a razón de 1 kg de raíz por 1.8 kg de ensilado, con una reducción de menos del 1% en la producción de leche y un ligero incremento en el contenido de grasa en la misma.

El uso de harina de batata, en reemplazo del maíz, en la alimentación del ganado lechero permite man-

Cuadro 10. Utilización de tres diferentes fuentes de proteína en cerdos (29-90 kg) alimentados con batata cocida.

Ingredientes/parámetros	Maíz ¹		Batata cocida		
Harina de soja (%)	50.90	62.90	—	—	—
Levadura torula	—	—	62.90	40.90	19.10
Harina de carne y huesos (%)	—	—	—	26.50	52.80
Consumo (kg MS/d)	2.30	2.71	2.36	2.30	2.33
Ganancia diaria (kg)	0.77	0.77	0.78	0.78	0.70
Conversión (kg/kg)	3.01	3.51	3.03	2.95	3.33

1 Dieta control

Fuente: Domínguez (11).

tener una elevada producción de leche, habiéndose encontrado que, cuando se utilizan raíces de color anaranjado, se produce leche con 22% más de vitamina A y 30% más de β-carotenos (47). Asimismo, el uso del almidón de batata resultó ser una buena fuente de energía para el crecimiento microbial en el rumen, siendo considerado similar al almidón de yuca. Cuando se cocieron las raíces se mejoró la palatabilidad, pero no la eficiencia alimenticia (47).

En estudios recientes, realizados en Taiwán, sobre el uso de hojuelas secas de batata, estas fueron consumidas con avidez, y produjeron incrementos de peso, cuando reemplazaron las raciones de maíz en 50% ó 100% (9).

Uso del follaje

Ffoulkes y Preston (20) y Ruiz *et al.* (36) realizaron análisis químicos del follaje de batata y encontraron valores entre 12% y 17% de proteína cruda, menos del 18% de fibra y digestibilidades de la materia seca superiores al 70% en bovinos.

Chen *et al.* (10) alimentaron ganado lechero con follaje de batata como única fuente de forraje, más un concentrado a base de soja, obteniendo mayor producción de leche pero con menor tenor graso que la obtenida de animales alimentados con una mezcla del follaje de batata y otro pasto. Según Jorge Vargas, profesor auxiliar de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, en una comunicación personal en 1991, el consumo de follaje fluctuaba entre 5 kg y 7 kg de MS por animal al día y se debería utilizar una ración reformulada para evitar cambios en la composición de la leche.

Ffoulkes y Preston (20) estudiaron también el efecto de suplementar con harina de soja a animales alimentados con follaje de batata o yuca ofrecidos al 5% del

peso del animal, como fuente combinada de proteína y forraje, en dietas de melaza para vacunos de carne. En ausencia de harina de soja, el forraje de yuca fue mejor que el de batata, pero en su presencia (cuando la proteína no era limitante) el resultado fue contrario.

Mcña *et al.* (1979) y Gill *et al.* (1980), citados por Ruiz (38), estudiaron el efecto de suplementar follaje de camote en dietas a base de caña de azúcar. Encontraron que el follaje de batata era extensamente degradado con una velocidad promedio de digestión de 13±7.7 h en comparación con 40.8±24 h para la caña de azúcar. Esto originó un incremento del flujo ruminal de 40 l/d a 120 l/d y un incremento en el consumo voluntario, posiblemente debido a la estimulación de la función ruminal y no al incremento del flujo de proteína de la dieta en el duodeno.

Meyreles *et al.* (1979), también citados por Ruiz (38), usaron caña de azúcar descortezada suplementada con follaje fresco de batata (ofrecido al 5% del peso del animal) y/o harina de algodón. Además utilizaron dos niveles de urea, uno bajo (6 g/kg de caña de azúcar) y otro alto (25 g/kg de caña de azúcar), que al ser adicionados sobre la caña no mejoraron el consumo de alimentos. Sin embargo, cuando el follaje de batata, la harina de algodón o ambos juntos fueron usados como suplementos ocurrió un incremento significativo de la ingesta alimenticia y de la ganancia de peso, por lo que los autores concluyeron que su uso fue causado, indirectamente, por el estímulo que la proteína sobrepasante tiene sobre el consumo voluntario, lo cual, a su vez, incrementaría la velocidad de salida del alimento del rumen.

Digestibilidad

Ffoulkes *et al.* (21) determinaron la digestibilidad y consumo voluntario de caña de azúcar integral y follaje de batata, proporcionados a razón de 100:0, 67:33,

33:67 y 0:100 (base seca), con adición de urea y sales minerales, hallando semejantes, para ambos forrajes, la digestibilidad y sus combinaciones. Para determinar el efecto de una sustitución parcial de la caña de azúcar por forraje de batata, se compararon dos tratamientos: caña sola y caña sustituida en un tercio por follaje de batata; por ser el follaje de batata más apetecible, el tratamiento en que este estaba presente mostró un índice de consumo de materia seca (MS) significativamente superior (P0.01) a un 39% mientras que el consumo de la MS digestible aumentó en 34% (Cuadro 11). La ingesta más alta significó un aumento en el suministro de proteína verdadera, proporcionada por el follaje de batata, y una reducción en el NNP, dado por la urea.

del 59 por ciento. Cuando se adicionó urea al ensilado, se incrementaron las pérdidas por putrefacción, posiblemente debido al efecto alcalino de la urea. La adición de raíces no causó efectos de importancia práctica, a pesar que tendió a mejorar algunas características del ensilado, pero tuvo un efecto indeseable al incrementar la concentración de ácido butírico.

Economía de la utilización de la batata en bovinos

En Costa Rica, Backer *et al.* (4) realizaron estudios sobre el uso de la raíz de desecho y del follaje de batata (más 38.6% melaza y 1.2% urea), como ingrediente

Cuadro 11. Efecto de sustituir un tercio de la caña de azúcar por follaje de batata sobre la digestibilidad y el consumo voluntario.

	1001	67:33 ²	Probabilidad
Digestibilidad de la MS (%)	70.2	67.8	0.71
Consumo (kg/100 kg PV/d)			
— Materia seca total	1.73	2.41	0.01
— Materia seca digerible	1.21	1.62	0.10

1 100% caña de azúcar.

2 67% caña de azúcar:33% follaje de batata

Fuente: Ffoulkes *et al.* (21).

Ensilado

La posibilidad de conservar la planta de batata como ensilado con el uso de aditivos como urea o raíces, fue estudiada por Ruiz *et al.* (37). El ensilado sin aditivos alcanzó una acidez adecuada (pH 3.7), la concentración de ácido butírico permaneció baja, la del ácido láctico fue satisfactoria (5.21%), las pérdidas por putrefacción fueron mínimas (11%) y la digestibilidad *in vitro* fue

alimenticio, y determinaron el potencial económico de la batata en la producción de carne. Se utilizaron toros de un año de edad (184 kg) y cinco dietas en las que se varió la proporción de raíces y follaje (Cuadro 12). Se obtuvieron consumos diarios promedios de 2.37 kg/100 kg MS de peso vivo e incrementos de peso que fluctuaron entre 0.66 kg y 0.85 kg por animal por día; la mejor conversión alimenticia (6.24) se logró cuando la proporción de raíces y follaje alcanzaba niveles de

Cuadro 12. Consumo voluntario, ganancia de peso y eficiencia alimenticia en toretes alimentados con raíces y follaje de batata.

Proporción R:F ¹	Consumo (kgMS/d)	Ganancia de peso (kilogramo por animal por día)	Eficiencia (consumo/ganancia)
0:100	2.45	0.66	8.51
25: 75	2.32	0.71	7.39
50: 50	2.34	0.85	6.24
75: 25	2.39	0.81	6.51
100: 0	2.41	0.82	6.63

1 R = raíz; F = follaje.

Fuente: Backer *et al.* (4).

50:50. El análisis económico reveló que el uso del 12% de raíces, junto con el follaje y la urea, producían una utilidad del 38 por ciento.

Un estudio similar, con vacas lecheras estabuladas, fue conducido por Lescano (28). El objetivo fue evaluar la utilización de la raíz y el follaje de batata como sustituto parcial del pasto y estimar el potencial económico del uso de los residuos de cosecha de batata en la producción lechera. Se observó que el consumo de batata produjo un efecto sustitutivo del pasto, siendo la tasa de sustitución de 0.5 kg MS de pasto por kilogramo de masa seca de batata. La producción de leche no fue afectada significativamente por los tratamientos; se notó una tendencia positiva conforme se incrementaba el nivel de batata en la ración. El autor concluyó en que el follaje y las raíces descartadas pueden ser utilizadas eficientemente en la producción de leche, ya que, al usar estos residuos, los retornos netos por uso de tierra y mano de obra se triplicaron, y el retorno neto sobre el uso del capital de inversión se incrementó veinte veces, en comparación con la producción de leche con pasto cortado sin adición de los residuos mencionados.

ALIMENTACION DE OVINOS

Varios investigadores peruanos (6, 22, 33) han determinado la digestibilidad del follaje y las raíces de batata en ovinos (Cuadro 13). Así, Gil (22) halló el coeficiente de digestibilidad de las raíces reservantes de batata, encontrando que el consumo de sólo raíces resultaba en la excreción de heces blandas, por lo que los animales debían ser suplementados con 1 kg de heno de alfalfa por cada 2.5 kg de batata.

Romero (33) encontró que la digestibilidad de la MS y del ELN fueron superiores (P0.01) en las raíces que en la parte aérea, no así el coeficiente de digestibilidad de la proteína, el cual fue inferior en las raíces (P0.01).

También observó que se producían efectos laxantes en los animales cuando el consumo de raíces estaba por encima de una relación 56:44 (parte aérea por raíz, en base seca).

En Venezuela, Monagas y Beznerra (30) realizaron tres trabajos con miras a determinar la posibilidad de utilizar batata en sistemas de producción café-batata-ovinos. En el primero de ellos estudiaron el uso de la batata (follaje y raíces) y las malezas de los cafetales en la alimentación de los ovinos, para lo cual utilizaron los tratamientos siguientes: malezas *ad libitum* (T1); malezas *ad libitum* + 400 g de MS de raíz de batata (T2); 70% de malezas y 30% de follaje (T3); 70% de follaje y 30% de malezas (T4); follaje de batata *ad libitum* (T5), tallitos jóvenes de batata *ad libitum* (T6). A pesar de las diferencias encontradas (Cuadro 14), todos los valores de consumo y digestibilidad fueron muy aceptables; la digestibilidad de la fibra aumentó a medida que se incrementó el contenido de follaje de batata en la ración.

El segundo experimento consistió en el uso directo del follaje de batata al pastoreo, para lo cual utilizaron dos grupos de animales: uno suplementado con harina de soja en una proporción de 150 g por animal por día y otro sin suplemento. Se produjeron ganancias en peso de 73 g/d y 49 g/d, respectivamente, indicando la factibilidad de usar el follaje de camote en el pastoreo y cómo su utilización mejora en presencia de una fuente proteica suplementaria.

En el tercer experimento se utilizaron ovinos con pastoreo en cafetales, los cuales se dividieron en dos grupos: uno, fue suplementado con 150 g de MS de raíz de batata y el otro no lo recibió. Cuando analizaron las ganancias de peso entre 0 y 8 semanas y entre 0 y 18 semanas, tanto en el período de preparto como en el de posparto, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (Cuadro 15).

Cuadro 13. Digestibilidad de la raíz y del follaje de batata en ovinos.

Fracción	Raíz ¹	Follaje ² 195 d	Follaje ³ 203 d	Follaje ³ 203 d	Raíz ³
Materia seca	80.53	50.27	64.77	65.28	87.29
Proteína cruda	81.41	55.29	72.21	74.54	30.05
Fibra cruda	61.18	37.09	75.02	70.19	69.12
Grasa	40.94	58.79	63.92	65.93	55.53
ELN	79.56	67.95	80.58	82.42	95.86

1 Variedad Paramonguino. Fuente: Gil (22)
 2 Variedad Paramonguino. Fuente: Bazán (6).
 3 Variedad Seedling 50. Fuente: Romero (33).

Cuadro 14. Consumo y digestibilidad de la batata y de las malezas de los cafetales en la alimentación de ovinos.

Tratamiento ¹	Consumo (kg MS/día)	Digestibilidad total (%)	Digestibilidad fibra (%)
T ₁	2.45	68.66	60.82
T ₂	3.01	70.30	58.18
T ₃	3.00	71.30	62.32
T ₄	3.05	77.40	66.49
T ₅	2.85	74.05	68.92
T ₆	2.79	75.60	72.17

1 Ver definiciones en el texto.

Fuente: Monagas y Beznerra (30).

Cuadro 15. Ganancia de peso de ovinos en pastoreo en malezas de cafetales.

Tratamientos	Ganancia de peso (g/d).			
	0-8 semanas	0-18 semanas	Preparto	Posparto
T ¹ +S ¹	187.13	148.25	88.76	-28.95
T ²	193.90	160.36	98.13	-47.41

S¹= Suplemento de 150 g (materia seca) de raíz de batata.

Fuente: Monagas y Beznerra (30).

CONCLUSIONES

En la alimentación de aves debe realizarse un estudio detallado de los costos de producción de aves parrilleras y ponedoras, por la necesidad de suministrar la batata procesada y presentar estos animales un consumo elevado.

En la alimentación de cerdos, la experiencia cubana representa una alternativa nueva (desperdicios procesados), que podría ser considerada en países que presentan esta opción de uso, determinando su rentabilidad. Otros resultados indican que este cultivo tiene un buen potencial en la alimentación de cerdos, que podría ser de interés para los países latinoamericanos.

En la alimentación de rumiantes, el uso de la raíz como complemento del follaje es rentable y lo único que pareciera estar limitando su utilización es la falta de variedades de doble propósito (productoras de follaje y raíces), como la variedad Xushu 18 de China, que, además, de producir un follaje apetecible por los animales soporta varios cortes antes de la cosecha.

Es evidente que la raíz de batata cruda presenta problemas de digestibilidad, la cual mejora cuando es secada al sol (hojuelas), cocida o secada en horno, especialmente de la proteína, aunque no llega a ser óptima. Esto plantea la necesidad de analizar cuál de los componentes (almidón, fibra y proteínas) es el causante de la baja digestibilidad, para así poder enfocar los programas de mejoramiento varietal hacia la producción de variedades con una mejor digestibilidad, que no requieran de cocción. Otra posibilidad de investigación es la presencia de factores anticualitativos que pudieran estar actuando a nivel rumial y posabsortivo, reduciendo el grado de utilización de la raíz.

LITERATURA CITADA

- ACURERO, R.G.; ALVARADO, L.R.; ALVAREZ, R.; CAPO, E.; GARBATI, D.S. 1988. Determinación de los coeficientes de digestibilidad *in vivo* de las harinas de batata, yuca y del sorgo en cerdos. In *Area Zootécnica del Proyecto CONICIT S1-1472. Informe Final de Actividades*. Maracay, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria, Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. p. 91-118.

2. ACHATA, A.; FANO, H.; GOYAS, H.; CHIANG, O.; ANDRADE, M. 1990. El camote (batata) en el sistema alimentario del Perú: El caso del Valle de Cañete. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 63 p.
3. ANGULO, T.M. 1976. Uso de yuca, camote y grano de soya en engorde de cerdos. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 66 p.
4. BACKER, J.; RUIZ, M.E.; MUÑOZ, H.; PINCHINAT, A.M. 1980. The use of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) in animal feeding. II Beef production. Tropical Animal Production 5:152-160.
5. BARRIOS, J.R.; COLMENARES, R. 1989. Potencialidad de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) como forraje verde: Alcance. Revista Facultad Agronomía (Ven.) 38:75-83.
6. BAZAN, V.A. 1961. Digestibilidad de la hoja del camote en ovinos. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 p.
7. BEZNERRA, M.A.; LEITTA, P. 1985. Utilización del follaje (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la alimentación de conejos. In Informe Anual del Instituto de Producción Animal. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. p. 145.
8. CHAUCA F., L.; ZALDIVAR, M. 1985. Investigaciones realizadas en nutrición, selección y mejoramiento de cuyes en el Perú. Lima, Banco Agrario del Perú. 16 p.
9. CHEN, M.C.; YI, J.J.; HSU, T.C. 1977. The nutritive value of sweet potato vines produced in Taiwan for cattle: (3) feeding value for milk production; (4) feeding value for growth at different forms. Journal of the Agricultural Association of China 99:39-45.
10. CHEN, M.C.; CHIEN, C.P. 1979. Studies on the utilization of sweet potato chips and cassava pomace for cattle. Journal of the Agricultural Association of China 107:45-54.
11. DOMINGUEZ, P.L. 1991. Feeding sweet potatoes to monogastrics. In Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. D. Machin, S. Nyvold (Eds.) Rome, Italy. FAO Annual Production and Health Paper no. 95. p. 217-233.
12. DOMINGUEZ, P.L. 1992. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de cerdos. In Desarrollo de productos de raíces y tubérculos II. América Latina. Presentado en Taller sobre Procesamiento, Comercialización y Memorias Utilización de Raíces y Tubérculos en América Latina (1991, Villa Nueva, Gua.) Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa, Centro Internacional de Agricultura Tropical, International Institute for Tropical Agriculture, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 375 p.
13. DUARTE, J.P. 1966. Efecto de la batata en el engorde de pollos. Revista Agricultura (R.D.) 433:33-43.
14. EDMOND, J.B.; AMMERMAN, G.R. 1971. Sweet potatoes: Production, processing, marketing. Westport, CT, EE.UU., AVI Publishing Co. 334 p.
15. ESCURRA, F.L. 1989. El empleo de la planta de boniato en la alimentación animal: Sus posibilidades. La Habana, Ministerio de Agricultura de Cuba, Departamento de Servicios Informativos. 23 p.
16. ESPEJO, B.J. 1971. Evaluación del camote fresco como fuente de energía y como reemplazante parcial del maíz en raciones de engorde de cerdos. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 87 p.
17. FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA). 1985. La crianza del cuy y proposición sobre un centro hipotético de desarrollo de esta especie. Santiago, Chile, FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Serie RLAC/85/26-GAN-9. 25 p.
18. FAO (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA). 1985. La carne de conejo para países en desarrollo. Santiago, Chile, FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Serie RLAC/85/49-GAN-12. 19 p.
19. FETUGA, B.L.; OLUYEMI, J.A. 1976. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. Poultry Science 55:868-873.
20. FFOULKES, D.; PRESTON, I.R. 1978. Forraje de yuca o batata como fuente combinada de proteína y forraje en dietas de melaza: Efecto de la suplementación con harina de soya. Producción Animal Tropical 3:188-194.
21. FFOULKES, D.; HOVELL, F.D. de B.; PRESTON, I.R. 1978. Forraje de batata como alimento para bovinos: Consumo voluntario y digestibilidad de mezclas de forraje de batata (*Ipomoea batatas*) y caña de azúcar. Producción Animal Tropical 3:142-146.
22. GIL, G.R. 1953. Digestibilidad del camote en el ganado ovino. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, Escuela Nacional de Agricultura. 47 p.
23. GOHIL, B. 1982. Piensos tropicales: Resúmenes informativos sobre piensos y valores nutritivos. Roma, Italia, FAO. Producción y Sanidad Animal no. 12. 225 p.
24. GONZALEZ, J.A. 1989. Evaluación del camote tubérculo (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) desecado en la alimentación de ponedoras criadas en batería y piso. Tesis Med. Vet. Chíncha, Perú, Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 44 p.
25. GOYZUETA, M.N. 1963. El camote fresco en el engorde de bovinos de carne. Tesis Med. Vet. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 41 p.
26. HORTON, D. 1988. Underground crops: Long-term trends in production of roots and tubers. Morrilton, Ark. Winrock International. 132 p.
27. LAUNG, G.T.; DA COSTA, L. 1960. Empleo de batata doce en la alimentación de pintos. Río de Janeiro, Bra. Instituto de Zootecnia, Ministerio de Agricultura. Boletim no. 37. 15 p.
28. LESCANO, R.A. 1983. Utilización integral del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la alimentación de vacas lecheras estabuladas en el inicio de su lactancia. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. Programa de Posgrado UCR-CATIE. 77 p.

29. MARRERO, L.J. 1975. Utilización del boniato como principal fuente energética en la alimentación del cerdo. I. Estudio sobre la sustitución del maíz por boniato en las dietas de cerdos en ceba. Cuba, Centro Agrícola. Serie Ciencia Animal 2(1-2):33-41.
30. MONAGAS, O.L.; BEZNERRA, M.A. 1989. Comportamiento agronómico del cultivo de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y su incorporación a sistemas mixtos de producción de café (*Coffea arabica* L.) con ovinos y con ovinos-café: Alcance. Revista Facultad Agronomía (Ven.) 38:182-184.
31. MORA, L.M.; DOMINGUEZ, P.L.; QUINTANO, J.; MERCIHAN, L. 1990. Uso del boniato (*Ipomoea batatas*) en cerditos al destete. In Seminario Científico Internacional XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Resúmenes. La Habana, Cuba, Instituto de Ciencia Animal. p. 132.
32. OYENUGA, V.A.; FETUGA, B.L. 1977. Chemical composition digestibility and energy values of some varieties of yam, cassava, sweet potatoes and cocoyams for pigs. Nutrition Abstracts and Reviews 47(7):451.
33. ROMERO, S.M. 1971. Digestibilidad de la parte aérea y la raíz tubericada del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) var. Seedling 50 en ovinos. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 43 p.
34. RODRIGUEZ, C.W. 1984. Coeficiente de digestibilidad de la hoja de maíz chala (*Zea mays*), tallo del maíz chala (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*), grama china (*Sorghum halepense*), hoja y tallo del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en cuyes. Tesis Ing. Zoot. Cerro de Pasco, Perú, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 92 p.
35. RODRIGUEZ, G.H.; RODRIGUEZ, P.N.; ARGÜELLES, G.I. 1991. Comportamiento de cerdos alimentados con yuca, boniato y papa en forma de harina. Holguín, Cuba, Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. 6 p.
36. RUIZ, M.E.; PEZO, D.; MARTINEZ, L. 1980. El uso del camote en la alimentación animal. I. Aspectos Agronómicos. Producción Animal Tropical 5:147-165.
37. RUIZ, M.E.; LOZANO, E.; RUIZ, A. 1981. El uso del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la alimentación animal. III. Adición de diversos niveles de raíces y urea al ensilaje de follaje. Producción Animal Tropical 6:259-269.
38. RUIZ, M.E. 1982. Sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) for beef production: Agronomic and conservation aspects and animal responses. In Sweet Potato International Symposium (1, 1982, Taiwan). Proceedings. R.L. Villareal, T.D. Griggs (Eds.). Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center. p. 439-451.
39. SCOTT, G. 1991. Sweet potato as animal feed in developing countries: Present patterns and future prospects. In Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. D. Machin, S. Nyvold (Eds.) Rome, Italy. FAO Annual Production and Health Paper no. 95. p. 183-202.
40. SQUIBB, R.L. 1953. Valor de las harinas de camote y achote en raciones para aves de corral. Turrialba 3(4):163-166.
41. TAKAHASHI, S.; MORI, A.; JITSUKAWA, Y.; HIMENO, K.; MORIMOTO, H. 1968. Studies on nutritive value of feedstuffs for pigs. 3. Brans and others. Chiba, Japan. Bulletin of the National Institute of Animal Industry no. 17. p. 15-19.
42. URBANO, V.F. 1989. Sustitución de las harinas de sorgo y maíz por harina de batata en las raciones para pollos de engorde. Tesis Ing. Zoot. Maracay, Universidad Central de Venezuela. 90 p.
43. VANDERDYS, W.; RIOS, G.; ARREIZA, A. 1985. Follaje de batata (*Ipomoea batatas*) como suplemento alimenticio de los conejos en crecimiento. Revista de la Escuela Agronómica Salesiana (Ven.) 1:13-15.
44. VERACIERTA, L.; ARMAS, A.E.; ANGULO, CH.I.; DE BERTI, A.; MADRIGAL, J.; ORDOÑEZ, R. 1978. Uso de la harina de batata (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de pollos. Congreso Venezolano de Zootecnia (1, 1978, Cumaná, Ven.). Resúmenes. p. 15-16.
45. WATT, I.R. 1973. Feeding sweet potatoes to pigs. Harvest (Can.) 2(4):138-141.
46. WEBER, C.W. 1969. Trends and forecasts. In Annual Poultry Industry Day. (13, 1969, Tucson, Arizona). Proceedings. University of Arizona, Department of Poultry Science. p. 55-58.
47. WOOLFE, J.A. 1992. Sweet potato: An untapped food resource. Cambridge, U.K., Cambridge University Press. 643 p.
48. YOSHIDA, M.; MORIMOTO, H. 1958. The nutritive value of sweet potato as a carbohydrate source of poultry feeds. World Poultry Science Journal 14(3):246, 13:123-132.
49. YOSHIDA, M.; HOSHII, H.; MORIMOTO, H. 1962. Nutritive value of sweet potato as carbohydrate source for poultry feed. IV. Biological estimation of available energy of sweet potato by starting chicks. Agricultural and Biological Chemistry (Japan) 26(10):679-682.