

Modelo de simulación bioeconómico para el estudio de sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia*

H. Cortés, C. Aguilar, R. Vera y S. Morales**

Introducción

Los sistemas bovinos de producción doble propósito son de importancia social y económica para América Latina, ya que la mayoría de las formas de producción animal se encuentran bajo este sistema de producción (Vera et al., 1994; Holmann et al., 1999). Se estima que alrededor del 78% de las vacas que se ordeñan están en este sistema y que cerca del 40% de la leche que se produce en la región tropical baja proviene de estos hatos (Seré et al., 1985; Rivas, 1992; Lascano et al., 1991).

La producción mixta de leche y carne constituye un sistema complejo en el que interactúan entre sí un gran número de elementos. Debido a esto su estudio se hace más difícil y de mayor costo al tratar de abordarlo con las herramientas tradicionales de investigación experimental. Este enfoque se caracteriza por trabajar con un número de variables limitado y no autocorrelacionado (Silva, 1986).

Ante esta situación puede ser útil considerar, en los estudios de producción mixta de leche y carne, la dinámica del sistema real y reforzar la fase analítica con una síntesis de los aspectos biológicos y económicos, introduciendo técnicas que permitan el empleo simultáneo de una mayor cantidad de variables. Procedimientos como éstos, que los proporcionan las técnicas de simulación, pueden facilitar una mejor comprensión del funcionamiento integral de los sistemas bovinos doble propósito.

En el presente trabajo se utiliza la simulación como técnica de análisis del sistema para apoyar las

metodologías tradicionales de investigación. Se plantea que esta opción de análisis permite acercarse en una forma adecuada a la realidad que viven los productores, y en consecuencia, la investigación puede presentarles alternativas para la optimización de la productividad en sus hatos.

El objetivo del modelo de simulación desarrollado aquí es evaluar la respuesta biológica de diferentes alternativas de manejo para la producción de leche y carne con vacas doble propósito en sistemas tropicales a través de 1 año o de una lactancia completa. Esta información está orientada a identificar y apoyar las necesidades de investigación a nivel de campo.

Descripción del modelo

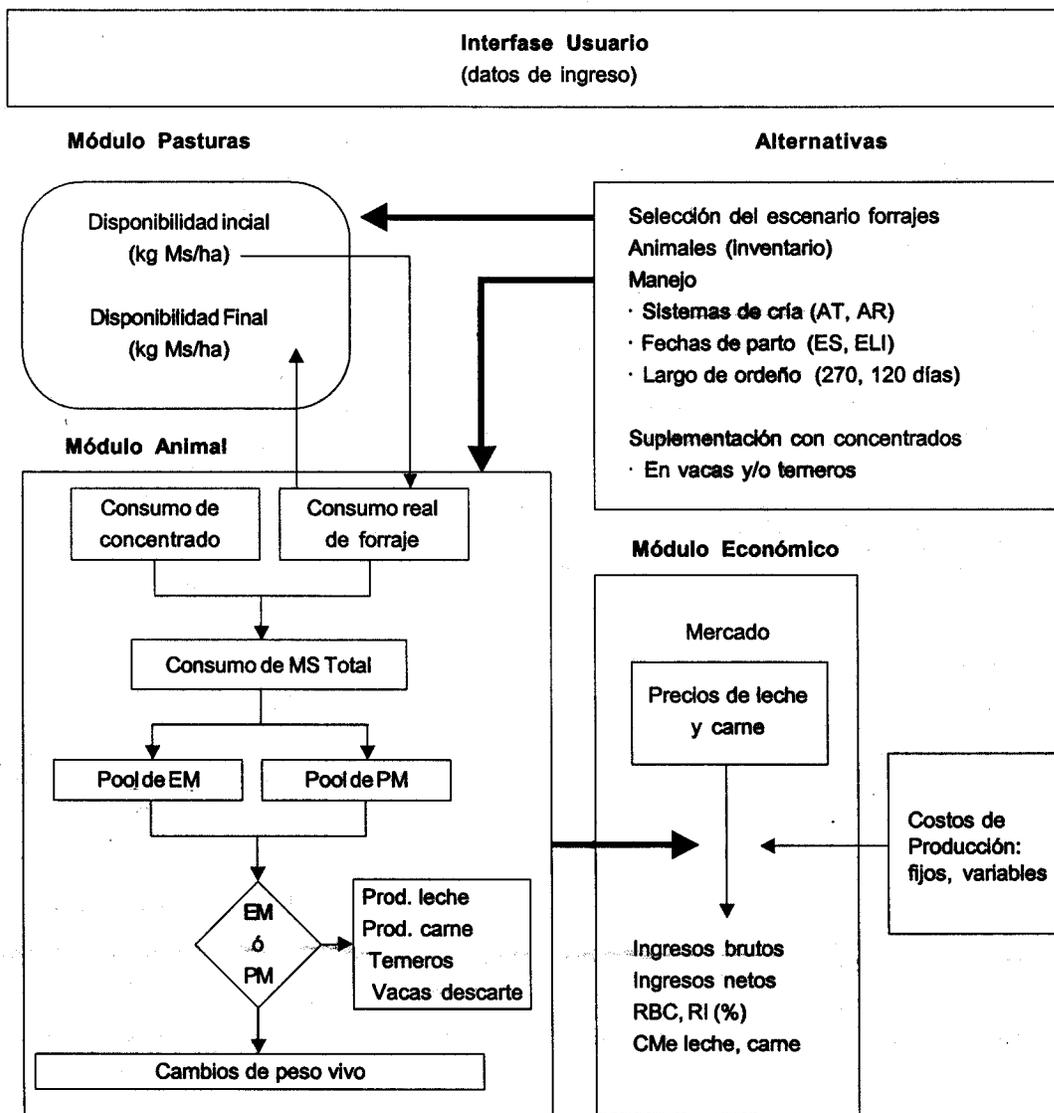
El modelo ha sido desarrollado para sistemas doble propósito en condiciones de trópico bajo asentados sobre suelos de baja fertilidad, considerando vacas en producción (vacas más crías); pasturas del género *Brachiaria*, solas y asociadas con leguminosas forrajeras; y genotipos lecheros cruzados entre razas criollas, Holstein, Cebú y Pardo Suizo.

El modelo fue diseñado en el lenguaje de programación Visual Basic® versión 6.0 de Microsoft, e incluye una interfase que permite al usuario ingresar la información requerida por tres módulos: pasturas, animales y económico (Figura 1). A través de estas opciones es posible seleccionar alternativas de manejo del rebaño.

En términos generales, el modelo permite la simulación diaria del comportamiento de cada animal y de grupos de animales bajo diferentes alternativas productivas de manejo, realizando finalmente una evaluación económica anual. Los cálculos que se hacen con el modelo son los siguientes (ver Figura 2):

* Estudio financiado con proyecto FONDEF D00 T20.64 CONICYT, Chile

** Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Zootecnia. e-mail: hcortes@puc.cl



- AT: Crianza de terneros bajo amamantamiento tradicional
- AR: Crianza de terneros bajo amamantamiento restringido
- ES: Época seca; ELL: Época de lluvia
- EM: Energía metabolizable
- PM: Proteína metabolizable
- RBC: Relación beneficio/costo
- RI (%): Rentabilidad de la inversión
- CMe: Costos medios de producción de leche y carne

Figura 1. Componentes del modelo de simulación.

1. Inicialmente, a través de una interfase 'usuario' toma información de animales, forrajes, concentrados, estrategias de manejo de vacas y crías, y costos de producción.
2. Estima el consumo de materia seca por día (MS/día) en vacas de primera, segunda y de tercera o más lactancias.
3. Estima el consumo de MS/día de crías lactantes hasta el destete a un promedio 9 meses de edad.
4. Calcula los requerimientos diarios de energía y proteína de los animales.
5. Simula la utilización de la energía y proteína consumidas.

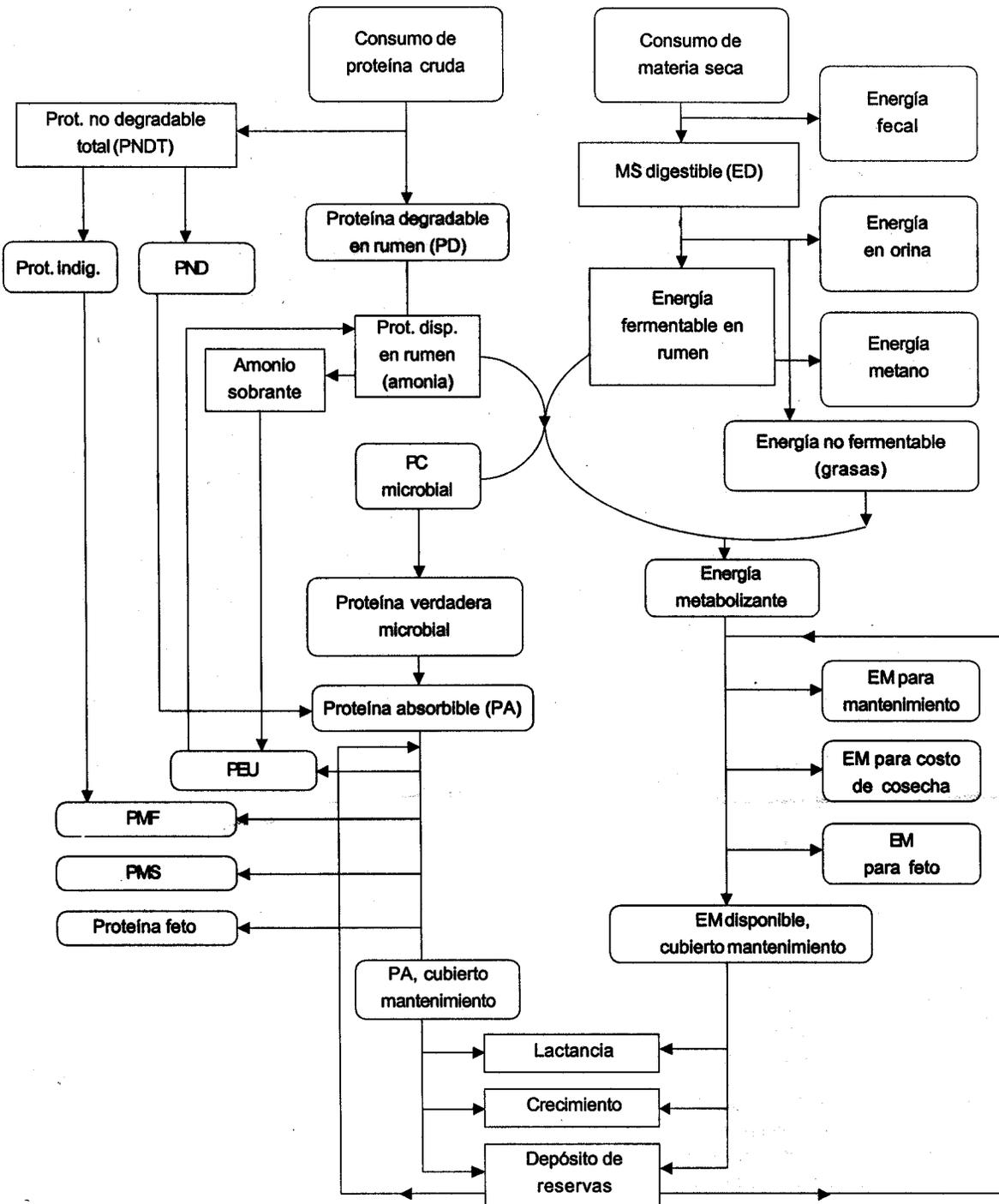


Figura 2. Diagrama de flujo de energía y proteína en el modelo. Adaptado de NRC (1988) y AFRC (1993).

6. Estima la producción de leche con base en la energía metabolizable fermentable y la proteína metabolizable o utilizable, calculándola finalmente en función del nutrimento limitante.

7. Estima el cambio de peso vivo (PV) por día en vacas y crías en función del consumo de nutrimentos.

8. Simula el cambio en la disponibilidad de forraje en pasturas en uso y regresa al punto de inicio para simular el comportamiento en otro día.

Cortés et al. (2001) presentan una amplia información sobre resultados de la simulación del crecimiento de pasturas, disponibilidad y consumo diario de MS, energía y proteína, tanto en vacas como

en crías y validan la producción de leche y consumo de forraje por vacas comparando los resultados simulados con datos experimentales (Martínez et al., 1994; Hess et al., 1998).

Utilización de la energía consumida

Teniendo en cuenta las variaciones en la calidad de los forrajes tropicales (Minson, 1990), el modelo estima el nivel de producción de leche en función del nutrimento que esté limitando la producción. Por lo anterior, se consideraron los promedios mensuales y por época del año del consumo total de MS en vacas y crías, los requerimientos de proteína y energía, y los contenidos de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y proteína cruda (PC). Adicionalmente se consideró el aporte en energía metabolizable (EM) y PC de los alimentos concentrados.

En la Figura 3 aparece el diagrama de flujo utilizado en el modelo sobre la distribución y utilización de la energía consumida, los balances energéticos y la metodología empleada para calcular la producción de leche y la ganancia de PV/día en función de dicha energía.

Para estimar la producción diaria potencial de leche se empleó la ecuación de Wood modificada, en función de los días en lactancia (Wood, 1980; Hady et al., 1994).

$$\text{potdia} = \text{POT} * 0.00318 * (\text{dialact} (i))^{0.1027} * e^{-0.003 * \text{dialact}}$$

donde,

potdia: Producción diaria potencial de leche (kg)
 POT: Producción potencial total (kg)
 dialact (i): Día de lactancia del animal de la categoría i

Teniendo en cuenta que las vacas de dos y menos partos aún no han concluido su crecimiento, se estimó su ganancia potencial de peso por día (Williams et al., 1989) mediante la ecuación siguiente:

$$\text{gppot}(i) = 3 * k * \text{peso}(i) * (((\text{peso}(i)/\text{pesoadu})^{0.33}) - 1)$$

donde,

gppot(i): Ganancia de PV potencial (kg)
 pesoadu: PV adulto de vacas promedio del rebaño (kg)
 k: Parámetro según el PV adulto
 peso: PV de la vaca (kg)
 i: Vaca de primero o segundo parto

Cálculo del uso de proteína

El algoritmo de cálculo de proteína empleado considera proteína degradable, proteína no degradable, proteína insoluble en detergente ácido, proteína metabolizable, reciclaje de nitrógeno y energía fermentable (carbohidratos degradables en rumen); para esto, el modelo integra lo propuesto por NRC (1988) y la estimación de la energía metabolizable fermentable (EMF) destinada a la producción de proteína microbiana (AFRC, 1993). En la Figura 2 se observan los flujos integrados de energía y proteína empleados en el modelo. El modelo simula la proteína disponible total en el rumen en función de la proteína degradable y la proveniente del reciclaje.

Estimación en crías lactantes

La metodología de cálculo para la crianza de terneros consideró la posibilidad de manejarlos en sistemas de amamantamiento tradicional y restringido, e incluyó días en lactancia; tiempos de ordeño; y consumos de forraje, leche y alimentos concentrados. En consecuencia, el modelo simula el consumo total de MS considerando la leche dejada por los ordeñadores para el consumo de las crías (Parra et al., 1998); la leche residual (Berazain, 1987); el forraje y el concentrado consumidos por los terneros; y los efectos aditivos, sustitutivos y complementarios producto de la interacción de forrajes con concentrados (Aguilar, 1997).

Para simular el cambio de PV de las crías se estimó, al igual que en las vacas, los contenidos de grasa y proteína de dicho cambio de peso, los cuales pueden ser obtenidos en función del peso vacío del animal (ARC, 1980).

El valor energético de la ganancia de PV se calculó mediante las relaciones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Grasa} &= 1.788 * e^{-6.118 * \text{pesovacria}^{0.788}} \\ \text{Proteína} &= 0.8893 * e^{-1.1598 * \text{pesovacria}^{0.1107}} \\ \text{Valor energético} &= (\text{grasa} * 9.527) + (\text{proteína} * 5.505) \end{aligned}$$

donde,

proteína: Contenido de proteína de la ganancia de peso en crías (kg)
 grasa: Contenido de grasa de la ganancia de peso en crías (kg)
 valor energético: Valor energético de 1 kg de ganancia de peso (kcal de energía neta)
 pesovacria: peso vacío de la cría (kg).

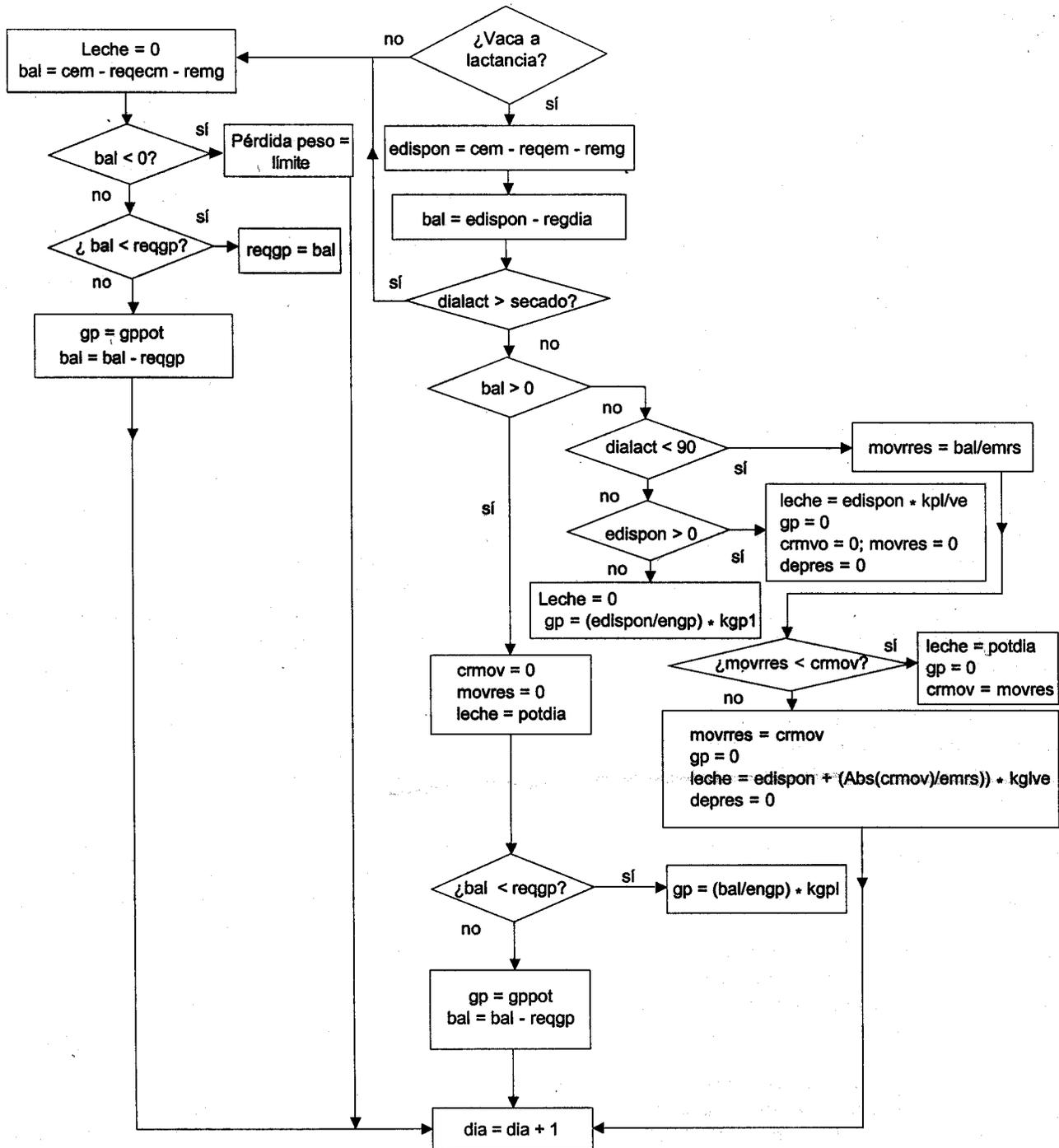


Figura 3. Diagrama de flujo de utilización de la energía en vacas.

Alternativas de uso del modelo

El usuario puede manejar un alto número de variables de manejo. El modelo permite, entre otras alternativas, las siguientes:

- Evaluar diferentes tipos de pasturas del género *Brachiaria* en monocultivo o asociadas con leguminosas, modificar sus valores nutricionales, o

ingresar pasturas nuevas si se tiene la información sobre tasas de crecimiento (MS, kg/ha por día) y contenidos de PC (%), FDN (%) y FDA (%).

- Trabajar con diferentes tamaños de pasturas y seleccionar el tipo de pastoreo, alterno o rotacional, en función del número de días de ocupación y descanso que se ingresen al modelo.

- Cambiar la estructura y tamaño del hato lo cual, conjuntamente con la alternativa anterior, hace flexible el manejo de la carga animal.
- Utilizar concentrados en diferentes épocas del año, en cantidades variables y en diferentes categorías animales (vacas y crías).
- Iniciar la simulación en cualquier época del año, introduciendo vacas con diferente estado fisiológico, lactantes y secas, ya sean preñadas o vacías.
- Ingresar vacas y crías con diferente peso vivo y variar el potencial lechero de las vacas por lactancia. Este potencial permite, en forma indirecta, simular el efecto de diferentes genotipos.
- Manejar los terneros en diferentes sistemas de crianza, ya sea bajo amamantamiento tradicional o restringido.
- Al usuario variar tanto la longitud de la lactancia como el tiempo de ordeño de las vacas.
- Trabajar con partos en cualquier época del año.

Uso del modelo¹

Los modelos como el utilizado en el presente estudio permiten, entre otras alternativas, plantear y evaluar hipótesis, como la siguiente:

Hipótesis. Será posible, a través del modelo, evaluar y diferenciar alternativas tanto de nutrición como de manejo animal, y determinar cuál es la mejor opción biológica y económica para sistemas doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Se plantea, entonces, un ensayo que incluye los efectos del manejo combinado del sistema de cría, la época del parto y la duración del período de ordeño sobre la respuesta productiva y económica de ganaderías en sistemas doble propósito en pasturas *B. decumbens* en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Con este ensayo se analizan, bajo dos sistemas de amamantamiento, la producción de leche de las vacas y la ganancia de PV de los terneros, a la vez que se evalúa la alternativa de estacionalizar la producción de las vacas en la época de lluvias y el

efecto de variar la duración del período de ordeño, de 270 a 120 días posparto, de la forma siguiente:

Sistema de cría 1. Amamantamiento tradicional (AT)
2. Amamantamiento restringido (AR)

Fechas de parto 1. Estación Seca (PS)
2. Estación Lluviosa (PLL)

Duración del período de ordeño 1. 270 días
2. 120 días

En el sistema simulado de amamantamiento restringido, una vez que se produce la bajada de la leche por estímulo del ternero, las vacas se ordeñan a fondo. Finalizado el ordeño se permite a los terneros el acceso a la leche residual durante 15 min, aproximadamente, luego se apartan y se les lleva a un potrero de buena calidad (*B. Decumbens* en este ejemplo), en el cual permanecen hasta el día siguiente. Cada ternero bajo este sistema es suplementado con concentrado. La cantidad supuesta ofrecida a las crías en este ejercicio entre el primero y el cuarto mes de edad fue de 100, 200, 300 y 400 g/ternero por día; a partir del quinto mes y hasta el destete (270 días) se les proporcionaron 500 g/día. El suplemento concentrado contenía arroz paddy molido (80%), urea (14%) y melaza (6%). En el amamantamiento tradicional, generalmente los ordeñadores dejan un cuarto de la ubre sin ordeñar para que la leche sea aprovechada por el ternero, y los demás cuartos se ordeñan a fondo. Una vez que se termina el ordeño en este sistema, las crías se reúnen con las vacas y permanecen con ellas durante la mayor parte del día. Estas características de manejo se consideran en el modelo.

Metodología de experimentación

La metodología empleada incluyó el planteamiento de un escenario de simulación con 50 vacas lactantes con uno, dos, tres o más partos con sus respectivas crías. Se empleó una carga variable, promedio durante el año, de 1.8 UA/ha (400 kg de PV). Las vacas pastaron en *B. decumbens* en prefloración y no recibieron suplementos concentrados durante la lactancia. Las pasturas fueron manejadas en rotación con cuatro potreros, con tiempos de ocupación de 10 días y 30 días de descanso. El período de análisis fue de 365 días.

Resultados

La producción estacional de leche - que se logra haciendo coincidir los estados fisiológicos de mayor demanda y eficiencia de uso de nutrimentos por el animal con la época de lluvias (abril a noviembre)

1. Una versión de prueba del programa está disponible en <http://www.agrosis.cl> Para utilizarla requerirá de un PC compatible y una versión de Windows 95/98 como mínimo. Los autores agradecerán comentarios y sugerencias de los usuarios.

cuando hay una mayor disponibilidad y calidad de la MS en las pasturas - permite mejorar el estado nutricional de los animales y reducir las necesidades del suministro de suplementación con concentrados.

La introducción del amamantamiento restringido en la crianza de terneros doble propósito como un método de manejo alternativo al tradicional empleado en la región, permite incrementar, aproximadamente, en 40% la producción total de leche del hato, en comparación con el sistema tradicional.

No obstante que se obtienen mayores ganancias de PV animal por día en las crías manejadas bajo sistemas en los cuales el período de ordeño se reduce de 270 a 120 días (Cuadro 1), el análisis económico muestra (Cuadro 2) que para las condiciones de precios utilizados en esta simulación, es más rentable mantener períodos de ordeño de 270 días.

Se debe resaltar que, independientemente del período de ordeño (120 ó 270 días), las estrategias que permiten mayores ingresos netos y una mayor relación beneficio:costo (RBC) son aquéllas que incluyen el amamantamiento restringido (AR). Esto puede ser explicado por la mayor cantidad de leche que queda disponible para venta en los sistemas de AR, y el precio pagado en el mercado por kg de leche. No obstante, en los sistemas con ordeño durante 120 días, los cuales permiten mayores ganancias de PV de los terneros, constituyen una alternativa que se debe tener en cuenta en situaciones en las que el mercado esté dispuesto a pagar un mayor precio por cada kg de carne o permita diferenciar su valor por calidad. En las Figuras 4 y 5 se ilustra el comportamiento estimado del cambio y las ganancias diarias de PV animal de crías sometidas a las dos estrategias de amamantamiento, en un sistema en el que las vacas tuvieron el parto en la época seca.

Cuadro 1. Productividad animal bajo diferentes estrategias de manejo en pasturas de *Brachiaria decumbens* en prefloración. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. Datos calculados mediante un modelo de simulación.

Estrategias de manejo ^a	Leche por lactancia (kg/vaca en 270 días)	Ganancia de peso vivo de terneros (kg/día)
AR + parto en época lluviosa + ordeño 120 días	801.4 e*	0.93 a
AR + parto en época seca + ordeño 120 días	703.5 f	0.92 a
AT + parto en época lluviosa + ordeño 120 días	558.5 g	0.59 b
AT + parto en época seca + ordeño 120 días	487.6 h	0.57 c
AR + parto en época lluviosa + ordeño 270 días	1495.9 a	0.45 d
AR + parto en época seca + ordeño 270 días	1390.4 b	0.43 e
AT + parto en época lluviosa + ordeño 270 días	1046.3 c	0.42 f
AT + parto en época seca + ordeño 270 días	969.8 d	0.39 g

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.
a. AR = Amamantamiento restringido, AT = Amamantamiento tradicional.

Cuadro 2. Indicadores económicos estimados en ganaderías doble propósito bajo diferentes estrategias de manejo. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Estrategias de manejo ^a	Margen neto/vaca (US\$)	CMe leche (US\$/kg)	CMe carne (US\$/kg)	RBC
AR + parto en época lluviosa + ordeño 120 días	176.5 c*	0.17 d	0.310 e	1.76 c
AR + parto en época seca + ordeño 120 días	154.4 d	0.20 c	0.313 e	1.67 d
AT + parto en época lluviosa + ordeño 120 días	97.5 f	0.25 b	0.301 g	1.47 e
AT + parto en época seca + ordeño 120 días	79.4 g	0.29 a	0.307 f	1.38 f
AR + parto en época lluviosa + ordeño 270 días	215.0 a	0.09 h	0.529 b	1.99 a
AR + parto en época seca + ordeño 270 días	188.9 b	0.10 g	0.556 a	1.87 b
AT + parto en época lluviosa + ordeño 270 días	152.4 d	0.13 f	0.379 d	1.76 c
AT + parto en época seca + ordeño 270 días	131.2 f	0.15 e	0.400 c	1.66 d

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.
a. AR = Amamantamiento restringido, AT = Amamantamiento tradicional, CMe = Costos medios de producción.

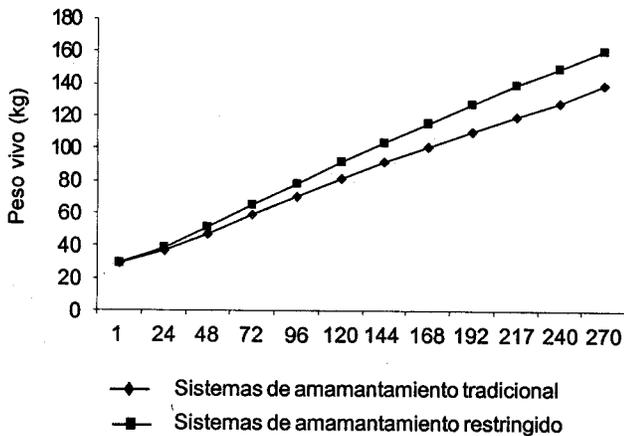


Figura 4. Crecimiento de terneros en amamantamiento tradicional vs. restringido. Pastura de *Brachiaria decumbens* en prefloración (28 a 35 días de rebrote).

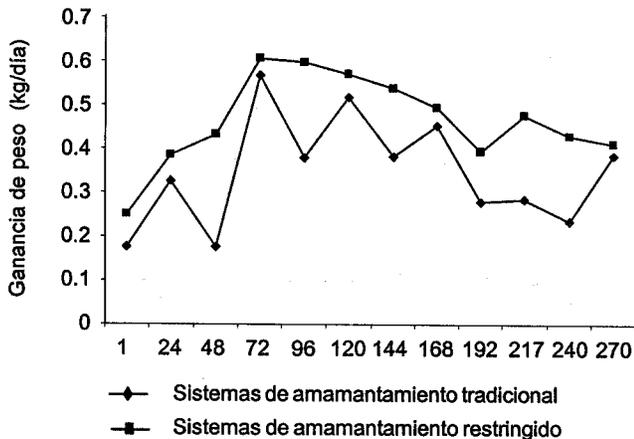


Figura 5. Ganancia de peso vivo en terneros en amamantamiento tradicional vs. restringido. Pastura de *Brachiaria decumbens* en prefloración (28 a 35 días de rebrote).

En las Figuras 6 y 7 se muestran la interfase del modelo con el usuario y dos formas de ingreso de datos relacionados con parámetros en el animal, la pastura-utilizada y el tipo de pastoreo.

Conclusiones

Con el presente modelo es posible comparar en finca diferentes alternativas tecnológicas disponibles, ya que permite cuantificar la respuesta biológica y económica obtenida al utilizar diversos tipos de pasturas, explotaciones animales, alimentos concentrados, sistemas de crianza de terneros y de manejo animal. El modelo desarrollado puede ser utilizado como un instrumento de apoyo en las actividades de investigación y transferencia de

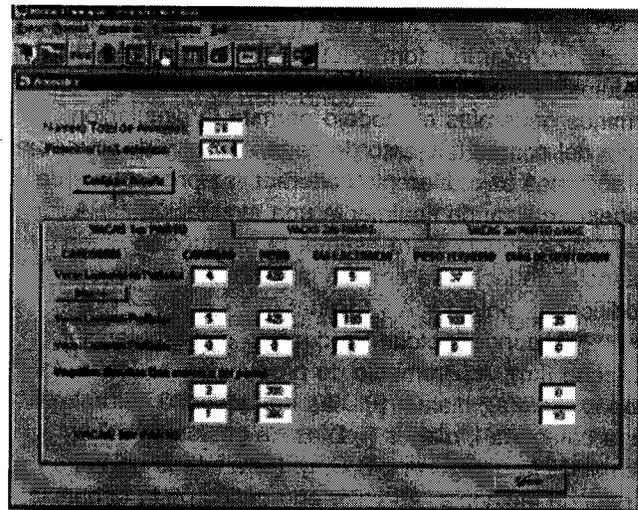


Figura 6. Ejemplo de ingreso de datos de parámetros de animales en el modelo.

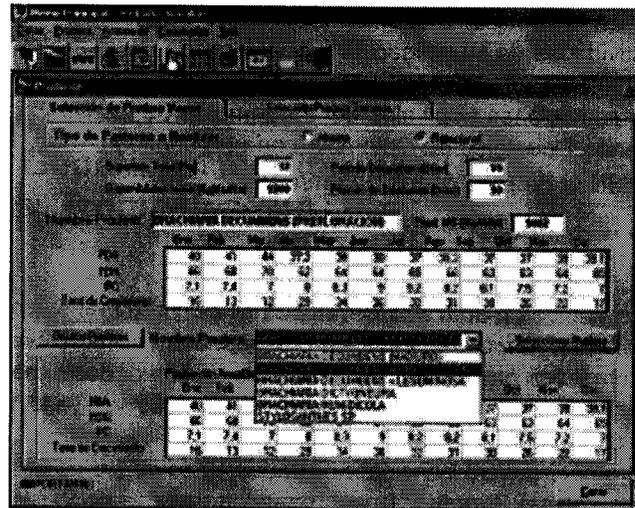


Figura 7. Ejemplo de ingreso de parámetros de datos de pasturas y su uso en el modelo.

tecnología en sistemas de producción doble propósito en condiciones tropicales con una cantidad baja de parámetros de entrada.

Resumen

Se desarrolló un modelo de simulación para evaluar la respuesta biológica de diferentes alternativas de manejo en la producción de leche y carne con vacas doble propósito en sistemas tropicales a través de un año o de una lactancia completa. Se consideran vacas en producción (vacas más crías); pasturas del género *Brachiaria*, solas y asociadas con leguminosas forrajeras; y genotipos lecheros cruzados entre razas criollas, Holstein, Cebú y Pardo Suizo. Se utiliza el lenguaje de programación Visual Basic® versión 6.0

de Microsoft, y se incluye una interfase que permite al usuario ingresar la información requerida por tres módulos: pasturas, animales y económico. En términos generales el modelo permite la simulación diaria del comportamiento de cada animal y de grupos de animales bajo diferentes alternativas productivas de manejo, realizando finalmente una evaluación económica anual. Para estimar la producción diaria potencial de leche se empleó la ecuación de Wood modificada: $\text{potdia} = A * (\text{dialact}(i))^B * e^{C * \text{dialact}(i)} * e^{g * \text{diages}(i)}$, donde, potdia: Producción diaria potencial de leche (kg); A: Promedio de producción de leche del rebaño (kg/día); dialact (i): Días de lactancia del animal de la categoría i; diages (i): Días de gestación del animal de la categoría i; B, C, g: Parámetros de las curvas de lactancia. El valor energético de la ganancia de PV de terneros se calculó mediante las relaciones siguientes: Grasa = $1.788 * e^{-0.118} * \text{pesovacria}^{0.788}$; Proteína = $0.8893 * e^{-1.1598} * \text{pesovacria}^{-0.1107}$; y Valor energético = (grasa * 9.527) + (proteína * 5.505). Se encontró que el modelo desarrollado puede ser utilizado como un instrumento de apoyo en las actividades de investigación y transferencia de tecnología en sistemas de producción doble propósito en condiciones tropicales del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia con una cantidad reducida de parámetros de entrada.

Summary

A simulation model was developed to evaluate the biological response of different management alternatives on the milk and meat production of dual-purpose cows in tropical systems throughout one year or during one complete lactation. The following parameters were considered: producing cows (cows plus calves); *Brachiaria* pastures, alone and associated with forage legumes; and genotypes of crossbred dairy cows between local races, Holstein, Zebu, and Brown Swiss. The Microsoft Visual Basic® version 6.0 programming language was used, and an interface is included that allow the user to enter the information required by three modules (pastures, animals, and economic). In general, the model allows the daily simulation of the behavior of each animal or group of animals under different production management alternatives, and then performs an economic evaluation for the year. The modified Wood equation was used to estimate the daily milk production potential, where $\text{potdia} = A * (\text{dialact}(i))^B * e^{C * \text{dialact}(i)} * e^{g * \text{diages}(i)}$, where, 'potdia' is the daily milk production potential (kg); 'A', the average milk production of the herd, (kg/day); 'dialact (i)', the days of lactation of the animal of category i; 'diages (i)', the days of gestation of the animal of category i; and 'B', 'C', and 'g' are the parameters of the lactation curves.

The energy value of liveweight gain of calves was calculated based on the following relations: fat = $1.788 * e^{-0.118} * \text{pesovacria}^{0.788}$; protein = $0.8893 * e^{-1.1598} * \text{pesovacria}^{-0.1107}$; and energy value = (fat * 9.527) + (protein * 5.505). It was found that this model can be used with a limited number of entry parameters to support research activities and the transfer of technology in dual-purpose production systems in the tropical conditions of the piedmont of Colombia's Eastern Plains.

Referencias

- AFRC. 1993. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. CAB International, Wallingford, Oxon, Reino Unido. 175 p.
- Aguilar, C. 1997. Simulación de sistemas. Aplicaciones en producción animal. Colección en Agricultura. Fac. Agron. Pontificia Universidad Católica de Chile. 241 p.
- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, Gresham Press, Londres. 351 p.
- Berazaín, J. U. 1987. Amamantamiento restringido en sistemas doble propósito. Ministerio de Agricultura de Cuba. VI Encuentro Nacional de Zootenia. Cali, Colombia. Carta Ganadera. p. 21-25.
- Cortés, H.; Aguilar, C.; y Vera, R. 2001. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. Archivos de Zootecnia. (En impresión).
- Hady, P. J.; Lloyd, J. W.; Kaneene, J. B.; y Skidmore, A. L. 1994. Partial budget model for reproductive programs of dairy farm businesses. J. Dairy Sci. 77:482-491.
- Hess, H. D.; Pardo, O.; Florez, H.; Carulla, J. E.; y Díaz, T. E. 1998. Efecto de la suplementación con diferentes niveles de carbohidratos y nitrógeno soluble sobre amoníaco ruminal, consumo voluntario y niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche en vacas doble propósito alimentadas con *Brachiaria decumbens*. Informe técnico final. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) Regional 8.
- Holmann, F.; Kerridge, P. C.; y Lascano, C. E. 1999. Sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para el ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina tropical. Informe de progreso 1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Lascano C. E.; Avila P.; y Ramírez, G. 1991. Aspectos metodológicos de la evaluación de pasturas en fincas con ganado doble propósito. Pasturas Tropicales 18(3):65-70.
- Martínez, G.; Huertas, H.; Hernández, M. C.; y Gasca, H. 1994. Suplementación estratégica con arroz paddy y úrea-melaza en bovinos doble propósito. Achagua 1(1):35-48.

- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Pub. San Diego California. p. 85-90.
- NRC (National Research Council). 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. sexta Ed.. National Academy Press, Washington, D.C.
- Parra, J. L.; Pérez, D. R.; Barajas, D.; Onofre, G. H.; Velazquez, J. H.; Colmenares, O.; y González, J. E. 1998. Modelo de asistencia técnica integral pecuaria para pequeños y medianos productores del sistema doble propósito en el piedemonte llanero. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), Colombia.
- Rivas, L. 1992. El sistema ganadero de doble propósito en América Latina tropical. Trabajo presentado en el Simposio Internacional sobre Alternativas y Estrategias en Producción Animal. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Seré, C. y Vaccaro, L. 1985. Milk production from dual purpose systems in tropical Latin America. En: Smith, A. J. (ed.). Milk production in developing countries. Centre Trop. Vet. Med., Univ. Edinburgh, Reino Unido. p. 459.
- Silva, M.; Mansilla, A.; y Jahn, E. 1987. Modelo de simulación de producción de leche. Estructura y calibración. Agric. Téc. 47(4):390-399.
- Vera, R. R.; García, O.; Botero, R.; y Ullrich, C. 1994. Producción de leche y reproducción en sistemas doble propósito: Algunas implicancias para el enfoque experimental. Pasturas Tropicales 18(3):25-30.
- Willians, C. B.; Otenacu, P. A.; y Sniffen, C. J. 1989. Refinements in determining the energy value of body tissue reserves and tissue gains from growth. J. Dairy Sci. 72:264 - 269.
- Wood, P. D. 1980. Relationships between size live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle. Anim. Prod. 31:143-151.

Base de Datos de Recursos Genéticos Multipropósito Programa de Forrajes Tropicales-CIAT

Con el objeto de proporcionar a investigadores y extensionistas de áreas tropicales una herramienta útil para seleccionar y promover el uso de las gramíneas y leguminosas forrajeras más productivas en diferentes agroecosistemas del trópico y, de esta manera, favorecer a un gran número de productores, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT desarrolló una Base de Datos de Forrajes en CD-ROM. Para el efecto, se recopilaron, con la colaboración de instituciones nacionales de investigación agropecuaria de América del Sur y Central, del área del Caribe y de África, datos sobre los resultados de los ensayos de evaluación de germoplasma de especies forrajeras en áreas tropicales.

Esta Base de Datos contiene la información generada desde 1978 sobre los temas siguientes: Caracterización agronómica de 5374 accesiones de gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en estaciones experimentales del CIAT a instituciones nacionales; la evaluación de adaptación de 2209 accesiones forrajeras en ocho Centros Mayores de Selección que representan los ecosistemas de sabanas, márgenes de bosques y laderas; y la respuesta de diversas accesiones a diferentes condiciones ambientales en 230 sitios de evaluación distribuidos en América tropical y África.

Un porcentaje alto de los resultados en esta Base proviene de redes formales de evaluación de forrajes, entre las cuales se destacan: La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), la Red Recherche en Alimentation du Betail en Afrique Occidentale et Centrale (RABAOC), la Red de Centrosema y la Red de *Brachiaria* en Colombia. También se incluyen resultados obtenidos en ensayos multilocacionales de evaluación de colecciones de *Arachis* y *Desmodium*. Los resultados han sido agregados por accesión y sitio de evaluación utilizando métodos estadísticos básicos.

La información se encuentra disponible en CD-ROM en formato Microsoft Access y se puede solicitar a:

CIAT
Programa de Forrajes Tropicales
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia.

También se puede consultar el catálogo de productos del CIAT en la página WEB: <http://www.ciat.cgiar.org/forrajes>

Manuel Arturo Franco Durán
Fabián Barco