

Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecorregión andina del Ecuador

V. H. Barrera-Mosquera¹, J. E. Grijalva-Olmedo² y C. U. León-Velarde³

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Quito, Ecuador

Improvement of Milk Production Systems on the Andean Ecoregion of Ecuador

ABSTRACT. Milk production on the Andean ecoregion of Ecuador constitutes one of the ways of land utilization, and it is a very valuable tool to promote the agricultural and cattle development, since it has the characteristic of being efficient at a commercial scale, is in the hands of small farm producers, and because it generates a product with growing demand in the modern society. This activity is frequently performed in land which has limitations for other uses, particularly for annual crops: in this sense, it directly contributes to soil conservation, since there is less risk of erosion on land covered with pastures. The purpose of this research was to contribute to the improvement of the income level of peasant communities of the Andean Ecoregion of Ecuador, by means of the implementation of options of animal production of minimum cost and risk of environmental impact. The research was performed along January 1998 and December 2001, encompassing the following activities: a) identification of restrictions of the systems and technological innovations of low cost and risk; b) experimentation – validation of technological options; and c) training to technicians and producers and interinstitutional cooperation. The results showed average increases of 27% of milk production as well as 40% increases on net benefits, due to the technological change, increases of 25% of the area with improved pastures and augments of the animal charge up to 3.6 BAU/ha, and increases of 0.7 kg/animal/day on the live weight of replacement animals. Additionally, it was stimulated the creation of modules for animal production, in combination with species of trees and shrubs of multiple purpose, based on minimum tillage practices for soil conservation.

Keywords: Systems, Ecoregion, Pastures, Cows, Training, Bio-economic

© 2004 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2004. 12(2): 43-51

RESUMEN. La ganadería de leche en la ecorregión andina del Ecuador es una forma de uso de la tierra, muy valiosa para promover el desarrollo agropecuario, por su característica de ser eficiente a escala comercial, estar en manos de pequeños productores y por generar un producto de creciente demanda en la sociedad moderna. Esta actividad es frecuentemente realizada en tierras con limitaciones para otros usos, particularmente para cultivos anuales; en ese sentido, contribuye directamente a la conservación de los suelos, dado el menor riesgo de erosión de tierras en pastizales. El propósito de esta investigación fue contribuir al mejoramiento del nivel de ingresos de comunidades campesinas de la Ecorregión Andina del Ecuador, mediante la implementación de opciones de producción animal de mínimo costo y riesgo de impacto ambiental. La investigación se desarrolló entre Enero de 1998 a Diciembre de 2001 y comprendió las siguientes actividades: a) identificación de restricciones de los sistemas e innovaciones tecnológicas de bajo costo y riesgo; b) experimentación-validación de opciones tecnológicas; y c) capacitación a técnicos y productores, y cooperación interinstitucional. Los resultados demostraron aumentos promedios del 27% en la producción de leche y 40% en los beneficios netos debido al cambio tecnológico, incrementos del 25% de la superficie con pasturas mejoradas, aumentos en la carga animal hasta 3.6 UBA/ha e incrementos de 0.7 Kg/animal/día en el peso vivo de animales de reemplazo. Adicionalmente, se propició la creación de módulos de producción animal

Recibido Agosto 16, 2002. Aceptado Marzo 16, 2003

¹Bellavista OE2132 y Real Audiencia, Ciudadela La Ofelia, Quito-Ecuador Email: vbarrera70@hotmail.com

²Email: gjrijalva55@hotmail.com

³Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP) Email: c.leonvelarde@cgiar.com, con el apoyo financiero del (IDRC y SLP-ILRI)

en combinación con especies de árboles y arbustos de uso múltiple, en base de prácticas de labranza mínima para conservación del suelo.

Palabras clave: Sistemas, Ecorregión, Pastos, Bovinos, Capacitación, Bio-económicas

Introducción

Las vertientes interandinas de la sierra ecuatoriana son sitios de importantes asentamientos humanos y de producción agrícola de la canasta básica. Son topográficamente accidentadas y con una extrema heterogeneidad agro-ecológica, poniendo en serio riesgo a los recursos naturales. A su vez, los sistemas de producción ocupan nichos agro-ecológicos distintos; así por ejemplo, existen nichos específicos de papa-pastos en los sitios altos y húmedos de las provincias del Carchi, Chimborazo, Bolívar y Cañar, los cuales difieren ostensiblemente de áreas menos húmedas como en Cotopaxi, Tungurahua, parte de Chimborazo y aún de Cañar, donde son relevantes las interacciones de otros cultivos como el maíz con el pasto. La diferencia entre esos «nichos» imponen limitaciones distintas en los aspectos económicos (restricciones de capital, acceso al crédito), ecológicos (baja fertilidad del suelo, sucesivos procesos erosivos, pérdida de la biodiversidad) y sociales (migración, educación) de las unidades productivas. Estas limitaciones conducen a la ineficiencia de las explotaciones y a una condición de pobreza caracterizada por bajos ingresos, inseguridad alimentaria, inestabilidad del empleo y desempleo de las familias campesinas.

A partir de los años 80, los recursos reales para la inversión en el desarrollo y la investigación agropecuaria se redujeron considerablemente, por lo que fue importante la búsqueda de procesos y metodologías innovativas, eficientes y económicas en términos de tiempo, capital y recursos, características que se incorporan en el *Enfoque de Investigación en Sistemas*. Para el efecto, se capitalizaron las fortalezas del INIAP y el ILRI, a fin de desarrollar acciones en producción animal basados en dos restricciones que son válidas a nivel de productores con limitados recursos: el acceso a la tecnología y al capital; los cuales, si no son solucionados, conducen a la ineficiencia de las explotaciones y por consiguiente al bajo nivel productivo que repercute en la importación de productos lácteos y en la fuga de divisas.

La hipótesis de esta investigación consistió en que mejorando la oferta forrajera y producción animal en base de opciones de mínimo riesgo y costo, se puede dinamizar económicamente la actividad ganadera de pequeños productores de la Ecorregión Andina del Ecuador, sin afectar negativamente los recursos naturales.

El Objetivo General fue contribuir al mejoramiento de la productividad y rentabilidad de la ganadería de leche de pequeños productores a través de tec-

nologías que demuestren ser sostenibles y promuevan la autogestión campesina.

Materiales y Métodos

Ubicación de la Investigación

El proyecto se ejecutó en tres comunidades campesinas de la Provincia de Chimborazo, que abarcan aproximadamente 1 200 familias: 1) La Asociación San Pedro de Llucud, posee 290 ha, ubicada en la parroquia La Matriz del cantón Chambo a una altitud de 2 800 - 3 400 m, precipitación anual de 800 mm y temperatura promedio de 12 °C. Los suelos son quebrados, de textura franco-limoso, con pendientes variables de 30 a 55%, son de contenido medio en fósforo y nitrógeno, altos en potasio, y bajos en zinc, manganeso y boro; el pH es ligeramente ácido a prácticamente neutro. 2) La Asociación Cordillera de los Andes y Unión de Comunidades Campesinas de San Juan (UCASAJ), ambas ubicadas en la parroquia de San Juan del cantón Riobamba, las cuales abarcan una superficie aproximada de 20 000 ha, se ubica en un rango altitudinal de 3 200 - 3 400 m. La temperatura promedio es de 11 °C y 1 000 mm de precipitación anual. Los suelos tienen pendiente variable, son altos en NH₄, hierro, calcio y magnesio, medios en fósforo, zinc, boro y potasio, y bajos en manganeso; el pH es prácticamente neutro.

Método

Metodológicamente esta investigación se basó en el Enfoque de Análisis e Investigación en Sistemas (León-Velarde, C. y Quiroz, R., 1997). El Enfoque de Sistemas en esta investigación está definido por cuatro condiciones esenciales: 1) Un objeto de estudio o unidad de análisis que constituye el sistema de producción de leche y la zona agroecológica; 2) Un marco conceptual que toma en conjunto al sistema de producción de leche y a su entorno social, económico, cultural, legal, político y ecológico; 3) Una metodología de estudio, definida por las etapas y/o fases para la solución integral de los problemas y las diferentes herramientas de análisis; y 4) Un objetivo de estudio, que consiste en aumentar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción lechera en el contexto de un desarrollo sostenible.

Recopilación y verificación de información secundaria. La información secundaria recopilada se basó en variables que definen las características físicas-biológicas y agro-meteorológicas, aspectos socio-económicos y producción agropecuaria de las áreas

seleccionadas. Se analizó información secundaria generada en otros proyectos y estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y el Instituto Geográfico Militar (IGM), entre otras.

Definición de criterios de selección de sitios. Los criterios de selección de sitios de trabajo fueron los siguientes: representatividad de zonas agroecológicas de la ecorregión andina; aptitud del suelo para ganadería; capacidad de acceso al crédito; existencia de un hato mínimo de 5 vacas en producción de leche; la ganadería como fuente principal de ingresos familiares; organización de productores; y presencia institucional y de otros proyectos.

Recopilación de información primaria. Se recopiló información primaria sobre las características físico-biológicas y agro-meteorológicas, aspectos socioeconómicos y producción agropecuaria de las comunidades seleccionadas. Para el desarrollo de esta actividad se utilizaron encuestas estructuradas estáticas.

Análisis y definición de los sistemas de producción. Mediante el uso de técnicas multivariadas (León-Velarde, C. y Quiroz, R., 1997), se tipificó y caracterizó los sistemas de producción prevalecientes en las comunidades en estudio. Se dispone de una base de datos completa con la información de los sistemas de producción.

Identificación e implementación de opciones tecnológicas

Diseño de escenarios bio-económicos. Mediante el uso de técnicas de optimización (León-Velarde, C. y Quiroz, R., 1997), se determinó la función lineal objetivo para maximizar los beneficios y minimizar los costos de los sistemas de producción de leche prevalecientes en las comunidades en estudio (Llangari, P., 1998). Se utilizó un modelo de simulación de producción de leche que fue validado a las condiciones de Chimborazo (Uvidia, H., 1999).

Diseño e implementación de alternativas tecnológicas. Las alternativas tecnológicas se determinaron con los modelos de producción de leche y de optimización. Se implementaron esas alternativas en campo de productores, con un enfoque participativo. Estas tecnologías se caracterizaron por ser de mínimo costo, mínimo riesgo de impacto ambiental, y aumento de productividad con orientación al mercado. Las alternativas tecnológicas fueron evaluadas a través de estadísticas descriptivas, curvas de producción de leche y rentabilidad económica, comparando lo que las comunidades utilizan tradicionalmente versus nuevas alternativas de producción de leche.

Características relevantes de las innovaciones tecnológicas. El uso de trébol blanco (*Trifolium*

repens) fue la clave de éxito para los sistemas lecheros, pues constituye una fuente económica y de alta calidad nutritiva, beneficia a la agricultura de pastoreo a través de su capacidad fijadora de nitrógeno atmosférico, su alto valor nutricional, su complementariedad estacional con las gramíneas y su habilidad para mejorar la ingestión del ganado y su alta tasa de utilización. La presencia de tréboles en proporciones de 15 a 20% o más en la pradera, aparentemente contribuyeron al sistema suelo con 200 a 250 kg de N/ha/año para beneficio de las gramíneas. En base de lo anterior, los niveles de fertilización se basaron en 75 kg de nitrógeno, 100 kg de fósforo, 30 kg de potasio, 12 kg de magnesio y un rango de 20 a 40 kg de azufre / ha / año.

La producción de pasturas se basó en los sistemas de renovación total con roturación del prisma de suelo, labranza mínima consistente en la utilización de rastra destrabada para abrir pequeños surcos donde se sembró las pasturas, más fertilización en los mismos niveles mencionados. La alternativa de cero labranza, consistió en la aplicación de N, P, K, Mg y S sobre una pradera vieja en condición de depresión, para recuperar la pradera y favorecer el crecimiento de tréboles.

Por otra parte, desde la perspectiva de manejo animal, se privilegiaron las opciones disponibles para lograr una máxima eficiencia de utilización de la pastura disponible. Así, los factores claves utilizados sobre manejo del pastoreo fueron: tasa de crecimiento diario del pasto (kg de MS/ha), tasa de consumo diario de pasto (kg de MS/ha) y producción de pastos en el predio (kg de MS/ha), en base de los cuales se decidieron frecuencias de pastoreo equivalentes a 45 días en promedio, con carga animal superior a 3.0 UBA/ha. Adicionalmente, se dio énfasis a la aplicación de prácticas relacionadas con el uso de calendarios de sanidad, crianza de terneras de reemplazo para lograr tasas de crecimiento animal superior a 0.7 kg/animal/día en base de pastoreo temprano de pasturas de calidad y uso estratégico de concentrados, manejo de vaconas vientre y vacas pre y post parto en sistemas de rotación diaria con uso de cerca eléctrica y manejo del pastoreo en base de disponibilidad inicial de pasto en un rango de 2 200 a 2 500 kg de materia seca/ha y residuos post-pastoreo de 5 a 7 cm.

Fortalecimiento de la capacidad de los actores. Fue necesaria la formación de un grupo de investigadores en el país con capacidad de generar opciones tecnológicas con el Enfoque de Sistemas. Para ello, se seleccionaron investigadores del INIAP con experiencia en agricultura y ganadería, extensionistas de ONGs y OGs, y agricultores de las comunidades en estudio. Adicionalmente se reclutaron estudiantes de pre-grado y post-grado, quienes apoyaron la

investigación.

A través de los métodos de investigación participativa, se realizó una capacitación permanente de 12 promotores campesinos, en el manejo de las tecnologías. Estos agricultores jugaron un papel importante en la difusión de tecnologías a otros grupos de agricultores.

Con base a las experiencias de los investigadores del INIAP y del ILRI, se recopiló e integró la información que permitió desarrollar el material técnico necesario para utilizarlo en la capacitación a nivel de investigadores, particularmente conteniendo la metodología de Enfoque de Sistemas. El material divulgativo se basó en la elaboración de Documentos de Trabajo que contenían las tecnologías más relevantes que se han generado y validado en campo de agricultores.

Se realizó días de campo, giras de observación, y reuniones cortas para demostrar los avances metodológicos de la investigación y otros eventos, donde participaron diversos actores de investigación y desarrollo.

Resultados y Discusión

Desarrollo de escenarios bio-económicos

El material básico empleado para la elaboración de los coeficientes que caracterizan los distintos procesos fue obtenido de los datos del diagnóstico participativo efectuado en 1998 por los técnicos del proyecto INIAP-ILRI, información de campo del sistema de producción de la comunidad Cordillera de los Andes, información experimental existente en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y el conocimiento de los técnicos.

Los resultados obtenidos (Cuadro 1) muestran que la solución óptima para el sistema de producción original o tradicional da una maximización de beneficios de USD \$ 7 577. La comunidad obtiene este beneficio de la producción de los siguientes componentes del sistema: la producción de papa, por la siembra de 2 ha con una producción de 14 000 kg/ha a un precio de USD \$ 0.16 el kg; la producción de leche con 5.5 ha de pastos naturalizados y 7 vacas en producción con un promedio de 7.5 kg/vaca/día, alcanzando una producción anual del 14 600 kg para la venta al precio de USD \$ 0.13 el kg; la producción de zanahoria por la siembra de 3 ha con una producción de 13 300 kg a un precio de USD \$ 0.06 el kg; la producción de cebolla colorada por la siembra de 1 hectárea, con una producción de 10 909 kg/ha a un precio de venta de USD \$ 0.25 el kg; y la producción de cebada por la siembra de 2.5 hectáreas, con una producción de 2 045 kg/ha a un precio de venta de USD \$ 0.12 el kg.

Cuadro 1. Maximización de beneficios para el sistema de producción de la Comunidad Cordillera de los Andes, Chimborazo-Ecuador, 1998.

Componentes del sistema	Solución óptima
Papa (2 ha)	
X1 = hectáreas de papa	2
X2 = consumo en kg por época	3 080
X3 = semilla en kg	2 546
X4 = fertilizante en kg	1 090
X5 = fungicidas en kg	12.2
X6 = insecticidas en kg	14.2
X7 = fertilizantes foliares en kg	18
X8 = preparación del suelo en horas	18
X9 = mano de obra jornal en mingas	232
Leche (5,5 ha)	
X10 = número de vacas	7
X11 = consumo de leche en kg	730
X12 = venta de leche en kg	14 600
X13 = nacimientos de terneros	4.9
X14 = número de terneros que quedan	2.45
X15 = venta de terneros	2.45
X20 = mano de obra familiar	371
Zanahoria (3 ha)	
X22 = hectáreas de zanahoria	3
X23 = consumo en kg	399
X24 = semilla en kg	6
X25 = fertilización en kg	2 727
X26 = herbicidas en kg	9
X27 = fungicidas en kg	6
X28 = insecticidas en kg	1.5
X29 = fertilizantes foliares kg	18
X30 = preparación del suelo en horas	12
X31 = mano de obra jornal en mingas	177
Cebada (2,5 ha)	
X41 = Hectárea de cebada	2.5
X42 = Consumo en kg por época (año)	2 045
X43 = Semilla en kg por ha	225
X48 = Preparación suelo horas por ha.	12.5
X49 = Mano de obra jornal (mingas) por ha	35
Maximización de beneficio = USD\$ por año 7 577	

De lo anotado anteriormente, el mayor incremento en el beneficio está dado por los cultivos agrícolas; sin embargo, estos representan un alto riesgo para los productores, principalmente por la variabilidad del precio en el mercado. Para la comunidad Cordillera de los Andes la ganadería de leche garantiza un ingreso estable y fijo durante el año, y es una actividad de menor riesgo que los cultivos, por lo tanto los comuneros priorizan esta actividad.

Luego de obtener la solución óptima para el modelo que representa los procesos del sistema de pro-

ducción original de la comunidad Cordillera de los Andes, se procedió a realizar cambios en algunos valores de las restricciones y coeficientes de beneficios, para determinar los resultados de optimización ante nuevas condiciones creadas. Estas condiciones son: variación del precio del kg de leche y modificando el componente de producción de leche.

Variación del precio del kg de leche. Los resultados obtenidos al variar el precio del kg de leche en el sistema original (Cuadro 2) demuestran que los máximos beneficios que puede alcanzar la comunidad tiene una tendencia lineal, porque en el mercado el precio de la leche siempre varía progresivamente. Cuando el precio del kg de leche es de USD \$ 0.13 los beneficios alcanzados ascienden a USD \$ 7 577; si el precio se establece en USD \$ 0.15 y USD \$ 0.17 los incrementos en los beneficios alcanzan USD \$ 8 161 y USD \$ 8 745, respectivamente. Esto determina que los precios sombra de producción de leche, tienden a incrementar. En consecuencia, esta actividad será rentable para la comunidad, siempre y cuando se incremente el precio de la leche. Dado que los beneficios alcanzados son significativos, a esa comunidad le convenía mejorar la producción de leche ya que es de menor riesgo, ofrece un ingreso fijo durante el año, permite capitalizar y dar una mayor sostenibilidad al sistema de producción.

Modificando el componente de producción de leche. Se procedió a modificar la función lineal objetivo y los coeficientes de los procesos del modelo de optimización original, tomando en consideración las opciones que pueden mejorar el sistema original. Estas mejoras están ligadas con la alimentación de las vacas en producción de leche, mediante el establecimiento de 3 hectáreas de pasturas mejoradas perennes constituidas por una mezcla forrajera compuesta por rye grass anual (*Lolium multiflorum*), rye grass perenne (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Las pasturas naturalizadas de la comunidad cubren las necesidades de mantenimiento más la producción

promedio de 7.5 kg/vaca/día. Al sembrar 3 hectáreas de pasturas mejoradas se obtiene mayor disponibilidad de forraje en cantidad y calidad con lo cual es posible incrementar la producción de leche hasta 12 kg/vaca/día. En el presente caso, tanto las pasturas mejoradas como los animales deben ser manejados en forma óptima. En el manejo de pasturas mejoradas se procede a cambiar del pastoreo al «sogueo» a la utilización de la cerca eléctrica para realizar un pastoreo diario en franjas y realizar un uso racional del recurso forraje.

En la alimentación de las vacas se administra una mezcla mineral con un contenido de 10% de fósforo, para cubrir los requerimientos de este elemento importante en la reproducción y la producción de leche. La cantidad a administrar es de 80 gramos/vaca/día. También se suministra un balanceado con 16% de proteína, para aquellas vacas que superen el promedio de 12 kg/vaca/día en la cantidad de ½ kg por cada kg superior al promedio de 12 kg de leche, con lo cual se alcanza una producción de leche estable por más tiempo y un mejor estado corporal de la vaca.

Con base en las nuevas restricciones y a los datos originales de los demás componentes del sistema de producción de la comunidad en estudio, los resultados obtenidos muestran que la comunidad alcanza una maximización de beneficios de USD \$ 10 107, la misma que comparada con la maximización de beneficios de USD\$ 7 577 obtenida en el sistema original, es superior en USD \$ 2 530 (33% más). La comunidad obtiene este beneficio de la producción de los componentes de leche, papa, zanahoria, cebolla y cebada. En este escenario, el componente producción de leche le garantiza un beneficio estable durante el año con un precio sombra de USD \$ 744, el mismo que representa el componente de menor riesgo en comparación con los cultivos. Es importante anotar que la Comunidad Cordillera de los Andes implementó todas las opciones que mejoran su sistema de producción de leche.

Cuadro 2. Maximización de beneficios y precios sombra en el sistema de producción de la Comunidad Cordillera de los Andes, Chimborazo-Ecuador, al variar el precio del kg de leche. Soluciones óptimas.

Componentes del sistema	Precio del kg de leche, dólares		
	0.13	0.15	0.17
Producción de papa (dólares)	1 296	1 296	1 296
Producción de leche (dólares)	382	470	558
Producción de zanahoria (dólares)	514	514	514
Producción de cebolla colorada dólares)	1 495	1 495	1 495
Producción de cebada (dólares)	148	148	148
Maximización de Beneficio USD \$ por año	7 577	8 161	8 745

Experimentación-validación de opciones tecnológicas

Producción primaria de pastos. Según el Cuadro 3, 10 variables están definiendo la producción primaria obtenida en las comunidades de Chimborazo, para diferenciar la pradera natural versus la pastura implementada para esta investigación.

En la Asociación Cordillera de los Andes se observa un aumento del 12% en la cantidad de materia seca acumulada en un año en la pastura, lo cual permite un mayor número de aprovechamientos efectuados en el año y una mayor carga animal. La tasa de crecimiento no difiere entre tipo de pastizales, aún cuando en la pastura se evidencia una mayor variabilidad en el rendimiento de forraje, lo cual demuestra que es menos estable que la pradera natural, sobre todo es menos tolerante al efecto de épocas de estrés climático como es el verano. En esta comunidad, se puede apreciar una diferencia clara en la composición botánica entre la pradera natural y la pastura, sobre todo en relación al porcentaje de gramíneas y malezas.

En UCASAJ se observan diferencias en las variables materia seca por corte y por año, carga animal y número de pastoreos. La pastura establecida supera en un 96% el rendimiento de materia seca dando lugar a una mayor carga animal, en comparación con la pradera natural, y a una mayor disponibilidad de forraje para consumo animal. Esa alta diferencia en el rendimiento, se explica por el hecho de que la pastura se encuentra ubicada en un área de bosque primario que fue utilizado para implantarla.

En San Pedro de Lluçud las diferencias entre tipo de pastizales son más evidentes que las restantes comunidades. La pastura en esta comunidad fue implantada en una zona donde fue bosque prima-

rio, lo cual sugiere que es un sitio de gran fertilidad y es en consecuencia, la causa para observar una respuesta superior a 152% en el rendimiento de forraje acumulado en un período de un año, con relación a la pradera natural. Adicionalmente, la calidad de la pastura es mayor en términos de proteína cruda, debido probablemente a una mayor proporción de tréboles en el potrero, lo que garantiza una alta producción animal.

Producción secundaria. Los promedios de producción de leche/vaca/día obtenidos durante dos años en la zona (Cuadro 4), difieren significativamente entre tipo de pastizales, donde se evidencia un aumento equivalente al 27% entre las pasturas (9.5 kg/vaca/día promedio en Cordillera de los Andes y UCASAJ) y la pradera natural (7.5 kg/vaca/día promedio en Cordillera de los Andes y UCASAJ). Las curvas de producción de leche estimadas mediante una función Gamma Incompleta para vacas en producción de la raza Holstein media cruce, en los dos tipos de pastizales evaluados, se indica en las siguientes ecuaciones (Figura 1):

$$\text{Pastura: } Y = 9.70 \times \text{Semana}^{0.25} \times \text{Exp}^{(-0.036 \times \text{Semana})}$$

$$\text{Pradera natural: } Y = 8.50 \times \text{Semana}^{0.23} \times \text{Exp}^{(-0.039 \times \text{Semana})}$$

Análisis económico de las alternativas tecnológicas. La alternativa de renovación de praderas consistió en un conjunto de prácticas desde el laboreo del suelo virando el prisma del suelo con uso de arado y rastra, hasta la aplicación de estrategias de fertilización química y orgánica utilizando estiércol de ganado.

Los beneficios económicos de la alternativa tecnológica consistente en la renovación de pasturas se calculan para una vida útil de pastura de 3 años. En ese lapso de tiempo, se estima un costo de producción de USD \$ 888, valor que sumado a gastos debi-

Cuadro 3. Producción primaria de dos tipos de pastizales utilizados por las comunidades campesinas de Chimborazo.

Variable	Cordillera de los Andes		UCASAJ		San Pedro de Lluçud	
	Pradera	Pastura	Pradera	Pastura	Pradera	Pastura
Materia Seca, Kg./ha/corte	1 906 ±435	2195 ±145	1 439 ±302	1 875 ±567	1 910 ±277	2 607 ±571
Materia Seca, Kg./ha/año	15 362	17 156	7 197	14 126	11 459	28 853
Intervalo de pastoreo, días	51 ± 6	46 ± 6	51 ± 9	52 ± 3	63 ± 10	55 ± 15
Carga animal, UBA/ha	3.0	3.6	2.0	3.5	2.0	3.5
Tasa crecimiento, Kg. MS/ha/día	43 ± 6	49 ± 5	30 ± 10	32 ± 5	31 ± 9	67 ± 8
Pastoreos, No./año	7	9	5	7	6	8
Proteína cruda, %	16.3	16.6	17.4	15.8	15.4	20.1
Gramíneas, %	80	87	85	88	93	85
Leguminosas, %	5	9	3	10	2	12
Malezas, %	15	4	12	2	5	3

Datos constituyen el promedio de dos años de observaciones.

Cuadro 4. Datos de producción de leche promedio en kg/vaca/día de vacas Holstein Frisian media cruzada, en hatos lecheros de comunidades de Chimborazo. 1998-2001.

Semana	Pastura	Pradera	Semana	Pastura	Pradera
1	9.36	8.17	21	9.75	7.55
2	10.73	9.22	22	9.52	7.34
3	11.46	9.74	23	9.28	7.13
4	11.88	10.00	24	9.05	6.92
5	12.12	10.13	25	8.82	6.72
6	12.23	10.16	26	8.59	6.52
7	12.26	10.12	27	8.37	6.33
8	12.23	10.04	28	8.14	6.14
9	12.15	9.92	29	7.92	5.95
10	12.03	9.77	30	7.71	5.77
11	11.89	9.61	31	7.50	5.59
12	11.72	9.43	32	7.29	5.42
13	11.53	9.24	33	7.09	5.24
14	11.33	9.03	34	6.89	5.08
15	11.12	8.83	35	6.69	4.92
16	10.91	8.62	36	6.50	4.76
17	10.68	8.40	37	6.31	4.61
18	10.45	8.19	38	6.13	4.46
19	10.22	7.97	39	5.95	4.31
20	9.98	7.76	40	5.78	4.17

dos a manejo y sanidad animal, asciende a USD \$ 1 100. Con este tipo de pastizal, se alcanza una carga animal equivalente a 3.5 UBA/ha, de las cuales 2.0 UBA corresponden a la categoría de vacas en producción, las cuales producen un promedio de 9.5 kg de leche/día. Los beneficios brutos por la leche en esos tres años ascienden a USD \$ 3 120 y los costos de producción son USD \$ 1 100. De ese modo, el be-

neficio neto/año equivale a USD \$ 673/ha. En la pradera natural, se estima una carga animal de 2.3 UBA/ha, de la cual 1.38 UBA son vacas en producción, las cuales producen 7.5 Kg./vaca/día. Con esta alternativa, los beneficios brutos en ese mismo lapso de tiempo ascienden a USD \$ 1 700, y los costos se estiman en USD \$ 272/ha. Los beneficios netos/año se estiman en USD \$ 476/ha. La diferencia de benefi-

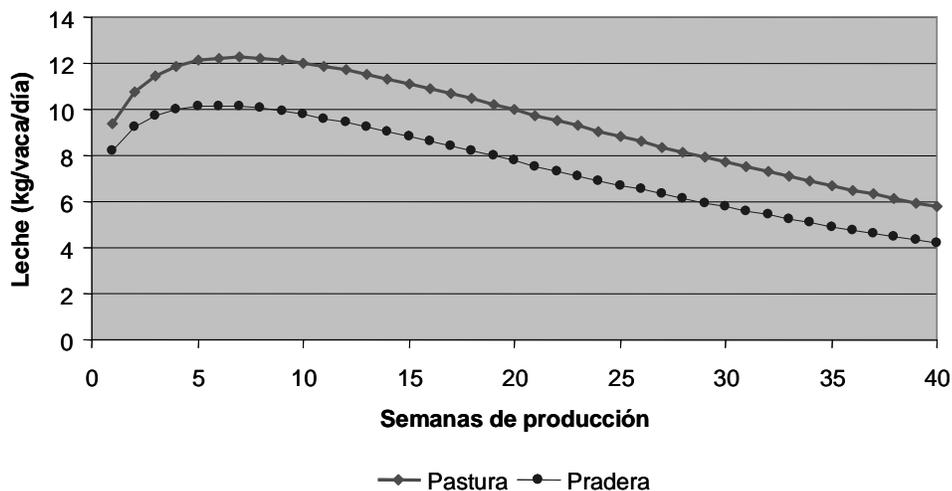


Figura 1. Curvas de producción de leche de vacas Holstein media cruzada, en hatos lecheros de comunidades de Chimborazo. 1998-2001.

cios netos entre las dos alternativas asciende al 40%, lo cual se atribuye a la aplicación de la tecnología recomendada en la renovación de pasturas.

Capacitación a agentes de desarrollo e investigación. Se desarrollaron eventos de capacitación dirigidos a los miembros de las comunidades campesinas (Cuadro 5). Cada una de las comunidades eligió 4 promotores pecuarios, los cuales recibieron un adiestramiento en los aspectos tecnológicos y en organización campesina, actualmente son los protagonistas del desarrollo de sus propias comunidades. En las visitas para realizar prácticas con productores/as, se resolvieron problemas de la ganadería, y se capacitaron sobre producción de pastos, manejo de cerca eléctrica, manejo de ganado, crianza de ternero, ordeño manual y manejo de registros básicos a los miembros de cada comunidad, entendiendo el rol del núcleo familiar en cada una de las actividades pecuarias.

La experiencia adquirida en la aplicación de **enfoques participativos** en el proceso de investigación/desarrollo de comunidades campesinas, representa un intento por involucrar directamente a productores en el desarrollo de actividades que aseguran una temprana capacidad de autogestión. Un ejemplo de ello, es la motivación y creación de **promotores/as campesinos**, quienes lograron un importante nivel de capacitación tecnológica con el proyecto, para servicio entre los demás miembros de sus comunidades.

La alianza interinstitucional de esta investigación constituyó una opción para estimular a investigadores del INIAP a participar de iniciativas interdisciplinarias con amplia participación de productores, lo cual beneficia al INIAP en la difusión de tecnologías y a las Universidades en la educación

superior. Adicionalmente, esta investigación permitió a los investigadores desarrollar habilidades para utilizar el Enfoque de Sistemas.

Conclusiones

El uso de herramientas de *Análisis de Sistemas* permitieron encontrar soluciones óptimas económicas que beneficiaron a los productores.

Se observaron aumentos significativos de un 27% en la producción de leche y un mejoramiento del 40% en los beneficios económicos debido a la tecnología. De igual manera, se lograron aumentos de un 25% del área dedicada a producción de pasturas mejoradas.

Técnicos se capacitaron en el *Enfoque de Sistemas* que contribuyen al incremento de la capacidad institucional para la investigación y desarrollo de sistemas de producción.

Promotores/as campesinos se capacitaron para hacer uso eficiente de la tecnología y desarrollaron habilidades para transferir tecnología «de productor a productor».

En términos de rol de género, se promovió y evidenció mayor participación del núcleo familiar en el proceso de toma de decisiones relacionadas con el manejo de pasturas, manejo de vacas, producción y manejo de la leche producida, inclusive en aspectos relacionados con mercadeo de la leche.

Recomendaciones

Los resultados positivos de esta investigación en un período relativamente corto, evidencian la necesidad de consolidar los procesos metodológicos y

Cuadro 5. Eventos de capacitación desarrollados en comunidades de Chimborazo.

Evento	Número de Capacitados		
	Promotores	Productores	Técnicos
1 Curso de formación de promotores	12	60	5
1 Curso de producción y manejo de pastos	12	30	3
1 Curso sobre manejo de registros	12	30	3
1 Curso de inseminación artificial	12	30	3
1 Curso de Nutrición animal	12	30	3
80 visitas técnicas <i>in situ</i>	12	60	3
64 charlas y prácticas ganaderas	12	60	3
1 Curso sobre modelos de optimización			4

tecnológicos utilizados en esta fase, en beneficio de una mayor población de productores participantes.

Existen otras importantes zonas productivas con aptitud ganadera, que demandan un apoyo institucional para su desarrollo.

Dado la apertura de centros de enseñanza superior, se recomienda ampliar la base de apoyo de egresados universitarios que se capaciten y apoyen el proceso tecnológico.

Literatura Citada

- Barrera, V., J. Grijalva, J. Suquillo, P. Llangari, C. León-Velarde. 2000. Mejoramiento de los sistemas de producción lechera en la ecorregión andina del Ecuador. Proyecto colaborativo institucional en América Latina, Región Andina. INIAP, CIP, ILRI y CIID. Informe Final. Quito. Ecuador. 37 p.
- Barrera, V. y J. Grijalva. 1998. Maximización de beneficios en el sistema de producción de pequeños productores del Carchi-Ecuador. Estudio realizado dentro del marco del Proyecto Ganadería de Leche, financiado por el ILRI-INIAP-CIP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito-Ecuador. 43 p.
- Barrera, V. 1996. Factores que afectan la sostenibilidad del sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. Modelo de Simulación. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago-Chile. 117 p.
- Barrera, V. y B. Arce. 1993. Análisis de la información previa de los sistemas de producción alrededor de ganadería de leche en los cantones Tulcán, Montúfar y Espejo de la Provincia del Carchi. INIAP-FUNDAGRO Quito-Ecuador. 37 p.
- Cañadas, L. 1983. El mapa bio-climático y ecológico del Ecuador. MAG. Quito-Ecuador.
- ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO. 1999. Informe anual de actividades del Proyecto PBID.016.
- Grijalva, J., P. Llangari, y J. Suquillo. 1998. Caracterización de los sistemas de producción lecheros en Carchi y Chimborazo. INIAP-CIP-ILRI. Quito-Ecuador. 140 p.
- Grijalva, J., F. Espinosa, y M. Hidalgo. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Manual No 30 de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Quito-Ecuador, 52 p.
- Inca, F. 2000. Opciones bio-económicas para el mejoramiento de los sistemas de producción de las comunidades campesinas del Chimborazo. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. 102 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS y SISTEMA ESTADÍSTICO AGROPECUARIO NACIONAL. 1996. Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuarias de 1995. Quito, Ecuador.
- Lobato, O. 2001. Evaluación del efecto de tres tipos de pastizales sobre la producción y calidad de la leche que se utiliza en la Asociación Agroindustrial la Libertad, cantón Espejo, provincia Carchi. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA y PROYECTO PARA LA REORIENTACION DEL SECTOR AGROPECUARIO. 1996. Actualización del Censo estadístico agropecuario 1995. Convenio MAG-AID. Quito, Ecuador.
- León-Velarde, C. y R. Quiroz. 1997. Enfoque de la investigación en sistemas; conceptos, metodología, casos. En Manejo Integral de Microcuencas. Cajamarca-Perú. pp. 29-51.
- León-Velarde, C. 1993. Planeamiento y acciones de seguimiento en el desarrollo de sistemas agropecuarios de la zona del Carchi. Informe Consultoría REPAAN. Quito-Ecuador. 31 p.
- Llangari, P. y V. Barrera. 1999. Maximización de Beneficios en el sistema de producción de la Comunidad Cordillera de los Andes. Chimborazo-Ecuador. Estudio realizado dentro del marco del Proyecto Ganadería de Leche, financiado por el ILRI-INIAP-CIP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito-Ecuador. 25 p.
- Llangari, P. 1998. El análisis ex-ante permite evaluar alternativas de solución y estimar el comportamiento de sistemas de producción de pequeños productores de Chimborazo a fin de obtener una maximización de beneficios netos. Tesis de Maestría en Administración de Negocios. Universidad Internacional SEK. Facultad Ciencias Económicas y Administrativas. Quito, Ecuador. 243 p.
- Uquillas, J., C. Crissman, y W. Peterson. 1992. La papa en los sistemas de producción agropecuarios de la sierra ecuatoriana. FUNDAGRO. Quito, Ecuador. 38 p.
- Uvidia, H. 1999. Validación del modelo de simulación de producción de leche y pastos en la zona altoandina del cantón Espejo-Provincia del Carchi, a las condiciones de Chimborazo. Tesis de Maestría.