

Sistemas de Alimentación con Leguminosas para Intensificar Fincas Lecheras

**Un proyecto ejecutado
por el Consorcio TropicLeche**

**Editores
Federico Holmann
Carlos Lascano**

2001



Holmann, Federico y Lascano, Carlos

Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras : un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropileche / Federico Holmann y Carlos Lascano. — Cali, Colombia : Centro Internacional de Agricultura Tropical ; Consorcio Tropileche ; International Livestock Research Institute, 2001

_____ p. — (Working document ; no. 184)

Descriptores español :

1. Ganado bovino. 2. Razas mixtas. 3. Explotación en pequeña escala. 4. *Brachiaria decumbens*. 5. *Arachis pintoi*. 6. Cultivos asociados. 7. Producción lechera. 8. Composición aproximada. 9. Dieta. 10. Suplementos. 11. *Oryza sativa*. 12. Rendimiento. 13. Fertilidad del suelo. 14. *Cratylia argentea*. 15. *Hyparrhenia rufa*. 16. Ensilado. 17. *Zea mays*. 18. *Glycine max*. 19. *Brachiaria brizantha*. 20. *Stylosanthes guianensis*. 21. Adopción de innovaciones. 22. Mercadeo. 23. Bases de datos. 24. Difusión de la investigación. 25. América Latina.

I. Lascano, Carlos II. Consorcio Tropileche. III. International Livestock Research Institute. IV. Tít. V. Ser.

Descriptores inglés :

1. Cattle. 2. Multipurpose breeds. 3. Small farms. 4. *Brachiaria decumbens*. 5. *Arachis pintoi*. 6. Companion crops. 7. Milk production. 8. Proximate composition. 9. Diet. 10. Supplements. 11. *Oryza sativa*. 12. Yields. 13. Soil fertility. 14. *Cratylia argentea*. 15. *Hyparrhenia rufa*. 16. Silage. 17. *Zea mays*. 18. *Glycine max*. 19. *Brachiaria brizantha*. 20. *Stylosanthes guianensis*. 21. Innovation adoption. 22. Marketing. 23. Databases. 24. Diffusion of research. 25. Latin America.

Categoría de materia AGRIS : L02 Alimentación animal.

Clasificación LC. : SF 203 .H65

Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del proyecto es utilizar pasturas mejoradas basadas en leguminosas para aumentar la producción de leche en sistemas de doble propósito en fincas de pequeños productores, para mejorar la rentabilidad y asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales.

Lista de siglas y acrónimos utilizados

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
GTZ	Agencia Alemana para el Desarrollo
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CODESU	Consortio para el Desarrollo de Ucayali
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CTAR	Consejo Transitorio Agropecuario Regional
DEPAAM	Desarrollo Participativo Amazónico
DICTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
ECAG	Escuela Centroamericana de Ganadería
FUNDAAM	Fundación para el Desarrollo Agropecuario del Alto Mayo
IIAP	Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana
IDR	Instituto de Desarrollo Agrario
ILRI	International Livestock Research Institute
IVITA	Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura
MA	Ministerio de Agricultura
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
UCR	Universidad de Costa Rica
g	gramo
kg	kilogramo
ha	hectárea

Notación

Decimales separados por punto (.); por ej., 2.5, 450.6

Cifras hasta 9999 sin punto (.) ni coma (,); por ej., 4350

Cifras mayores que 10,000 aparecen separadas por coma (,); por ej., 15,300; 1,430,000

N	= Nitrógeno
PC	= Proteína Cruda
DIVMS	= Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca
PV	= Peso Vivo del animal
EM	= Energía Metabolizable
FND	= Fibra Neutra Detergente
FAD	= Fibra Acida detergente
MS	= Materia Seca
NDT	= Nutrientes Digeribles Totales
UA	= Unidad Animal

Resumen Ejecutivo

El Proyecto Sistemas de Alimentación con Leguminosas para Intensificar Fincas Lecheras forma parte del Consorcio TropicLeche, es liderado por el CIAT y opera bajo la Iniciativa Global Pecuaria coordinada por el International Livestock Research Institute (ILRI). El Consorcio está formado por científicos del CIAT, el ILRI y de instituciones nacionales de investigación en Perú (Fundam, Depaam), Costa Rica (MAG, ECAG, CATIE, UCR), Nicaragua (IDR) y Honduras (DICTA). Las estrategias para mejorar los sistemas de alimentación consisten en:

- La evaluación de nuevos recursos forrajeros para suplir los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo.
- La evaluación en fincas de nuevos componentes forrajeros basados en leguminosas.
- El análisis económico y estudios de adopción y aceptación de nuevas tecnologías.

En este informe se incluyen los resultados durante el cuarto y último año del Proyecto (1996-2000), los que confirman aún más el impacto significativo de las gramíneas y leguminosas mejoradas sobre la producción animal.

En la región Pacífica de Costa Rica, las pasturas asociadas *B. decumbens/A. pintoii* incrementaron la producción diaria de leche de vacas Jersey, no obstante que éstas recibían un concentrado comercial. De la misma manera, estas pasturas soportaron una carga animal mayor que pasturas de *B. decumbens/H. rufa* y de solo *B. decumbens* en condiciones similares de manejo. En esta misma región, los resultados de investigaciones con *Cratylia argentea* (Cratylia) demostraron que esta leguminosa en estado fresco cosechada a 90 días de rebrote y 90 cm de altura puede sustituir el uso de un concentrado comercial o el 82% de la gallinaza que se suministra a vacas lecheras

de mediana producción, siendo una excelente alternativa de alimentación durante la época seca. Por tanto, esta tecnología basada en la suplementación de Cratylia tiene la posibilidad de permitir que pequeños productores de leche puedan tener acceso a un suplemento proteico producido en la finca y de esta manera incrementar sus ingresos y flujo de caja. Otra forma de uso de Cratylia en la región es ensilada con adicción de melaza y suministrada a vacas conjuntamente con caña de azúcar picada en el ordeño. En otros trabajos se encontró que el cultivo mixto de maíz con soya forrajera es una excelente alternativa para la fabricación de ensilaje, no sólo por el incremento en la cantidad de proteína del producto final, sino por el beneficio económico que tiene sobre la producción y el aprovechamiento parcial de la cosecha de maíz por venta de elotes.

En la estación CIAT Quilichao, Cauca (Colombia) se encontró que un nivel de urea en la leche aproximado de 10 mg/dl puede ser utilizado como punto de referencia para aumentar el contenido proteico en la dieta con una probabilidad alta de que las vacas lecheras respondan con mayores rendimientos de leche, siempre que el potencial genético de dichas vacas esté demostrado.

En la Amazonía de Colombia, el uso de *Stylosanthes guianensis* (estilosantes) es una opción atractiva para el desarrollo de terneros predestetos y vacas en ordeño en fincas de pequeños productores, ya que el costo de establecimiento de la leguminosa es menor que otras alternativas a base de mezclas de leguminosas con gramíneas, además, resulta en un incremento en el flujo de caja debido a mayor venta de leche sin sacrificar la ganancia de peso de los terneros. Adicionalmente, esta tecnología puede formar parte de un sistema de rotación cultivo-pastura eliminando la necesidad de dejar tierras en descanso o barbecho, debido a que estilosantes puede persistir entre 1 y 2 años y durante este tiempo produce el efecto benéfico

en el suelo a través de la fijación de N y reciclaje de nutrientes.

En Pucallpa, Perú, estilosantes puede fijar hasta 50 kg/ha de N cuando se establece como cultivo pionero para la siembra de arroz y el posterior establecimiento de pasturas mejoradas. En la región del Alto Mayo, Perú, el uso de *Centrosema macrocarpum* tiene un impacto positivo de la suplementación de vacas mestizas Holstein x Gyr. En esta región existe una alta posibilidad de adopción e impacto de las tecnologías desarrolladas por el Consorcio Tropicheche; una proporción alta de productores estaba en proceso de adopción de nuevos forrajes de corte y acarreo, mejorando las salas de ordeño y los cobertizos para suplementar el hato, e instalando picadoras de forraje.

En un estudio ex ante sobre el impacto de varias alternativas forrajeras con tres niveles de adopción, tales como el nivel 1: nuevo germoplasma basado en *Cratylia* y caña de azúcar, nivel 2: áreas de *Cratylia* y caña iguales a las del nivel 1 más áreas de *Brachiaria* variables en cada país, y nivel 3: áreas de *Cratylia* y caña de azúcar mayores que en los niveles 1 y 2 más pasturas asociadas *Brachiaria-Arachis* en hatos de pequeños productores de Costa Rica, Honduras y Nicaragua, se encontró que: (1) El nivel 1 permite a los productores en los diferentes países eliminar por completo la compra de suplementos para el ganado durante la época seca. Este efecto tiene un gran impacto en el flujo de caja de los productores, ya que el costo de producción de leche se puede reducir 14% en Costa Rica, 25% en Honduras y 11% en Nicaragua. (2) El nivel 2 de adopción permite, además de los beneficios del nivel 1, mantener la misma producción de leche y tamaño de hato en un área menor y la liberación de áreas que pueden ser dedicadas a otros usos alternativos. Las áreas liberadas pueden variar de 9% para el caso de Honduras, 39% en Costa Rica, hasta 45% en Nicaragua. De la misma manera, este nivel de adopción permite la reducción adicional en el costo de producción de leche con respecto al nivel 1 en 11% en Costa Rica, 8% en Honduras y 12% en Nicaragua. (3) El nivel 3 permite alcanzar la mayor productividad de leche por hectárea (1390 kg en Costa Rica, 1530 kg en Honduras y 964 kg en Nicaragua). El impacto potencial de la adopción de estas tecnologías a nivel regional es significativo. Para el caso del nivel 1, era necesario invertir recursos por un monto total de US\$6.4 millones en Costa Rica, US\$2.7 millones en Honduras y US\$5.1 en Nicaragua. Con esta inversión era posible obtener un ingreso neto anual adicional, debido a reducción de costos de producción, de US\$11.9 millones en Costa Rica, US\$12.6 en Honduras y US\$9.9 millones en Nicaragua. Por tanto, el beneficio

potencial es grande en relación con la inversión, siendo posible pagar ésta en un período inferior a 1 año.

En Honduras y Nicaragua la industria quesera artesanal es el principal comprador de la leche producida por pequeños y medianos ganaderos. En las cuencas de clima estacional de ambos países, la producción de leche durante la época de lluvias es prácticamente el doble que durante la época seca, lo cual causa sobreoferta y escasez de leche, respectivamente. En una encuesta se encontró que durante la época seca las queseras artesanales estarían dispuestas a comprar 55% más leche en Honduras y 76% más leche en Nicaragua, pero aquélla no se encuentra disponible debido a la falta de adopción de tecnologías para la alimentación animal basadas en forrajes mejorados. La situación anterior sugiere que un programa agresivo de promoción de la leguminosa arbustiva *C. argentea* con caña de azúcar para suplementar el hato durante la época seca, tendría mucho más impacto que la promoción de gramíneas o leguminosas para la época de lluvias. Las queseras artesanales en ambos países, pero especialmente en Honduras, requieren leche de mejor calidad, sobre todo durante la época de lluvias. En Honduras el precio pagado por la leche sería 9.4% mayor durante la época seca y 11.2% mayor en la época de lluvias. En Nicaragua las queseras estarían dispuestas a ofrecer un precio 17% mayor, pero únicamente durante la época de lluvias.

Paralelamente con la investigación, el Consorcio Tropicheche ha venido desarrollando medios de comunicación con los socios y usuarios para la promoción de resultados, entre ellos: una base de datos sobre sistemas de producción doble propósito que está disponible en la página en Internet del CIAT/Tropicheche, la Hoja Informativa Tropicheche que contiene los avances de investigación en el Consorcio, los boletines de divulgación sobre *B. brizantha* cv. Pasto Toledo, las publicaciones de resultados en revistas científicas y los videos sobre impacto de las tecnologías forrajeras mejoradas.

El impacto generado por el Consorcio incluye el establecimiento de más de 65 ha de forrajeras mejoradas en 20 fincas localizadas en cinco sitios en Nicaragua y Honduras, en colaboración con el IDR y DICTA; la adopción espontánea de *C. argentea* en Costa Rica, donde han distribuido 230 kg de semilla experimental y para siembra comercial por empresas semillistas y 41 productores localizados en cuatro sitios diferentes. La liberación comercial en octubre de 2000 en Costa Rica de *B. brizantha* CIAT 26110 como cultivar Pasto Toledo y la próxima liberación de *C. argentea* CIAT 18516/18668 como cultivar Veraniega.

El reto hacia adelante es facilitar una mayor evaluación de leguminosas herbáceas y arbustivas entre los productores así como también fortalecer la producción de semilla de leguminosas seleccionadas. Se están identificando nuevas necesidades de investigación con base en los problemas que están experimentando los productores que se encuentran evaluando las nuevas tecnologías. Para cumplir con

estos objetivos de manera mas eficiente, es necesario continuar fortaleciendo las alianzas con otros proyectos de CIAT e ILRI, con los socios en las instituciones nacionales de investigación y desarrollo, y el sector privado ganadero y semillerista.

F. Holmann y C. E. Lascano

Logros en cada uno de los componentes y actividades del Consorcio Tropiclleche 1996-2000

Componente	Actividad	Logro sobresaliente
Componente 1: Optimización de la utilización de forrajes	1.1. Ensayos de alimentación controlada y utilización de forrajes en pastoreo para determinar relaciones entre producción de leche y recursos forrajeros	El uso de leguminosas forrajeras como suplementos proteicos durante la época de lluvias incrementa la producción de leche en vacas con alto potencial genético. El uso de leguminosas forrajeras en asociación con gramíneas mejoradas permite incrementar la carga animal y reducir la incidencia de malezas, a la vez que mejoran la calidad de la biomasa ofrecida en términos de proteína cruda y digestibilidad, y favorecen la sostenibilidad de las pasturas. Las pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas incrementan el contenido de sólidos totales de la leche, lo que resulta en un mejor precio para el productor.
	1.2. Uso de recursos forrajeros y suplementación de vacas en la época seca	La respuesta de las vacas en producción de leche a la suplementación con leguminosas forrajeras verdes o ensiladas y caña de azúcar es similar a la obtenida con fuentes protéicas de alimentos concentrados comerciales. El pastoreo directo de leguminosas arbustivas incrementa la producción de leche en comparación con el sistema de corte y acarreo. Las leguminosas proveen proteína al forraje de la dieta basal, que generalmente es deficiente en nitrógeno. Los carbohidratos altamente fermentables pueden estimular la degradación de la fibra menos fermentable. El uso de aditivos en forma de carbohidratos mejoran la calidad del ensilaje de leguminosas arbustivas.
	1.3. Relaciones funcionales entre recursos forrajeros de calidad contrastantes, la fermentación ruminal y los parámetros sanguíneos	Las concentraciones de nitrógeno ureico en la leche (NUL) son un buen indicador de la relación proteína-energía en la dieta. Las concentraciones de NUL son útiles para aumentar la eficiencia en el uso de recursos forrajeros a nivel de finca.
Componente 2. Desarrollo de nuevas alternativas de alimentación para ganado en sistemas doble propósito	2.1. Evaluación a nivel de finca de diferentes sistemas de forrajes con ganado bovino en sistemas doble propósito	Los sistemas forrajeros para suplementación estratégica durante la estación seca reducen la necesidad de comprar alimentos concentrados para animales y aumentar el ingreso en fincas de doble propósito. El uso de leguminosas con una fuente de energía durante la estación seca mantiene la producción de leche.

Continúa.

Continuación.

Componente	Actividad	Logro sobresaliente
	2.2. Evaluación de nuevas alternativas forrajeras de alimentación para permitir un destete temprano	El complemento de terneros predestos con leguminosas durante la época seca permite vender más leche y aumentar la ganancia de peso vivo, en comparación con terneros en pasturas de solo gramínea.
	2.3. Integración de información usando modelos de simulación de rumiantes y de nutrición	Los modelos de simulación son herramientas útiles para reducir costos de investigación, predecir limitantes nutricionales y facilitar el proceso de toma de decisiones sobre prioridades de investigación en nutrición animal.
	2.4. Talleres y reuniones para analizar y planificar actividades de investigación	Los talleres de trabajo con participación de los socios del Consorcio Tropileche facilitan la coordinación, aumentan la eficiencia de investigación, reducen los riesgos asociados con la duplicidad de esfuerzos y permiten priorizar las actividades en el mediano y largo plazo.
Componente 3.	Utilidad de los nuevos sistemas de forrajes	3.1. Diagnóstico y caracterización económica y uso de la tierra en sitios de referencia
		El análisis ex-ante de nuevas tecnologías mejoradas es útil para identificar limitantes a la adopción potencial de nuevas tecnologías por los productores locales. El análisis ex-post de nuevas tecnologías es útil para determinar el impacto económico de las nuevas tecnologías como resultado del proceso de adopción. Existe una alta demanda por nuevas alternativas basadas en forrajes mejorados para intensificar la producción de leche en la región del Alto Mayo en la Amazonía peruana. El establecimiento de leguminosas arbustivas con caña de azúcar es el punto de entrada para lograr el mayor impacto económico en pequeñas fincas de doble propósito, localizadas en el trópico seco de América tropical. En Centroamérica el mercado de leche por las empresas productoras de quesos artesanales tiene mayor demanda en la época seca, pero no en la época de lluvias. Las queseras artesanales de Centroamérica están dispuestas a pagar un mejor precio por leche de mejor calidad higiénica.
		3.2. Difusión de resultados de investigación
		La difusión de resultados es parte integral del proceso de investigación y transferencia, y es esencial en la adopción de nuevas tecnologías.

Contenido

	Página
Objetivos del Proyecto	iii
Lista de siglas y acrónimos utilizados	iv
Resumen Ejecutivo	v
Logros en cada uno de los componentes y actividades del Proyecto Tropileche 1996-2000	viii
Informe Final del Consorcio Tropileche Sistemas de Alimentación con Leguminosas para Intensificar Fincas Lecheras <i>Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropileche</i>	1
Introducción	1
<i>Resultados de Investigación</i>	2
Componente 1: Optimización de la utilización de forrajes	2
Actividad 1.1. Ensayos de alimentación controlada y en pastoreo para determinar relaciones entre producción de leche y recursos forrajeros	2
Evaluación de <i>Brachiaria decumbens</i> asociada con <i>Arachis pintoi</i> y en monocultivo sobre la producción de leche y sus componentes	3
Rendimiento de arroz (<i>Oriza sativa</i>) como indicador de la fertilidad del suelo con incorporación de rastrojo de <i>Stylosanthes guianensis</i>	8
Actividad 1.2. Uso de recursos forrajeros y suplementación de vacas en la época seca	10
Evaluación de sistemas de uso de <i>Cratylia argentea</i> para la producción de leche	11
Estudios in vivo de la complementariedad entre dietas basales de forrajes y suplemento de leguminosas	13
Efecto de la alimentación con <i>Cratylia argentea</i> fresca y ensilada durante la época seca sobre la producción de leche y sus componentes	15
Evaluación de <i>Cratylia argentea</i> como reemplazo de gallinaza en dietas para vacas en pasturas de <i>Hyparrhenia rufa</i>	
Uso de aditivos en el ensilaje de <i>Cratylia argentea</i>	20
Siembra asociada de maíz con soya forrajera para ensilaje en la Costa Pacífica de Costa Rica.	
1. Efecto económico de la venta parcial de la cosecha de maíz tierno (elotes)	22
Siembra asociada de maíz con soya forrajera para ensilaje en la Costa Pacífica de Costa Rica.	
2. Algunos indicadores de la calidad del ensilado	25
Actividad 1.3. Relaciones funcionales entre recursos forrajeros de calidad contrastantes, la fermentación ruminal y los parámetros sanguíneos	27
Definición de las concentraciones de NUL para recomendaciones óptimas de la relación proteína:energía en dietas a base de forrajes tropicales	28

	Página
<i>Resultados de Investigación</i>	30
Componente 2. Desarrollo de nuevas alternativas de alimentación para ganado en sistemas doble propósito	30
Actividad 2.1. Evaluación a nivel de finca de diferentes sistemas de forrajes con ganado bovino en sistemas doble propósito	30
Producción de leche de vacas de doble propósito en pasturas de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. La Libertad sola y asociada con <i>Arachis pintoi</i> cv. el Porvenir en el trópico subhúmedo de Costa Rica	31
Efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la productividad de <i>Cratylia argentea</i> cv. Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica	35
Efecto de la suplementación con <i>Cratylia argentea</i> cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica	39
Efecto del uso de <i>Centrosema macrocarpum</i> en la producción de leche en la región del Alto Mayo, Amazonía peruana	42
Efecto de la producción de leche en pasturas de <i>Brachiaria brizantha</i> asociada con <i>Arachis pintoi</i> en la zona del Alto Mayo, Amazonía peruana	45
Actividad 2.2. Evaluación de nuevas alternativas forrajeras de alimentación para permitir un destete temprano	46
Uso de <i>Stylosanthes guianensis</i> para la suplementación estratégica de terneros predestetados en la Amazonía del Perú	47
Uso de <i>Stylosanthes guianensis</i> con terneros predestetados en sistemas de producción doble propósito en márgenes de bosque de Colombia	48
Actividad 2.3. Integración de información usando modelos de simulación de rumiantes y de nutrición	49
Herramientas de decisión para superar limitaciones de nutrición en ganado bovino de doble propósito en sistemas agrosilvopastoriles	
Modelo de simulación de Carbohidratos Neto y Proteína	50
Aplicación del modelo a resultados de trabajos en la estación Quilichao	50
Utilidad del modelo CNCPS	52
Actividad 2.4. Talleres y reuniones para analizar y planificar actividades de investigación	53
Reunión anual, Costa Rica, febrero de 1998	54
Taller de trabajo, Perú, junio de 1999	55
Taller de Consulta Regional, Costa Rica, octubre de 1999	56
<i>Resultados de Investigación</i>	57
Componente 3. Utilidad de los nuevos sistemas de forrajes	57
Actividad 3.1. Diagnóstico y caracterización económica del uso de la tierra en sitios de referencia	57
Análisis ex-ante de nuevas alternativas forrajeras en fincas con sistemas doble propósito en Perú, Costa Rica, y Nicaragua	57
Adopción temprana de <i>Arachis pintoi</i> en el trópico húmedo: El caso de sistemas de bovinos de doble propósito en el Caquetá, Colombia	68
Necesidades de tecnologías forrajeras en la región Alto Mayo de la Amazonía peruana	71
Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua	75
Análisis del beneficio potencial de nuevo germoplasma forrajero	78
Análisis del mercado de leche en queseras artesanales en cuencas ganaderas en Honduras y Nicaragua	88

	Página
El problema de la estacionalidad en la producción	88
Actividad 3.2. Difusión de resultados de investigación	94
Hoja Informativa Tropicheche	95
Base de datos sobre resultados de investigación con ganado bovino en sistemas doble propósito	96
Tropicheche en Internet	97
Producción de video	98
Producción de boletines para extensionistas	99
<i>Cratylia argentea</i> . Una Leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico	100
<i>Brachiaria brizantha</i> (CIAT 26110) Cultivar Pasto Toledo	103
Publicaciones	105
Capítulos en libros	105
Libros	105
Boletines técnicos	105
Artículos en revistas científicas	105
Artículos en revistas divulgativas	106
Posters	106
Seminarios internacionales	106
Memorias de reuniones	107
Video	107
Hoja informativa	107
Propuestas desarrolladas	108
Colaboradores del Consorcio Tropicheche	109

Informe Final del Consorcio Tropicheche

Sistemas Mejorados de Alimentación Basados en Leguminosas Forrajeras para Ganado de Doble Propósito en Fincas de Pequeños Productores de América Latina Tropical

Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropicheche

Federico Holmann y Carlos Lascano

Introducción

El Consorcio Tropicheche tiene como objetivo principal aumentar la producción de leche y de carne de ganado vacuno en sistemas doble propósito en fincas de pequeños agricultores de América Latina tropical, mediante el desarrollo de sistemas basados en forrajes mejorados.

El valor de la producción pecuaria en América Latina y el Caribe (ALC) representa, aproximadamente, el 13% de la producción mundial y 47% de la producción de países en desarrollo. La leche y la carne proveen el 20% de la proteína consumida por los habitantes de esta región; no obstante, existe un déficit de 12% en producción de leche que actualmente es compensada por importaciones.

La población pecuaria en ALC se estima en 330 millones de cabezas y cerca del 78% de ella está en manos de pequeños agricultores con sistemas bovinos de doble propósito —producción de leche y carne en el mismo sistema—. En este sistema se produce el 42% de la leche en la región. Por otra parte, existen 590 millones de hectáreas en pasturas, en su mayoría en una etapa avanzada de degradación.

Tropicheche es un consorcio liderado por el CIAT que opera en colaboración con el Programa Global de Ganadería (PGG) convocado por el International Livestock Research Institute (ILRI). Tropicheche seleccionó inicialmente las zonas de laderas secas en Costa Rica (América Central) y los márgenes de bosques en la Amazonía del Perú como puntos de referencia para sus actividades. En estas zonas, caracterizadas por su fragilidad y erosión severa, la producción pecuaria es una forma importante de uso de la tierra y una actividad económica clave para el bienestar de los pequeños productores. Las actividades del Consorcio se ampliaron posteriormente a zonas de ladera en Nicaragua y Honduras y en márgenes de bosques en Colombia.

En los márgenes de bosques la producción de leche está limitada por la degradación de las pasturas que se traduce en baja calidad y cantidad del forraje en oferta, mientras que en las zonas de ladera con una estación seca la limitante principal es la falta de forraje que no permite aumentar la producción.

Para enfrentar las limitaciones antes mencionadas, se diseñaron las estrategias siguientes: (1) la evaluación de nuevos recursos forrajeros que llenen los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo; (2) la evaluación participativa con productores a nivel de finca de nuevos componentes de forrajes basados en leguminosas, con el fin de intensificar la producción pecuaria y mejorar el uso sostenible de la tierra; y (3) desarrollar estudios de caracterización de sitios de referencia, análisis económicos y estudios de aceptabilidad/adopción de nuevas tecnologías.

El Consorcio tiene su base principal en el desarrollo de germoplasma forrajero y en la caracterización de uso de la tierra realizados en el CIAT; en los sistemas de producción pecuaria del ILRI; en los modelos de optimización de nutrientes para rumiantes desarrollados en la Universidad Cornell; y en las experiencias de organizaciones nacionales de investigación agropecuaria en los sitios de referencia en el Perú (FUNDAAM, DEPAAM), Costa Rica (MAG, ECAG, CATIE, UCR), Nicaragua (MAG), y Honduras (DICTA).

El Consorcio Tropicheche recibe financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Agencia Alemana para el Desarrollo (GTZ, por su sigla en alemán) a través de la Iniciativa Pecuaria Global coordinada por el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI, por su sigla en inglés).

En este Informe se presentan las actividades en cada uno de los componentes de investigación, realizadas en los sitios de referencia.

Resultados de Investigación

Componente 1: Optimización de la utilización de forrajes

Actividad 1.1. Ensayos de alimentación controlada y en pastoreo para determinar relaciones entre producción de leche y recursos forrajeros

Aspectos sobresalientes

- El uso de leguminosas forrajeras como suplementos proteicos durante la época de lluvias incrementa la producción de leche en vacas con alto potencial genético.
- El uso de leguminosas forrajeras en asociación con gramíneas mejoradas permite incrementar la carga animal y reducir la incidencia de malezas, a la vez que mejoran la calidad de la biomasa ofrecida en términos de proteína cruda y digestibilidad, y favorecen la sostenibilidad de las pasturas.
- Las pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas incrementan el contenido de sólidos totales de la leche, lo que resulta en un mejor precio para el productor.

Evaluación de *Brachiaria decumbens* asociada con *Arachis pintoi* y en monocultivo sobre la producción de leche y sus componentes

Francisco Romero y Jesús González
ECAG, Costa Rica

Inicialmente *Arachis pintoi* fue utilizado en asociación con gramíneas bajo condiciones de trópico húmedo. Dentro de las estrategias del Consorcio Tropileche en Costa Rica se propuso la búsqueda de alternativas para mejorar la alimentación de bovinos en las regiones con limitaciones durante las épocas secas, cuando los productores tienen dificultades para mantener una producción sostenible. Una de estas alternativas era el uso de pasturas *B. decumbens*-*A. pintoi*.

Objetivos

- Evaluar la producción de leche y sus componentes con vacas en pasturas de solo *B. decumbens*, *B. decumbens*/*A. pintoi* y *B. decumbens*/*Hyparrhenia rufa*.
- Evaluar la disponibilidad, la calidad y la dinámica de la composición botánica de las pasturas anteriores.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en la Escuela Centroamericana de Ganadería, localizada en Balsa de Atenas, Costa Rica, a 460 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 28 °C. La precipitación, promedio anual, es de 1500 mm, con épocas secas (diciembre a mayo) y lluviosa (junio a noviembre) bien definidas.

Se utilizaron pasturas de *B. decumbens* degradadas e invadidas por jaraguá (*H. rufa*), *B. decumbens* en buen estado y una asociación de *A. pintoi* CIAT 18744 con *B. decumbens* con 10 años de establecida. Cada una de ellas fue dividida en dos potreros o apartos de 1.25 ha, de los cuales, uno fue utilizado para adaptación de los animales (7 días) y el otro para mediciones (7 días). Los períodos de descanso fueron de 35 días y los de ocupación de 7 días.

El experimento se inició en octubre de 1995, cuando se estableció *A. pintoi* utilizando material vegetativo en surcos distanciados 1 m sobre una pastura degradada de *B. Decumbens*. El primer pastoreo se realizó 30 días después y las evaluaciones se iniciaron en julio de 1996 y finalizaron en julio de 2000. Cada año, durante la época de lluvias, se midieron la composición botánica, la disponibilidad y la calidad del forraje en oferta. Estas evaluaciones se realizaron el primer día del período de mediciones.

Se utilizaron vacas Jersey del hato de la ECAG, que presentaban diferentes categorías y estados dentro del período de lactancia, en las cuales se midieron la producción de leche durante 7 días y sus componentes en el cuarto día.

Resultados

Disponibilidad de forraje. La disponibilidad de forraje en la pastura asociada fue mayor que en las demás pasturas evaluadas (Cuadro 1). Los resultados mostraron que la disponibilidad de forraje fue 33% mayor en la pastura asociada, en comparación con la pastura de *B. decumbens*/*H. rufa* y 39% mayor que en la pastura de solo *B. decumbens*.

Además del aumento en la disponibilidad de la materia seca (MS), la inclusión de la leguminosa tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en el contenido de PC y la DIVMS del forraje en oferta. En el primer caso se alcanzó un aumento aproximado de tres puntos porcentuales y en el segundo superior a cuatro puntos porcentuales. Resultados similares obtuvieron González (1992) y Van Heurck (1990) trabajando con pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) sola y asociadas con *A. pintoi*.

Carga animal. En 1996, al comienzo del ensayo, las cargas animales fueron iguales en todas las pasturas (Cuadro 2). En 1997 la carga animal aumentó

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje (MS), contenido de proteína cruda (PC) y DIVMS de pasturas evaluadas en la ECAG, Costa Rica.

Pasturas	MS (t/ha por ciclo)	PC (%)	DIVMS (%)
<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoi</i> (1)	3.2 a**	14.0 a	69.3 a
<i>B. decumbens</i> + <i>H. rufa</i> (2)	2.4 b	10.2 b	63.2 b
<i>B. decumbens</i> (3)	2.3 b	11.4 b	67.8 a
Significancia (P <)	0.0018	0.0002	0.0001

* Ciclos de pastoreo cada 30 a 35 días.

** Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Carga animal (UA/ha) de las pasturas evaluadas en la ECAG, Costa Rica.

Pasturas	Períodos de evaluación (años)				
	1996	1997	1998	1999	Promedio
<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoi</i>	2.5	3.2	4.4	4.6	4.6
<i>B. decumbens</i> + <i>H. rufa</i>	2.5	2.5	3.7	3.6	3.6
<i>B. decumbens</i>	2.5	2.6	3.5	3.7	3.7

* 1 UA = 450 kg de peso vivo animal.

en la pastura *B. decumbens* + *A. pintoi* (3.2 UA/ha) y permaneció igual en las restantes pasturas (2.5 UA/ha). Durante 1998 y 1999, el buen estado de la pastura asociada con la leguminosa permitió mantener más de 4 UA/ha, siendo esta carga superior en aproximadamente 1 UA/ha en comparación con las demás pasturas.

Es necesario señalar que estos resultados corresponden a la carga animal durante la época lluviosa y que las vacas recibían concentrado comercial en una proporción 3:1 (1kg de concentrado por cada 3 litros de leche producido). Por otra parte, se espera que el aumento en la carga animal en las pasturas no asociadas no será sostenible en el tiempo, debido a su proceso acelerado de degradación.

Composición botánica. En la pastura asociada, *A. pintoi* aumentó de 23% en el primer año a 43% en los años siguientes de pastoreo; *B. decumbens* permaneció constante (59%), mientras que el porcentaje de malezas disminuyó (Figura 1). Entre 1996 y 1998 en la pastura *B. decumbens*/*H. rufa* ambas gramíneas presentaron leves aumentos (5% en la primera y 8% en la segunda) y la invasión de malezas disminuyó de 19% a 6%; no obstante, en 1999 las gramíneas tendieron a disminuir y las malezas a aumentar (Figura 2).

Entre 1996 y 1997 en la pastura de solo gramínea, *B. decumbens* aumentó de 70% a 94%, mientras que los demás componentes disminuyeron (Figura 3). En

los períodos siguientes la gramínea disminuyó de 94% a 83% y las malezas aumentaron en 10 puntos porcentuales.

El comportamiento de la composición botánica de las pasturas explica, en parte, los cambios en la carga animal a través del tiempo de experimentación (ver Cuadro 2). Así, a partir de 1997 los componentes en la pastura asociada se estabilizaron y permitieron aumentar la carga animal hasta 4.6 UA/ha. En 1998 el aumento en biomasa de la pastura *B. decumbens*/*H. rufa* permitió aumentar la carga animal en 1 UA/ha,

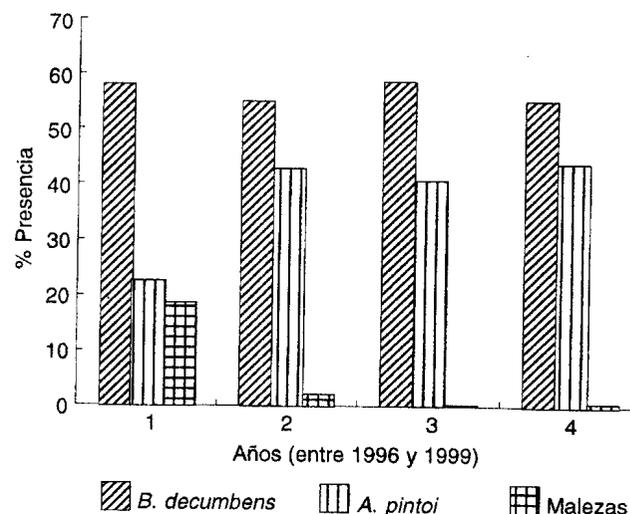


Figura 1. Composición botánica de pastura *Brachiaria decumbens* + *Arachis pintoi*. ECAG, Costa Rica.

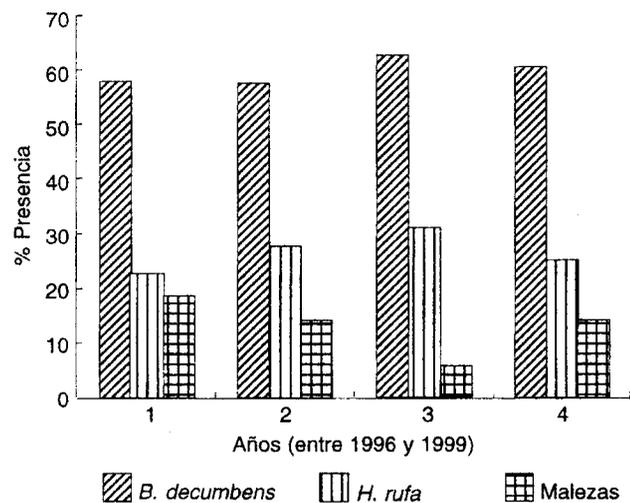


Figura 2. Composición botánica pastura *Brachiaria decumbens*/*Hyparrhenia rufa*. ECAG, Costa Rica.

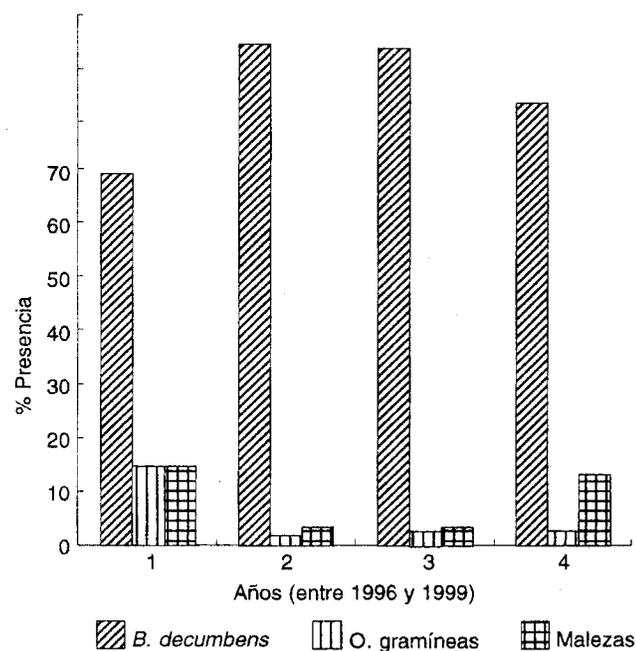


Figura 3. Composición botánica pastura de solo *Brachiaria decumbens*. ECAG, Costa Rica.

llegando a 3.6 UA/ha; no obstante, esta carga aparentemente fue muy alta, lo que favoreció el proceso de degradación de esta pastura.

Estos resultados confirman que las pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas pueden soportar mayores cargas animal que las de solo gramíneas, sin afectar su composición botánica y su calidad y sin aumentar la presencia de malezas.

Producción y composición de leche. Las producciones de leche/vaca por día en las diferentes pasturas se incluyen en el Cuadro 3. El mayor promedio de producción (12.4 kg/vaca por día) se encontró en la pastura asociada con *A. pintoii*, siendo superior ($P < 0.011$) a las producciones obtenidas en las pasturas *B. decumbens*/*H. rufa* (11.7 kg/vaca por día) y de solo gramínea (11.6 kg/vaca por día). Estos resultados son similares a los obtenidos por Van Heurck (1990) y González (1992) quienes encontraron la mayor producción de leche en pasturas de pasto estrella africana asociada con *A. pintoii*, en comparación con la gramínea sola.

Es necesario destacar el efecto benéfico de la leguminosa sobre la producción de leche, no obstante que las vacas de raza Jersey utilizadas en el ensayo recibieron un suplemento concentrado con 14% de PC y 2.4 Mcal de E.M. Además de los aumentos ya mencionados en la capacidad de carga animal de la pastura asociada.

En el Cuadro 3 también se observan los componentes de la leche producida en las pasturas. El mayor contenido de grasa ($P < 0.0004$) se encontró en la leche de vacas en la pastura asociada con *A. pintoii* (4.84%) y en la pastura de *B. decumbens* (4.85%). En la pastura de *B. decumbens*/*H. rufa* este valor fue de 4.71%. Cipagauta et al. (1998) en pasturas *B. decumbens*/*A. pintoii* en la Amazonía colombiana encontraron valores de grasa en la leche similares a los del presente ensayo, no obstante, el contenido de grasa en la leche de vacas en solo *B. decumbens* fue

Cuadro 3. Efecto de tres tipos de pastura sobre la producción y los componentes de la leche en vacas Jersey con suplemento comercial. ECAG, Costa Rica.

Pasturas	Producción (kg/vaca por día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos totales (%)	Sólidos no grasos (%)
<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoii</i>	12.4 a*	4.84 a	3.66 a	4.68 a	13.89 a	9.07 a
<i>B. decumbens</i> + <i>H. rufa</i>	11.7 b	4.71 b	3.58 ab	4.70 a	13.63 c	8.96 a
<i>B. decumbens</i>	11.6 b	4.85 a	3.54 b	4.62 b	13.73 b	8.89 a
Significancia ($P <$)	0.01	0.0004	0.056	0.038	0.0004	0.115

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

tan bajo como en la pastura nativa. Por el contrario, los resultados en este estudio difieren de los encontrados por González et al. (1996) quien no observó diferencias en el porcentaje de grasa entre varias pasturas evaluadas.

El contenido de proteína en la leche varió entre pasturas, y fue superior en la pastura asociada con *A. pinto* (3.66%), en comparación con la pastura *B. decumbens/H. rufa* (3.58%) y la de solo gramínea (3.54%).

El contenido de lactosa en la leche de las vacas fue similar en las pasturas *B. decumbens/A. pinto* y *B. decumbens/H. rufa* (4.68% y 4.70%, respectivamente), siendo superiores ($P < 0.0381$) al contenido en la leche de vacas en pasturas de solo gramínea (4.62%).

Los sólidos totales en la leche producida variaron entre pasturas, siendo mayores ($P < 0.0004$) en la pastura asociada con la leguminosa (13.89%) que en la pastura de gramíneas (13.63%) y en la de solo *B. decumbens* (13.73%). Los niveles de sólidos no grasos en la leche no presentaron diferencias significativas entre las pasturas.

Para eliminar el efecto de la suplementación con concentrado comercial sobre los tratamientos

(pasturas) se evaluó durante 1 año la producción de leche y sus componentes utilizando las mismas vacas Jersey. En el Cuadro 4 se observa que la producción de leche fue mayor en la pastura asociada con *A. pinto* (9.3 kg/vaca por día) que en las demás pasturas ($P < 0.0279$). Esta diferencia es similar a la obtenida con las vacas que consumían concentrado en una relación de 3:1. Los componentes de la leche no variaron entre tratamientos, pero sí fueron diferentes a los valores obtenidos con el grupo de vacas que consumían concentrado.

Las diferencias en producción de leche en vacas que no recibieron concentrado comercial se debieron posiblemente a la mayor disponibilidad y calidad del forraje en oferta en la pastura asociada con *A. pinto* (Cuadro 5).

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- Las pasturas asociadas *B. decumbens/A. pinto* incrementaron la producción diaria de leche de vacas Jersey, no obstante que éstas recibían un concentrado comercial. De la misma manera, estas pasturas soportaron una carga animal mayor que pasturas de *B. decumbens/H. rufa* y de solo *B. decumbens* en condiciones similares de manejo.

Cuadro 4. Efecto de tres tipos de pastura sobre la producción y los componentes de la leche en vacas Jersey sin suplementación comercial. ECAG, Costa Rica.

Pasturas	Producción (kg/vaca por día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos totales (%)	Sólidos no grasos (%)
<i>B. decumbens + A. pinto</i>	9.3 a*	5.4	3.7	4.6	14.4	9.1
<i>B. decumbens + H. rufa</i>	8.1 b	4.7	3.7	4.6	13.7	9.0
<i>B. decumbens</i>	8.3 b	5.3	3.8	4.6	14.4	9.1
Significancia ($P <$)	0.0279	0.5	0.5	0.5	0.3971	0.5

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 5. Disponibilidad y calidad del forraje ofrecido a vacas Jersey que no tuvieron acceso a concentrado comercial. ECAG, Costa Rica.

Pasturas	MS (t/ha por ciclo*)	PC (%)	DIVMS (%)
<i>B. decumbens + A. pinto</i>	3.9 a**	14.2 a	63.3 a
<i>B. decumbens + H. rufa</i>	3.4 b	10.1 b	62.5 a
<i>B. decumbens</i>	2.7 c	11.7 b	63.0 a
Significancia ($P <$)	0.0018	0.0066	0.905

* Ciclos de pastoreo de 30 a 35 días.

** Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Los resultados de este trabajo muestran que en la región de Pucallpa, *S. guianensis* tiene una alta capacidad inicial de establecimiento y de competencia con malezas herbáceas ('torourco'), sin embargo, una vez se introducen los animales su persistencia empieza a disminuir posiblemente por sus puntos de crecimiento superficiales o por la reducción de la fertilidad en el suelo.

Conclusiones

En Pucallpa, Perú, *S. guianensis* es una leguminosa bien adaptada con capacidad de fijar hasta 50 kg/ha de N cuando se establece como cultivo pionero para la siembra de arroz y el posterior establecimiento de pasturas mejoradas. No obstante, tiene una baja persistencia después del inicio de la utilización de la pastura.

Actividad 1.2. Uso de recursos forrajeros y suplementación de vacas en la época seca

Aspectos sobresalientes

- La respuesta de las vacas en producción de leche a la suplementación con leguminosas forrajeras verdes o ensiladas y caña de azúcar es similar a la obtenida con fuentes protéicas de alimentos concentrados comerciales.
- El pastoreo directo de leguminosas arbustivas incrementa la producción de leche en comparación con el sistema de corte y acarreo.
- Las leguminosas proveen proteína al forraje de la dieta basal, que generalmente es deficiente en nitrógeno.
- Los carbohidratos altamente fermentables pueden estimular la degradación de la fibra menos fermentable.
- El uso de aditivos en forma de carbohidratos mejoran la calidad del ensilaje de leguminosas arbustivas.

Evaluación de sistemas de uso de *Cratylia argentea* para la producción de leche

Carlos Lascano, Paula Toro y Patricia Avila
CIAT, Colombia

En América Latina tropical la ganadería en sistemas doble propósito comprende 78% del ganado y produce el 41% de la leche. Este tipo de explotación se encuentra, en su mayor parte, en fincas de pequeños productores (Rivas, 1992). Este sistema depende, en gran medida, de los recursos forrajeros, los cuales presentan limitaciones nutricionales que restringen los índices productivos de los animales.

Las leguminosas forrajeras son una alternativa para mejorar la alimentación de los animales en sistemas doble propósito. Entre ellas sobresale la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* (*Cratylia*), la cual se adapta a suelos ácidos y es persistente en la época seca. Sin embargo, el uso de *Cratylia* por el sistema de corte y acarreo no es viable en algunas zonas del trópico, debido al alto costo de la mano de obra. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación en un sistema de corte y acarreo, y acceso directo a *Cratylia* en vacas bajo un sistema de pastoreo directo en pasturas *Brachiaria decumbens*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos épocas contrastantes en la estación experimental del CIAT, en Santander de Quilichao, Cauca (Colombia). A 990 m.s.n.m., con una precipitación, promedio anual, de 1700 mm. El ensayo-1 se realizó entre agosto y octubre de 1999, coincidiendo con la época de mínima precipitación (balance hídrico < 50 mm). El ensayo-2 se realizó entre mayo y junio de 2000 en época de máxima precipitación (balance hídrico > 50 mm).

En cada ensayo se incluyeron en un cuadrado latino (3 x 3) los tratamientos siguientes: T1 = *B. decumbens* asociada con *Cratylia* bajo pastoreo directo; T2 = *B. decumbens* con acceso a *Cratylia* en una proporción de 1.5% del peso vivo animal, en un sistema de corte-acarreo; y T3 = *B. decumbens* solo, como tratamiento control. Para cada tratamiento se

asignó un área de pastoreo de 1 ha dividida en dos secciones iguales, para permitir 7 días de acostumbramiento y 7 días de medición, o sea, que los animales pasaban 14 días por cada tratamiento para una duración total por ensayo de 42 días. La carga animal asignada para cada ensayo fue de 2 vacas/ha y se utilizaron seis vacas cruzadas (Holstein x Cebú) con similar estado de lactancia (segundo tercio) y nivel de producción de leche.

Resultados

En el ensayo-2 la disponibilidad de forraje de la gramínea al inicio del pastoreo fue mayor que en el ensayo-1. Esta diferencia en forraje en oferta estuvo asociado con cambios en la precipitación.

En ambos ensayos, la calidad de la gramínea varió considerablemente entre tratamientos, siendo más bajos los niveles de DIVMS y PC en el tratamiento control (solo *B. decumbens*). Tanto la cantidad como la calidad de la gramínea fueron afectadas en forma significativa por efecto del tratamiento y la precipitación.

La producción de leche de las vacas en la pastura asociada con acceso directo a *Cratylia* fue consistentemente mayor que en el tratamiento testigo, tanto en la época de mínima precipitación (23% más leche) como en la de máxima (16% más leche), aunque esta diferencia no fue significativa (Cuadro 1). El incremento significativo en la producción de leche obtenido en el ensayo-1 se explica, en parte, por la baja cantidad y calidad de la pastura basal que fue afectada por la menor precipitación, lo cual confirma, una vez más, la importancia de suplementar las vacas cuando hay déficit efectivo en la pastura basal y en períodos secos, no así en períodos lluviosos (Avila, 1999).

Por otra parte, los niveles de grasa y sólidos no grasos en la leche fueron similares en ambos ensayos.

Cuadro 1. Producción de leche de vacas Holstein x Cebú suplementadas con *Cratylia argentea* en sistema de corte y acarreo vs. pastoreo directo. Quilichao, Cauca, Colombia.

Tratamiento	Ensayo-1	Ensayo-2
	Producción de leche (kg/vaca por día)	Producción de leche (kg/vaca por día)
<i>B. decumbens</i>	6.1 b*	6.3 a
<i>B. decumbens</i> + <i>C. argentea</i> Corte y acarreo	6.7 b	6.6 a
<i>B. decumbens</i> + <i>C. argentea</i> Pastoreo directo	7.5 a	7.3 a

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Calidad de la leche de vacas suplementadas con *Cratylia argentea* en sistemas de corte-acarreo y pastoreo directo. Quilichao, Cauca, Colombia.

Tratamiento	Ensayo-1			Ensayo-2		
	Grasa	SNG ^a	MUN ^b	Grasa	SNG	MUN
	(%)		(mg/dl)	(%)		(mg/dl)
<i>B. decumbens</i>	3.5 a*	8.0 a	9.8 b	3.6 a	8.2 a	3.0 b
<i>B. decumbens</i> + <i>C. argentea</i> (corte/acarreo)	3.6 a	8.0 a	33.6 a	3.7 a	8.4 a	11.6 a
<i>B. decumbens</i> + <i>C. argentea</i> (pastoreo directo)	3.7 a	8.2 a	27.3 a	3.7 a	8.2 a	12.5 a

a. SNG = Sólidos no grasos.

b. MUN = Nitrógeno uréico en leche.

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Los niveles de nitrógeno ureico en leche (MUN, por su sigla en inglés) fueron diferentes entre tratamientos en ambos ensayos ($P < 0.05$). Al evaluar el efecto de la suplementación con *Cratylia* se encontró que los niveles de MUN fueron mayores con el uso de esta leguminosa, en comparación con el tratamiento control. Se observa que sin *Cratylia* los niveles de este indicador fueron marginales (Cuadro 2). Según Hammond et al. (1994) los niveles de MUN entre 9 y 10 mg/dl sugieren un déficit de proteína, lo cual en este caso explica la menor producción de leche obtenida con el grupo de vacas sin suplementación de la leguminosa.

Conclusión

La información parcial de estos ensayos muestra que el uso de *Cratylia* (*C. Argentea*) en pastoreo directo resultó en una mayor producción de leche. La suplementación directa con la leguminosa es más viable en la época de menor que en la de mayor

precipitación, ya que la respuesta económica es mayor cuando la pastura basal es limitante en nutrientes durante la primera época.

Referencias

- Avila, P. 1999. Efecto de la suplementación con especies Forrajeras en la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.
- Hammond, A.; Kunkle, W.; y Genho, P. 1994. Use of blood urea nitrogen concentration to determine time and level of protein supplementation in wintering cows. The Professional Animal Scientist 10:24-31.
- Rivas, L. 1992. El sistema ganadero de doble propósito en América tropical. Trabajo presentado en el Simposio Internacional sobre Alternativas y Estrategias en Producción Animal. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Estudios in vivo de la complementariedad entre dietas basales de forrajes y suplemento de leguminosas

W. Quiñonez, P. Avila y C. Lascano
CIAT, Colombia

Los resultados previos de pruebas de alimentación en confinamiento sugieren que cuando se suplementan las fuentes forrajeras disponibles en finca para corregir deficiencias nutricionales en rumiantes es importante hacerlo de manera sincronizada para que el suplemento ofrecido de forraje de mejor calidad, conjuntamente con la dieta basal disponible, permita disponer al mismo tiempo de la energía y la proteína. Por otro lado, el sinérgismo entre forrajes podría variar según el tipo y la forma de ofrecerlos, por ej., frecuencia y cantidad.

Metodología

Ocho ovejas tipo africanas con peso vivo promedio de 24 kg fueron alimentadas con una dieta basal de gramínea de baja calidad. Estas ovejas fueron asignados al azar en un cuadrado latino 4 x 4 con cuatro tratamientos para la suplementación de caña de azúcar (60%) mezclada con *Cratylia argentea* (Cratylia

(40%). Los tratamientos consistieron en: T1 = Bajo nivel de suplementación (0.5% de PV animal) una vez al día (a.m.), T2 = Alto nivel de suplementación (1.0% de PV animal) una vez al día (a.m.), T3 = Bajo nivel de suplementación (0.5% de PV animal) dos veces al día (a.m. y p.m.) y T4 = Alto nivel de suplementación (1.0% de PV animal) dos veces al día (a.m. y p.m.). Las mediciones incluyeron la calidad de la dieta basal, el consumo de los suplementos ofrecidos, la digestibilidad y el balance de N.

Resultados

La dieta basal de gramínea de baja calidad resultó pobre en PC (4.8%) y alta en el contenido de pared celular (FND = 79% y FAD = 44%). La caña de azúcar picada ofrecida como suplemento energético fue baja en PC (3.1%), pero tenía un contenido de pared celular bajo (39% de FND y 24% de FAD). La leguminosa

Cuadro 1. Efecto del nivel y la frecuencia de la suplementación con caña y Cratylia sobre el consumo y la digestibilidad de la dieta por ovejas africanas alimentadas con una dieta basal de gramínea de baja calidad. Quilichao, Cauca (Colombia).

Parámetro	Frecuencia y nivel de suplementación ^a				E.S. ^d
	a.m. ^b (0.5% PV)	a.m. (1% PV)	a.m. + p.m. ^c (0.5% PV)	a.m. + p.m. (1% PV)	
Consumo de MS (g/kg de PV por día)					
Dieta basal (gramínea)	25.7	25.2	25.2	25.7	0.8
Caña de azúcar	2.5 b ^c	3.3 ab	2.8 b	4.0 a	0.4
Cratylia	2.0 c	3.1 b	2.0 c	3.6 a	0.1
DIVMS (%)					
MS	53.0	53.0	55.4	56.6	1.7
FND	54.1	54.3	57.7	57.1	1.8
FAD	51.6	50.7	54.3	53.1	1.9

a. 60% caña de azúcar + 40% *Cratylia argentea* (hojas).

b. Suplementación una vez por día al 0.5% o 1% de PV.

c. Suplementación dos veces por día al 0.5% o 1% de PV.

d. Error estándar.

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Efecto del nivel y frecuencia de suplementación con caña y *Cratylia* sobre la utilización de nitrógeno por ovejas africanas alimentadas con una dieta basal de baja calidad. Quilichao, Cauca (Colombia).

Parámetro	Frecuencia y nivel de suplementación ^a				E.S. ^d
	a.m. ^b (0.5% PV)	a.m. (1% PV)	a.m. + p.m. ^c (0.5% PV)	a.m. + p.m. (1% PV)	
N consumido (g/día)	5.6 a	6.2 b	5.6 c	6.7 a	0.01
N heces (g/día)	3.5	3.5	3.3	3.5	0.1
N heces (% N consumido)	62.5 a	57.1 a,b	59.9 a	52.0 b	2.0
N orina (g/día)	1.4	1.5	1.5	1.6	0.2
N orina (% N consumido)	25.4	25.8	28.6	24.7	3.7
N retenido (g/día)	0.8 e	1.2 d,e	0.8 e	1.6 a	0.2

a. 60% caña de azúcar + 40% *Cratylia argentea* (hojas).

b. Suplementación una vez por día al 0.5% o 1% de PV.

c. Suplementación dos veces por día al 0.5% o 1% de PV.

d. Error estándar.

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

suplementada (hojas de *Cratylia*) contenían un alto nivel de PC (21%) y altos niveles de pared celular (67% = FND y 37% = FAD). Por tanto, el suplemento ofrecido contenía altos niveles de energía pero niveles medianos de proteína (10% en base seca). El consumo de la dieta basal no varió entre tratamientos; por el contrario, el consumo de los suplementos fue diferente entre ellos. Como era de esperar, el consumo de caña de azúcar más *Cratylia* tendió a ser mayor cuando el nivel de suplementación fue más alto. Es interesante observar que cuando el suplemento se ofreció al nivel más alto, el consumo de caña de azúcar más *Cratylia* aumentó cuando la alimentación se hizo dos veces por día (Cuadro 1).

Estas diferencias en consumo del suplemento no se reflejaron en cambios significativos de MS o en la digestibilidad de la pared celular. Aunque existió una tendencia hacia una mayor digestibilidad de la dieta en los tratamientos que incluyeron la alimentación dos veces por día.

Como era de esperar el consumo de N fue mayor a medida que el nivel de suplementación aumentó

(Cuadro 2), siendo este consumo más alto cuando las ovejas fueron alimentadas dos veces por día. Debido a que el N en las heces o en la orina no varió por efecto de los tratamientos, la retención de N fue mayor cuando las ovejas fueron suplementadas con el nivel más alto dos veces por día.

Conclusión

En este estudio fue evidente que el nivel y la frecuencia de suplementación tuvieron un efecto significativo en la utilización de N por ovejas de tipo africano en crecimiento. Los resultados indican que la suplementación dos veces por día solo se justifica cuando se suplementa a niveles altos; así, cuando el nivel alto (1% PV animal) de caña de azúcar y *Cratylia* fue ofrecido dos veces por día se encontró un aumento de 33% en la retención de N por los animales, en comparación con la misma suplementación ofrecida una vez por día. Esto no ocurrió cuando se suplementó con niveles bajos (0.5% PV animal).

Efecto de la alimentación con *Cratylia argentea* fresca y ensilada durante la época seca sobre la producción de leche y sus componentes

Francisco Romero y Jesús González
ECAG, Costa Rica

Una de las estrategias del Consorcio Tropic Leche en Costa Rica es la búsqueda de alternativas forrajeras para la alimentación de vacas durante la época seca. Los resultados de trabajos previos realizados en la ECAG indican que la caña de azúcar integral es una fuente energética alternativa para vacas en pastoreo, sin embargo, su contenido de proteína es bajo. Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la utilización de la *Cratylia argentea* (*Cratylia*) en formas fresca y ensilada como fuente de proteína. Se plantea la hipótesis que esta leguminosa fresca y ensilada tiene una calidad (proteína) similar a la de maíz amarillo y la harina de soya, que son fuentes para concentrados comerciales.

Metodología

El experimento se realizó entre el 25 de febrero y el 20 de abril de 1999 en la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) localizada en Balsa de Atenas, Costa Rica, a 460 m.s.n.m. con una temperatura, promedio anual, de 28 °C. La precipitación anual es de 1500 mm, con dos estaciones climáticas bien definidas: seca entre diciembre y mayo, y lluviosa entre junio y noviembre.

Manejo de los forrajes

Ensilaje. El tipo de silo utilizado fue el de montón y la fabricación del ensilaje se hizo en noviembre de 1998. Se utilizó *Cratylia* con 6 meses de rebrote, cosechada a 30 cm sobre el suelo. En el material cosechado se separaron las partes aprovechables (hojas y tallos tiernos) que se pasaron a través de una picadora para alcanzar un tamaño de 2.5 cm, aproximadamente. El material, una vez acondicionado, se extendió en capas de 20 cm, se compactó y se le adicionó melaza en una proporción de 10:1 (10 kg de *Cratylia*:1kg melaza).

***Cratylia argentea* fresca.** Se utilizó un cultivo con una edad de rebrote de 3 meses. Las plantas fueron cosechadas cada día a 30 cm del suelo, se picaron y ofrecieron a las vacas en mezcla con caña de azúcar.

Caña de azúcar. Se utilizó caña de azúcar integral (2% de PC y 3 Mcal de EM) picada en porciones de 2.5 cm y ofrecida a los animales.

Concentrado. Estaba compuesto principalmente por maíz amarillo y soya elaborado en la planta de concentrados de la ECAG. Su composición era de 14% de PC y 2.3 Mcal EM.

Semolina. Se utilizó este subproducto comercial de arroz con 12% de PC y 2.8 Mcal EM.

Manejo de los animales

Se utilizaron seis vacas Jersey multíparas con 50 días posparto, las cuales fueron asignadas al azar a tres tratamientos en un diseño de cuadrado latino repetido simultáneamente. Los tratamientos y las cantidades de productos entre paréntesis (como % PV animal) fueron: T1 = Caña de azúcar (1%) + semolina (0.5%) + concentrado (1.48%) + urea (0.02%). T2 = Caña de azúcar (1.3%) + concentrado (0.5% PV) + *Cratylia* (1.2% PV). T3 = Caña de azúcar (0.1%) + concentrado (0.5%) + ensilaje de *Cratylia* (2.4%).

Mediciones

Como resultado del poco volumen de material ensilado se dispusieron períodos de 12 días, de los cuales 7 días fueron de adaptación de los animales y 5 días para mediciones, las que se hicieron los días 1, 3 y 5.

Consumo y calidad de la MS ofrecida y rechazada. El consumo de MS se calculó por la diferencia entre la cantidad de material ofrecido y

rechazado en los días 1, 3 y 5 durante cada período de evaluación de 5 días. Las muestras compuestas durante ese período fueron enviadas al Laboratorio de la ECAG para la determinación de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

Producción y calidad de la leche. La producción individual de leche (kg/vaca) se midió en los dos ordeños durante los 5 días de cada período de evaluación.

Para medir la calidad de la leche se tomaron muestras en ambos ordeños en forma proporcional a la producción, cada muestra fue refrigerada para su conservación y posterior análisis de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG).

Resultados

No se encontraron diferencias en consumo de MS total entre las raciones ofrecidas. Este consumo fue de 10.7 kg/vaca por día (3% PV animal) en el caso de Cratylia y de 10.4 kg/vaca por día (2.9% PV animal) en el ensilaje (Cuadro 1), lo que indica que Cratylia no presenta problemas de consumo cuando se ofrece ensilada o fresca junto con caña de azúcar.

En el Cuadro 2 se observa que los tratamientos no influyeron significativamente en la producción de leche

de las vacas. Estos resultados no coinciden con Argel et al (1999), quienes sí encontraron diferencias en la producción de leche entre el uso de *C. argentea* fresca y la ensilada (5.5 vs. 5.1 kg/vaca por día), respectivamente.

En el mismo Cuadro 2 se observa que, con excepción de la proteína, los demás componentes de la leche no variaron por efecto de los tratamientos con Cratylia. No obstante, se observó una ligera tendencia ($P < 0.0627$) a aumentar la concentración de grasa en el tratamiento con ensilaje de Cratylia, lo que podría beneficiar a los productores que venden crema o su leche que es pagada de acuerdo con el porcentaje de grasa.

Es importante observar los niveles de producción de leche logrados con las raciones de Cratylia fresca o ensilada (10.9 y 10.7 kg/vaca por día, respectivamente), los que fueron similares a la producción obtenida (11.1 kg/vaca por día) con un concentrado típico para vacas lecheras en el cual la proteína proviene de maíz y soya. Estos niveles de producción, alcanzados con Cratylia en la época seca, se consideran bastante aceptables para productores medianos y pequeños; además, esta leguminosa les permite reemplazar fuentes de energía y proteína (maíz y soya) utilizadas en la fabricación de concentrados y que normalmente están fuera de su alcance.

Cuadro 1. Consumo diario de MS, proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) por vacas sometidas a diferentes tratamientos de alimentación. ECAG, Costa Rica.

Tratamientos	Consumo diario			
	MS (kg)	MS (% PV animal)	PC (kg)	EM (Mcal)
Concentrado	10.8	3.1	1.3	24.2
Cratylia fresca	10.7	3.0	1.3	23.6
Ensilaje de Cratylia	10.4	2.9	1.4	21.9
Significancia (P <)	0.592	0.5	0.147	0.530

Cuadro 2. Producción y composición de la leche de vacas sometidas a diferentes tratamientos de alimentación. ECAG, Costa Rica.

Tratamientos	Leche (kg/vaca por día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	ST (%)	SNG (%)
Concentrado	11.1	3.53	3.36	4.80	12.39	8.86
Cratylia fresca	10.9	3.69	3.24	4.84	12.47	8.78
Ensilaje de Cratylia	10.7	3.81	3.22	4.76	12.49	8.68
Significancia (P <)	0.268	0.063	0.014	0.353	0.736	0.095

Cratylia fresca de 3 meses de rebrote contenía, en promedio, 19.9% de PC y una DIVMS de 53.4% (Cuadro 3). Este último valor es similar al encontrado por Lascano (1995) y diferente a los valores encontrados por Perdomo (1991) y Xavier y Carvalho (1995). En Cratylia ensilada los valores promedio de PC (14.7%) y de DIVMS (40.6%) fueron inferiores a los de Cratylia fresca, no obstante, se considera que este nivel de PC llena los requerimientos de los animales utilizados en el ensayo.

Costos de producción

Para el cálculo de los costos se utilizaron los datos que aparecen en el Cuadro 4. Se consideró la producción de biomasa de Cratylia de 3 meses de edad, cuando las plantas alcanzan su mejor relación hoja:tallo y producen más biomasa aprovechable para ensilaje, lo que permite reducir costos por uso de mano de obra.

Para los cálculos se consideraron los costos por kg de producto ofrecido: concentrado (procesado en la planta de la ECAG), semolina, caña de azúcar, Cratylia fresca —tomando en cuenta el corte, acarreo y picado— y elaboración de ensilaje de Cratylia.

En el Cuadro 5 se observa que aunque el ingreso bruto cuando se utilizó concentrado fue superior (US\$3.13) que cuando se empleó Cratylia fresca o

ensilada (US\$3.10 y US\$3.05, respectivamente); los costos con el uso de concentrado también fueron mayores y el ingreso neto fue de US\$0.84. Cuando se utilizó Cratylia fresca en la dieta el ingreso neto fue de US\$1.26 y con Cratylia ensilada de US\$1.16. También se debe indicar que con el uso de la leguminosa, además del beneficio económico, se obtienen otros beneficios ambientales como son el reciclado de nutrimentos y la sostenibilidad del sistema.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente: (1) *Cratylia argentea* (Cratylia) en estado fresco es una buena alternativa para alimentar vacas en producción; (2) En las condiciones de la ECAG, Cratylia debe ser cosechada a 3 meses de rebrote para la elaboración del ensilaje, ya que a esta edad presenta la

Cuadro 5. Ingresos y egresos (US\$/vaca por día) con las dietas evaluadas. ECAG, Costa Rica.

Tratamientos	Ingresos	Egresos	Diferencia
Concentrado	3.13	2.30	0.84
Cratylia fresca	3.10	1.83	1.26
Cratylia ensilada	3.05	1.89	1.16

Cuadro 3. Composición de *Cratylia argentea* fresca y ensilada. ECAG, Costa Rica.

Periodos de evaluación	<i>C. argentea</i> fresca		<i>C. argentea</i> ensilada	
	PC (%)	DIVMS (%)	PC (%)	DIVMS (%)
I	19.2	56.0	15.3	40.4
II	19.1	50.2	15.2	40.3
III	21.4	54.1	13.6	41.1
Promedio	19.9	53.4	14.7	40.6

Cuadro 4. Costos de alimentación y componentes de la leche en vacas utilizando concentrado y dos formas de *Cratylia argentea* de 3 meses de rebrote. ECAG, Costa Rica.

Tratamientos	Costo (US\$/kg)	Componentes de la leche (%)				
		Grasa	Proteína	Lactosa	ST'	SNG''
Concentrado	0.21	5.85	6.15	4.30	1.67	2.33
Cratylia fresca	0.17	4.56	5.19	3.48	1.35	1.92
Cratylia ensilada	0.18	4.63	5.48	3.71	1.41	2.03

ST = Sólidos totales.

SNG = Sólidos no grasos.

mejor relación hoja:tallo; y (3) *Cratylia* fresca o ensilada puede sustituir el uso de un concentrado comercial en vacas lecheras de mediana producción, siendo una excelente alternativa de alimentación durante la época seca.

Referencias

- Argel, P. J; Lobo, M. B; Romero, F; González, J; Lascano, C. L; Kerridge, P. C; y Holmann, F. 1999. The shrub *Cratylia argentea* as a dry season feeding alternative in Costa Rica. Trabajo presentado en el taller Working with Farmers: the key to adoption of forage technologies, realizado en Cagayan de Oro, Northern Mindanao, Filipinas, octubre 12–15, 1999. 6 p.
- Lascano, C. E. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. A y Coradin L. (eds.). Potencial del genero *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 julio 1995. Brasilia, DF., Brasil. Embrapa, Cenargen, CPAC, CIAT. p. 83-97.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira , Colombia. 128 p.
- Xavier, D. F y Carvalho, M. M. 1995. Avaliação agrônômica da *Cratylia argentea* na zona da Mata de Minas Gerais. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 julio 1995. Brasilia, DF., Brasil. Embrapa, Cenargen, CPAC, CIAT. p. 29 –39.

Evaluación de *Cratylia argentea* como reemplazo de gallinaza en dietas para vacas en pasturas de *Hyparrhenia rufa*

M. Ibrahim, M. Franco, D. Pezo, A. Camero y J. Araya.
CATIE y MAG, Costa Rica

El bajo contenido proteico de las gramíneas tropicales durante la época seca es una limitante importante para el funcionamiento del rumen y la productividad animal en sistemas de producción a base de pasturas. La leguminosa *Cratylia argentea* ha sido identificada como promisoría para los suelos ácidos e infértiles y fue recientemente introducida en las zonas de ladera del trópico seco de Centroamérica, donde ha mostrado rápido establecimiento, rebrote vigoroso y tolerancia a la sequía. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de *Cratylia argentea* cuando se utiliza durante la época seca como sustituto de gallinaza para vacas que pastan en *Hyparrhenia rufa* y su impacto en el mejoramiento del consumo de pasto fibroso con bajo contenido proteico.

Metodología

Se utilizó un diseño cuadrado latino 3 x 3 con tres repeticiones, que incluyó los siguientes tratamientos: T1 = gallinaza más melaza; T2 = caña de azúcar, gallinaza y salvado de trigo; y T3 = gallinaza, melaza, *Cratylia argentea* (*Cratylia*) y salvado de trigo (Cuadro 1). Se utilizaron 9 vacas mestizas entre 60 y 80 días en lactancia, las cuales se asignaron al azar en los tratamientos. En total, se incluyeron tres períodos experimentales consistentes cada uno en 10 días de adaptación a los tratamientos y 5 días de mediciones.

Resultados

La producción promedió de leche/vaca por día fue de 6 kg y no se encontraron diferencias entre tratamientos (Cuadro 1). El porcentaje de grasa en la leche fue menor (2.7%) para la dieta que contenía caña de azúcar, pero esta diferencia tampoco fue significativa.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran claramente que *Cratylia argentea* puede reemplazar hasta en 82% la gallinaza como suplemento proteico para vacas en pasturas de *H. rufa*, sin afectar la producción de leche. Este es un resultado importante ya que la demanda por gallinaza ha incrementado y su precio en términos reales es tan alto que en muchas regiones tropicales los productores ya no pueden adquirirla. Por tanto, esta tecnología basada en la suplementación de *C. argentea* tiene la posibilidad de permitir que pequeños productores de leche puedan tener acceso a un suplemento proteico producido en la finca y de esta manera incrementar sus ingresos y flujo de caja.

Cuadro 1. Dietas ofrecidas a los animales y producción de leche en cada tratamiento.

Dietas	Consumo (kg/animal por día)	Producción de leche (kg/vaca por día)
Dieta 1		5.9
Gallinaza	6.0	—
Melaza	2.5	—
Dieta 2		6.0
Gallinaza	5.0	—
Caña de azúcar	5.0	—
Salvado de trigo	0.7	—
Melaza	0.12	—
Dieta 3		6.1
Gallinaza	1.0	—
Melaza	4.12	—
Salvado de trigo	0.7	—
<i>Cratylia argentea</i>	6.0	—

Uso de aditivos en el ensilaje de *Cratylia argentea*

Carlos Jiménez, Luis Pineda, y Alvaro Medina
UCR, Costa Rica

En las condiciones de trópico seco de Costa Rica (0 - 800 m.s.n.m., 1200 - 1800 mm, y 6 meses de período seco) *Cratylia argentea* (*Cratylia*) ha sido introducida con éxito en fincas con sistemas doble propósito para resolver problemas de baja disponibilidad forrajera en la época seca. El forraje mixto de *Cratylia* más caña de azúcar picada ha probado ser útil para mantener producciones de leche entre 6 y 6.5 kg/vaca por día en animales mestizos Cebú x lechero europeo (Argel y Lascano, 1998; Lobo y Acuña, 1998).

Los productores valoran el alto contenido de PC (más de 15%) y la adaptabilidad y persistencia de esta leguminosa; además, de sus ventajas como cultivo para ensilaje para uso en épocas de escasez. Esto último es especialmente importante, ya que las vacas no consumen bien el forraje de *Cratylia* cuando la disponibilidad de gramíneas en la pastura es alta.

En el trabajo se evaluó el proceso de ensilaje de *Cratylia*, usando aditivos de fermentación y nutritivos. En general, la leguminosas son más difíciles de ensilar que las gramíneas, ya que tienen una alta capacidad amortiguadora o buffer que dificulta la adecuada acidificación del medio anaeróbico, además de sus bajos contenidos de carbohidratos solubles.

Metodología

La leguminosa fue cosechada a una edad de 90 días de rebrote y el material resultante se picó hasta un tamaño de 16 mm. Se emplearon microsilos de doble bolsa plástica de polietileno, con una capacidad aproximada de 1.5 kg. La leguminosa se mezcló con tres aditivos: melaza de caña (M), pulpa de piña (PP) y caña íntegra picada (CI). Cada aditivo se incorporó a tres niveles (en base fresca, p/p): M a razón de 10%, 20% y 30%; PP y CI a razón de 25%, 50% y 75%. Los tratamientos se dispusieron en un diseño totalmente al azar con tres repeticiones.

El follaje de *Cratylia* se obtuvo de una parcela experimental en la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), en Atenas, Costa Rica, a 460 m.s.n.m. La pulpa de piña fue recolectada en la planta Del Oro, en Santa Cecilia de la Cruz, Guanacaste, y la caña en una finca privada en el cantón de Hojancha, Guanacaste.

Los silos permanecieron en fermentación durante 60 días antes de abrirlos para medir el pH y evaluar las características organolépticas (olor y color). Una parte de cada muestra se secó en el horno a 60 °C y una submuestra se congeló para posterior análisis de nitrógeno amoniacal. Los análisis de laboratorio incluyeron: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), nitrógeno amoniacal (Nam) y degradabilidad ruminal de la MS (D).

Para la evaluación organoléptica se usó la escala entre 1 y 3 que se describe a continuación:

Características organolépticas	1 Pobre	2 Medio	3 Bueno
Olor	Butírico (rancio) Amino ácidos degradados o subproductos de N (podrido)	Acético Alcohólico	Láctico Ligeramente acético alcohólico con fondo láctico
Color	Café oscuro Negro	Café claro Amarillento Mohoso	Verde original Verde claro

Resultados y discusión

Todos los ensilajes mostraron un fuerte olor láctico, excepto los de alto contenido de CI (75%), que presentaron un olor alcohólico sobre el fondo láctico (Cuadro 1). El ensilado con 25% y con nivel alto de caña presentó color café claro.

El pH se correlaciona con los contenidos de láctico y acético; un pH inferior que 4 indica un buen proceso de fermentación en sustratos húmedos como estos y, por tanto, un buen producto final. Cuando los niveles de carbohidratos son muy altos o muy bajos, se altera el proceso de fermentación resultando en otros productos finales y valores de pH fuera del rango óptimo. En el caso del nivel de 75% CI los altos niveles de carbohidratos solubles (CS) provocaron una fermentación más hacia el lado alcohólico, con un pH aproximado de 5. En el caso del nivel de 25% PP, debido al alto contenido de humedad de este sustrato, su aporte de CS en base seca fue pequeño, dando una pobre producción de ácido láctico y por tanto un pH aproximado de 4.5.

Es evidente la presencia del efecto amortiguador en *Cratylia*, especialmente en el tratamiento con 10% de melaza. En el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) la adición de 10% de melaza de caña eleva el contenido de carbohidratos solubles a valores por encima de 11% y la fermentación es óptima con valores de pH cercanos a 3.5 (Vargas et al., 1981; Chacón, 1987). Adicionalmente, la capacidad amortiguadora podría coadyuvar a limitar el uso de carbohidratos y la fermentación láctica, lo que explica los altos valores de pH en varios de los otros tratamientos, especialmente aquéllos con altos y bajos contenidos de carbohidratos solubles.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- La adición de 10% de melaza es suficiente para obtener un buen ensilado de *Cratylia*.
- La pulpa de piña adicionada a niveles mayores que 25% mejoró la fermentación en el ensilaje de *Cratylia*, aunque este material tiene un alto contenido de agua que eleva los costos de acarreo.
- La caña de azúcar integra adicionada a un nivel de 25% proporciona suficientes carbohidratos solubles

Cuadro 1. Características* de ensilado de *Cratylia argentea* con tres tipos de aditivo.

Aditivo	Relación (p/p, %)	Olor	Color	pH
Melaza	10	3	3	4.12
	20	3	3	4
	30	3	3	4.05
Pulpa de piña	25	3	2.33	4.45
	50	3	3	3.9
	75	3	2.83	3.45
Caña	25	3	2.5	3.37
	50	3	2.5	4
	75	2.83	2.33	4.73

* Calidad de ensilado: 1= pobre, 2 = media, 3 = buena.

para una buena fermentación láctica; niveles más altos implican el riesgo de un proceso alcohólico.

Referencias

- Argel, P. J. y C. Lascano. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas Tropicales* 20(1):37-43.
- Chacón Ulate, H. 1987. Determinación de los cambios físico-químicos durante la fermentación del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en microsilos. Tesis Ing. Agr., Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 72 p.
- Lobo, M., y V. Acuña. 1998. Uso de *Cratylia argentea* y caña de azúcar como un sustituto de la gallinaza en fincas de doble propósito en las laderas secas de Costa Rica. *Tropileche Hoja Informativa* no. 5. Octubre 1998.
- Vargas Cordero, R.; C. Jiménez, C. Boschini y M. Constela. 1981. Estudio sobre cambios físico-químicos durante la fermentación del pasto elefante en microsilos de laboratorio con tres niveles de melaza. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):121-125.

Siembra asociada de maíz con soya forrajera para ensilaje en la Costa Pacífica de Costa Rica

1. Efecto económico de la venta parcial de la cosecha de maíz tierno (elotes)

Carlos Jiménez, Luis Pineda, Bernardo León y Alejandro Montenegro
UCR, Costa Rica

El maíz es considerado como el producto de mejor calidad para ensilaje en el trópico, no obstante, el alto costo del cultivo limita su uso por los pequeños y medianos productores de América Latina.

En la región de la costa Pacífica Norte de Costa Rica está ocurriendo una rápida transformación de los hatos de carne hacia sistemas de doble propósito. La leche producida en las fincas de la región es comercializada en forma fresca, como quesos, o es entregada a las cooperativas industrializadoras. Con excepción de la leche que se entrega a las cooperativas, el precio en época seca o de verano (diciembre a mayo) es más alto, como resultado de la reducción en la oferta y el mantenimiento de la demanda.

Una solución a la reducción en la oferta consiste en corregir las deficiencias en la cantidad y calidad del forraje en oferta durante la época seca, lo cual ya lo están haciendo algunos productores de la región con el uso de caña de azúcar y suplementos como pollinaza, urea y melaza. Sin embargo, estos productos no llenan los requerimientos de vacas mejoradas genéticamente, las cuales requieren forrajes de mayor valor nutritivo para expresar su potencial durante el período seco.

La estación experimental de ganado lechero Alfredo Volio Mata y la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), están desarrollando un proyecto de evaluación de nuevas tecnologías de alimentación en 16 fincas que tienen vacas mejoradas genéticamente. En el desarrollo del proyecto han aparecido nuevos desafíos que es necesario resolver, entre ellos la falta de forrajes de mejor calidad para llenar las necesidades de los animales en la época seca.

El objetivo de este estudio fue evaluar los factores que intervienen en la producción de ensilado de maíz y soya con especial énfasis en los aspectos de costos de cultivo y proceso de ensilaje.

Materiales y métodos

En agosto de 1999 se sembró un híbrido de maíz blanco localmente adaptado (Cristiani Burkard HS-5G) y una variedad de soya para grano y forraje (CIGRAS 10) desarrollada por el Centro de Investigación en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica y probada con éxito en la región. El maíz se sembró a razón de 6 semillas/m de surco y la soya a razón 15 semillas en una distancia igual, en ambos casos la distancia entre surcos fue de 0.80 m. Las parcelas principales consistieron en surcos de cada cultivo así: (1) asociados (1:1), (2) intercalados (4:4) y (3) en monocultivos. Se utilizó un diseño de parcelas sub-subdivididas donde las subparcelas consistieron en los métodos de cosecha del cultivo antes del ensilaje: (1) remoción del 50% de los 'chilotes' (a media floración), (2) remoción del 50% de los 'elotes' (en estado de grano en leche), y (3) sin remoción de frutos. Las variables experimentales consistieron en los método de siembra y el porcentaje de remoción de elotes o chilotes. Cada tratamiento fue repetido tres veces.

La siembra asociada se realizó con el fin de mejorar el contenido en proteína cruda (PC) del producto final. Las modificaciones a la cosecha se incluyeron para estimar el impacto económico de la venta de parte de la cosecha y la capacidad de recuperar parcial o totalmente la alta inversión del cultivo y proceso de ensilaje.

Se midieron los rendimientos de chilotes, elotes y forraje de cada cultivo, así como los costos detallados del cultivo de maíz y su ensilaje.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se incluyen los costos/ha de la siembra, el mantenimiento, la cosecha y el ensilaje, asumiendo áreas iguales de cada cultivo en asociación. En el Cuadro 2 se resumen los rendimientos de los cultivos para todos los tratamientos, expresando el forraje producido tanto en base fresca como seca.

El promedio de unidades/ha vendidas de chilotes fue de 7533 a US\$0.02 cada uno, lo que representó un total US\$150.66. Si se descuentan los costos de cultivo y ensilaje del maíz sólo se recupera el 37.5% del total de los costos/ha. En el caso de los elotes, el promedio vendido fue de 7312 unidades US\$ 0.0425 la unidad, para un ingreso total de US\$310.76, el cual cubrió 77.4% de los costos.

El promedio de los rendimientos fue inferior a 1 mazorca/planta, siendo menor de lo esperado, lo que afectó significativamente los resultados. Con una densidad aceptable de 4 a 5 plantas/m de surco y una producción de 1 o más mazorcas/planta se podrían cosechar el 50% de los elotes o chilotes, lo que representaría una producción entre 25,000 y 30,000 unidades/ha.

El maíz produjo aproximadamente 30 t/ha de forraje fresco y la soya 11 t/ha, equivalentes a 10.5 y 3.5 t/ha de MS. Con maíz el rendimiento óptimo se estima entre 40 y 45 t/ha, por tanto, se considera que es posible mejorar los rendimientos obtenidos en este trabajo, mediante una fertilización más balanceada y el mejoramiento del drenaje en el suelo de algunas parcelas. Los rendimientos de la soya fueron 50% de los obtenidos en monocultivo en el cantón de Carrillo (Costa Rica), en condiciones de suelo y clima semejantes al sitio donde se realizó este estudio.

Conclusiones

En la región del Pacífico de Costa Rica existe un buen potencial del cultivo mixto de maíz con soya para la fabricación de ensilaje, no sólo por el incremento en la cantidad de proteína del producto final, sino por el efecto económico que tiene sobre el valor final del producto y el aprovechamiento parcial de la cosecha de maíz. Los resultados mostraron que fue posible amortizar el 77.5% del costo del ensilaje, incluyendo la siembra, la cosecha y el mantenimiento.

Cuadro 1. Costos de producción del cultivo de maíz para ensilaje. Costa Pacífica de Costa Rica, 1999.

Componente del costo	Unidades/ha	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Preparación del terreno (h)	4 h	11.70	46.80
Siembra			
Semilla de maíz (kg)	18.0	0.85	15.30
Semilla de soya (kg)	16.0	0.40	6.40
Inoculante (kg)	0.32	13.35	4.27
Fertilizante (10:30:10) (kg)	100	0.30	30.00
Mano de obra (h)	36	1.09	39.24
Mantenimiento del cultivo			
Fertilizante (Urea, kg)	300	0.20	60.00
Herbicida (Atrazina, l)	2	5.00	10.00
Mano de obra (h)	12	1.09	13.08
Cosecha			
Chilotes (h)	14	1.09	15.26
Elotes (h)	14	1.09	15.26
Forraje (corte y picado) (h)	40	1.09	76.00
Picadora estacionaria (t)	25	0.17	4.25
Ensilado (silo de montón)			
Plástico (t)	25	0.42	10.50
Compactación (t)	25	1.12	28.00
Mano de obra (h)	25	1.09	27.25
Total (US\$)			401.61

Cuadro 2. Rendimientos por hectárea en diferentes métodos de cultivo de maíz más soya para ensilaje. Costa Pacífica de Costa Rica, 1999.

Tratamiento	Producción de forraje					
	Cultivo (No. /ha)		Fresco (kg/ha)		Seco ^a (kg/ha)	
	chilotes	elotes	maíz	soya	maíz	soya
Cultivo asociado						
Cosecha 50% chilotes	14,780	0	28,194	10,278	9365.4 (74.9)	3014.6 (25.1)
Cosecha 50% elotes	0	15,870	29,584	7084	11,131.2 (82.9)	2285.4 (17.1)
Sin cosecha	0	0	40,834	11,458	14,150.8 (79.0)	3679.0 (21.0)
Cultivo intercalado						
Cosecha 50% chilotes	14,890	0	26,528	13,820	9829.4 (70.4)	4158.4 (29.6)
Cosecha 50% elotes	0	13,358	24,930	12,362	8999.8 (71.2)	3597.0 (28.8)
Sin cosecha	0	0	33,958	14,270	12,267.4 (73.0)	4248.0 (23.0)
Monocultivo						
Cosecha 50% chilotes	15,533	0	31,944	10,556	9795.2 (76.8)	3002.8 (23.2)
Cosecha 50% elotes	0	14,645	24,306	10,278	8448.4 (70.9)	3239.4 (29.1)
Sin cosecha	0	0	30,972	11,216	11,386.8 (74.6)	3872.8 (25.4)
Promedios						
Cosecha 50% chilotes	15,067	0	28,888.7	11,551.3	9663.3(74.0)	3391.9 (26.0)
Cosecha 50% elotes	0	14,624	26,273.3	9908.0	9526.5 (75.0)	3040.6 (25.0)
Sin cosecha	0	0	35,254.7	12,314.7	12601.7(75.5)	3933.3 (24.5)
Asociado			32,870.7	9606.7	11,549.1 (78.6)	2993.0 (21.4)
Alterno			28,472.0	13,484.0	10,365.5 (71.5)	4001.1 (28.5)
Monocultivo			29,074.0	10,683.3	9876.8 (74.1)	3371.7 (25.9)
General	15,067	14,624	30,138.9	11,258.0	10597.2 (75.0)	3455.3 (25.0)

a. Entre paréntesis aparece el porcentaje de cada componente asociado en el total de materia seca.

Es posible, en este caso, que mediante mejores prácticas de cultivo, especialmente la fertilización adecuada y el mejoramiento del drenaje de algunos

lotes se obtengan mejores rendimientos y elotes para venta, con lo cual se pagaría el 100% o más de la inversión inicial.

Siembra asociada de maíz con soya forrajera para ensilaje en la Costa Pacífica de Costa Rica

2. Algunos indicadores de la calidad del ensilado

Carlos Jiménez, Luis Pineda, Bernardo León y Alejandro Montenegro
UCR, Costa Rica

La incorporación de una leguminosa en el cultivo para la fabricación de ensilado mejora la calidad del producto final, por otra parte, la venta de parte de los elotes de maíz cultivado para ensilaje puede reducir los costos de producción.

En la región Pacífica Norte de Costa Rica los ganaderos están desarrollando explotaciones lecheras en sistemas de doble propósito, pero tienen problemas de alimentación de las vacas en la época seca; en estas condiciones, el uso de un ensilaje de buena calidad, por ej., maíz más soya forrajera les permitiría mantener la producción de leche en dicha época.

Este estudio se realizó en la estación experimental de ganado lechero Alfredo Volio Mata y la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, es un complemento de los estudios mencionados antes y su objetivo fue evaluar la calidad del ensilado de maíz cultivado en asociación con soya forrajera.

Materiales y métodos

El ensilaje se realizó en microsilos de 3 kg de capacidad en doble bolsa de polietileno, utilizando forraje fresco de maíz más soya forrajera en diferentes proporciones (Cuadro 1). Al igual que en el estudio anterior, se consideraron las formas de maíz siguientes: (1) forraje al que se le removió la mitad de la cosecha de chilotes (a media floración), (2) forraje al que se le removió la mitad de la cosecha de elotes (en estado de grano en leche) y (3) forraje sin remoción del grano de maíz. El maíz se cosechó una semana después de la cosecha de elotes y la soya en el estado fenológico R6 (semilla formada e inicio de llenado).

Los microsilos fueron abiertos después de 70 días de fermentación y se evaluaron el pH y las características organolépticas (olor y color) de acuerdo con la escala que aparece a continuación:

Características organolépticas	1 Pobre	2 Medio	3 Bueno
Olor	Butírico (rancio) Amino ácidos degradados o subproductos de N (podrido)	Acético Alcohólico	Láctico Ligeramente acético alcohólico con fondo láctico
Color	Café oscuro Negro	Café claro Amarillento Mohoso	Verde original Verde claro

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el ensilaje de maíz más soya forrajera. Costa Pacífica de Costa Rica.

Tratamiento	Relación maíz:soya	Condición del forraje
T1	1:1	Sin remoción de mazorca
T2	1:1	Remoción 50% elotes
T3	1:1	Remoción 50% chilotes
T4	2:1	Sin remoción de mazorca
T5	2:1	Remoción 50% elotes
T6	2:1	Remoción 50% chilotes
T7	3:1	Sin remoción de mazorca
T8	3:1	Remoción 50% elotes
T9	3:1	Remoción 50% chilotes

Una parte de cada muestra se secó en horno a 60 °C y se congelaron submuestras para análisis posterior de nitrógeno amoniacal. Los análisis de laboratorio incluyeron: (1) materia seca (MS), materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC); (2) nitrógeno amoniacal (Nam) y (3) tasa de degradabilidad ruminal

(D). Los tratamientos se ordenaron en un diseño totalmente aleatorizado con tres repeticiones.

Resultados y discusión

Las características organolépticas del ensilado aparecen en el Cuadro 2. El olor fue entre ligeramente acético y láctico, lo que es evidente por los valores de pH obtenidos que se relacionan con la fermentación láctica. Como referencia se fermentaron tres repeticiones de soya sola y sus resultados promedio fueron: pH = 5, olor = 2 y color = 3. Este valor de pH es indicativo de la alta capacidad amortiguadora o tampón de las leguminosas, que pueden afectar los resultados finales de la fermentación, aún con un sustrato de buena calidad como el maíz. Es posible mejorar las características de la fermentación con el uso de lactobacilos como inóculo. El color en todos los tratamientos permaneció constante con el original.

Fue evidente el efecto mejorador de la soya sobre el contenido de PC del ensilado, alcanzando un valor aproximado de 12% en el ensilaje de partes iguales maíz:soya (1:1) en base fresca (Cuadro 3). El contenido de PC de un ensilaje comparativo de soya sola fue de 15.6%. Los resultados en la Universidad de Wisconsin muestran un contenido promedio de PC de $7.6 \pm 0.81\%$ en 1996 muestras de ensilados de maíz, recolectadas a través de 10 años en los estados de Iowa y Wisconsin (Lauer et al., 1999). Fue clara la tendencia en la reducción en PC cuando el porcentaje de soya en la mezcla fue menor, llegando a valores cercanos a 8%, lo cual sugiere que los resultados obtenidos en este experimento se ajustan a lo normal ($7.6 \pm 0.81\%$) para el ensilado de maíz. Los contenidos de MS de las mezclas fueron muy similares, sin encontrar efecto por la adición de soya, lo cual es ventajoso ya que no sería un factor limitante para el consumo de MS por los animales.

Cuadro 2. Olor, color y pH del ensilado de maíz:soya en diferentes proporciones. . Región Pacífica de Costa Rica.

Tratamiento ^a	Maíz:soya	Olor	Color	pH
T1	1:1	2.50	3,00	4,25
T2	1:1	2.50	3.00	3.50
T3	1:1	3.00	3.00	3.95
T4	2:1	—	—	—
T5	2:1	2.50	3.00	4.00
T6	2:1	2.00	2.50	4.20
T7	3:1	2.50	3.00	3.80
T8	3:1	2.50	3.00	3.65
T9	3:1	2.75	3.00	3.68

a = Los tratamientos se describen en el Cuadro 1.

Titterton y Maasdorp (1997) trabajando con ensilaje (1:1) de maíz y 15 leguminosas en monocultivo encontraron que todas las leguminosas presentaron niveles de fermentación aceptables (pH en el rango de 3.7 a 4.5 y NH₃:N > 12%). Encontraron, además que los contenidos de proteína en base seca se incrementaron de 77g/kg en el ensilaje de maíz solo hasta 93 g/kg en lupino amarillo y 153g/kg en el forraje de soya.

Conclusiones

- A partir de la evaluación organoléptica y los valores de pH los ensilados obtenidos en este trabajo se pueden considerar de buena calidad. Los contenidos de MS, que oscilaron entre 26.5 y 28.3 %, son aceptables y se asociaron con bajas pérdidas de efluentes.
- Los valores de calidad de los ensilados están dentro de rangos normales encontrados en la literatura y muestran claramente una ventaja en el uso del forraje de soya en mezcla con el maíz para ensilar.

Referencias

- Lauer, J; Kohn, K.; y Flannery, P. 1999. Wisconsin corn hybrid performance trials grain and silage. University of Wisconsin. College of Agricultural and Life Sciences. Bull. A3653. December 1999.
- Titterton, M.; Maasdorp, B. M. 1997. Nutritional improvement of maize silage for dairying: mixed crop silages from sole and intercropped legumes and a long season variety of maize. 2. Ensilaje. J. Fd. Sci. Tec 69: 263-270.

Cuadro 3. Contenidos de MS, y PC de ensilajes de maíz:soya en diferentes proporciones. Región Pacífica de Costa Rica.

Tratamiento ^a	Maíz:soya	MS (%)	PC (%)
T1	1:1	29.3	12.0
T2	1:1	26.5	11.6
T3	1:1	27.4	11.9
Promedio		27.7	11.8 ^a
T4	2:1	—	—
T5	2:1	26.9	9.8
T6	2:1	26.1	9.2
Promedio		26.5	9.5 ^b
T7	3:1	26.9	8.1
T8	3:1	27.7	8.8
T9	3:1	30.2	8.7
Promedio		28.3	8.5 ^c

a = Los tratamientos se describen en el Cuadro 1.

* = Promedios seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa (P ≤ 0.05%), según la prueba de Duncan.

Actividad 1.3. Relaciones funcionales entre recursos forrajeros de calidad contrastantes, la fermentación ruminal y los parámetros sanguíneos

Aspectos sobresalientes

- Las concentraciones de nitrógeno ureico en la leche (NUL) son un buen indicador de la relación proteína-energía en la dieta.
- Las concentraciones de NUL son útiles para aumentar la eficiencia en el uso de recursos forrajeros a nivel de finca.

Definición de las concentraciones de NUL para recomendaciones óptimas de la relación proteína:energía en dietas a base de forrajes tropicales

Patricia Avila y Carlos Lascano
CIAT, Colombia

Cuando en el rumen existe un exceso de nitrógeno en relación con energía aumenta la concentración de amoníaco ruminal. Este último cuando no es usado se introduce en la sangre portal a través de la pared del rumen y es transferido al hígado donde es desintoxicado mediante conversión a urea. El hígado también produce urea por desaminación de aminoácidos originados por digestión postruminal y cambio proteico sistémico. La urea luego circula de la sangre a los riñones y es excretada con la orina o puede difundirse de la sangre a la leche. Cuando hay una deficiencia de proteínas, las concentraciones de amoníaco ruminal son relativamente bajas y se incrementa la proporción de nitrógeno reciclado de regreso al rumen como urea. Como resultado de estas transacciones metabólicas, el nitrógeno ureico de la sangre (NUS) se correlaciona altamente con el 'amoníaco' ruminal y con el nitrógeno ureico de la leche (NUL). Por consiguiente, en rumiantes sanos las concentraciones de NUL podrían ser un buen indicador de la relación proteína:energía en la dieta.

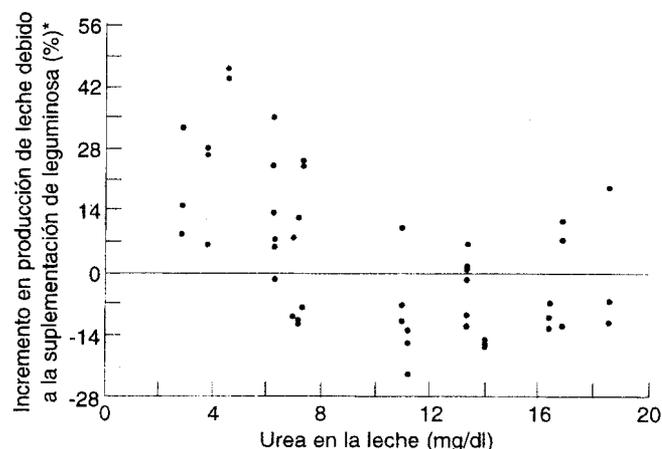
El objetivo del estudio fue determinar el nivel de urea en la leche que podría ser utilizado como referencia para aumentar la cantidad de proteína a suplementar en la dieta con una alta probabilidad de que las vacas respondan con una mayor producción de leche.

Métodos

El trabajo se realizó entre 1992 y 1995 en la estación CIAT Quilichao en pasturas contrastantes de *Andropogon gayanus* y *Brachiaria dictyoneura*. Se tuvieron dos grupos de cuatro vacas Brahman x Holstein cada uno, que se manejaron con un sistema de 7 días de ajuste de las vacas a la dieta y 7 días de mediciones. Las producciones de leche se registraron durante los 7 días de mediciones y las muestras de leche para medir el contenido de urea fueron tomadas los días 1, 4 y 7 de cada período. El diseño experimental usado fue Cuadrado Latino 4 x 4.

Resultados

En la Figura 1 se muestra la relación entre el aumento en producción de leche y el NUL de las vacas alimentadas con *Cratylia argentea* y caña de azúcar. Es posible identificar cuatro grupos (uno en cada cuadrante), de la forma siguiente: (1) vacas que mostraron un incremento en producción de leche debido a la suplementación de leguminosas, cuando el nivel de urea en la leche fue menor que <10 mg/dl; en este caso, las observaciones se hicieron principalmente en vacas mestizas; (2) vacas que no respondieron a la suplementación de leguminosas, aunque el nivel de urea fue menor que 10 mg/dl; estas observaciones se hicieron en vacas mestizas y Brahman, en proporciones similares; (3) vacas con nivel de urea mayor que 10 mg/dl, las que experimentaron un aumento moderado en producción y eran tanto mestizas como Brahman, en proporciones similares; y (4) vacas que no tuvieron aumento en producción debido a la suplementación de



* Con respecto al control (sólo caña de azúcar)

Figura 1. Relación entre el incremento en producción de leche y el nivel de urea en la leche de vacas en pastoreo, suplementadas con *Cratylia argentea* y caña de azúcar.

leguminosas con nivel de urea en leche mayor que 10 mg/dl. Este grupo estaba principalmente compuesto de vacas Brahman.

Conclusiones

Estos resultados indican que un nivel de urea en la leche aproximado de 10 mg/dl podría ser utilizado como punto de referencia para aumentar el contenido proteico

en la dieta con una probabilidad alta de que las vacas lecheras respondan con mayores rendimientos de leche, siempre que el potencial genético de dichas vacas esté demostrado. Además, estos resultados indican que las vacas mestizas responden a la suplementación de leguminosas, aun cuando los niveles de NUL sean mayores que 10 mg/dl. Esto no parece ocurrir para la mayoría de vacas tipos Brahman o Cebú.

Resultados de Investigación

Componente 2. Desarrollo de nuevas alternativas de alimentación para ganado en sistemas doble propósito

Actividad 2.1. Evaluación a nivel de finca de diferentes sistemas de forrajes con ganado bovino en sistemas doble propósito

Aspectos sobresalientes

Los sistemas forrajeros para suplementación estratégica durante la estación seca reducen la necesidad de comprar alimentos concentrados para animales y aumentar el ingreso en fincas de doble propósito.

El uso de leguminosas con una fuente de energía durante la estación seca mantiene la producción de leche.

Producción de leche de vacas de doble propósito en pasturas de *Brachiaria brizantha* cv. La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoi* cv. el Porvenir en el trópico subhúmedo de Costa Rica

Marco Lobo y Vidal Acuña
MAG, Costa Rica

Costa Rica tiene una extensión territorial de 51,023 km² de los cuales 25,100 km² (49,2%) se encuentran bajo explotación agropecuaria según el Censo Agropecuario Nacional de 1984. De esta área en cultivo, la mayor superficie está ocupada por pasturas con un total de 16,500 km² (65.7%). La ganadería bovina se encuentra distribuida en 51,000 explotaciones y su población se estima en 2,150.000 cabezas de ganado, de las cuales el 75% tienen diferentes niveles de encaste con razas cebuínas.

Entre los principales problemas que afectan el buen desarrollo de la ganadería bovina en Costa Rica están la baja productividad de carne y leche; los bajos índices reproductivos; la deficiencia nutricional, especialmente por la baja disponibilidad y calidad de los forrajes durante la época seca; y los problemas sanitarios.

El forraje es el recurso alimenticio más barato y de mayor disponibilidad con que cuenta la ganadería en Costa Rica, pero actualmente un alto porcentaje de las pasturas se encuentran degradadas, por tanto, su disponibilidad y calidad son deficientes.

El mejoramiento, tanto en calidad como en cantidad del recurso forrajero, mediante la recuperación de pasturas degradadas son aspectos importantes que contribuyen a aumentar la productividad de la ganadería en general. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de leche de vacas en sistemas doble propósito en una pastura recuperada con *Brachiaria brizantha* cv. La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoi* cv. Porvenir y *Centrosema brasilianum*.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en una finca localizada en San Jerónimo de Esparza, localizada a 250 m.s.n.m., en el trópico subhúmedo de la región Pacífico Central caracterizada por estaciones seca (diciembre-mayo) y lluviosa (junio-noviembre) y 2500 mm de precipitación. Se establecieron 4 ha *Brachiaria brizantha* cv La Libertad en un lote donde existía una pastura degradada de *Brachiaria ruziziensis*. El área se dividió en dos potreros iguales, uno de los cuales se asoció con *A. pintoi* CIAT 18744 cv. Porvenir y *C. brasilianum* CIAT 5234.

Para determinar la disponibilidad de forraje en base seca y la composición botánica de ambas pasturas se utilizó el método Botanal (Haydock y Shaw, 1975).

Se utilizó un grupo de 26 vacas en producción de diferentes grupos raciales con predominio de la raza Pardo Suizo con un peso promedio de 450 kg y un toro Brahman. Este grupo pastó durante 4 días consecutivos la pastura en monocultivo y 5 días la pastura asociada. La producción de leche se midió los días 1 y 4 en la pastura en monocultivo y los días 1, 3 y 5 en la pastura asociada, comparando la producción de éstas con la pastura de *B. ruziziensis* utilizada en la finca.

En la época de lluvias las pasturas se usaron en un sistema rotacional, con un período de ocupación de 4 o 5 días y 27 días de descanso, mientras que durante la época seca el pastoreo fue continuo.

Para comparar los promedios de producción de leche se utilizó la prueba de 't' de Student (Steel y Torrie, 1988). Se compararon los promedios de producción de los animales en la pastura sola vs. los promedios que se obtuvieron en la pastura nativa y en

la asociada. La carga animal estimada, tanto para la pastura nativa como para la pastura sola y asociada, se calculó por el método propuesto por Paladines y Lascano (1983), tomando en cuenta las unidades animales y el sistema de pastoreo.

Resultados

Disponibilidad de forraje y composición botánica. En el Cuadro 1 se presentan los promedios de disponibilidad de MS y la composición botánica en ambas pasturas durante la época de lluvias y tres períodos consecutivos. Es necesario aclarar que el porcentaje de *C. brasilianum* encontrado en la pastura asociada fue muy bajo, por tanto, se incluyó en el porcentaje de leguminosas presente en la pastura asociada.

En los años de evaluación se encontró un aumento en la disponibilidad de forraje para las pasturas en proceso de renovación. Inicialmente la disponibilidad de forraje en ellas era, en promedio, de 3 t/ha y al finalizar 1999 era de 6.3 t/ha en la pastura de solo gramínea mejorada y de 7.1 t/ha en la pastura asociada. Lo anterior demuestra las bondades del método de recuperación de pasturas utilizado en este caso.

La mayor disponibilidad de forraje se reflejó en un aumento de la carga animal, la cual en la pastura natural era de 1.5 UA/ha mientras que para la pastura sola fue de 2 UA/ha y en la asociada 2.4 UA/ha. Por otra parte, la invasión de malezas fue menor en esta última pastura.

Producción de leche. Los promedios de producción de leche en las vacas en las pasturas nativa y de *B. brizantha* sola fueron similares (Cuadro 2). Por el contrario, los promedios de producción en las pasturas asociadas fueron mayores que en la nativa (Cuadro 3). Ambas pruebas se realizaron de manera independiente, considerando la pastura nativa como testigo.

Cuadro 2. Promedios de producción de leche de vacas en sistemas doble propósito, utilizando pasturas nativas y *B. brizantha*, durante la época de lluvias entre 1997 y 1999. Esparza, Costa Rica.

Período	Producción de leche en dos tipos de pasturas (kg/vaca por día) ^a	
	Nativa ^b	<i>B. brizantha</i> sola
1997	8.6	9.0
1998	7.5	7.7
1999	7.6	7.8
Promedio	7.9 a'	8.2 a

a = Promedio de 26 vacas en ordeño.

b = Principalmente *B. ruziziensis*.

* Promedios en una misma fila seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.0246), según la prueba de t.

Cuadro 3. Promedios de producción de leche de vacas en sistemas doble propósito utilizando pasturas nativas y asociadas, durante la época de lluvias entre 1997 y 1999. Esparza, Costa Rica.

Período	Producción de leche en dos tipos de pasturas (kg/vaca por día) ^a	
	Nativa ^b	<i>B. brizantha</i> + <i>C. brasilianum</i>
1997	8.6	9.3
1998	7.5	7.9
1999	7.6	8.1
Promedio	7.9 a'	8.4 b

a = Promedio de 26 vacas en ordeño.

b = Principalmente *B. ruziziensis*.

* Promedios en una misma fila seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.0246), según la prueba de t.

Durante el año 1997 se presentó un incremento mayor en la producción de leche en comparación con los demás años, debido a que las vacas en esta época recibieron una suplementación diaria de 5 kg de pollinaza y 1.5 kg de un subproducto de soya.

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje y composición botánica en una pastura de *Brachiaria brizantha* cv. La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoi* y *Centrosema brasilianum* durante las épocas de lluvia entre 1997 y 1999. Esparza, Costa Rica.

Período	Pastura en monocultivo					Pastura asociada				
	t/ha	Gram. (%)	<i>A. pintoi</i> (%)	Leg.* (%)	Maleza (%)	t/ha	Gram. (%)	<i>A. pintoi</i> (%)	Leg. (%)	Maleza (%)
1997	4.113	62	0	22	16	5.105	57	18	13	12
1998	4.483	67	0	18	15	5.408	58	24	4	14
1999	6.306	88	0	8	3	7.155	53	42	5	1
Promedio	4.967	72	0	16	11	5.889	56	28	7	9

a. Además de *C. Brasilianum*, se encontraron *Calopogonium muconoides*, *Zornia* spp y *Aeschynomene* spp.

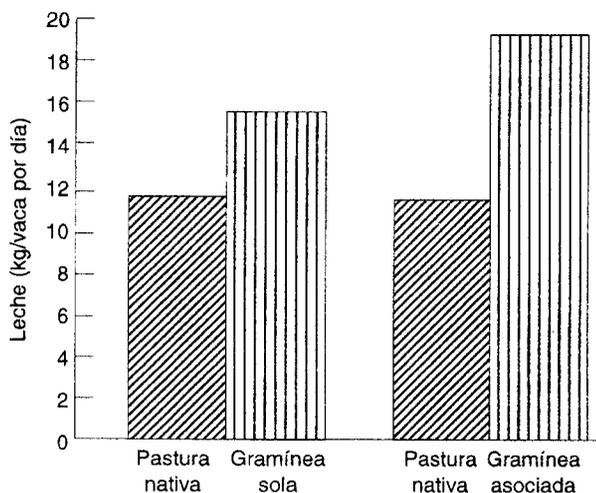


Figura 1. Promedios de producción de leche (kg/ha) de vacas en sistemas doble propósito en *Brachiaria brizantha* sola y asociada con *Arachis pintoi* vs. pastura nativa en Esparza, Costa Rica.

El incremento promedio en producción de leche durante los 3 años de evaluación en la pastura sola con relación a la nativa fue 3.8%, mientras que con las vacas que consumían la pastura asociada este incremento fue de 6.3%. Consecuentemente, además de este aumento sobre la producción, también se produjo un incremento en los ingresos del productor por la mayor cantidad de leche vendida.

En el presente trabajo las diferencias en producción de leche entre pasturas solas y asociadas fueron de 250 g/animal por día, lo que coincide con los resultados encontrados por Ullrich et al. (1994) trabajando en sistemas doble propósito con vacas en pasturas de *B. decumbens* sola y asociada. En la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) en Atenas (Costa Rica) en una pastura *B. decumbens/A. pintoi* cv. Porvenir el incremento en la producción de leche de vacas Jersey fue de 9%, en comparación con vacas en pasturas de solo gramínea y suplementadas con concentrado comercial (Romero y González, 1998). Estos resultados son similares a los encontrados en este estudio, no obstante que se trataba de vacas especializadas en la producción de leche que recibieron concentrado, lo que confirma nuevamente el efecto benéfico de las leguminosas sobre la producción de leche.

Además de los beneficios en producción de leche cuando se utilizan pasturas mejoradas, existe un incremento significativo en la producción de leche por hectárea, como se muestra en la Figura 1.

Cipagauta et. al., (1998) en el Piedemonte Amazónico del Caquetá, Colombia, encontraron que vacas lecheras cruzadas media sangre Holstein x Cebú en pasturas de *B. decumbens* solo y asociado con leguminosas (20%) produjeron 52% más leche por hectárea en la pastura sola vs. pastura nativa y 94% más leche en la pastura asociada; mientras que al comparar la producción de leche estimada por hectárea entre la pastura asociada vs. la pastura sola la diferencia en producción por hectárea fue de 23%. En el presente estudio, los incrementos obtenidos para ambas pasturas con respecto a la pastura nativa son ligeramente inferiores (37% y 70%, respectivamente), mientras que el incremento en producción de leche entre pastura asociada y sola fue de 24%, a favor de la primera.

González, et. al. (1996) encontraron que vacas Jersey y criollo lechero centroamericano y el cruce entre ellas, produjeron 14% más leche por hectárea en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) asociada con *A. pintoi* que en pasturas de la gramínea fertilizada con 100 kg/ha de N por año. Este incremento en producción de leche fue inferior al encontrado en este trabajo, pero la carga animal sí fue similar (2.6 UA/ha).

Lascano y Avila (1991) en asociaciones de *B. dictyoneura* con *C. acutifolium* y con *C. macrocarpum* encontraron que la producción de leche corregida por grasa aumentó, en promedio, 20% más con relación a la producción en la gramínea sola. Con *Andropogon gayanus* asociado con las mismas leguminosas, el incremento en producción vs. La gramínea sola fue de 15%.

Conclusiones

En este estudio, la recuperación de pasturas degradadas mediante el establecimiento de pastos mejorados produjo un incremento en la producción de leche y permitió aumentar la carga animal. Con la introducción de *A. pintoi* fue posible alcanzar una mayor producción de leche y un aumento en la carga animal, en relación con las pasturas nativas y mejorada de solo gramínea. La recuperación de pasturas con la introducción de gramíneas y leguminosas mejoradas promueven una mayor disponibilidad de forraje y, por consiguiente, una mayor capacidad de carga animal.

Referencias

- Cipagauta, M.; Velásquez, J.; y Pulido, J. I. 1998. Producción de leche en tres pasturas del Piedemonte amazónico del Caquetá, Colombia. *Pasturas tropicales*. 20 (3). 2-9.

- González, M. S.; Van Heurck, L. M.; Romero, F.; Pezo, D.; y Argel P. 1996. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. Pasturas Tropicales. 18(1):2-12.
- Haydock, K. P. y Sharon, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. animal Husb. 15:663-670
- Lascano, C. y Avila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales. 13(3):2-10.
- Lucas, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. 2da series no. 18. North Carolina State University. (Mimeografiado).
- Paladines, O. y C. Lascano. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: Paladines, O. y C. Lascano (eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales(RIEPT), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 165-183.
- Romero, F. y J. González. 1998. Produciendo mas leche mediante pasturas asociadas con *Arachis pintoi*. Hoja Informativa Tropileche No. 4 (Marzo 1998), CIAT, Cali.
- Steel, R. D. y Torrie, J. C. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da edición. Trad. Por Ricardo Martínez. México, Mc Graw-Hill.
- Ullrich, C.; Vera, R.; y Weniger, J. A. 1994. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. Pasturas Tropicales. 16(3):27-30.

Efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la productividad de *Cratylia argentea* cv. Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica

Marco Lobo y Vidal Acuña
MAG, Costa Rica

El desarrollo de la ganadería en el trópico se caracteriza por ser extensiva y se basa en el uso de gramíneas, no obstante, en explotaciones un poco más intensivas, como el sistema doble propósito y en las lecherías semiespecializadas, la alimentación se complementa con subproductos agroindustriales durante la época seca del año.

El uso de estos subproductos es cada vez más limitado, debido a que su calidad nutritiva es muy variable al igual que su precio. Además, en algunas regiones estos subproductos deben ser tratados con calor, lo que puede afectar su calidad nutritiva.

Por lo anterior, en los últimos años se ha intensificado la investigación en el uso de leguminosas arbustivas con el propósito de ofrecer al ganado bovino una mejor fuente de alimentación producida en la finca a un menor costo.

Cratylia argentea (*Cratylia*) es una leguminosa arbustiva nativa de la Amazonía y partes de Brasil, Perú y Bolivia. Se caracteriza por su adaptación a un amplio rango de suelos principalmente ácidos de baja fertilidad y bien drenados, y por su capacidad de rebrote durante la época seca. Presenta alto valor de proteína cruda, la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) posee valores intermedios y su forraje es más apetecido durante la época seca.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la productividad (producción y valor nutritivo) de la *C. argentea* cv Veraniega en dos edades de rebrote y tres alturas de corte de planta sobre el suelo en la región Pacífico Central de Costa Rica.

Materiales y métodos

Al comienzo de la época de lluvia de 1996 en una finca ubicada en San Juan Grande de Esparza (250 m.s.n.m., con una precipitación de 2400 mm y una

estación seca de 6 meses) se estableció un banco de *Cratylia*. La siembra se hizo a 50 cm entre plantas y 1 m entre hileras, en un Ultisol franco-arcilloso con pH = 5.4, Ca = 7.2 cmol/l, Mg = 2.6 cmol/l, P = 6 mg/l y 3.1% de M.O.

Después de 1 año del establecimiento del banco y de su utilización bajo corte durante la época seca, se seleccionaron 210 plantas para realizar el presente trabajo. En abril de 1998 se hizo un corte de uniformización a las alturas respectivas de evaluación, con el fin de determinar la productividad de *Cratylia* cv. Veraniega en dos edades de rebrote (60 y 90 días) con tres alturas de corte (30, 60 y 90 cm sobre el suelo).

En cada corte se midió la altura de todas las plantas y se tomaron al azar 15 plantas en cada parcela para realizar el corte a la edad y altura correspondientes y medir el número de rebrotes en cada una de ellas y la producción de MS/planta. En laboratorio se determinaron el porcentaje de PC, fibra ácido y neutro detergente, y lignina. Se utilizó un diseño cuadrado latino y la separación de medias se hizo mediante la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Adicionalmente se realizaron análisis frecuentes para observar el efecto de la leguminosa en la fertilidad del suelo.

Resultados y discusión

El efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre el rendimiento de la *Cratylia* durante el período de 1998-2000 aparece en el Cuadro 1. En todas las alturas de corte evaluadas se encontró una tendencia a aumentar la producción de MS por planta y por ha. Cuando la altura de corte se aumentó de 30 a 90 cm se duplicó la producción de MS de la leguminosa, igualmente la cantidad de rebrotes/planta fue mayor al aumentar la edad de corte.

Los promedios de rendimientos de MS/planta a los 60 días de rebrote se encuentran dentro del rango citado por Argel y Valerio (1996) entre 110 y 190 g/planta en cortes realizados entre las 8 y 14 semanas en sitios con períodos secos de 5 a 6 meses. No obstante, en el presente trabajo los promedios de los rendimientos/planta a los 90 días de rebrote (352 g) son superiores a los encontrados por el mismo investigador.

El promedio de la producción de forraje a los 90 días de rebrote fue superior en 4 t/ha al obtenido a los 60 días. Por otra parte, la producción de forraje durante la época seca representó 43% y 30% de la producción total para las edades de rebrote de 60 y 90 días, respectivamente.

En la Figura 1 se presentan los valores de los promedios de producción de MS en los tratamientos. Dentro de una misma altura de corte se presentaron diferencias significativas entre las dos edades de rebrote, siendo siempre superior la producción a los 90 días. En el Cuadro 2 aparece el efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la calidad nutritiva de *Cratylia* durante el período de 1998-2000. La calidad del forraje en las tres alturas de corte mostró una tendencia a aumentar el contenido de PC a medida que aumentó la altura de corte de 30 a 90 días, así como también el contenido de fibra detergente neutra y lignina. El contenido de PC en plantas cosechadas a 30 cm de altura no presentó diferencias significativas en ambas edades de rebrote, por el contrario, en las

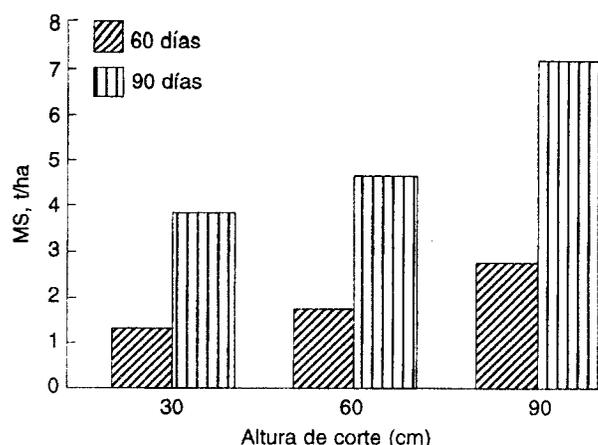


Figura 1. Promedio del rendimiento de materia seca (t/ha) de *Cratylia argentea* en dos edades de rebrote y tres alturas de corte durante el período de 1999-2000. Esparza, Costa Rica.

plantas cosechadas a 60 y 90 cm sí se presentaron diferencias significativas ($P < 0.08$) en PC por efecto de las edades de rebrote.

El contenido de PC en *C. argentea* es muy variable, encontrándose valores de 25% a 12 semanas de edad (Franco, 1997) hasta 20% a 8 semanas de rebrote (Valerio, 1994). Xavier y Carbalho (1995) encontraron en *Cratylia* de 84 días una concentración de nitrógeno baja, aproximadamente a 3%, equivalente a 20% de PC, lo cual está dentro de los límites observados para

Cuadro 1. Promedios de rendimiento de MS, altura y número de rebrotes de *Cratylia argentea* cv Veraniega a dos edades de rebrote y tres alturas de corte de planta durante el período 1998-2000. Esparza, Costa Rica.

Edad de rebrote (días)	Características	Altura de corte (cm)			Promedio
		30	60	90	
60 ^a	Altura de rebrote	0.5	0.5	0.6	0.5
	No. de rebrotes/planta	10.5	12.3	17.1	13.3
	MS (g/planta)	89.7a(40) ^c	110.6a (43.4)	178.1a(44.5)	126.1(42.6)
	MS (t/ha)	1.3a (40.7)	1.7a (42.4)	2.7a (44.2)	1.9 (42.9)
90 ^b	Altura de rebrote (cm)	0.9	0.8	0.9	0.9
	No. de rebrotes/planta	11.7	15.0	17.1	14.6
	MS (g/planta)	256.9b (27)	304.9b (34)	494.9b (28.3)	352.2 (29.9)
	MS (t/ha)	3.9b (27.3)	4.6b (34.1)	7.4b (28.4)	5.3 (29.9)

a = Promedio de 11 cortes.

b = Promedio de ocho cortes.

c = Entre paréntesis aparece el porcentaje de producción total de MS correspondiente a la época seca.

* Promedios en una misma altura de corte y fila seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Calidad nutritiva de *Cratylia argentea* en dos edades de rebrote y tres alturas de corte durante el período de 1998-2000. Esparza, Costa Rica.

Edad de rebrote (días)	Calidad (%)	Altura de corte (cm)			Promedio
		30	60	90	
60	Proteína cruda	17.4 a [*]	17.2 a	17.7 a	17.4
	FND	53.5 a	55.9 a	58.3 a	55.9
	FAD	43.1 a	43.0 a	44.1 a	43.4
	Lignina	14.8 a	16.0 a	16.1 a	15.6
90 ^a	Proteína cruda	15.4 a	15.0 b	15.6 b	15.3
	FND	58.6 b	58.5 a	61.2 a	59.4
	FAD	44.9 a	44.7 a	44.1 a	44.6
	Lignina	15.8 a	16.3 a	16.2 a	16.1

A = Promedio de 11 cortes.

B = Promedio de ocho cortes.

* Promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

otras leguminosas tropicales. Franco (1997) encontró en *C. argentea* valores de PC de 23% y 21% en cortes cada 2 y 3 meses de rebrote, respectivamente, siendo estos valores superiores a los encontrados en el presente trabajo.

El contenido de FND varió significativamente ($P < 0.0245$) entre las edades de corte cuando la altura de corte fue de 30 cm, sin embargo, los valores más altos se presentaron siempre en los cortes realizados a 90 días (Figura 2). Esta situación se puede explicar porque a esta edad de corte existe una mayor proporción de material leñoso.

Además de la contribución de *Cratylia* a la calidad del forraje en oferta, en los análisis realizados en 1999 se encontró un aumento de 1% en el contenido de M.O.

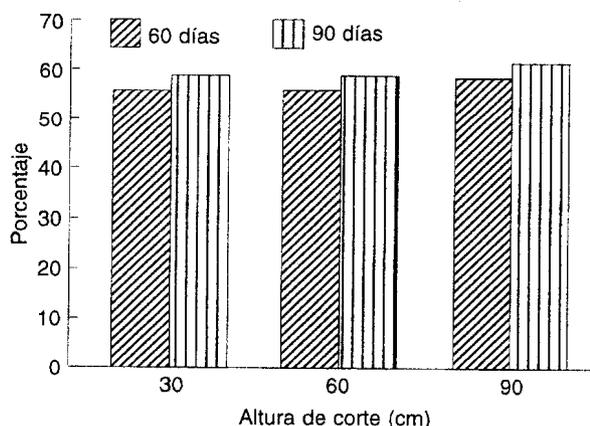


Figura 2. Promedios de los porcentaje de fibra neutro detergente en forraje de *Cratylia argentea* cosechada a dos edades de rebrote y tres alturas de corte. Esparza, Costa Rica.

en el suelo (3.1% en 1996 vs. 4.1% en 1999), debido al aporte de materia muerta en forma de hojas que hace esta leguminosa.

Conclusiones

De los resultados de este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- *Cratylia* produce a los 60 días un forraje de buena calidad, independientemente de la altura de corte. Esta última no afectó el contenido de PC de la planta, pero sí el de FND. A una mayor edad de rebrote se obtuvo una mayor producción de MS, un menor contenido de proteína y un mayor porcentaje de FND.
- El corte de *Cratylia* a 90 días y a una altura de 90 cm proporciona una buena producción de MS y una calidad aceptable.
- El contenido de materia orgánica en el suelo donde está establecida *Cratylia* ha aumentado en 1% entre 1996 y 1999.
- Debido a la alta producción de forraje de esta leguminosa durante al época de lluvia, se recomienda realizar un corte al comienzo de esta época con el propósito de conservar el material en forma de ensilaje y utilizarlo durante la época seca. Si no es posible ensilar, se recomienda realizar un corte uniforme a finales de octubre con el propósito de obtener un forraje de buena calidad y cantidad suficiente para la época seca.

Referencias

- Argel, P. J. y Valerio, A. 1996. *Cratylia argentea*: Un nuevo arbusto forrajero con potencial para el trópico subhúmedo. Trabajo presentado en el Quinto Ciclo Internacional en Producción e Investigación en Pastos Tropicales, Maracaibo, Venezuela.
- Franco, V. 1997. Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Tesis MSc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Lascano, C.E. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia* realizado en Brasilia, DF, Brasil.
- Lucas, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. 2da series no. 18. North Carolina State University. (Mimeografiado).
- Steel, R. D. y Torrie, J. C. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da edición. Trad. Por Ricardo Martínez. México, Mc Graw-Hill.
- Valerio, S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad in vitro de algunas forrajeras tropicales. Agroforestería en las Américas 1(3):10-13.
- Xavier, D. F. y Carvalho, M. M. 1995. Avaliação agronômica de *Cratylia argentea* na zona de Mata de Minas Gerais. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995, Brasilia, D.F., Brasil.

Efecto de la suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica

Marco Lobo y Vidal Acuña
MAG, Costa Rica

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto en la producción de leche de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* cv. Veraniega cuando se suplementa como forraje fresco o en forma de ensilado a vacas en sistemas doble propósito

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en dos fincas ubicadas en la región Pacífico Central de Costa Rica, la cual se encuentra entre 0 y 250 m.s.n.m. y presenta estaciones seca (diciembre-abril) y lluviosa (mayo-noviembre) bien definidas. La temperatura promedio es de 26 °C y la precipitación de 2500 mm.

Experimento 1. En una finca ubicada en Barbudal de Barranca, Miramar, se seleccionaron seis vacas de tercer parto y en segundo mes de lactancia de un hato de 45 animales en ordeño que presentan alta variación genética y un promedio de producción de leche de 5.5 kg/vaca por día.

Los animales fueron suplementados individualmente durante 3 h diarias después del ordeño, teniendo previamente un período de 12 días de acostumbramiento a las nuevas dietas.

El ensayo tuvo una duración de 30 días, durante los cuales los seis animales rotaron en cada uno de los tratamientos por un período de 10 días, divididos en 7 días de acostumbramiento y 3 días de medición de la producción de leche individualmente para cada vaca. Se determinó la calidad de la leche, especialmente grasa y sólidos totales.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- (1) T1 = animales control en solo pastura;
- (2) T2 = suplemento de 12 kg de caña de azúcar, 8 kg de *Cratylia*, 0.6 kg de semolina y 0.5 kg de melaza;

T3 = 12 kg de caña de azúcar, 3 kg de pollinaza, 0.6 kg de semolina y 0.5 de melaza.

Las plantas de *Cratylia* utilizadas tenían 4 meses de rebrote, y contenido promedio de 16% de PC y 33% de materia seca.

Se utilizó un diseño de cuadrado latino en un sistema de sobrecambio (Lucas 1983), con tres tratamientos y dos animales en cada uno de ellos. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Duncan (Steel y Torrie 1988).

Experimento 2. En una finca ubicada en San Miguel de Barranca, Esparza, se seleccionaron seis vacas en ordeño de tercer parto de un total de 11 animales, con características raciales similares (3/4 Pardo Suizo y 1/4 cebuino), las cuales se encontraban en su segundo mes de lactancia, con una producción promedio de leche de 5.5 kg/vaca por día. Las vacas tuvieron acceso individual a las dietas durante 3 h después del ordeño. El diseño utilizado y el manejo de los animales fueron similares a los del Experimento-1.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:
(1) T1 = 12 kg de caña de azúcar, 6 kg de ensilado de *Cratylia*, 0.6 kg de semolina; (2) T2 = 12 kg de caña de azúcar, 6 kg de *Cratylia* fresca, 0.6 kg de semolina; (3) T3 = 12 kg de caña de azúcar, 3 kg de pollinaza, 0.6 kg de semolina.

Para el T2 se elaboró un silo de montón de *Cratylia* utilizando plantas de 4 meses de rebrote que fueron previamente picadas. A medida que se iba compactando el silo, se adicionó melaza a razón de 10% del peso del material de *Cratylia*. El uso del ensilado se inició 4 meses después de fabricado y la calidad del mismo se determinó midiendo el pH, el porcentaje de PC, el contenido de MS y algunas características organolépticas como olor y color.

Resultados

Experimento 1. La producción de leche presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P = 0.076$) (Cuadro 1). La mayor producción de leche se obtuvo cuando se ofreció pollinaza como suplemento proteico y no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos donde se sustituyó este subproducto por *C. argentea*. La producción de leche de las vacas que no recibieron suplemento proteico fue similar a la alcanzada con el T2. Esto pudo ser debido, entre otros factores, a la alta disponibilidad de frutos de coyol (*Acrocomia vinifera*) existentes en las pasturas y a los que tuvieron acceso las vacas, además de otras fuentes alimenticias disponibles durante la época seca.

Los resultados más interesantes en este estudio los muestran los indicadores económicos —costos de suplemento, ingreso por venta de leche y la relación beneficio/costo—. Se observa que el sustituir la pollinaza por *Cratylia* se reducen los costos/kg de suplementación de US\$0.217 a US\$0.11, duplicando el beneficio de la inversión.

El consumo de *Cratylia* fue bueno y no se presentaron rechazos significativos por los animales.

Experimento 2. En este experimento la mayor producción de leche se obtuvo con el tratamiento donde se ofreció *Cratylia* fresca, sin embargo, la producción de las vacas en este tratamiento no fue diferente de las que recibieron el tratamiento que contenía pollinaza, ni ensilado de *Cratylia* (Cuadro 2).

El ensilado obtenido fue de buena palatabilidad y calidad con un pH de 4.5%, 16.5% de PC y 36% de MS, por lo que se clasifica como de excelente calidad (González et. al., 1990).

La calidad de la leche no varió entre tratamientos, no obstante, en el T1 y el T2 que incluyeron *Cratylia* ensilada y fresca, respectivamente, los sólidos totales y la grasa en leche fueron ligeramente mayores que en el T3 que incluía pollinaza.

El menor costo de producción se obtuvo en el T2 y el mayor con el T3, no obstante, el mayor ingreso por venta de leche se obtuvo en el T1 y el menor con el T3. Estos resultados indican que el mayor beneficio económico se obtiene con el T2, seguido por el T1 y el T3.

Al igual que en el Experimento 1, el consumo de la *Cratylia* fresca y ensilada fue bueno y el rechazo por parte de los animales fue de 10%, principalmente del componente tallos.

En el trópico son escasas las experiencias con ensilaje de leguminosas. En Cuba, Ojeda (1999) encontró que el ensilaje de gramíneas con leguminosas resulta en un producto de buena calidad. Reagen (1999) en ensilaje de *Cassia* encontró concentraciones de 12% de PC y 58% de DIVMS. En el ensilado de leguminosas los procesos de fermentación son dominados principalmente por clostridios, lo que es atribuido a su alta capacidad amortiguadora o buffer, el bajo contenido de carbohidratos solubles en agua y

Cuadro 1. Producción promedio de leche, contenido de sólidos totales y relación beneficio/costo en vacas de doble propósito suplementadas con diferentes fuentes de proteína. Experimento 1.

Tratamiento	Leche (kg/vaca por día)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Costo del suplemento (US\$/kg)	Precio de leche (US\$/kg)	Relación benef./costo
1	5.5 b'	11.2	3.1	—	0.235	—
2	5.9 a b	11.5	3.2	0.109	0.241	2.2
3	6.3 a	11.2	2.9	0.217	0.235	1.1

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P = 0.076$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Producción promedio de leche, contenido de sólidos totales y relación beneficio/costo en vacas de doble propósito suplementadas con diferentes fuentes de proteína. Experimento 2.

Tratamiento	Leche (kg/vaca por día)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Costo suplemento (US\$/kg)	Precio de leche (US\$/kg)	Relación (benef./costo)
1	5.1 b'	12.3	3.6	0.164	0.260	1.6
2	5.5 a	12.2	3.4	0.109	0.256	2.4
3	5.3 ab	11.7	3.0	0.217	0.245	1.1

* Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P = 0.08$), según la prueba de Duncan.

menos frecuente al bajo contenido de MS (Pezo et al., 1989). Kass y Rodríguez (1987) citados por Pezo, et al., (1989), observaron una alta proporción de Nitrógeno en forma volátil (amonio) y bajos niveles de ácido láctico en ensilado de *Gliricidia sepium*.

Conclusiones

Los resultados de estos trabajos permiten concluir lo siguiente:

- *Cratylia argentea* como suplemento proteico durante la época seca es un sustituto adecuado de la pollinaza en raciones para vacas en producción, a la vez que disminuye la dependencia de recursos externos a la finca y mejora la calidad de dieta ofrecida.
- La leche producida por vacas con acceso a dietas de *C. argentea* fresca o ensilada es de mejor calidad, tanto en contenido de grasa como en sólidos totales.
- Con el uso de *C. argentea* fresca o ensilada se obtiene una mayor rentabilidad que cuando se usa pollinaza, debido a una mayor producción y calidad de la leche producida.
- Finalmente, se recomienda realizar más investigación relacionada con la calidad de la leche y consumo máximo de *Cratylia*, así como con diferentes tipos de silos y sistemas de ensilaje.

Referencias

González, D.; Kass, M.; Ojeda, F.; y Wernli, C. 1990. Conservación de Forrajes. En: Nutrición de rumiantes, guía metodológica de investigación. Ruiz, M. E. y Ruiz, A. Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal en Latinoamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.

Lucas, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. 2da series no. 18. North Carolina State University. (Mimeografiado.).

Ojeda, F. 1999. Harvesting and ensiling techniques. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba. En: FAO Electronic conference on Tropical silage.

Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F.; y Cháves, C. 1989. Potencial of legume tree fodder as animal feed in Central America. En: Devendra, C. (editor). Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia.

Steel, R. D. y Torrie, J. C. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da edic. Trad. Por Ricardo Martínez. México, Mc Graw-Hill.

Efecto del uso de *Centrosema macrocarpum* en la producción de leche en la región del Alto Mayo, Amazonía peruana

Deisy Lara y Kenneth Reátegui
FUNDAAM y DEPAAM, Perú

La inclusión de leguminosas forrajeras es una estrategia de producción que permite optimizar y superar las deficiencias nutricionales de las pasturas de solo gramíneas. Con esta alternativa es posible hacer un mejor uso del genotipo animal, de la tierra y de la capacidad del productor.

La zona del Alto Mayo comprende 630,735 ha, de las cuales 346,452 ha son aptas para pastos, existiendo un 40% que aún no están utilizadas. En un sondeo realizado en marzo del presente año, el Alto mayo tiene potencial para el desarrollo de la ganadería. En un estudio reciente se encontró que la región tiene buenas posibilidades para el desarrollo de la ganadería en pasturas de *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha* y pastos de corte. Se ha observado, por otra parte, que *Centrosema macrocarpum* (Centrosema) en bancos de proteína y como leguminosa para corte es una buena alternativa para mejorar la dieta ofrecida a los animales en pastoreo.

Los objetivos del experimento fueron: (1) medir el incremento de producción de leche por efecto del uso de *C. macrocarpum* en la alimentación de vacas de buena aptitud lechera y la ganancia de peso en terneros; y (2) realizar una evaluación económica, comparando el sistema tradicional del agricultor vs. el uso de Centrosema.

Materiales y métodos

En septiembre de 1999 dos fincas localizadas en nueva Cajamarca y Soritor se sembraron parcelas de 1 ha cada una de Centrosema. La siembra se hizo utilizando alta densidad, 0.4 x 0.4 m entre plantas, empleando 0.8 kg/ha de semilla, con lo cual se alcanzó 95% de cobertura a los 5.5 meses.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y siete vacas por tratamiento, durante 10 semanas. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Producción de leche,

U = Media general,

T_j = Efecto del i -ésimo tratamiento ($i=3$), y

E_{ij} = Error experimental

Los tratamientos consistieron en: T1 = Pasto de corte (kinggrass) restringido al ordeño. T2 = 50% del pasto de corte suministrado en T1 más 50% de la cantidad de Centrosema suministrada en el T3, restringido al ordeño. T3 = Centrosema 100% restringido al ordeño.

El ordeño se realizó en forma manual una vez al día con ternero al pie, posterior al ordeño los terneros fueron amamantados por 5 min, y luego fueron trasladados a los corrales. Las vacas eran cruces de Gyr lechero x Holstein, las cuales pastaban durante 6 h/día, y luego eran llevadas a un corral donde recibían Kinggrass picado.

Las variables evaluadas fueron: consumo de forraje suplementario; producción de leche, kg/vaca por día en épocas de máxima y de mínima precipitación; costo de producción del alimento suplementario y evaluación económica de los resultados.

Para medir el consumo de forraje suplementario (MS, kg/vaca por día), Centrosema y kinggrass eran cortados, acarreados y picados a machete en forma individual y suministrados al momento del ordeño. En los primeros 15 días de acostumbramiento se controló el suministro y rechazo de forraje para determinar la cantidad de forraje a suministrar en la fase experimental y así estimar la ingestión promedio en función del tratamiento.

La producción de leche (kg/vaca/día) fue medida durante 4 días por semana. Hasta la fecha de este

informe se tenían datos sobre producción en dos períodos de máxima y de mínima precipitación.

En el costo de producción del alimento suplementario se consideraron el costo de establecimiento/ha y de mantenimiento, corte y acarreo del forraje.

Para el cálculo del volumen total/ha por año del forraje (*C. macrocarpum* y *Kinggrass*) se realizaron las evaluaciones siguientes: Disponibilidad de forraje (MS, kg/ha) en muestreos tomadas al azar al inicio de cada ciclo de pastoreo; y tiempo de recuperación y cobertura de la pastura a los 20, 45, 60 días después del pastoreo.

La evaluación económica (mérito) se hizo con la relación siguiente:

$$ME = \frac{\text{Costo alimentación animal/período}}{\text{Producción de leche (kg)}}$$

Es decir, mientras más cerca este índice se encuentre a 0, mejor es el mérito económico.

Resultados y discusión

Consumo de forraje suplementario. El consumo promedio de MS al momento del ordeño fue de 0.87, 0.96, y 0.90 kg/vaca por día para T1, T2 y T3 respectivamente, además del consumo voluntario de *Brachiaria* y *Kinggrass* en el corral de encierro durante el día y en la tarde. En esta variable de respuesta se observó la tendencia a un mayor consumo en la mezcla gramínea + leguminosa, por lo que es posible inferir que existió un incremento en consumo de 23% en T2 y de 11% en T3 por efecto de la leguminosa.

Producción de leche. La mayor producción se alcanzó en las vacas suplementadas exclusivamente con *Centrosema* (6.65 kg/vaca por día), siendo significativamente mayor ($P < 0.05$) que en tratamiento de *Centrosema* + *Kinggrass* (5.56 kg/vaca por día) y que en el tratamiento de solo *Kinggrass* (4.11 kg/vaca por día). Lo anterior muestra un impacto positivo por la suplementación con *Centrosema*.

Efecto de número de partos. No se encontraron diferencias en producción de leche entre vacas con dos o tres partos (4.66 kg/día) y vacas con cuatro o cinco partos (4.40 kg/día), pero sí entre ambos grupos y vacas con un solo parto (3.02 kg/día).

Efecto de época en la producción de leche. En la época de máxima precipitación el promedio de producción de leche del conjunto de vacas fue de 5.13 kg/día, mientras que en la de mínima fue de 5.72 kg/día, siendo la diferencia significativa ($P < 0.001$). Lo anterior indica la importancia de la leguminosa como complemento de la dieta de las vacas en la época seca.

Evaluación económica. Para este cálculo se determinó el costo por kilo de MS, el cual incluyó los costos de establecimiento de *Centrosema* y *kinggrass* depreciados a 6 años, así como los costos de mantenimiento anual y cosecha.

En el caso de *Centrosema* se utilizó un costo de establecimiento de US\$380/ha, US\$40/ha de mantenimiento anual y un costo de cosecha de 0.6 jornales por día por cada 50 kg de biomasa fresca. Se asumió una producción anual de 15 t en cinco cortes. Por tanto, el costo total/kg de MS seca se estimó en US\$0.105.

Cuadro 1. Cálculo del mérito económico de varias alternativas forrajeras en el Alto Mayo, Amazonía del Perú.

Tratamiento ^a		Costo total (US\$)			Total
		Consumo (MS, kg/vaca por día)	Kinggrass	Centrosema	
T1	—	0.87	0.16	—	0.160
T2	—	0.96	0.10	0.098	0.196
T3	—	0.90	—	0.178	0.178
Mérito económico	—				
T1 x prod. leche (4.11)	0.037	—	—	—	—
T2 x prod. leche (5.56)	0.035	—	—	—	—
T3 x prod. leche (6.65)	0.027	—	—	—	—

a = T1 = Pasto de corte (*kinggrass*) restringido al ordeño. T2 = 50% del pasto de corte suministrado en T1 más 50% de la cantidad de *Centrosema* suministrada en el T3, restringido al ordeño. (3) T3 = *Centrosema* 100% restringido al ordeño

Para el caso de kingrass se estimó un costo de establecimiento de US\$295/ha, de mantenimiento de US\$110/ha y de cosecha diaria de 1.4 jornales por cada 100 kg de forraje fresco. Se asumió una producción anual de 25 t en cuatro cortes, por tanto, el costo total/kg de MS se estimó en US\$0.184.

La evaluación económica aparece en el Cuadro 1. Los índices de mérito económico fueron respectivamente 0.037, 0.035 y 0.027 para T1, T2 y T3. Se observó que, aún cuando la producción de leche mejoró en el T2 (32%) vs. el T1, el mérito económico no presentó un cambio similar. Esto se debió al efecto de un elevado consumo en el T2 y que elevó el costo de alimentación suplementaria. En cambio, con el T3 se alcanzó un mejor índice económico con respecto a T1 y T2.

Conclusiones

Del análisis de los resultados se desprende un impacto positivo de la suplementación con Centrosema a vacas Gyr x Holstein al momento del ordeño.

El mejor mérito económico se obtuvo con la suplementación de Centrosema, lo cual ratifica la bondad de esta leguminosa en la eficiencia de producción de leche. Este incremento significativo en la producción permitió cubrir el gasto adicional y mantener un margen adicional de rentabilidad económica.

Efecto de la producción de leche en pasturas de *Brachiaria brizantha* asociada con *Arachis pintoii* en la zona del Alto Mayo, Amazonía peruana

Deisy Lara y Keneth Reátegui
FUNDAAM y DEPAAM, Perú

La inclusión de leguminosas en las pasturas de *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha* de la región del Alto Mayo es una alternativa posible para elevar la productividad animal. En este ensayo se midió el efecto de *Arachis pintoii* cv. Maní forrajero asociado con *Brachiaria* sobre la producción de leche y la carga animal con vacas en pastoreo.

Materiales y métodos

Los tratamientos evaluados fueron: T1 = Monocultivo de *Brachiaria brizantha*, T2 = pastura asociada de *Arachis pintoii* con varias especies de *Brachiaria*.

Las pasturas de 4 ha cada una fueron establecidas en la localidad de Soritor, en la finca de un pequeño productor. Sobre ella se midieron la disponibilidad de forraje inicial, la producción de leche y la carga animal. El pastoreo en ambos ensayos se realizó empleando vacas de cruce Gyr x Holstein. Los mismos animales pastorearon en ambos tipos de pasturas.

Cada pastura fue dividida en dos potreros iguales y los animales pastaban 7 días en cada uno de ellos. La producción de leche se midió a partir del tercer día en cada potrero, en épocas de máxima precipitación. La disponibilidad de forraje y la composición botánica se midieron con muestreos al azar al inicio del ciclo de pastoreo.

Resultados

Durante el período experimental el productor manejo los períodos de descanso y ocupación, y el número de animales en pastoreo. Con estos datos se calculó la capacidad de carga de las pasturas, siendo de 2.07 UA/ha en la *B. brizantha* y 4.13 UA/ha en la asociación.

La disponibilidad de forraje y los componentes de las parcelas indicaron que, en la asociación *B. Brizantha/A. pintoii* existió una disponibilidad total de MS de 7.59 t/ha al inicio del pastoreo con 6% de leguminosa y 11% de malezas (Figura 1). En pastura

sola la producción de MS fue de 6.29 t/ha con 9% de malezas.

La producción de leche durante la época de máxima precipitación fue, en promedio, de 5.98 kg/vaca por día cuando las vacas pastaban la asociación vs. 4.99 kg/vaca por día (Figura 2) cuando pastaban la pastura sola.

Conclusiones

Los resultados en este ensayo son preliminares y corresponden a una sola evaluación. No obstante, el productor tiene una gran expectativa debido a que en la pastura asociada duplicó la capacidad de carga animal e la productividad por vaca en 10% en relación con la pastura de solo gramínea.

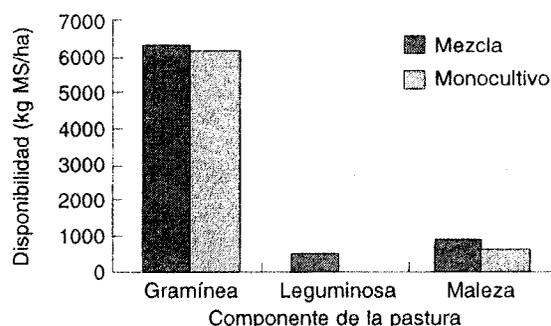


Figura 1. Disponibilidad de forraje (kg MS/ha) en pasturas asociadas (*Ap/B.spp*) y monocultivo (*B.spp*). Moyobamba, Perú.

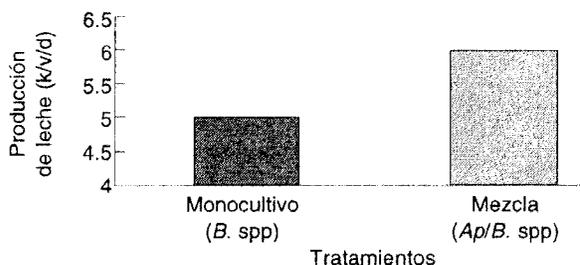


Figura 2. Producción de leche (kg/d) en vacas pastoreando la pastura asociada (*Ap/B. spp*) y el monocultivo (*B. spp*) en Moyobamba, Perú.

Actividad 2.2. Evaluación de nuevas alternativas forrajeras de alimentación para permitir un destete temprano

Aspectos sobresalientes

- El complemento de terneros pre-destetados con leguminosas durante la época seca permite vender

más leche y aumentar la ganancia de peso vivo, en comparación con terneros en pasturas de solo gramínea.

Uso de *Stylosanthes guianensis* para la suplementación estratégica de terneros predestetados en la Amazonía del Perú

Jorge Vela
IIAP, Perú

En la región de Pucallpa, Amazonía peruana, el precio de venta la leche es alto debido a un mercado cautivo de leche fresca. Los terneros predestetados consumen generalmente entre 15% y 20% de la producción de leche de la madre (leche residual). Por consiguiente, el desarrollo de una alternativa de alimentación para sustituir parcialmente la leche consumida por ellos, utilizando una leguminosa de alta calidad, podría tener un gran impacto en el ingreso de los pequeños agricultores ya que les permitiría vender más leche y mejorar su flujo de efectivo.

Métodos

Los tratamientos evaluados en este ensayo fueron: T1 = acceso de los terneros a pasturas de gramíneas nativas durante 8 h/día junto con la vaca, las 16 h en pasturas de *Stylosanthes guianensis* (estilosantes) + leche residual; T2 = acceso a gramíneas nativas durante las 24 horas del día, sin la presencia de la madre + leche residual + alimentos concentrados; y T3 = acceso a gramíneas nativas las 24 horas diarias + leche residual (tratamiento control).

Resultados

En el Cuadro 1 aparecen los resultados de las evaluaciones en el ensayo. El promedio de aumento diario de peso vivo de los terneros en pasturas con estilosantes fue similar al obtenido con el sistema de manejo tradicional en la zona, pero las ventas de leche aumentaron en 23% (0.89 kg/vaca por día adicional). Esto se reflejó en 25% de aumento en el ingreso del productor. El tratamiento estilosantes + alimento concentrado presentó ventas de leche similares al tratamiento sin concentrado, pero mayores aumentos de peso diarios; sin embargo, el costo variable fue

Cuadro 1. Leche promedio vendida por vaca/día, aumento de peso de terneros y valor en dinero en efectivo de la leche y la carne vacuna para cada tratamiento.

	<i>Stylo</i>	<i>Stylo + concentrado</i>	Control
Leche vendida/vaca/día (kg)	4.73	4.71	3.84
Precio de la leche (\$/kg)	0.31	0.31	0.31
Ingreso de la leche (\$/kg)	1.47	1.46	1.19
Aumento de peso diario (gr/ternero)	540	760	530
Precio de la carne (\$/kg)	1.03	1.03	1.03
Ingreso de la carne (\$/ternero/día)	0.56	0.78	0.55
Valor total de la producción (\$/vaca-ternero/día)	203	2.24	1.74
Costo variable total (\$/vaca/ternero/día)	0.58	0.80	0.58
Ingreso neto (\$/vaca-ternero/día)	1.45	1.44	1.16

también mayor, dando lugar a utilidades netas totales similares al tratamiento que incluía estilosantes.

Conclusiones

Esta alternativa de alimentación mejorada puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pequeños agricultores. Estilosantes puede reemplazar el uso de alimentos concentrados y de esta manera aumentar el flujo de efectivo e ingreso, así como la producción de leche sin sacrificar el aumento de peso vivo de los terneros predestetados.

Uso de *Stylosanthes guianensis* con terneros predestetados en sistemas de producción doble propósito en márgenes de bosque de Colombia

J. Velásquez, G. Ruiz y C. Lascano
CORPOICA y CIAT, Colombia

La leche y los terneros machos destetados son los productos principales en los sistemas de producción animal doble propósito. Bajo los sistemas de manejo tradicional los productores, usualmente, prefieren vender la mayor cantidad de leche posible para mejorar su flujo de caja. Como resultado de esta práctica, el desarrollo de los terneros es lento y las tasas de mortalidad son altas. Por tanto, el desarrollo de sistemas de alimentación que permitan a los productores obtener más leche para venta y un mayor número de terneros destetados con buen peso es una prioridad en este sistema.

El uso de *Stylosanthes guianensis* (estilosantes) para terneros predestetados en pastoreo fue probada en Pucallpa, Perú (ver información en este documento). Los resultados indican que con esta alternativa el productor puede vender en forma adicional hasta 1 lt más de leche/vaca por día y aún mantener un crecimiento adecuado de los terneros, lo cual tiene importantes implicaciones económicas. Este trabajo tuvo por objetivo validar los resultados obtenidos en Pucallpa, utilizando terneros predestetos producidos en la estación experimental de la Corporación de Investigación Agropecuaria de Colombia (Corpoica), localizada en el Caquetá, Amazonía colombiana.

Métodos

Se tuvieron dos grupos de seis terneros cada uno de una edad entre 1 y 3 meses. Un grupo se manejó con acceso a un potrero de 2 ha de estilosantes después del ordeño más la leche residual de la vaca. Los seis terneros en el tratamiento control recibían la leche equivalente a ¼ de la ubre al momento del ordeño y tenían acceso a pasturas de gramíneas después del ordeño. En ambos casos los terneros permanecieron con las vacas durante 3 a 4 h después del ordeño, antes de tener acceso a la leguminosa o a la gramínea, según el tratamiento.

Resultados

La cantidad de leche para venta como resultado de la utilización de estilosantes para terneros predestetados fue 21% mayor que en el tratamiento control donde los terneros eran manejados tradicionalmente (Cuadro 1). Adicionalmente, la ganancia diaria de peso vivo de los terneros con acceso a esta leguminosa fue 30% mayor que en el tratamiento control durante los 90 días que duró el experimento.

Conclusiones

Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos en fincas de pequeños productores de leche en Pucallpa, Perú. Esta tecnología puede ser atractiva para el pequeño productor, ya que el costo de establecimiento de la leguminosa es menor que otras alternativas basadas en asociaciones leguminosas-gramíneas y, además, resulta en un incremento en el flujo de caja por mayor venta de leche sin sacrificar la ganancia de peso vivo de los terneros.

Adicionalmente, se sabe que esta tecnología puede formar parte de un sistema de rotación cultivo-pastura para el mejoramiento de la fertilidad del suelo, eliminando la necesidad de dejar tierras en descanso o barbecho.

Cuadro 1. Cantidad de leche para venta y crecimiento de terneros predestetados con y sin acceso a *Stylosanthes guianensis* en el Caquetá, Amazonía de Colombia.

Parámetro	Tratamiento	
	Control	S. <i>guianensis</i>
Leche para venta (kg/vaca por día)	3.3	4.0
Ganancia de peso vivo de terneros (g/día)	297	389

Actividad 2.3. Integración de información usando modelos de simulación de rumiantes y de nutrición

Aspectos sobresalientes

- Los modelos de simulación son herramientas útiles para reducir costos de investigación, predecir

limitantes nutricionales y facilitar el proceso de toma de decisiones sobre prioridades de investigación en nutrición animal.

Herramientas de decisión para superar limitaciones de nutrición en ganado bovino de doble propósito en sistemas agrosilvopastoriles

Modelo de simulación de Carbohidratos Neto y Proteína

Federico Holmann y Robert Blake
CIAT y Universidad de Cornell

El modelo de simulación de Carbohidratos Neto y Proteína de Cornell (CNCPS, por su sigla en inglés) se desarrolló para predecir las necesidades de nutrición del ganado bovino y la utilización de los recursos alimenticios de diferentes tipos de animales bajo diversas condiciones ambientales y de manejo. El modelo es una estructura diseñada para integrar y aplicar conocimiento nutricional con el fin de:

- Resolver problemas de alimentación y reducir costos de alimentación de forraje/unidad de producción,
- Fijar prioridades de investigación,
- Diseñar experimentos sensibles,
- Interpretar resultados experimentales,
- Capacitar en la aplicación de principios biológicos a través de la integración del conocimiento, y
- Minimizar la excreta ambiental de residuos de nutrición por unidad de producto elaborado.

El CNCPS simula los efectos de consumo de nutrientes, fermentación ruminal, digestión intestinal, absorción y metabolismo de la utilización de nutrientes y el comportamiento del ganado. Los usos específicos del modelo son los siguientes:

- Predecir los efectos de la composición y cantidad del forraje disponible en el comportamiento bovino,
- Predecir los efectos de los modificadores digestivos y metabólicos en el comportamiento bovino,
- Evaluar y equilibrar raciones para el animal huésped y las bacterias del rumen,

- Ajustar los requerimientos del ganado y calcular su comportamiento para condiciones ambientales diferentes, y
- Simular y predecir los efectos de los parámetros gastrointestinales del tracto digestivo en la utilización de forrajes.

De esta manera, el modelo predice las necesidades de nutrientes y tamaños de los recursos nutricionales, interactuando con una composición de regímenes de alimentación cambiantes y disponibles para los animales.

Aplicación del modelo a resultados de trabajos en la estación Quilichao

Los datos fueron tomados de varios ensayos de pastoreo con vacas mestizas en *Brachiaria decumbens* con tres cargas animales (2, 3 y 4 UA/ha) que fueron suplementadas con caña de azúcar y niveles variables de *Cratylia argentea* (*Cratylia*).

En la composición química fueron incluidos: FND, PC, lignina, DIVMS y MS para *B. decumbens*, caña de azúcar y *Cratylia* en todos los ensayos. Sin embargo, no fue posible considerar dos análisis importantes que también son requeridos por el modelo: solubilidad de proteína (sol.P) y nitrógeno no proteico (NNP), por tanto, no se calcularon ni la proteína ni las fracciones de carbohidratos. Como alternativa se utilizaron valores sol.P y NNP para *B. decumbens* generados por un estudiante de posgrado en Cornell para la costa del Golfo de México, y de *Gliricidia sepium* disponibles en la literatura para simular los valores en *Cratylia* y caña de azúcar.

Los datos sobre variables ambientales y de manejo, y las características de los animales fueron tomados del trabajo de Avila (1999). En los Cuadros 1 al 3 se

Cuadro 1. Composición química de *Brachiaria decumbens*, caña de azúcar y *Cratylia argentea* en los ensayos realizados en Quilichao, Colombia.

	<i>Brachiaria decumbens</i>	Caña de azúcar	<i>Cratylia</i>
Carga media (3 UA/ha):			
Materia seca (%)	35.0	30.5	33.5
Proteína cruda (%)	4.4	2.1	22.4
Fibra neutra detergente (%)	70.4	43.1	66.4
Lignina (%)	3.4	5.3	17.4
NDT (%)	52.0	66.1	48.7
Cargas baja y alta (2 y 4 UA/ha):			
Materia seca (%)	39.0	27.1	35.5
Proteína cruda (%)	3.7	2.1	20.4
Fibra neutra detergente (%)	69.0	43.1	63.4
Lignina (%)	3.2	5.3	16.1
NDT (%)	54.0	68.6	50.2

incluyen las composiciones de las dietas, el consumo y la disponibilidad de forraje, y la producción de leche alcanzada vs. la estimada por el modelo.

El modelo predice el rendimiento esperado en producción de tres fuentes diferentes: de energía metabolizable (EM), de proteína (P) y de la disponibilidad de aminoácidos (AA). En este caso se analizan los resultados obtenidos de las dos primeras fuentes, ya que no hay información sobre la composición de AA de los forrajes en Quilichao, ni está disponible en la biblioteca de forrajes tropicales. Según se puede observar, el modelo CNCPS estimó las producciones de leche observadas en los ensayos de cargas animal baja y alta, pero no las producciones de leche de los ensayos de carga animal media. Esta baja predicción fue debida tanto de la energía como de la

porción proteica, pero el error fue mayor cuando se estimó la producción de leche utilizando el aporte proteico.

En la carga animal media, la causa probable de la baja predicción de la producción de leche debido a la disponibilidad de proteína es la materia seca no digerible que está causando un crecimiento microbiano escaso, debido a niveles altos de FND tanto en *B. decumbens* (69% - 70%) como en *Cratylia* (63% - 66%). Según la opinión de la Dra. Alice Pell, el contenido alto de lignina encontrado en *Cratylia* podría ser la razón por la que el modelo CNCPS presentó una buena predicción de la producción de leche observada. De acuerdo con la experiencia de Pell, el contenido de lignina en las hojas y tallo de *Cratylia* debería ser entre 7% y 8%, y no entre 16% y 17% como se encontró en estos trabajos de Quilichao; en consecuencia, se estima que los compuestos secundarios pueden estar confundidos con la lignina, ocultando el efecto general de la dieta.

De acuerdo con los resultados en Quilichao, es posible postular varias hipótesis:

- Las vacas estaban seleccionando *B. decumbens* con un contenido mayor de PC que los resultados reales obtenidos en laboratorio.
- Las tasas de digestión para fracciones de carbohidratos y proteínas usadas, estaban erradas,
- Posiblemente la información acerca de la magnitud del acerbo es inadecuada.

El nivel de nitrógeno ureico encontrado en la leche (NUL) así como el nivel predicho por el modelo aparecen en el Cuadro 4. La razón de las diferencias

Cuadro 2. Consumo de caña de azúcar y *Cratylia*, y consumo predicho de *Brachiaria decumbens* para los diferentes ensayos en Quilichao, Colombia.

Ensayo	Caña	<i>Cratylia</i>	<i>B. decumbens</i>	Total	MS (%PV)
CM + caña de Azúcar	4.43	0	5.04	9.47	2.12
CM + 75% caña + 25%	2.64	1.16	5.81	9.61	2.15
CM + 50% caña + 50% leg.	1.48	2.28	5.83	9.59	2.15
CM + 25% caña + 75% leg.	0.45	4.16	5.03	9.64	2.16
CB + Caña de Azúcar	2.00	0	7.48	9.48	2.30
CB + Caña + Leguminosa	2.92	0.62	6.02	9.56	2.32
CA + Caña de Azúcar	2.00	0	6.96	8.96	2.17
CA + Caña + Leguminosa	2.92	0.70	5.60	9.22	2.24

CM = Carga animal media.

CB = Carga animal baja.

CA = Carga animal alta.

Cuadro 3. Producción de leche real y estimada por el modelo CNCPS para los diferentes ensayos en Quilichao, Colombia.

Ensayo	Producción real	Producción estimada	
		Por energía	Por proteína
Carga media (3 UA/ha)			
+ Caña de azúcar	6.0	4.9	1.4
+ 75% CA + 25% leg.	6.5	6.5	7.4
+ 50% CA + 50% leg.	6.6	1.9	3.1
Carga baja (2 UA/ha)			
+ Caña de azúcar	7.9	7.3	6.5
+ Caña + Leguminosa	8.2	8.1	8.1
Carga alta (4 UA/ha)			
+ Caña de azúcar	6.1	6.4	6.3
+ Caña + Leguminosa	7.0	7.5	8.0

CA = Caña de azúcar

Cuadro 4. Nivel del nitrógeno ureico encontrado en la leche (NUL) y niveles de urea predichos por el modelo CNCPS para varios ensayos en Quilichao, Colombia.

Ensayo	NUL	NUL
	observado	estimado
Carga media (3 UA/ha)		
+ caña de azúcar	10	3
+ 75% CA + 25% leg.	11	3
+ 50% CA + 50% leg.	14	7
+ 25% CA + 75% leg	17	11
Carga baja (2 UA/ha)		
+ caña de azúcar	8	0
+ Caña de azúcar + leguminosa	12	0
Carga alta (4 UA/ha)		
+ caña de azúcar	6	0
+ Caña de azúcar + leguminosa	12	1

CA = Caña de azúcar

puede ser debida al nivel proteico soluble en la dieta, que fue mayor que el predicho por el CNCPS.

Debido a la digestión lenta de las tasas asociadas con la fracción de proteína B3, el modelo CNCPS predice que la proteína insoluble neutral detergente (NDIP, por su sigla en inglés) contribuye poco al banco de N en el rumen. No obstante, se considera que la contribución de NDIP por las gramíneas tropicales al equilibrio de N en el rumen puede ser mayor que el valor estimado por el modelo aquí utilizado. Por tanto, las dos primeras hipótesis antes mencionadas son, probablemente, válidas.

El aumento del contenido de proteína cruda en la dieta no aumenta la proteína disponible para la

producción de leche en la misma proporción ya que las dietas, tanto en *B. decumbens* como en *Cratylia*, eran deficientes en energía. Sin embargo, el modelo fue muy poco eficiente cuando se cambió la tasa de degradación de fibra (fracción de carbohidratos B2).

Para comprender la razón por la cuál el modelo no predice adecuadamente los resultados de los ensayos en la carga media, es necesario conocer: (1) El análisis químico de los alimentos (caña de azúcar + *Cratylia*) durante los ensayos para predecir mejor el consumo real de nutrientes; (2) los pesos corporales a intervalos semanales para todos los ensayos y tratamientos con el fin de hacer ajustes por promedios de tejido movilizado o depositado; (3) la disponibilidad de biomasa de *B. decumbens* después del pastoreo (sólo se midió al comienzo) para estimar el crecimiento; (4) es aconsejable tomar muestras de forraje cada 2 semanas, simulando el pastoreo por las vacas, para estimar el crecimiento de la pastura; (5) la producción y la composición semanal de la leche; y (6) la condición corporal de los animales.

Utilidad del modelo CNCPS

El Consortio Tropicoleche puede beneficiarse de la colaboración con la Universidad de Cornell mediante el desarrollo de una amplia base de información sobre forrajeras tropicales y la calibración del modelo CNCPS para condiciones tropicales. Este modelo tiene entre sus potenciales beneficios para Tropicoleche los siguientes:

- Puede ayudar en los esfuerzos comunes de identificación de alternativas con potencial para aumentar la productividad animal, identificando factores nutricionales limitantes; por ej. dietas alternativas.
- Es una base para la evaluación de sistemas de producción a nivel de finca y proporciona alternativas para la selección de dietas.
- Sirve como complemento el modelo CIAT a nivel de finca, desarrollado por R. D. Estrada para hacer análisis ex-ante y ex-post a niveles de finca y de cuenca.
- Aumenta el menú de opciones de Tropicoleche para apoyar y complementar las actividades de los socios y las organizaciones de productores que podrían financiar la investigación en forrajes.

Retornos a la inversión, ya que el Consortio Tropicoleche invertirá marginalmente para complementar más de un decenio de investigación para desarrollar el CNCPS en su estado actual.

Actividad 2.4. Talleres y reuniones para analizar y planificar actividades de investigación

Aspectos sobresalientes

- Los talleres de trabajo con participación de los socios del Consorcio Tropicheche facilitan la

coordinación, aumentan la eficiencia de investigación, reducen los riesgos asociados con la duplicidad de esfuerzos y permiten priorizar las actividades en el mediano y largo plazo.

Reunión anual, Costa Rica, febrero de 1998

F. Holmann, C. Lascano y A. Ramírez
CIAT, Colombia

En febrero de 1998 el Consorcio Tropileche celebró en Costa Rica una reunión de trabajo con la asistencia de los socios en la región. Los objetivos de la reunión fueron: (1) Presentar los informes de las actividades correspondientes a 1997 en los sitios de referencia (Costa Rica y Perú) y de extrapolación de resultados (Nicaragua y Honduras); (2) definir nuevas actividades para desarrollar en 1998; (3) observar en el campo las investigaciones en Tropileche-Costa Rica y tomar en cuenta las opiniones de los productores acerca de las

bondades de las nuevas tecnologías; (4) evaluar las necesidades de investigación estratégica y participativa en relación con la demanda; y (5) analizar nuevas formas de colaboración con otras instituciones nacionales de Costa Rica y la región.

La reunión contó con la asistencia de 21 investigadores de Perú, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, y Estados Unidos.

Taller de trabajo, Perú, junio de 1999

F. Holmann, C. Lascano y A. Ramírez
CIAT, Colombia

Entre junio 27 y julio 2 de 1999, se celebró en Moyobamba, Perú, un taller de trabajo para planificar las actividades presentes y futuras del Consorcio Tropoleche en América del Sur. Los objetivos de la reunión fueron: (1) Presentar los logros de investigación en Perú dentro del Consorcio y conocer las necesidades de investigación en el futuro inmediato; (2) definir nuevas actividades en Perú para el período 1999-2000; (3) conocer en el campo las oportunidades y necesidades de los sistemas de producción animal en

la región del Alto Mayo de la Selva amazónica del Perú; (4) revisar las necesidades de investigación estratégica y participativa en relación con la demanda; y (5) analizar y discutir nuevas formas de colaboración con otras instituciones de países de América del Sur, en especial Ecuador, Bolivia y Brasil.

El taller contó con la asistencia de 22 investigadores de Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Brasil.

Taller de Consulta Regional, Costa Rica, octubre de 1999

F. Holmann, P. Argel, C. Lascano y A. Ramírez
CIAT, Colombia

La consulta se celebró en Atenas, Costa Rica, con el fin de planificar las actividades de la Fase II del Consorcio en Centroamérica y el Caribe. Los objetivos fueron: (1) Presentación del estado de actividades en el Consorcio Tropileche y logros hasta esa época; (2) presentación y discusión de oportunidades en el mejoramiento de sistemas ganaderos doble propósito en cada uno de los seis países que participaron en la fase II de Tropileche, (3) visita al campo para observar y discutir las tecnologías que están siendo promovidas entre los productores, (4) desarrollar perfiles de propuestas de investigación para la región de Centroamérica y el Caribe y en cada uno de los seis

países participantes; (5) identificar posibles fuentes de financiamiento.

Durante esta consulta regional se desarrolló una visión común de futuro sobre los sistemas de producción en la región, así como también de las actividades específicas que cada país desarrollará según sus prioridades individuales. Participaron 29 personas entre investigadores, representantes de empresas y productores, provenientes de Costa Rica, Jamaica, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.

Resultados de Investigación

Componente 3. Utilidad de los nuevos sistemas de forrajes

Actividad 3.1. Diagnóstico y caracterización económica del uso de la tierra en sitios de referencia

Aspectos sobresalientes

- El análisis ex-ante de nuevas tecnologías mejoradas es útil para identificar limitantes a la adopción potencial de nuevas tecnologías por los productores locales
- El análisis ex-post de nuevas tecnologías es útil para determinar el impacto económico de las nuevas tecnologías como resultado del proceso de adopción
- Existe una alta demanda por nuevas alternativas basadas en forrajes mejorados para intensificar la producción de leche en la región del Alto Mayo en la Amazonía peruana
- El establecimiento de leguminosas arbustivas con caña de azúcar es el punto de entrada para lograr el mayor impacto económico en pequeñas fincas de doble propósito, localizadas en el trópico seco de América tropical
- En Centroamérica el mercado de leche por las empresas productoras de quesos artesanales tiene mayor demanda en la época seca, pero no en la época de lluvias
- Las queseras artesanales de Centroamérica están dispuestas a pagar un mejor precio por leche de mejor calidad higiénica.

Análisis ex-ante de nuevas alternativas forrajeras en fincas con sistemas doble propósito en Perú, Costa Rica, y Nicaragua

Federico Holmann
CIAT-ILRI, Colombia

Uno de los objetivos dentro del Consorcio Tropicheche es el desarrollo de alternativas de alimentación, basadas en gramíneas y leguminosas mejoradas. Para ello, el nuevo germoplasma desarrollado en el CIAT es probado y validado con la participación de productores en diferentes sitios de referencia. En forma adicional, se realizan análisis económicos ex-ante para calcular el impacto potencial de estas nuevas tecnologías y las limitantes para su adopción por los productores.

El objetivo de este estudio fue hacer una evaluación económica ex-ante de las nuevas alternativas forrajeras disponibles para los productores de las tierras tropicales bajas de América Latina, tomando como estudios de casos los productores colaboradores del Consorcio Tropicheche en los márgenes de los bosques de Pucallpa (Perú) y las zonas de laderas de los trópicos secos en Esparza (Costa Rica) y Esquipulas (Nicaragua).

Metodología

Para obtener los datos y comprender los sistemas de producción; el uso de recursos, insumos y precios de los productos; las tecnologías utilizadas y las características principales de las cuencas se hicieron entrevistas directas con cada productor colaborador del Consorcio Tropicheche en los sitios de referencia. Para el análisis ex-ante de los datos se utilizó un modelo de programación lineal desarrollado por CIAT en una hoja electrónica, el cual maximiza el ingreso.

Resultados

En el Cuadro 1 se incluyen algunos indicadores de los hatos en fincas con sistemas doble propósito en Perú, Costa Rica y Nicaragua. Los hatos más grandes se encontraban en Costa Rica (47 vacas y 72 UA),

Cuadro 1. Promedios de inventario pecuario, producción de leche y uso de la tierra en fincas con ganado en sistemas doble propósito en Perú, Costa Rica y Nicaragua.

Variable	Perú (n = 9)	Costa Rica (n = 7)	Nicaragua (n = 4)
Inventario pecuario (no.)			
Vacas en ordeño	10.6	28.0	16.9
Vacas secas	20.1	19.3	12.0
Novillas	21.9	16.1	14.5
Termeros	15.7	35.1	15.3
Toros	1.3	2.0	1.3
Total de unidades animal (U.A) ^a	49.8	71.7	45.3
Producción total de leche (kg/día)	32.1	139.9	62.5
Producción de leche/vaca (kg)	3.0	5.0	3.7
Vacas en ordeño (%)	41.5	60.1	58.5
Uso de la tierra (ha):			
Pasturas nativas	48.3	69.1	37.5
Pasturas mejoradas	8.4	8.7	12.2
Agricultura	1.5	4.6	0.7
Bosque/barbecho	17.7	9.1	2.3
Total	75.9	91.6	52.7
Area bajo pasturas mejoradas (%)	14.8	11.2	24.5
Carga animal (U.A./ha)	0.88	0.92	0.91

a = Vacas = 1.0, novillas = 0.7, termeros hembras = 0.3, y toros = 1.3.

seguidos por Perú (31 vacas y 50 UA) y Nicaragua (29 vacas y 48 UA). La producción de leche era mayor en Costa Rica (5 kg/vaca por día) y Nicaragua (3.7 kg/vaca por día) e inferior en el Perú (3 kg/vaca por día). Las diferencias en producción de leche entre países posiblemente se deben a uno o varios de los factores siguientes: (1) restricciones del mercado lechero y no a diferencias en genotipo animal, y (2) el porcentaje bajo de vacas en ordeño encontrada en Perú (42%) en relación con Costa Rica (60%) y Nicaragua (58%).

La mayoría del área en las fincas se encontraba bajo pasturas, variando desde 75% en el Perú hasta 95% en Nicaragua. La mayor proporción de bosque/finca se encontró en el Perú (23%) mientras en Nicaragua esta proporción era muy baja (4%). La zona agrícola en el Perú y en Nicaragua era pequeña (0.7 a 1.5 ha/finca) y limitada a cultivos de subsistencia (arroz, frijol y maíz), mientras que en Costa Rica esta zona era mayor y más diversificada (4.6 ha, incluyendo arroz, maíz, frijol, caña de azúcar y árboles frutales como mango, marañón y melón).

La mayor parte de las pasturas consistía en especies naturalizadas, como *Hyparrhenia rufa* en Costa Rica y Nicaragua, y un porcentaje menor (11% en Costa Rica, 15% en el Perú y 24% en Nicaragua) se encontraba en pasturas mejoradas en diferentes estados de degradación sin prácticas de recuperación, dando a una carga animal baja y similar (0.9 UA/ha para todos los países).

Precios de recursos e inversión de capital. En el Cuadro 2 se resumen los precios de los recursos y del capital invertido en fincas con sistemas doble propósito en cada país. El precio de la leche para el productor era muy diferente entre ellos, variando de US\$0.22/kg en Esquipulas, Nicaragua, hasta US\$0.32/kg en Pucallpa, Perú; mientras que dicho precio en Costa Rica era intermedio entre ambos países (US\$0.28/kg). Es necesario aclarar que el precio de la leche recibido en Perú y Nicaragua era para leche cruda, mientras en Costa Rica era para leche enfriada a 5 °C en la finca, lo cual hace de la leche costarricense un producto de mejor calidad.

Cuadro 2. Precios de recursos y capital invertido en fincas con sistema doble propósito en Perú, Costa Rica y Nicaragua.

Variable	Perú (n = 9)	Costa Rica (n = 7)	Nicaragua (n = 4)
Precios (US\$):			
Leche (/kg)	0.32	0.28	0.22
Carne (/kg vaca de descarte)	0.60	0.60	0.50
Mano de obra (/día) ^a	4.40	8.80	1.75
Tierra (/ha)	200	2364	347
Alquiler de pastizal (/vaca por mes)	3.00	4.30	3.00
Vaca (/unidad)	500	550	350
Novilla (/unidad)	450	500	250
Ternero destetado (/unidad)	150	170	100
Toro (/unidad)	700	700	600
Establecimiento de gramíneas mejoradas (/ha)	250	270	225
Establecimiento de Arachis con gramíneas (/ha)	340	370	310
Establecimiento de <i>Stylosanthes</i> (/ha)	150	165	150
Establecimiento de <i>Cratylia</i> (/ha)	400	420	390
Establecimiento de caña de azúcar (/ha)	—	550	500
Capital invertido (US\$/finca):			
Tierra	15,244	216,522	18,287
Ganado	29,561	42,260	18,538
Galera, corral y equipo	2000	12,896	2,125
Pasturas mejoradas ^b	1050	1175	1,372
Cercas ^c	4752	6822	4,597
Total	53,147	279,675	44,919

a = Incluye prestaciones sociales estimadas en 24% para Perú, 43% para Costa Rica, y 17% para Nicaragua.

b = El capital invertido se estimó en el 50% del costo de establecimiento multiplicado por el área en pasturas mejoradas en cada finca.

c = Se estimó un promedio de 5280 m lineales para las fincas en Pucallpa, 7580 m lineales para las fincas en Costa Rica, y 5108 m lineales para las fincas en Nicaragua con una inversión promedio de US\$0.90/m lineal con cuatro hilos de alambre separados por postes cada 3 m.

El precio de carne vacuna, como vacas de descarte, era similar en Perú y Costa Rica (US\$0.60 kg de peso vivo), pero inferior en Nicaragua (US\$0.50/kg). No obstante, el precio de los animales era mayor en Costa Rica, seguido del precio en el Perú. En Nicaragua se presentaban los precios más bajos para carne vacuna y animales vivos en todas las categorías.

El costo diario de mano de obra también era muy diferente en los países bajo análisis, variando desde US\$1.75 en Nicaragua hasta US\$8.80 en Costa Rica, incluyendo los beneficios sociales. Estas diferencias en el costo de mano de obra tienen la mayor influencia en el costo de establecimiento de alternativas forrajeras, que son mayores en Costa Rica e inferiores en Nicaragua.

De igual manera, el valor comercial de la tierra era contrastante, variando desde US\$200/ha en Pucallpa, Perú, hasta \$2364/ha en Esparza, Costa Rica. La razón principal de este contraste reside en el alto nivel de infraestructura pública y proximidad a los mercados encontrados en Costa Rica, así como su larga

estabilidad social y económica, en comparación con Pucallpa, Perú, y Esquipulas, Nicaragua.

Todos los factores antes mencionados contribuyen a una mayor inversión de capital por finca en Costa Rica, con un valor comercial de US\$280,000/finca, en contraste con un valor promedio de US\$53,000 en Perú y \$45,000 en Nicaragua. De estas cifras, la tierra y el ganado constituyen la inversión principal en los países del estudio. Por tanto, el valor de la tierra representa 77% del capital invertido en Costa Rica, el 44% en Nicaragua y el 28% en el Perú; mientras el ganado representa 15% en Costa Rica, 41% en Nicaragua, y 56% en Perú.

Costos de producción e ingreso. El estimado de costos directos (variable + costos de efectivo) de producción durante 1997, el ingreso bruto, el flujo de efectivo neto y la rentabilidad anual del capital invertido se incluyen en el Cuadro 3. Se observa que el costo de mano de obra es el más importante de producción en Perú (43%) y Costa Rica (63%), y el segundo más importante en Nicaragua (32%). En esta categoría se

Cuadro 3. Costos directos de producción, ingreso bruto, flujo de efectivo neto y retribución a la mano de obra familiar en fincas con sistemas doble propósito en el Perú, Costa Rica y Nicaragua.

Variable	Perú (n = 9)	Costa Rica (n = 7)	Nicaragua (n = 4)
Costo directo de producción (US\$/finca por año)			
Mano de obra contratada	257	5,586	1,155
Mano de obra familiar	1,606	3,212	630
Total mano de obra permanente (no./finca)	1.16	2.74	2.83
Suplementación de animales	683	2,848	2,205
Salud animal	784	224	390
Infraestructura de mantenimiento y equipo	727	1,617	817
Otros	318	549	427
Total	4,375	14,036	5,624
Costo/kg de leche	0.29	0.23	0.20
Costo de mano de obra como % del total	43	63	32
Ingresos			
total (US\$/finca por año)	6,018	17,856	6,759
Leche	3,643	13,572	5,019
Venta de vacas de descarte	970	1,490	760
Venta de terneros	1,405	2,794	980
Flujo de efectivo neto			
US\$/finca por año	1,643	3,820	1,135
US\$/ha por año	29	49	23
US\$/vaca por año	54	81	39
Retribución a mano de obra familiar			
US\$/día	8.90	19.27	4.83
Número de veces del salario mínimo	2.02	2.19	2.76
Rentabilidad anual sobre el capital invertido (%)	2.87	1.37	2.53

incluye el trabajo familiar valorado como jornal mínimo. La segunda categoría más importante dentro de los costos la constituye la suplementación, excepto en el caso de Nicaragua, donde es el costo más importante.

El costo total de producción de leche fue significativamente diferente en los tres países, variando de US\$0.20/kg en Esquipulas (Nicaragua), US\$0.23/kg en Esparza (Costa Rica) y US\$0.29/kg en Pucallpa (Perú). La principal razón del bajo costo de producción en Nicaragua fue el costo de mano de obra, el cual era cinco veces inferior que en Costa Rica y 2.5 veces inferior que en Perú.

El costo de producción en Pucallpa era elevado y estaba por encima del precio internacional de la leche (US\$2000/t, equivalente a 130 g de leche en polvo/litro de leche líquida, o US\$0.26 kg de leche líquida). Esto fue debido, principalmente, al bajo rendimiento de leche/vaca (3.01 kg/vaca por día) y a la baja proporción de vacas en ordeño (41.5%) en relación con explotaciones similares en Costa Rica y Nicaragua.

En relación con las ventas brutas, la mayoría de ellas provenían de la leche (60% en Perú, 76% en Costa Rica y 74% en Nicaragua). El resto del ingreso estaba representado por venta de terneros destetados y vacas de descarte.

El ingreso familiar estimado por mes fue de US\$270 en Pucallpa (Perú), US\$586 en Esparza (Costa Rica) y US\$147 en Nicaragua. Sin embargo, este ingreso en cada país fue, aproximadamente, el doble que el salario

mínimo en Perú y Costa Rica, y casi tres veces mayor que en Nicaragua.

Durante 1997 la rentabilidad del capital invertido fue muy baja en Costa Rica (1.37%), seguida de Nicaragua (2.53%) y en Perú (2.87%). La razón por la cual en Costa Rica la rentabilidad fue menor, a pesar de tener el mayor ingreso familiar y retribución a la mano de obra, ya que las fincas en este país tienen un valor comercial alto (US\$280,000/finca) debido a los altos valores de la tierra, lo que no ocurre en Perú ni en Nicaragua.

Análisis ex-ante en Costa Rica. En la Figura 1 se presenta el costo de producción/kg de leche para las diferentes opciones forrajeras. En Esparza (Costa Rica) la producción utilizando la pastura común (*Hyparrhemia rufa*) hace necesario que los productores suplementen su hato lechero durante los 5 meses de la estación seca. Con una producción en promedio de 1350 kg/lactancia, el costo de producción de leche es de US\$0.31/kg, mientras el precio de la leche recibido es de US\$0.28/kg; en este caso, con la venta de terneros destetados se alcanza un equilibrio con un salario similar al jornal diario mínimo.

El costo de producción se reduce a medida que la productividad aumenta. Así, pasando de una lactancia de 1350 kg (5 kg/vaca por día) a 1500 kg (5.55 kg/vaca por día) se reducen los costos/kg de US\$0.31 a US\$0.29; y con una lactancia de 2000 kg el costo de producción se reduce a US\$0.23 kg. Esto se logra en pasturas de *H. rufa* suplementando a través del año con

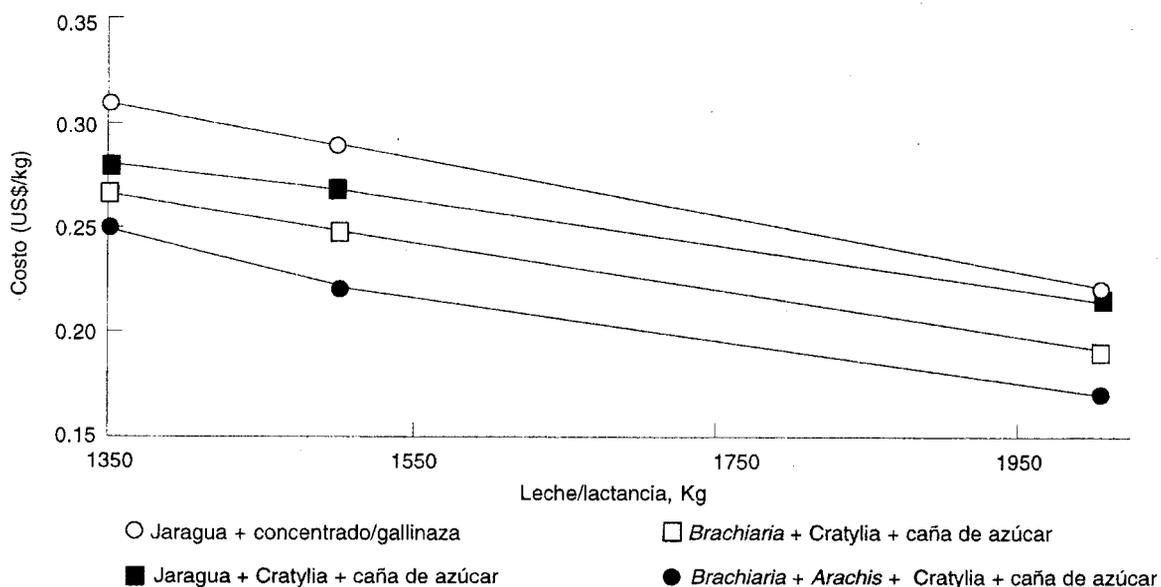


Figura 1. Costos de producción de leche en Costa Rica con diferentes alternativas forrajeras, asumiendo un mismo tamaño de hato.

gallinaza y melaza para proveer los requerimientos de los animales

Cratylia con caña de azúcar en Costa Rica. Con esta opción forrajera es posible eliminar la adquisición de alimentos concentrados, de melaza o gallinaza durante la época y mantener la producción aún con vacas que producen 2000 kg/lactancia (7.4 kg/día). El costo de producción/kg de leche se reduce en 13% en comparación con el sistema de alimentación actual, y es 9% menor con niveles de producción de 1500 kg/lactancia. La inversión requerida para establecer esta opción en una finca con un hato promedio de 47 vacas en Esparza (Costa Rica) es de aproximadamente US\$6000, incluyendo el establecimiento de 8.9 ha de Cratylia, 1.8 ha de caña de azúcar y la compra de una máquina picadora de caña.

En la Figura 2 se muestra la tasa de interés real que sería posible pagar por esta inversión según la productividad por vaca, asumiendo que el productor asigna el 50% del ingreso marginal obtenido como resultado de la implementación de esta alternativa forrajera. La tasa de interés real en Costa Rica en la época del estudio era de 13% (interés nominal de 24% menos una tasa de inflación de 11%) y el plazo para pagar un crédito era de 5 años con 1 año de gracia. Bajo esta situación no es factible pagar este crédito, a menos que las vacas logren una producción de 2000 kg/lactancia. Con una productividades de 1500 kg/lactancia sería posible pagar este crédito si las tasas de interés reales fueran inferiores (entre 5% y 10%) y con

condiciones de pago a plazos más largos (cerca de 10 años).

Esta situación es importante de analizar para fines de política y competitividad. En un escenario de economías de mercado abierto operando sin subsidios, los productores deberían tener la opción de obtener créditos con tasas de interés reales que reflejen el costo de oportunidad del dinero a nivel internacional, que era entre 5% y 7% en términos reales con 15 años de plazo.

Otras alternativas analizadas, por ej.: estableciendo *Brachiaria brizantha* con o sin *Arachis pintoi*, dieron resultados similares. Sin embargo, el establecimiento de estas opciones libera tierras frágiles que podrían ser asignadas para otros usos alternativos, como la reforestación. En la Figura 3 se detallan los porcentajes de área en pasturas que podrían ser liberados para otros usos en Costa Rica.

Análisis ex-ante en Nicaragua. La situación en Esquipulas, Nicaragua, era similar a la de Costa Rica, o sea, que las alternativas de forraje evaluadas en este sitio reducen significativamente los costos de producción. En la Figura 4 se puede observar el costo de producir leche con diferentes opciones forrajeras, según la productividad de la vaca. Bajo el escenario de la época, el costo de producción de leche era de US\$0.26/kg, mientras el precio recibido era de US\$0.22/kg. Esto significa que con el ingreso obtenido de la venta de terneros machos destetados, los

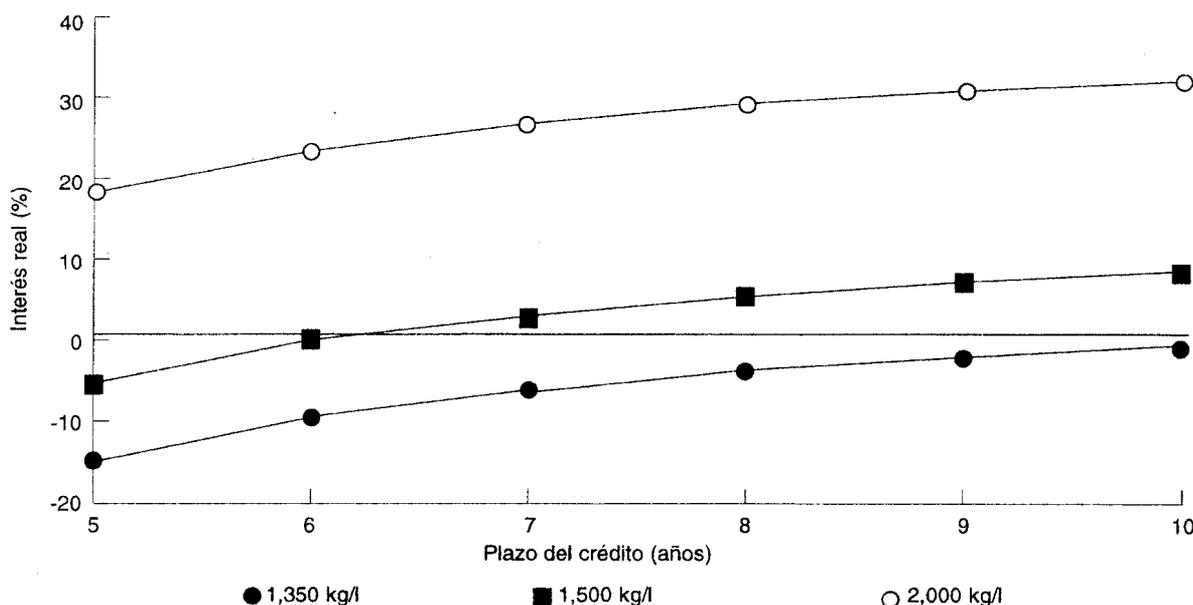


Figura 2. Tasa de interés real que sería posible pagar con tecnología de Cratylia más caña de azúcar de acuerdo con distintas productividades de leche en Costa Rica.

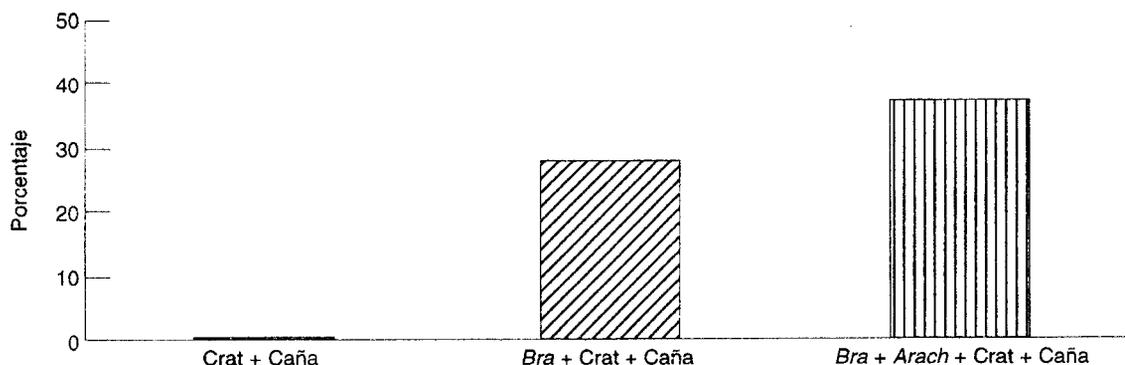


Figura 3. Porcentajes de área bajo pasturas que podrían ser asignados para usos alternativos debido al establecimiento de forrajes mejorados con el mismo tamaño de hato en Costa Rica.

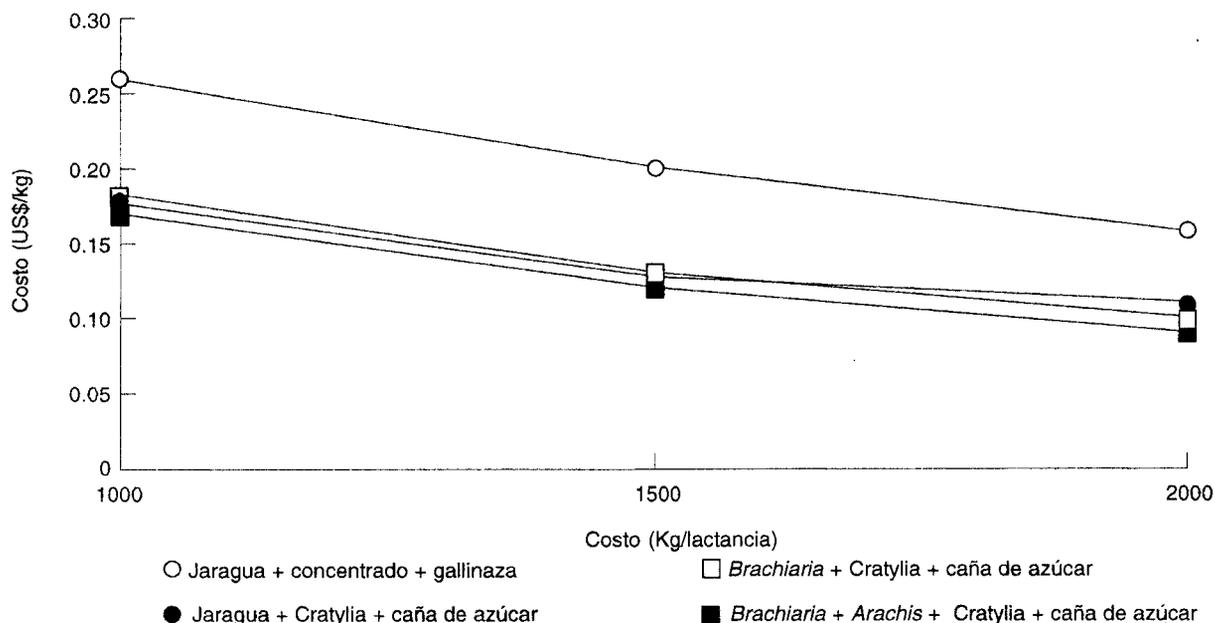


Figura 4. Costos de producción de leche en Nicaragua, asumiendo el mismo tamaño de hato.

productores obtienen un ingreso similar al jornal mínimo.

Sin embargo, esta situación podría mejorar aun con la situación actual si la productividad de las vacas fuera mayor. La calidad de *H. rufa* es suficiente para mantener vacas con producciones hasta de hasta de 1500 kg/lactancia, sin suplementación adicional durante la estación lluviosa y con vacas que producen hasta 2000 kg/lactancia, con suplementación de energía y proteína a través del año; pero aún es posible con *H. rufa* reducir el costo de producción de leche a US\$0.20/kg con un buen manejo del pastoreo —por ej., con buen porcentaje de cobertura de las pasturas, control de malezas, rotación, sombra, disponibilidad de

agua para animales en pastoreo, y períodos de descanso adecuados—.

Cratylia con caña de azúcar en Nicaragua. Con esta opción forrajera, al igual que en Costa Rica, es posible eliminar completamente la suplementación durante la época seca. El costo de producción es reducido en 31% (desde US\$0.26/kg hasta US\$0.18/kg) con la misma productividad del hato existente. De igual manera, es posible reducir el costo de producción a US\$0.14/kg con una productividad de vacas de 1500 kg/lactancia, siendo aún posible reducirlo hasta US\$0.12/kg con una productividad de vacas de 2000 kg/lactancia. La inversión requerida para establecer esta opción forrajera en una finca promedio

de 29 vacas en este sitio de referencia es aproximadamente de US\$4600. Esta inversión es necesaria para el establecimiento de 5 ha de *Cratylia*, 2.4 ha de caña de azúcar y para la compra de una picadora de caña con motor diesel o de gasolina ya que en este sitio de referencia existe una infraestructura muy pequeña de electrificación rural.

Las tasas de interés reales que sería posible pagar por esta inversión aparecen en la Figura 5, según la productividad de la vaca, asumiendo que el productor asigna el 50% del ingreso marginal para pagar el crédito en relación con el escenario base (*H. rufa* + alimentos concentrados). En esa época el sistema financiero nicaragüense ofrecía una tasa de interés real de 18% para créditos agropecuarios con un plazo de 5 años.

En esta situación y con la productividad lechera en la época del estudio, no sería posible adoptar esta alternativa de forraje, ya que no era viable económicamente. Sin embargo, con productividades por vaca de 1500 kg/lactancia era perfectamente viable el pago de un crédito en las condiciones del país, ya que era posible pagar una tasa real de interés de hasta 22% dentro de un plazo de 5 años. Con niveles de producción de 2000 kg/lactancia la situación era todavía más viable.

El Proyecto de Desarrollo Lechero MAG-PMA en Nicaragua ofrecía créditos para pequeños productores de leche a una tasa de interés real de 10% con un plazo de 5 años, aunque la cantidad máxima admisible era de hasta de US\$3000/finca. Esta era una oportunidad excelente para que los pequeños productores adoptaran estas nuevas alternativas tecnológicas basadas en forrajes mejorados, lo que les permite mejorar su competitividad e ingreso a través de una reducción de los costos de producción.

Análisis ex-ante en Perú. El caso de Pucallpa, Perú, es diferente al de Costa Rica y al de Nicaragua. Una característica de esta región es la mayor precipitación anual (2000 mm vs. 1200 mm en Costa Rica y Nicaragua) y su mejor distribución. En consecuencia, la época seca en Pucallpa es de sólo 3 meses, y no 6 meses como en Esparza (Costa Rica) y Esquipulas (Nicaragua). Como resultado, las condiciones de clima en Pucallpa permiten el crecimiento de las pasturas a través del año.

Otra característica importante en Pucallpa es que la producción por vaca es muy baja (3 kg/día) (Cuadro 1) especialmente en la época seca, cuando es prácticamente nula. Esta característica puede deberse a varios factores: (1) Al bajo potencial genético de las vacas para producir leche; (2) la poca disponibilidad de

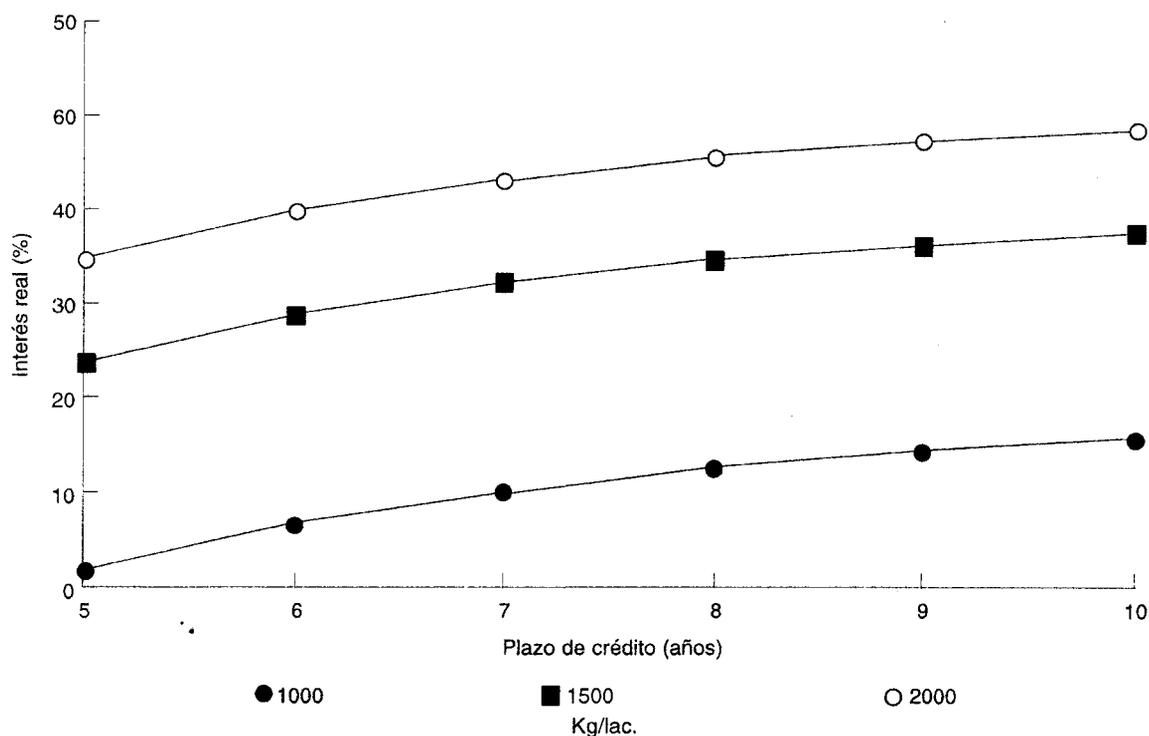


Figura 5. Tasa de interés real que sería posible pagar al adoptar *Cratylia* más caña de azúcar, según la productividad de la vaca en Nicaragua.

nutrientes en las gramíneas debido a la alta degradación de las pasturas en suelos de baja fertilidad; y (3) un mercado muy limitado para leche cruda.

En relación con el último factor, la producción diaria de leche fresca en la zona de Pucallpa es aproximadamente 2500 kg y el inventario de ganado se redujo de 82,000 cabezas en 1986 a 26,000 actualmente, como consecuencia de actividades terroristas y del abigeato. La ciudad de Pucallpa, con una población de 300,000 habitantes, no tiene una planta procesadora de leche; como resultado se consume principalmente leche evaporada que es importada de otras ciudades del país. Esta situación ha habituado a la población a consumir leche pasteurizada, siendo muy reducido el mercado para leche cruda. Cuatro de los nueve productores que colaboran con el Consorcio Tropicelche consideraron que si aumentaban la producción tendrían problemas para comercializar la leche adicional ya que el mercado se encontraba saturado. Los restantes cinco productores vendían la leche al programa del vaso de leche escolar, un proyecto financiado por el gobierno para proveer leche líquida a los niños durante su horario escolar.

Otro factor que afecta el potencial para aumentar el mercado de leche en Pucallpa es la sustitución de fuentes de proteínas que existen en la región. Un

ejemplo lo constituyen los productos de origen fluvial, 1 kg de MS de proteína de pescado costaba en Pucallpa US\$2.90, mientras que el kilogramo de proteína proveniente de la leche costaba US\$8.80. O sea, la fuente de proteína de leche es 303% más costosa que la proteína de pescado. Además, existen fuentes de energía como yuca y arroz, que son, en equivalentes de materia seca, significativamente de más bajo costo que la leche. Como resultado, el mercado de leche cruda en Pucallpa está limitado a la población económicamente de clase alta y sus posibilidades de crecimiento son muy limitadas, a menos que se establezca una planta procesadora de leche para suplir la demanda de leche evaporada que proviene de Lima.

Escenario base vs. opciones alternativas en el Perú. Los costos de producción de la leche bajo diferentes alternativas de forraje se incluyen en la Figura 6. A diferencia de los resultados de Costa Rica y Nicaragua, la opción más lucrativa para Pucallpa bajo la situación existente en el Perú era el escenario base en las fincas. O sea, la opción más competitiva era mantener el hato bajo pasturas nativas y suplementando las vacas con afrecho de cerveza durante el período corto de la época seca de 3 meses. El afrecho de cerveza es una opción viable ya que es abundante y de bajo costo (US\$0.15/kg de MS, 22% PC y digestibilidad de 65%).

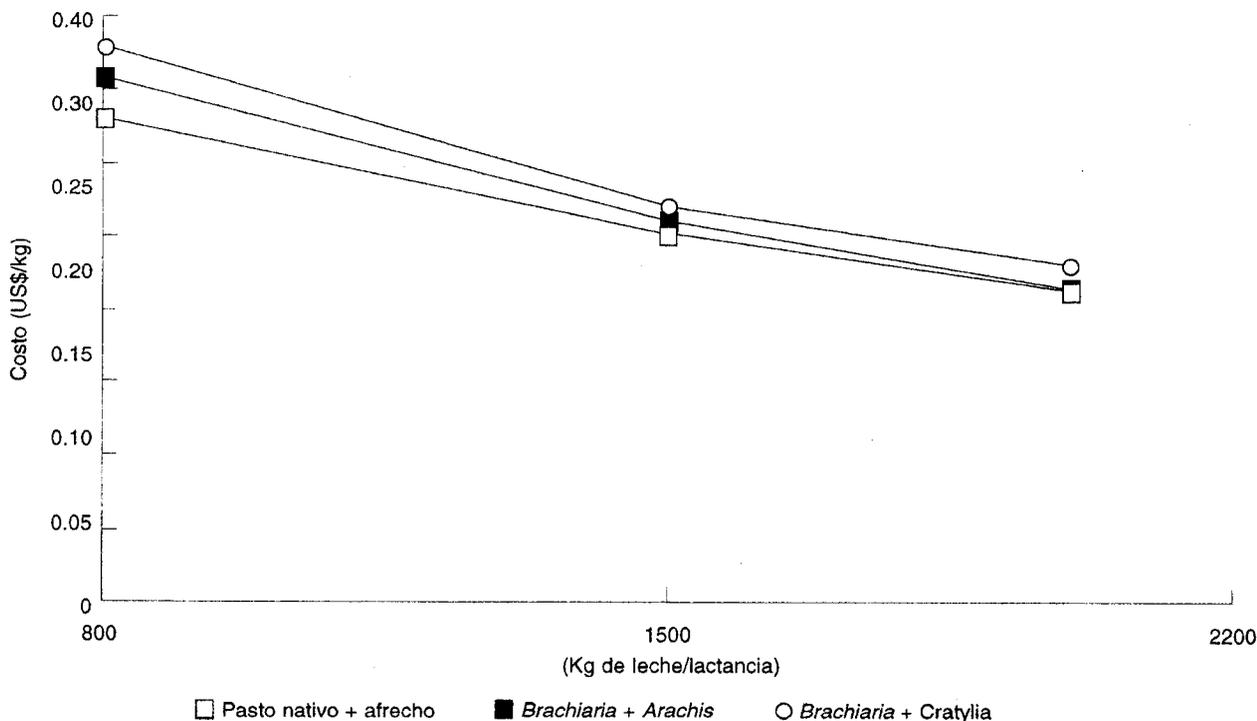


Figura 6. Costo de producir leche con diferentes alternativas forrajeras en el Perú, suponiendo el mismo tamaño de hato.

Con esta alternativa el costo de producción de leche era de US\$0.33/kg, mientras que el precio recibido era de US\$0.32/kg, en consecuencia, el ingreso adicional por encima del jornal mínimo estaba representado por la venta de terneros machos que pagaba los costos variables.

Esta alternativa sería también la más atractiva, con productividades de 1500 kg/lactancia y aún hasta de 2000 kg/lactancia. En ningún escenario las alternativas de forraje evaluadas en este estudio (Brachiaria + Arachis, o Brachiaria + Cratylia) lograron reducir el costo de producción de leche a niveles por debajo del que representaba la producción en pasturas nativas con suplemento de afrecho de cerveza.

Otra opción evaluada fue el maíz a US\$0.23/kg, suponiendo que el afrecho de cerveza dejara de ser una opción viable de suplementación. Para que la opción de Brachiaria con Arachis y/o Cratylia formen parte de la solución, y con los niveles actuales de producción de leche de 800 kg/lactancia, el precio del maíz tendría que ser de US\$0.38/kg (65% mayor) para que el costo de producción de leche fuera igual a la alternativa existente en la época. Por tanto, parecía difícil que los productores adoptaran la alternativa forrajera teniendo como alternativas la levadura cerveza y/o maíz a US\$0.23/kg. Con vacas produciendo 1500 kg/lactancia, el precio del maíz debe aumentarse

en 9% para igualar el costo de producción de ambas alternativas evaluadas.

La razón fundamental para que ninguna de las opciones de forrajes mejorados fuera económicamente mejor que la práctica de manejo de pasturas nativas con afrecho de cerveza se debía a la alta inversión de capital requerida por vaca. La baja proporción de vacas en ordeño induce a una tasa alta de depreciación de pasturas mejorados por vaca. En Pucallpa el porcentaje de vacas en producción era 41%, mientras en Costa Rica y Nicaragua estaba cerca del 60%. Por lo tanto, para invertir en estas nuevas alternativas de forraje mejorado sería necesario aumentar este porcentaje de vacas en ordeño a través del año a un mínimo de 53%, o aumentar la carga animal actual de 0.9 UA/ha a 1.3 UA/ha a través de la compra de más animales. Bajo este nuevo escenario, las opciones evaluadas de forraje entrarían en la solución.

Desde el punto de vista financiero, en la Figura 7 se incluyen las tasas de interés reales que sería posible pagar si un productor en Pucallpa invierte en el establecimiento de *B. decumbens* asociado con *A. pintoii*. El Perú tenía la tasa de interés real más alta de los tres países considerados en este estudio, con 34% (44% nominal menos 10% de tasa anual de inflación). Por tanto, aunque la inversión en estas nuevas opciones de forraje fueron económicamente superiores,

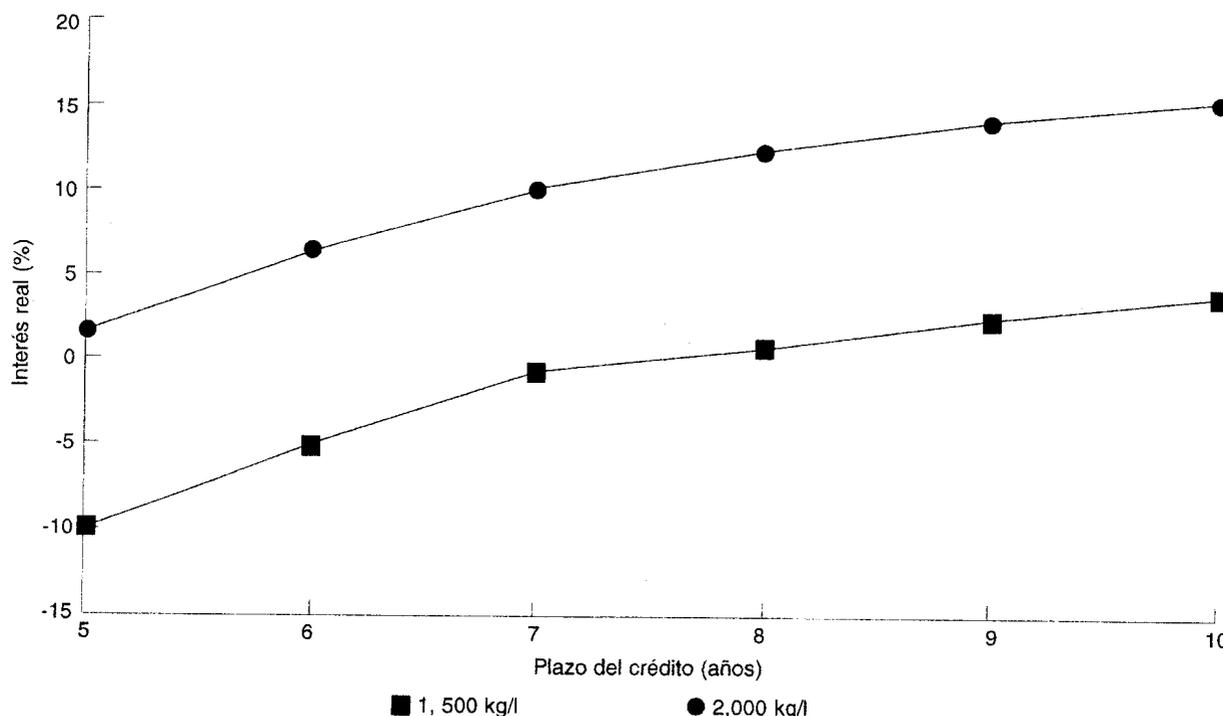


Figura 7. Tasa de interés real que sería posible pagar en el Perú según la productividad de la vaca, si se adopta la tecnología Brachiaria más Arachis.

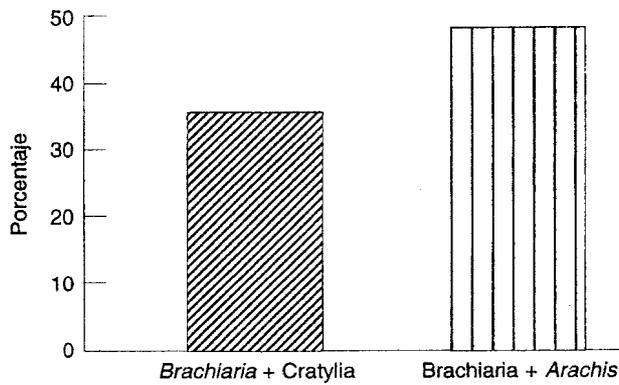


Figura 8. Porcentajes de área en pasturas que podría ser liberada para usos alternativos, si se adoptaran tecnologías mejoradas con un mismo tamaño de hato en Pucallpa, Perú.

la tasa de interés real disponible en Perú no permitía a los productores adoptar estas tecnologías. Por consiguiente, bajo el escenario financiero existente, los productores en Pucallpa no tenían opción de intensificar, ni aun con productividades por vaca de 2000 kg/lactancia y con plazos de 10 años, ya que no era posible pagar una tasa de interés real de 34% (el mejor escenario posible era 15%).

No obstante, la ventaja para del establecimiento de estas alternativas de forrajes mejorados en Pucallpa consiste en que ambas opciones tienen éxito en la liberación de proporciones significativas de áreas bajo pastoreo que podrían ser destinadas para otros usos alternativos como la reforestación y/o conservación (Figura 8). Esta zona liberada representa 35.4% para el caso de Brachiaria + Cratylia (20.2 ha/finca) y 48.1% para el caso de Brachiaria + Arachis (27.4 ha/finca).

Adopción temprana de *Arachis pintoii* en el trópico húmedo: El caso de sistemas bovinos de doble propósito en el Caquetá, Colombia

Libardo Rivas y Federico Holmann
CIAT, Colombia

La región del Caquetá, Colombia, es representativa de la situación ambiental y económica predominante en la Amazonía colombiana. El desarrollo del Caquetá data desde el comienzo del siglo y ha pasado por diversas fases hasta la ejecución compleja de sistemas de producción agropecuarios, los cuales a través del tiempo han tendido hacia la intensificación. El CIAT conjuntamente con Nestlé de Colombia han estado evaluando la evolución de sistemas pecuarios en la región en dos temas de interés común para ambas instituciones: (1) La adopción de tecnologías forrajeras mejoradas, y (2) la producción y productividad de los sistemas pecuarios.

Arachis pintoii cv. Maní Forrajero Perenne (*Arachis*) es una leguminosa resultante del esfuerzo de investigaciones conjuntas del CIAT con instituciones nacionales. Este material se evaluó durante varios años y se liberó en 1992 como una alternativa forrajera. Los procesos de adopción y transferencia de nuevas tecnologías de forraje son complejos y lentos en el tiempo. La decisión de adoptar una pastura mejorada implica la inversión de capital de considerable magnitud, no solo en el establecimiento de la pastura sino también en mayores requisitos de ganado, ya que las tecnologías de forraje de este tipo aumentan la carga animal. Esto es un punto crítico para agricultores pequeños y medianos como los que predominan en el Caquetá, con poco capital y acceso limitado a instituciones financieras.

El presente estudio se enfocó al análisis de la evolución del proceso de adopción temprana de *A. pintoii* promovido por el CIAT y Nestlé. Su objetivo fue generar información para identificar limitantes de la adopción y facilitar el diseño de estrategias para la aceleración de este proceso.

Metodología

Los datos básicos fueron recopilados mediante encuestas que tomaban como universo el conjunto de

fincas lecheras proveedoras de la planta procesadora Nestlé en el Caquetá. Se utilizaron dos estrategias de muestreo: (1) Una muestra aleatoria cuyo tamaño se calculó utilizando los métodos estadísticos convencionales, y (2) Debido a que en las fincas de la encuesta el proceso de adopción de *Arachis* estaba en una fase inicial, se decidió hacer una muestra adicional de 52 fincas, dirigida a productores que ya estaban usando el nuevo germoplasma. Esto permite generar información relacionadas con las experiencias, dificultades y perspectivas de aquellos productores que están experimentando con *Arachis*.

Resultados

La información disponible mostró un gran dinamismo en el uso de la tierra en el Caquetá. Esto puede ser comprobado si se comparan los resultados de un estudio realizado en 1986 por Ramírez y Seré (1990) con los resultados observados en el presente trabajo (Cuadros 1 y 2). Los aspectos más relevantes fueron: (1) la reducción de la importancia relativa de las gramíneas naturales de baja productividad, comparada con un mayor uso de pasturas mejoradas; (2) la mayor diversificación del germoplasma forrajero utilizado, resultante en una importancia relativa inferior de *B. decumbens* en comparación con otros tipos de *Brachiaria*; y (3) la presencia de gramíneas asociadas con leguminosas como una nueva alternativa forrajera para el Caquetá, lo que no se observó en 1986.

Usos, conocimiento y expectativas sobre *Arachis pintoii*. De un total de 226 productores entrevistados, la mayoría de ellos (179) han oído acerca de la existencia de esta nueva alternativa de forraje en la región. De este grupo, 171 habían visto el material (76% de los productores totales). En el momento de la entrevista, 68 de ellos (30% del total) estaban usándola. Se identificaron dos tipos de pasturas con *Arachis*: (1) bancos de semillas con un área promedio de 1.3 ha/finca, y (2) pasturas de

Cuadro 1. Dinámica de uso de la tierra en fincas de doble propósito en el Caquetá, Colombia, durante 1986 y 1997.

Uso de la tierra	Estudio 1986		Estudio 1997	
	Area (ha)	(%)	Area (ha)	(%)
Total área de finca	131	100	158	100
Total área de pastura	95	73	129	82
- natural	62	47	38	24
- mejorada	33	26	91	58
Area de cultivo	4	3	3	2
Area sin cultivar	22	17	10	6
Area de bosques	9	7	16	10

Cuadro 2. Variación de área en pasturas mejoradas en el Caquetá (Colombia) durante 1986 y 1997.

Especie o cultivar	1986	1997	Variación(%)
<i>B. decumbens</i>	76.0	64.1	-11.9
<i>B. humidicola</i>	0.6	13.8	13.3
Pasto Alemán	3.8	11.9	8.1
<i>B. brizantha</i>	0.0	4.7	4.7
Arachis asociado	0.0	2.7	2.7
Arachis solo	0.0	0.1	0.1
<i>B. dictyoneura</i>	0.0	1.0	1.0
Imperial	5.0	0.7	-4.3
Otras brachiarias	0.0	0.3	0.3
<i>B. ruziziensis</i>	0.0	0.1	0.1
Puntero (<i>H. rufa</i>)	7.9	0.3	-7.6
Micay (<i>A. scoparius</i>)	1.2	0.0	-1.2
Guinea (<i>P. maximum</i>)	2.1	0.0	-2.1
Pará (<i>Brachiaria</i> sp.)	1.2	0.0	-1.2
Elefante (<i>P. purpureum</i>)	2.3	0.0	-2.3
Otras forrajeras	0.0	0.3	0.3
Total	100.0	100.0	0.0

gramíneas asociadas con esta leguminosa, con un área promedio de 9.6 ha/finca.

Cincuenta y siete productores (82%) que estaban experimentando con *Arachis* lo utilizaban en mezcla con gramíneas. De un total de 68 adoptadores tempranos, 21 (31% de ellos) habían tenido problemas con el establecimiento de las pasturas. Los problemas principales estaban relacionados con la baja tasa de germinación de la gramínea (8) y su establecimiento lento (7). No obstante el grado de satisfacción con el desempeño de *Arachis* era alto y 82% de ellos manifestaron estar satisfechos con los resultados obtenidos hasta ese momento. Es significativo el hecho que más de la mitad de los adoptadores (55%) ya habían utilizado la leguminosa en pasturas asociadas.

Los productores que habían utilizado *Arachis* identificaron como atributo importante de esta nueva opción forrajera su capacidad para aumentar la productividad de la gramínea asociada. Aproximadamente 63% de ellos habían detectado una o varias de las ventajas, entre ellas: aumento en la carga animal, mayor producción de leche y de peso vivo animal, mayor competencia con malezas y mejor palatabilidad para los animales. En el Cuadro 3 se resumen las calificaciones de los productores, según sus propias experiencias con *Arachis*.

Aproximadamente 12% de los productores que habían experimentado con *Arachis* (8 de 68) no estaban satisfechos con los resultados obtenidos. En el Cuadro 4 se resumen las causas de dicha insatisfacción.

Tasa de adopción. La tasa de adopción de *A. pinto* en el Caquetá, expresada como la proporción de productores que lo estaban utilizando, era aproximadamente de 9.2% (16 adoptadores tempranos de una muestra aleatoria de 174 productores). Basados en esta tasa de adopción un cálculo preliminar del área total plantada con *A. pinto* era de aproximadamente 3000 ha en las 2973 fincas lecheras

Cuadro 3. Calificación de las experiencias de los productores que utilizaban *Arachis pinto* en pasturas de fincas del Caquetá, Colombia, en 1997.

Calificación	Productores (no.)	Porcentaje
Excelente	10	26.3
Bueno	19	50.0
Regular	4	10.5
Malo	1	0.6
No sabe	4	1.5
Total	38	100.0

Cuadro 4. Causas de insatisfacción de los productores que habían usado *Arachis pinto* en el Caquetá, Colombia, en 1997.

Causa de insatisfacción	Productores (no.)	Porcentaje
Los beneficios no están claramente identificados	4	50.0
No se observan progresos	2	25.0
El ganado no lo consume	1	12.0
Tiende a desaparecer	1	12.0
Total	8	100.0

que proveían leche a la planta procesadora de Nestlé. De esta área, 2626 ha (88%) estaban asociaciones con *A. pinto*-gramíneas y el resto eran bancos de semilla de la leguminosa.

De un total de 68 adoptadores tempranos de *Arachis*, 58 de ellos (85%) afirmaron estar dispuestos a ampliar el área de siembra. Expresaron que en los próximos 3 años aumentarían el área con *Arachis* en 11 ha/finca en el año 1, en 10 ha/finca adicionales en el año 2 y en 11 ha/finca más durante el tercer año.

Viabilidad técnica y económica de la tecnología basada en *A. pinto*. En la región del Caquetá, la tecnología de pasturas asociadas de gramíneas con *A. pinto* es económicamente atractiva, ya que su rentabilidad, expresada como tasa interna de retorno, es sustancialmente mayor que la rentabilidad de la tecnología tradicional de pasturas mejoradas basadas en solo gramíneas (Cuadro 5).

El cambio de la tecnología tradicional por una asociación de leguminosas con *Arachis* implica un aumento significativo del costo de establecimiento, pasando de US\$157/ha en *B. decumbens* solo a

US\$368/ha en *B. Dictyoneura + A. pinto*. Además del aumento en el costo de establecimiento, el aumento en la capacidad de carga animal también implica la necesidad de invertir en la compra de ganado bovino.

Considerando la situación en Colombia, donde las tasas de interés reales prevalecen altas, es imperativo encontrar nuevas alternativas de financiación de bajo costo que faciliten el establecimiento de alternativas de forrajes mejoradas.

La semilla comercial en el Caquetá es de alta calidad en cuanto a pureza y germinación, pero el precio local es mayor comparado con países como Bolivia. El costo por kilogramo de *A. pinto* en la región oscilaba en la época del estudio entre US\$20 y US\$25/kg, mientras que en Bolivia era aproximadamente de US\$15/kg. A pesar de los atributos de *A. pinto*, su costo es sustancialmente mayor que el de otras leguminosas forrajeras utilizadas en la región como *Pueraria phaseoloides* (Kudzu), *Centrosema macrocarpum*, y *Desmodium ovalifolium*, que oscilan entre US\$12 y US\$15 por kilogramo.

En las circunstancias de actividad económica reducida en Colombia y con escaso conocimiento de este material nuevo por parte de los productores, si se quiere acelerar la adopción se requiere mayor difusión de información sobre el uso, manejo y potencial de *Arachis*, así como una reducción en el costo de la semilla.

Referencias

- Ramírez, A. y Seré, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Proyecto Colaborativo Nestlé de Colombia, Fondo Ganadero del Valle, INCORA, SENA, Universidad del Amazonas, ICA, CIAT. Documento de Trabajo No. 67, Cali.

Cuadro 5. Rentabilidad de *Arachis pinto* asociado con diferentes especies de *Brachiaria* en el Caquetá, Colombia, durante 1996.

Tipo de pastura	Costo de establecimiento (US\$/ha)	Producción de leche (kg/vaca por día)	Carga Animal (UA/ha)	Tasa interna de retorno (%)
<i>B. decumbens</i>	158	3	1	12.0
<i>B. decumbens + A. pinto</i>	282	3.5	1.5	19.3
<i>B. humidicola + A. pinto</i>	337	3.5	2.0	21.8
<i>B. dictyoneura + A. pinto</i>	368	3.5	2.0	21.1

Necesidades de tecnologías forrajeras en la región Alto Mayo de la Amazonía peruana

Sam Fujisaka, Deysi Lara, Keneth Reátegui, Julio Montenegro, Robinson Ventura, Miguel Díaz, Roberto Díaz, y Douglas White.
FUNDAAM, MAG, DEPAAM y CIAT

En marzo de 2000, investigadores de la Fundación del Alto Mayo (FUNDAAM), el Ministerio de Agricultura (MAG) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) realizaron una encuesta de diagnóstico de campo para evaluar los sistemas de alimentación de ganado bovino en sistemas doble propósito en la región del Alto Mayo del Departamento de San Martín en la Amazonía peruana.

El estudio se hizo en cuatro comunidades (Nuevo Cajamarca, Soritor, Habana y Rioja) donde se encontró que los productores poseen, en promedio, 25 a 30 cabezas de ganado, con 4 a 10 vacas en ordeño a través del año. El tamaño de las fincas varió entre 25 y 33 ha, de las cuales entre 16 y 18 ha se encontraban en pasturas, siendo *Brachiaria decumbens* la especie más común, seguida de *B. brizantha*. La leche producida en la región se comercializa principalmente a través de una planta procesadora que vende la leche al gobierno para un proyecto social con escolares.

Como problemas frecuentes en el manejo de pasturas de la región se identificaron la invasión de malezas y el efecto de compactación del suelo por el pisoteo de los animales en la época de lluvias. En el ganado se identificaron problemas de parasitismo y enfermedades. Los productores, además de la ganadería, dependen para su subsistencia de cultivos como arroz de riego y café.

Una de las conclusiones de la encuesta señaló la falta de forrajeras mejoradas como un limitante para una mayor productividad de los hatos en la región. En las comunidades del estudio fue posible observar que varios productores habían establecido forrajes para corte y acarreo, principalmente pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y kingras (*Pennisetum* sp.). Estos agricultores también tenían mejores salas para ordeño e infraestructura para la alimentación de los animales. Debido a los bajos precios pagados por la

leche cruda, muchos de los productores destinan este producto para la alimentación de terneros en predestete.

Metodología

La zona del estudio está localizada en el Piedemonte de la Amazonía peruana, a 1000 m.s.n.m., la precipitación, promedio anual, es de 1380 mm con una época seca entre mayo y agosto. La temperatura es de 22 °C. En la encuesta se incluyeron 52 productores y las entrevistas fueron informales, pero estructuradas alrededor de una serie de temas. Los datos se tabularon y se analizaron cada día después de las visitas de campo. Los temas de la entrevista del día siguiente se modificaron diariamente teniendo en cuenta los resultados del día anterior. El equipo de investigación empleó el último día en el proceso de encuesta de diagnóstico intensivo, que tuvo una duración de 4 días, para sacar conclusiones y discutir las implicaciones para las necesidades de investigación y colaboración en el futuro.

Resultados

La población bovina se determinó en 18 fincas de productores de Nueva Cajamarca y en 22 fincas de Soritor. En las fincas de Nueva Cajamarca el promedio del hato era de 32 animales con un intervalo entre 6 y 70 animales, que incluyó 15 vacas de las cuales nueve estaban en ordeño (ver Cuadro 1). Las proporciones de vacas en relación con el resto del hato y de vacas en ordeño/vacas secas fueron típicas de la zona de estudio.

El tamaño del hato fue variable. En Soritor y Nueva Cajamarca, 30% de los productores entrevistados tenían hasta 15 cabezas de ganado bovino (promedio 13), 53% tenían entre 16 y 49 (promedio 31) y 18% tenían 50 o más cabezas (promedio 62). Las proporciones de tamaños de hato pequeñas, medianas

Cuadro 1. Inventario de hatos en las localidades de Nuevo Cajamarca y Soritor, Alto Mayo, Perú.

Inventario	Nuevo Cajamarca		Soritor	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Total	32	6-70	26	5-65
Categorías:				
Vacas	15	2-60	11	3-27
Ordeño	9	0-30	4	0-17
Toros	1.4	0-5	1.3	0-3
Nacimientos	11	0-30	8	2-21
Muertes	1.5	0-4	2	0-10
Ventas	4	0-14	5	0-17

y grandes parecieron ser característicos en la zona. Tomando como ejemplo la localidad de Soritor, donde el tamaño del hato promedio fue 26 cabezas, los productores informaron de ocho nacimientos (intervalo entre 2 y 21), dos animales muertos por accidentes o relacionadas con enfermedad (intervalo entre 0 y 10) y cinco ventas durante el año inmediatamente anterior (intervalo entre 0 y 17) (Cuadro 1).

El promedio del tamaño de finca varió entre 25 ha en Rioja y Soritor hasta 33 ha en Nueva Cajamarca. El tamaño de finca varió entre 4 y 90 ha, con tamaños de hato proporcional al tamaño de finca. Todos los productores tenían parte de sus tierras en pasturas. Asumiendo un promedio entre 16 y 18 ha bajo pasturas entre las fincas de las cuatro comunidades, las proporciones promedio de zona bajo pasturas en relación con toda la finca variaron entre 56% y 64%

(Cuadro 2). La carga varió desde 1.3 animales/ha en Habana hasta 1.8 animales/ha en Nueva Cajamarca.

En Habana el 82% de los productores tenían *B. decumbens* en sus pasturas, mientras que en Rioja y Soritor el 100% de ellos tenían pasturas de esta gramínea, lo que representaba entre 72% y 93% del área total bajo pasturas. En Rioja 18% de los productores tenían *B. brizantha* y en Soritor 42% (Cuadro 2).

Varios productores habían establecido forrajes para corte y acarreo: 27% de los entrevistados en Rioja y 100% de los agricultores en Nueva Cajamarca. Las áreas sembradas variaban desde pequeñas parcelas en Rioja, Soritor y Habana (0.5, en promedio) hasta 3 ha en Nuevo Cajamarca (Cuadro 2). Las variedades sembradas de corte y acarreo fueron en gran parte las gramíneas kingras y pasto elefante. Todos los productores en Rioja y la mitad en Soritor no habían mecanizado aún el corte de forraje.

Otros usos de la tierra eran: café, arroz de riego, cultivos anuales y bosque o barbecho de bosque. Entre 50% y 66% de los productores en cada una de las comunidades cultivaban café en parcelas con promedios desde 1 ha (en Rioja) hasta 5 ha (Nueva Cajamarca). Entre 21% y 73% de los productores cultivaban arroz en parcelas de 0.6 a 3 ha. Más de la mitad de todos los agricultores tenían tierras en bosque y/o barbecho. Las fincas en Habana tenían la mayor proporción de bosque (11 ha/finca) (ver Cuadro 2).

Los problemas sanitarios de los animales consistían en ectoparásitos como la garrapata y el nuচে, y las

Cuadro 2. Uso de la tierra en localidades del Alto Mayo, Perú.

Uso de la tierra	Nuevo Cajamarca (n = 18)		Soritor (n = 22)		Habana (n = 11)		Rioja (n = 11)	
	Area (ha)	(%)	Area (ha)	(%)	Area (ha)	(%)	Area (ha)	(%)
Tamaño de finca	33	100	25	100	32	100	25	100
Pasturas	18	100	16	100	18	100	16	100
<i>B. decumbens</i>	13	89	16	100	14	82	15	100
<i>B. brizantha</i>	1	33	2	42	3	27	0.5	18
Corte y acarreo	3	100	0.4	40	0.6	64	+	27
Kingras	1	66	+	72	0.5	55	+	27
Pasto elefante	2	78	0	0	0.14	18	0	0
Café	5	55	2.4	55	2	73	1	73
Arroz de tierras bajas	2	28	3	21	0.6	36	2	73
Bosque/barbecho	2	55	6	75	11	100	3	73
Carga animal	1.8	-	1.6	-	1.3	-	1.7	-
Picadora	-	22	-	50	-	45	-	0

enfermedades como mastitis y estomatitis. Los tratamientos consistían en profilácticos que eran manejados por los productores.

El control de malezas era el problema de manejo de pasturas que más mano de obra demandaba. En las áreas planas eran frecuentes los problemas de compactación de los suelos por el pisoteo de los animales en la época de lluvias. Aunque se observaba una buena rotación de potreros, algunos productores utilizaban pasturas en arriendo para reducir la degradación de sus propias pasturas en estas épocas. El alquiler de pasturas en la época seca no era frecuente (Cuadro 3).

Los productores entrevistados se mostraron convencidos del logro de sus objetivos en el futuro inmediato. Aproximadamente la mitad de ellos deseaba aumentar las áreas en pasturas y un número igual quería aumentar y/o mejorar sus hatos. Sólo una proporción muy reducida de ellos planeaba reducir el tamaño del hato, aunque pensaban mejorar la calidad mediante la introducción de mejores razas y selección. En Nueva Cajamarca, 50% de los productores esperaban mejorar las instalaciones para ordeño de las vacas. Entre 33% y 66% de los productores querían mejorar las pasturas estableciendo *B. brizantha* y otras nuevas especies forrajeras, incluyendo leguminosas (Cuadro 4).

Conclusiones

Las principales conclusiones de las actividades conjuntas del grupo de trabajo instituciones nacionales-CIAT en la región del Alto Mayo, Perú, fueron las siguientes:

Cuadro 3. Problemas frecuentes y porcentajes de productores que los identificaron. Región del Alto Mayo, Perú.

Problema	Localidad			
	Nueva Cajamarca	Soritor	Habana	Rioja
Plagas y enfermedades en el ganado	94	95	640	100
Malezas	44	55	18	18
Compactación de las pasturas	22	18	55	9
Plagas y enfermedades de cultivos	56	23	36	45
Falta de tierra	23	9	18	36
Diferentes de los agrícolas ^a	78	33	27	63

a Precios bajos pagados por los productos, tenencia de la tierra, baja calidad del agua.

Cuadro 4. Proyectos de mejoramiento en fincas del Alto Mayo, Perú. Porcentajes de productores entrevistados que deseaban hacer cambios.

Proyecto	Nuevo Cajamarca	Soritor	Habana	Rioja
Más área bajo pasturas	50	40	45	64
Mejorar cobertizos/corrales	55	27	18	36
Mejorar el hato	55	59	45	64
Mejorar pasturas	66	59	36	55
Otros	50	22	36	45

- En la región, los agricultores manejan una mezcla de empresas con cambios proporcionales en el transcurso del tiempo determinados por las variables de mercado.
- Los productores ajustan las cantidades de leche para venta vs. leche consumida por los terneros, como respuesta a los precios pagados por este producto.
- Los productores tenían soluciones técnicamente sólidas para sus problemas de malezas en las pasturas y enfermedades en los animales, pero eran costosas.
- Una proporción alta de productores estaba en proceso de adopción de nuevos forrajes de corte y acarreo, mejorando las salas de ordeño y los cobertizos para suplementar el hato, e instalando picadoras de forraje. Por tanto, la demanda para forrajes mejorados era significativa.
- Aunque se reconoció la deficiencia de proteína en la dieta animal, la adopción de leguminosas forrajeras era obstaculizada por las altas pérdidas de biomasa ocasionada por ataques de insectos y herbívoros silvestres.
- No era muy evidente el avance de la degradación de las pasturas como resultado del pisoteo por los animales, aunque los productores mencionaban este fenómeno como un limitante para la producción en las zonas más planas.

Recomendaciones para investigación

Basado en los resultados y las conclusiones, el grupo recomendó hacer investigación adicional sobre indicadores básicos, malezas, plagas en bovinos, forrajes mejorados, y macrofauna del suelo. Algunos de ellas son las siguientes:

- Existe la necesidad de establecer y monitorear indicadores básicos para comprender mejor los sistemas de doble propósito locales y poder medir los cambios futuros. El grupo propuso el seguimiento de una muestra de fincas de doble propósito para recoger datos sobre la composición del hato, tasas de natalidad y mortalidad, producción de leche, cambios de peso vivo animal y sistemas de alimentación.
- Se sugirió reforzar la investigación en el manejo de malezas en las pasturas, incluyendo los costos de control. Se necesita más investigación sobre los efectos de quemadas periódicas, rotación de pasturas, carga animal y especies de pastos sobre la composición y propagación de malezas. Se necesita investigación en especies de pastos que ayuden en el control de malezas y en los sistemas de manejo asociados (de ganado y pasturas).
- Los agricultores hacen inversiones permanentes en tratamientos para controlar los parásitos en los animales, por lo que se recomienda investigar sobre los factores que favorecen la aparición de dichas plagas.
- FUNDAAM y el Ministerio de Agricultura han realizado investigación adaptativa sobre el

mejoramiento de forrajes. El Ministerio distribuyó recientemente semilla de *C. macrocarpum*, *P. maximum* y *B. brizantha* entre 200 agricultores para su evaluación y multiplicación. Una meta es que cada uno de ellos establezca en sus fincas un banco de proteína. Se necesita investigación adicional para buscar especies de forrajeras, no sólo para mejorar la productividad animal y la competencia con malezas, sino también con resistencia a sequías y tolerancia al encharcamiento. Los productores reconocieron el valor potencial de las leguminosas forrajeras, aunque son atacadas por algunas plagas y roedores. El grupo sugirió una mayor participación de productores en las evaluaciones de una mezcla de variedades de forrajeras.

El grupo estuvo de acuerdo con la necesidad de un mayor entendimiento entre las decisiones políticas y de mercado con los productores en sistemas de doble propósito. Los temas discutidos incluyeron prioridades y políticas nacionales de investigación, la construcción de caminos, el programa del vaso de leche escolar para los estudiantes locales, el crédito, y las políticas nacionales en relación con las importaciones de leche, las exportaciones y los subsidios.

Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua

Federico Holmann
CIAT-ILRI, Colombia

Durante la década de los 90's la producción de leche en Centroamérica y el Caribe ha crecido a una tasa anual del 4.6%, lo cual evidencia un marcado dinamismo del sector (Umaña, 1998). Sin embargo, aún con este alto crecimiento, la región es importadora neta de productos lácteos. Estas importaciones están creciendo a una tasa anual del 13% debido a la gran demanda existente. Así, la región pasó de importar en 1990 el 20% de sus necesidades a casi el 28% en 1996, equivalente a US\$104 millones anuales (Umaña, 1998).

Se estima que alrededor del 85% de la leche producida en la región proviene de fincas con sistemas de doble propósito que producen leche y carne con el mismo hato. Este tipo de explotación se encuentra, en su mayor parte, en fincas de pequeños y medianos productores, donde las pasturas son la principal fuente de alimentación ya que es el recurso más barato y abundante en las condiciones tropicales de la región.

En los trabajos del Programa de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) realizados a través del Consorcio TropicLeche en zonas subhúmedas de Costa Rica se ha demostrado que los forrajes mejorados contribuyen a la intensificación de la producción en pequeñas lecherías a través de: (1) el aumento en la producción de leche y en la carga animal por área; (2) la liberación de áreas no aptas para la ganadería y que permanecen como reservas ambientales; y (3) la reducción en la demanda de insumos, mejorando así el flujo de caja (Holmann et. al., 1999). Adicionalmente, se ha observado una adopción espontánea de nuevas especies forrajeras por productores localizados por fuera de los sitios de referencia, principalmente en Costa Rica y Perú, y en menor escala en Nicaragua y Honduras.

Objetivos

El objetivo de este estudio fue medir el impacto en la productividad y la reducción de costos con el uso de

distintos niveles de adopción a nivel de finca del nuevo germoplasma forrajero, con el fin de estimar los beneficios potenciales y las necesidades de semilla para su difusión en la región. Para el efecto se tomó como escenario las fincas de doble propósito localizadas en las laderas del trópico seco donde opera el Consorcio TropicLeche en Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

Materiales y métodos

Los datos para este estudio fueron obtenidos mediante entrevistas directas con 78 productores localizados en zonas de trópico seco en cada uno de los países indicados. En cada entrevista se identificaron los sistemas de producción, el uso de recursos, los precios de insumos y productos, y la tecnologías utilizadas. En Costa Rica se entrevistaron al azar 21 productores en las zonas de Puntarenas y Esparza en la región del Pacífico Central. En Honduras se encuestaron 20 productores en las zonas de Olancho, Catacamas y Juticalpa. En Nicaragua se encuestaron 37 productores localizados en las cuencas lecheras de Muy-Muy y Esquipulas en el departamento de Matagalpa.

Para el análisis de la información se utilizó como herramienta un modelo de programación lineal agropecuario que maximiza los ingresos a nivel de finca, el cual fue desarrollado por el CIAT como una hoja electrónica.

Productividad y uso de la tierra.

En el Cuadro 1 se incluyen los promedios del inventario ganadero, la producción de leche, y los parámetros reproductivos y de uso de la tierra en fincas de doble propósito en Costa Rica, Honduras y Nicaragua para la época del estudio. Como se observa, el hato promedio más grande se encontraba en Nicaragua (44 vacas y 81 UA) seguido de Honduras (42

Cuadro 1. Promedios de inventario ganadero, producción de leche, parámetros reproductivos, y uso de la tierra en fincas con ganado en sistema de doble propósito en Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

Variable	Costa Rica (n = 21)	Honduras (n = 20)	Nicaragua (n = 37)
Epoca de lluvias:			
Vacas en ordeño (no.)	16	30	33
Vacas secas (no.)	7	12	11
Producción de leche/finca (kg/día)	109	198	139
Producción de leche/vaca (kg/día)	6.81	6.60	4.22
Epoca seca:			
Vacas en ordeño (no.)	16	28	23
Vacas secas (no.)	7	14	21
Producción de leche por finca (kg/día)	66	136	77
Producción de leche por vaca (kg/día)	4.12	4.86	3.35
Inventario ganadero (no. animales):			
Novilla(o)s	6	36	36
Ternera(o)s	13	29	22
Toros	1	1.8	4
Total unidades animales (UA) ^a	36.4	78.2	81.0
Parámetros reproductivos (%):			
Parición anual (%)	71.4	71.4	75.0
Descarte (%)	17.9	14.8	18.2
Mortalidad de adultos (%)	3.7	1.7	4.8
Mortalidad de terneros (%)	6.3	6.7	13.6
Duración de lactancia (días)	285	286	274
Uso de la Tierra (ha)			
Pasturas nativas	40.5	13.7	78.5
Pasturas mejoradas	7.7	30.1	3.2
Agricultura	0.6	7.6	1.8
Bosque/descanso	7.2	5.6	2.5
Total	56	57	86
Carga animal (UA/ha)	0.75	1.44	0.99

a = Vacas = 1.0, novillas = 0.7, terneras = 0.3, y toros = 1.3.

vacas y 78 UA), mientras que el hato promedio más pequeño se encontraba en Costa Rica (23 vacas y 36 UA). Sin embargo, la producción de leche era mayor en Costa Rica (6.81 kg/vaca por día en la época de lluvias), seguido por Honduras (6.60 kg/vaca por día), mientras que la producción más baja se encontraba en Nicaragua (4.2 kg/vaca por día).

Los parámetros de reproducción y de manejo animal eran similares en los tres países, con la única diferencia que la mortalidad de terneros y de adultos era mayor en Nicaragua, en comparación con Costa Rica y Honduras.

El uso de la tierra en las fincas era diferente entre países. En ellas predominaban las pasturas, variando desde 77% en Honduras hasta 95% en Nicaragua. La mayor proporción de bosque se encontraba en Costa

Rica (13%) mientras que en Nicaragua esta área era mínima (3%). El área agrícola en fincas de Costa Rica y Nicaragua era pequeña (entre 0.6 y 1.8 ha) mientras que en Honduras era mayor (7.6 ha).

Dentro del área bajo pasturas, Nicaragua poseía el mayor porcentaje (96%) con especies naturalizadas de baja productividad, seguido por Costa Rica (84%), mientras que el área ganadera en Honduras estaba formada por una mayor proporción de pasturas mejoradas (69%) lo cual explica, en parte, la alta carga animal encontrada en este último país (1.44 UA/ha) en relación con Costa Rica (0.75 UA/ha) y Nicaragua (0.99 UA/ha).

Precios de recursos y uso de suplementos para la alimentación animal. Los precios de los recursos utilizados por fincas en cada país aparecen en el

Cuadro 2. El precio de la leche al productor (puesta en finca) era diferente y variaba según la época del año. No obstante, el precio promedio ponderado era más alto en Honduras (US\$0.26/kg), seguido por Costa Rica (US\$0.22/kg) y Nicaragua (US\$0.21/kg). Esta diferencia puede ser debida a que el primero es un país netamente deficitario en leche, mientras que Costa Rica y Nicaragua son exportadores netos de leche (Costa Rica en forma de leche de larga vida UHT y Nicaragua en forma de quesos frescos sin pasteurizar).

Por otro lado, se observa que durante la época de lluvias el precio varía desde US\$0.27/kg pagado por las plantas procesadoras en Costa Rica hasta US\$0.18/kg

en Honduras. Por el contrario, en la época seca el mejor precio lo paga el intermediario en Honduras (US\$0.34/kg) y el más bajo en Nicaragua (US\$0.17/kg). Mientras que en Honduras (65%) y Costa Rica (42%) las procesadoras eran los principales compradores de leche, en Nicaragua (46%) lo eran los intermediarios.

El precio de la carne (como vaca de desecho en pie) era similar en Costa Rica y Nicaragua (US\$0.62 y US\$0.65/kg, respectivamente) mientras que en Honduras era mayor (US\$0.80/kg), lo cual es un reflejo del precio comercial de los animales, que eran más costosos en este último país por ser deficitario en producción de leche.

Cuadro 2. Precios de insumos y productos en fincas con sistemas doble propósito en Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

Variable	Costa Rica (n = 21)	Honduras (n = 20)	Nicaragua (n = 37)
Leche:			
Precio ponderado (US\$/kg)	0.22	0.26	0.21
Epoca de lluvias			
planta procesadora	0.27	0.18	0.21
intermediario	0.17	0.21	0.17
mismo productor	0.20	NA	0.18
Epoca seca			
planta procesadora	0.27	0.31	0.24
intermediario	0.17	0.34	0.27
mismo productor	0.21	¾	0.28
Productores (%) que venden leche a:			
- planta procesadora	42	65	11
- intermediario	29	35	46
- mismo productor	29	0	38
Carne (\$/kg vaca de desecho)	0.62	0.80	0.65
Uso de mano de obra:			
permanente (no. personas/finca)	1.52	2.95	3.36
temporal (no. jornales/finca por año)	4	31	27
Costo (US\$/jornal)^a	9.3	3.6	2.3
Eficiencia (no. de vacas/persona)	17.3	15.2	13.2
Valor de la tierra (US\$/ha)	3676	2078	612
Animales (US\$/animal):			
vaca	540	750	485
novilla	500	415	330
ternera destetada	160	140	110
toro	600	800	550
Costos insumos (US\$/kg):			
pollinaza	0.04	¾	0.065
melaza	0.08	0.09	0.08
concentrado comercial	0.19	0.21	0.19
sal	0.13	0.12	0.12
minerales	0.94	0.86	0.95

a = Incluye prestaciones sociales estimadas en 44% para Costa Rica y 17% para Honduras y Nicaragua.

El uso y el costo de la mano de obra también eran muy diferentes, variando desde US\$2.30/jornal en Nicaragua hasta US\$9.30/jornal en Costa Rica, incluyendo cargas sociales. Estas diferencias en el costo de la mano de obra tienen un alto impacto en su eficiencia, siendo más alta en Costa Rica (17.3 vacas/persona) con el menor tamaño de hato, y menos eficiente en Nicaragua (13.2 vacas/persona) aún con hatos mas grandes.

De la misma manera, el valor comercial de la tierra también era contrastante, variando desde US\$612/ha en Nicaragua hasta US\$3676/ha en Costa Rica. La principal razón para este contraste radica en el alto nivel de infraestructura pública y cercanía a mercados encontrado en Costa Rica así como su larga estabilidad social y económica, en relación con Nicaragua.

Las cantidades de suplementos utilizados por vaca/año en fincas de Costa Rica eran más altas que en los otros países (Cuadro 3), lo cual coincide con la alta producción de leche y eficiencia de la mano de obra en el primero.

Análisis del beneficio potencial de nuevo germoplasma forrajero

El objetivo del estudio fue estimar el beneficio potencial de diferentes niveles de adopción de tecnologías mejoradas de forrajeras a nivel de finca y de región en las laderas del trópico seco donde opera el Consortio Tropicheche. Dentro de estas alternativas se encuentran *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. dyctioneura*, *Cratylia argentea* y *Arachis pintoi*, lo mismo que caña de azúcar como fuente energética.

Los parámetros nutricionales y de producción de biomasa de las alternativas utilizados en el estudio con el modelo de simulación aparecen en el Cuadro 4. Los parámetros de manejo animal fueron tomados de los promedios de las fincas en cada país, de tal manera

que representaran las condiciones de manejo y los precios de los recursos (ver Cuadros 1 a 3 anteriores).

Para cada región dentro de cada país se evaluó la situación en esa época y se comparó contra tres niveles de adopción. De la misma manera, para comparar los distintos escenarios evaluados se estimaron los parámetros siguientes:

- La inversión adicional requerida por el nuevo germoplasma (por finca y por vaca).
- el ingreso neto por hectárea y por vaca para la finca después de descontar los costos fijos y variables, así como el uso de la mano de obra familiar valorada como costo de salario mínimo.
- La productividad de leche por hectárea.
- El área ganadera liberada como resultado de los distintos niveles de adopción (en número de hectáreas y como porcentaje del área asignada a la ganadería).
- El costo de producción por kilo de leche como la expresión máxima de competitividad.

Situación actual. Consistió en la evaluación de una finca promedio bajo las condiciones de manejo y uso de recursos según los resultados de la encuesta para cada país que se resumen en los Cuadros 1 a 3 antes mencionados.

Nivel 1. En este nivel se estimó la adopción del nuevo germoplasma con el propósito de sustituir los insumos de alimentación que se compran para suplementar el hato, especialmente durante la época seca (ver Cuadro 3). Para esta alternativa se asumió el mismo tamaño de hato, o sea, el mismo número de vacas en ordeño y producción de leche por vaca. Este nivel requiere el monto más bajo de inversión y las

Cuadro 3. Cantidades de suplementos utilizados en la alimentación animal por fincas en sistema de doble propósito en Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

Suplemento	Consumo (kg/vaca por año)		
	Costa Rica (n = 21)	Honduras (n = 20)	Nicaragua (n = 37)
Pollinaza	496.7	—	410.6
Concentrado comercial	508.6	292.0	—
Semolina de arroz	137.3	—	—
Melaza	41.3	87.3	70.5
Sal	38.1	7.8	24.1
Minerales	19.0	20.9	12.4

Cuadro 4. Parámetros forrajeros utilizados para desarrollar el modelo en los distintos sitios de referencia del Consorcio Tropicoleche.

Parámetros	Forrajeras				
	Jaraguá	Brachiaria	Arachis	Cratylia	Caña
Duración del cultivo (años):	10	10	10	15	10
Epoca de lluvias:					
biomasa disponible (MS, t/ha)	3.2	4.5	1	2	1.6
proteína cruda (%)	8	10	20	18	2
degradabilidad de PC (%)	50	60	70	60	20
DIVMS (%)	45	60	50	50	60
Epoca seca:					
biomasa disponible (MS, kg/ha) ^a	640	900	0	4000	0
proteína cruda (%)	3	4	20	18	2
degradabilidad de PC (%)	50	60	70	60	20
DIVMS (%)	30	35	50	50	60
Pérdidas por pisoteo (%):					
epoca de lluvias	25	25	25	0	0
epoca seca	20	20	20	0	0
Biomasa residual épocas lluviosa/seca (MS, kg/ha) ^b	800	1125	250	2000	16,000

a = Equivale al 20% de la producción de biomasa de la época de lluvias para gramíneas y 100% para Cratylia.

b = Equivale al 25% de la producción de biomasa de la época de lluvias para las gramíneas y del 100% para Cratylia y caña de azúcar.

áreas más pequeñas que es necesario establecer con el nuevo germoplasma. Con este nivel de adopción no se liberan áreas para otros usos, ya que el objetivo es la substitución de parte de los insumos que se compran.

Nivel 2. Consistió en la adopción de nuevas alternativas forrajeras con el objeto, no sólo de sustituir los insumos de alimentación que es necesario comprar para suplementar el hato, sino también para liberar áreas que se encuentran en uso ganadero, pero que podrían o deberían estar bajo otros usos. Al igual que en el nivel 1, en este caso también se asumió el mismo tamaño de hato y producción de leche por vaca. Este nivel requiere un monto de inversión un poco mayor que el nivel 1 y podría pensarse como la opción más racional a seguir por los productores que ya se encuentran en el nivel 1.

Nivel 3. Este nivel de adopción consistió en el establecimiento de nuevo germoplasma forrajero en toda el área ganadera ocupada actualmente por las fincas. Aquí también se asume la misma producción de leche por vaca, pero permite expandir el tamaño del hato. Por tanto, requiere el mayor monto de inversión ya que exige el establecimiento de mayores áreas con gramíneas y leguminosas mejoradas y la compra de animales adicionales para maximizar el uso de la tierra.

Podría pensarse que este nivel representa la opción a seguir por los productores que se encuentran en el nivel 2.

Resultados y discusión

Análisis de beneficios a nivel de finca. Los resultados del desarrollo del modelo de simulación para el análisis de la situación actual vs. los beneficios potenciales de tres niveles de adopción del nuevo germoplasma forrajero en fincas de Costa Rica, Honduras y Nicaragua aparecen en los Cuadros 5 a 7. La situación de las fincas en la época del estudio era distinta en los tres países, siendo Nicaragua (Cuadro 7) donde se tenía la productividad de leche más baja por hectárea debido a que prácticamente todas las fincas encuestadas estaban cubiertas por pasturas naturalizadas de pasto jaraguá. El caso opuesto lo representaba Honduras (Cuadro 6) donde la productividad de leche por hectárea era mayor debido a que las fincas poseían áreas significativas (60%) bajo pasturas mejoradas, así como también áreas importantes bajo pastos de corte como caña de azúcar y sorgo forrajero. En Costa Rica la situación era intermedia y la mayor parte del área en pasturas eran especies naturalizadas con un nivel de adopción bajo de forrajes mejorados (menos del 10% del área

Cuadro 5. Comparación utilizando un modelo de simulación de la situación en fincas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica vs. la adopción de nuevo germoplasma forrajero para eliminar la compra de concentrado y mejorar la eficiencia productiva.

Parámetro	Situación en la época de estudio	Nivel 1 ^a :	Nivel 2 ^b :	Nivel 3 ^c :
Vacas adultas (no.)	23	23	23	48
Uso de la tierra (ha)				
- pastura nativa	40.5	38.5	0	0
- caña de azúcar	0.3	0.7	1.0	4.9
- Cratylia	0	1.6	1.7	3.6
- Brachiaria sola	7.2	7.2	26.5	0
- Brachiaria/Arachis	0	0	0	39.5
- área total (ha)	48	48	29.2	48
Inversión adicional por nuevo germoplasma (US\$)				
- por finca	NA	872	5,730	15,960
- por vaca	NA	38	249	333
carga animal (UA/ha)	0.75	0.75	1.23	1.56
Uso de alimentos comprados (kg/vaca por año)				
- pollinaza	491	0	0	0
- concentrados	270	0	0	0
- valor total (US\$/vaca por año)	71	0	0	0
Ingreso neto/año (US\$)				
- por hectárea	16	43	98	119
- por vaca	34	89	124	119
- por finca	782	2047	2852	5712
Producción leche (kg/ha)	666	666	1095	1390
Uso de mano de obra (no de vacas/persona)	17.3	15.9	18.5	17.6
Area liberada				
- no. de hectáreas	NA	0	18.8	NA
- % del área ganadera	NA	0	39.2	NA
Costo de producción de leche (US\$/kg)	0.21	0.18	0.16	0.16

a = Nivel 1: Substitución de alimentos comprados.

b = Nivel 2: Substitución de alimentos comprados + liberación de área.

c = Nivel 3: Establecimiento nuevos forrajes en la finca.

NA = No aplica.

ganadera). En los tres países era común la suplementación con concentrados, especialmente durante la época seca, siendo el costo/vaca por año mayor en Honduras (US\$96), menor en Nicaragua (US\$32) e intermedio en Costa Rica (US\$71).

El costo de producción/kg de leche era menor en Honduras (US\$0.16), intermedio en Nicaragua (US\$0.18) y alto en Costa Rica (US\$0.21/kg). Estas diferencias eran debidas al costo diferente de la mano de obra, la cual en Costa Rica era de US\$9.30/jornal y en Nicaragua de US\$2.30/jornal, y al tamaño del hato y la carga animal que en Honduras era de 1.44 UA/ha y en Costa Rica de 0.75 UA/ha.

Nivel 1. El objetivo de este nivel de adopción era establecer las áreas mínimas del nuevo germoplasma para sustituir el uso de alimentos comprados para la alimentación del hato, especialmente durante la época

seca. Las opciones forrajeras que de forma más económica logran esta substitución eran el establecimiento de Cratylia como fuente de proteína y caña de azúcar como fuente energética.

Se observa que en el caso del promedio de Costa Rica el establecimiento de 0.7 ha de caña de azúcar con 1.6 ha de Cratylia significaba una inversión de US\$872 para un hato de 23 vacas. Con esta área era posible producir suficientes nutrientes y biomasa para eliminar totalmente la compra anual de 491 kg de pollinaza y 270 kg de concentrado que se necesitaban por vaca. Esta inversión era equivalente a US\$38/vaca y generaba un ahorro en flujo de caja del orden de US\$71/vaca por año, lo que permitía un incremento en el ingreso neto anual por vaca de US\$55 (de US\$34 a US\$89) y una reducción en el costo de producción por kg de leche de US\$0.03 (de US\$0.21 a US\$0.18).

Cuadro 6. Comparación utilizando un modelo de simulación de la situación en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Honduras vs. la adopción de nuevo germoplasma forrajero para eliminar la compra de concentrado y mejorar la eficiencia productiva.

Parámetro	Situación en la época de estudio	Nivel 1 ^a :	Nivel 2 ^o :	Nivel 3 ^o :
Vacas adultas (no.)	42	42	42	46
Uso de la tierra (ha):				
- pastura nativa	13.7	10.4	0	0
- caña de azúcar	3.2	3.4	3.7	4.1
- Cratylia	0	3.0	2.9	3.2
- Brachiaria sola	27.1	27.1	33.3	36.7
- Bracharia/Arachis	0	0	0	0
- área total	44	44	39.9	44
Inversión adicional con nuevo germoplasma (US\$):				
- por finca	NA	850	1,830	2,580
- por vaca	NA	20	44	56
Carga Animal (UA/ha)	1.44	1.44	1.59	1.58
Uso de alimentos comprados (kg/vaca por año):				
- melaza	88	0	0	0
- concentrados	418	0	0	0
- valor total (\$/vaca por año)	96	0	0	0
Ingreso neto/año (US\$):				
- por hectárea	160	249	276	277
- por vaca	167	261	264	265
- por finca	7014	10,962	11,088	12,190
Producción leche (kg/ha)	1386	1386	1530	1530
Uso de mano de obra (no. de vacas/persona)	15.3	14.8	15.2	15.1
Area liberada:				
- no. de hectáreas	NA	0	4.1	NA
- % del área ganadera	NA	0	9.3	NA
Costo de producción de leche (US\$/kg)	0.16	0.12	0.11	0.11

a = Nivel 1: Substitución de concentrados.

b = Nivel 2: Substitución de concentrados + liberación de área.

c = Nivel 3: Establecimiento nuevos forrajes en la finca.

NA = No aplica.

El beneficio potencial del uso de la nueva tecnología era aún mayor en Honduras que en Costa Rica. En Honduras el costo anual en alimentos comprados era el más alto entre los países, así, con una pequeña inversión adicional de US\$850/finca para el establecimiento de 3.4 ha de caña de azúcar más 3 ha de Cratylia era posible eliminar 88 kg de melaza y 418 kg de concentrado por vaca por año (Cuadro 6). Asimismo, este nivel de adopción reducía el costo de producción/kg de leche en US\$0.04 (de US\$0.16/kg a US\$0.12/kg) y aumentaba el ingreso neto/vaca por año en US\$94 (de \$167 a \$261).

En Nicaragua el impacto económico de este nivel de tecnología era similar al observado en Honduras. En este caso se requería de pequeñas áreas (0.6 ha de caña de azúcar más 1.7 ha de Cratylia) y una inversión baja de US\$695/finca para sustituir el uso de alimentos

comprados equivalentes a 410 kg de pollinaza y 70 kg de melaza por vaca/año (Cuadro 7). La inversión en este nivel de adopción permitía una reducción en el costo de producción/kg de leche de US\$0.02 (de US\$0.18 a US\$0.16), lo que generaba un incremento en el ingreso neto/vaca por año de US\$31 (de US\$38 a US\$69).

Nivel 2. Con este nivel de adopción se buscaba no sólo la substitución de suplementos alimenticios comprados mediante el establecimiento de nuevas opciones forrajeras, sino también liberar áreas actualmente bajo uso ganadero para otros usos alternativos. Para cumplir con este objetivo entraron en la solución del modelo las alternativas forrajeras utilizadas en el nivel 1 y la adopción de gramíneas mejoradas como Brachiaria.

Cuadro 7. Comparación utilizando un modelo de simulación de la situación en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Nicaragua vs. la adopción de nuevo germoplasma forrajero para eliminar la compra de concentrado y mejorar la eficiencia productiva.

Parámetro	Situación en la época de estudio	Nivel 1 ^a :	Nivel 2 ^b :	Nivel 3 ^c :
Vacas adultas (no.)	44	44	44	86
Uso de la tierra (ha):				
- pastura nativa	80	77.7	0	0
- caña de azúcar	0	0.6	4.4	9.2
- Cratylia	0	1.7	2.5	5.2
- Brachiaria sola	0	0	37.3	0
- Brachiaria/Arachis	0	0	0	65.6
- área total	80	80	44.2	80
Inversión adicional por nuevo germoplasma (US\$):				
- por finca	NA	695	7,410	22,070
- por vaca	NA	16	168	256
Carga Animal (UA/ha)	0.99	0.99	1.80	1.95
Uso de alimentos comprados (kg/vaca por año):				
- pollinaza	410	0	0	0
- melaza	70	0	0	0
- valor total (\$/vaca por año)	32	0	0	0
Ingreso neto/año (US\$)				
- por hectárea	21	38	91	93
- por vaca	38	69	91	87
- por finca	1672	3036	4044	7482
Producción leche (kg/ha)	493	493	892	964
Uso de la mano de obra (no. vacas/persona)	13.2	12.9	14.7	14.9
Area liberada				
- no. de hectáreas	NA	0	35.8	NA
- % del área ganadera	NA	0	44.8	NA
Costo de producción de leche (US\$/kg)	0.18	0.16	0.14	0.14

a = Nivel 1: Substitución de alimentos comprados.

b = Nivel 2: Substitución de alimentos comprados + liberación de área.

c = Nivel 3: Establecimiento nuevos forrajes en la finca.

NA = No aplica.

En el caso de Costa Rica este nivel de adopción requería, además de la inversión en el nivel 1, el establecimiento de 19.3 ha de Brachiaria adicionales a las 7.2 ha ya existentes de gramíneas mejoradas. Esta inversión tenía un costo de US\$5730 por finca, o sea, US\$249/vaca y permitía liberar hasta 18.8 ha de tierra equivalentes al 39.2% del área en uso ganadero. Como consecuencia de esta liberación la carga animal se incrementaba de 0.75 UA/ha a 1.23 UA/ha. Adicionalmente, esta inversión permitía reducir los costos de producción aún más que en el nivel 1 e incrementar los ingresos netos (ver Cuadro 5).

En Honduras la inversión adicional para llegar a este nivel de adopción era menor que en Costa Rica, siendo de US\$1830 por finca (US\$44 por vaca) ya que las fincas encuestadas tenían, en promedio, 27.1 ha de

gramíneas mejoradas. Para alcanzar los objetivos de este nivel de adopción se requería una inversión similar a la del nivel 1 más la inversión adicional para el establecimiento de 6.2 ha de Brachiaria.

Debido a que la carga animal en Honduras era relativamente alta (aproximadamente de 1.44 UA/ha) como resultado de la adopción de gramíneas mejoradas y pastos de corte, el área que podría ser liberada sin alterar el tamaño de hato y la producción por finca era menor que en el caso de Costa Rica y Nicaragua. El área posible de liberar para usos alternativos en Honduras era equivalente a 4.1 ha, lo que representaba el 9.3% del área ganadera (Cuadro 6). Este nivel de adopción representaba una reducción adicional en el costo de producción/kg de leche (US\$0.11/kg) y un incremento en el ingreso neto/vaca por año.

En Nicaragua el nivel 2 de adopción requería una mayor inversión que en Costa Rica y Honduras, debido a que la situación de las fincas exigía el establecimiento de áreas mayores en pasturas mejoradas. Para alcanzar este nivel de adopción era necesario establecer 4.4 ha de caña de azúcar, 2.2 ha de *Cratylia* y 37.3 ha de *Brachiaria* con una inversión de US\$7410 por finca equivalente a US\$168/vaca (Cuadro 7). Esta inversión aumentaba la carga animal de 1 UA/ha a 1.80 UA/ha y permitía liberar aproximadamente 35.8 ha de tierra (44.8% del área actual en ganadería) para otros usos alternativos. Con este nivel de adopción era posible reducir, aún más, los costos de producción de leche e incrementar el ingreso neto/vaca por año.

Nivel 3. Con este nivel se pretendía mostrar todo el potencial que es posible obtener mediante la adopción del nuevo germoplasma forrajero en el área ganadera de la finca. Como era de esperar, este nivel requería más capital para el establecimiento de nuevo germoplasma en toda el área de la finca y la compra adicional de animales como resultado del incremento en la capacidad de carga. En resumen, este nivel era el más intensivo entre los tres, tanto en productividad por hectárea como en uso de capital y de mano de obra. En este nivel entra a la solución la leguminosa *A. pintoi* asociada con gramíneas del género *Brachiaria*.

En Costa Rica este nivel de adopción requería un incremento en las áreas de *Cratylia* (3.6 ha) y de caña de azúcar (4.9 ha) en relación con los niveles 1 y 2, así como también del establecimiento de *A. pintoi* asociado con *Brachiaria* en toda el área de gramíneas (39.5 ha). La inversión por finca era de US\$15,960 equivalente a US\$333/vaca, lo que permitía un incremento significativo en la carga animal (1.56 UA/ha) y en el tamaño de hato el cual pasaba de 23 a 48 vacas. Este crecimiento en el tamaño del hato generaba otros beneficios, como era el incremento en productividad de leche por hectárea, que pasaba de 666 kg en la situación existente en el momento de la encuesta en el nivel 1, a 1095 kg con el nivel 2 y 1390 kg con este nivel 3.

A pesar que el ingreso neto anual variaba poco en relación con el nivel 2 (subía de US\$98 a US\$119/ha, pero bajaba de US\$124 a US\$119/vaca), el ingreso neto por finca se incrementaba drásticamente debido al efecto de carga animal y el aumento del tamaño del hato, llegando prácticamente a duplicar el ingreso neto del productor pasando de US\$2852/finca con el nivel 2 a US\$5712 con el nivel 3.

En Honduras, al igual que Costa Rica, este nivel 3 de adopción exigía un incremento adicional en las áreas de *Cratylia* (3.2 ha) y caña de azúcar (4.1), así

como el establecimiento de *A. pintoi* asociado con *Brachiaria* (36.7 ha) en toda el área de gramíneas. La inversión para lograr este nivel era equivalente a US\$2580/finca, siendo significativamente menor que en Costa Rica, debido a que las fincas en Honduras tenían más del 60% del área ganadera establecida con germoplasma mejorado, incluyendo áreas importantes de pastos de corte (3.2 ha o más por finca). Este nivel de adopción permitía a las fincas en Honduras un incremento de 9.5% en el tamaño de hato, pasando de 42 a 46 vacas, lo que incidía en un mayor ingreso neto (US\$12,190/finca) en comparación con los demás niveles de adopción (Cuadro 6).

En Nicaragua la situación era similar que en Costa Rica y Honduras, ya que era necesario un incremento adicional en las áreas de *Cratylia* (por ej., de 2.5 ha a 5.2 ha) y caña de azúcar (por ej., de 4.4 ha a 9.2 ha), así como también del establecimiento de *A. pintoi* en asociación con *Brachiaria* en la totalidad del área bajo gramíneas (65.6 ha). La inversión por finca (US\$22,070) era la más alta entre los tres países estudiados, debido a que las fincas se encontraban en pasturas naturalizadas. Esta inversión en Nicaragua permitía duplicar la carga animal (de 0.99 UA/ha a 1.95 UA/ha) e incrementar el tamaño del hato de 44 a 86 vacas, lo que significaba un ingreso neto de US\$7482/finca por año, superior al obtenido con el nivel 2 (US\$4044). Por tanto, a pesar que en Nicaragua la inversión para alcanzar el nivel 3 de adopción era mayor, también lo era el beneficio potencial en relación con los otros dos países.

En Nicaragua, al igual que en las fincas de Costa Rica y Honduras, el costo de producción de leche y el ingreso neto/vaca y por hectárea con el nivel 3 de adopción son similares que en el nivel 2, no obstante, el ingreso neto por finca es 85% mayor debido al incremento en el tamaño del hato.

Análisis de beneficios a nivel de región

El área en pasturas, el número de productores ganaderos y la población de vacas localizadas en el trópico seco de cada país donde el germoplasma validado por el Consorcio Tropicelche podría ser replicado exitosamente se incluyen en el Cuadro 8. En el Cuadro 9 se presentan los beneficios potenciales del nuevo germoplasma forrajero para cada nivel de adopción en cada país, asumiendo que estos niveles son efectivamente adoptados de acuerdo con los datos presentados en el Cuadro 8.

Nivel 1. Este nivel de adopción causa el mayor impacto relativo en la situación en que se encontraban los productores en cada país en el momento del

Cuadro 8. Características de las fincas en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua con sistemas doble propósito y potencial de adopción del nuevo germoplasma forrajero. Consorcio TropicLeche.

Característica	Costa Rica ^a	Honduras ^b	Nicaragua ^c
Area en pasturas (ha)	528,254	364,852	819,590
Productores (no.)	18,768	18,722	21,447
Población bovina (no. de vacas)	167,323	133,642	320,380

FUENTES:

a = SEPSA, 1990; b = Dirección General de Estadísticas y Censos (1998); c = MAG, 1999.

Cuadro 9. Beneficios potenciales del nuevo germoplasma forrajero con tres niveles de adopción en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

Países y beneficios	Nivel de adopción ^a		
	1	2	3
Costa Rica			
inversión/vaca	38	249	333
incremento en ingreso/vaca por año ^b	71	90	85
inversión a nivel de región (millones us\$)	6.4	41.7	55.7
incremento en ingreso regional/año (millones us\$) ^b	11.9	15.1	29.6
años para pagar la inversión	0.5	2.8	1.9
Honduras			
inversión/vaca	20	44	56
incremento en ingreso/vaca por año ^b	94	97	98
inversión a nivel de región (millones us\$)	2.7	5.9	8.2
incremento en ingreso regional/año (millones us\$) ^b	12.6	12.9	14.3
años para pagar la inversión	0.2	0.5	0.6
Nicaragua			
inversión/vaca	16	168	256
incremento en ingreso/vaca por año ^b	31	53	49
inversión a nivel de región (millones us\$)	5.1	53.8	82.0
incremento en ingreso regional/año (millones us\$) ^b	9.9	17.0	30.7
años para pagar la inversión	0.5	3.2	2.7

a. El nivel 1 implica la adopción de nuevas alternativas forrajeras con el área mínima necesaria para eliminar el uso de alimentos comprados para mantener la misma producción de leche y tamaño de hato. El nivel 2 implica la adopción de nuevas alternativas para satisfacer el nivel 1 y también para liberar la mayor cantidad posible de área para otros usos alternativos. El nivel 3 implica la adopción de nuevos forrajes en toda el área de la finca para alcanzar el mayor potencial productivo tanto a nivel de finca como regional.

b. Incremento marginal en relación con la situación actual del promedio de las fincas encuestadas en cada país.

estudio. Con pequeñas inversiones por vaca (entre US\$16 y US\$38) era posible obtener altos incrementos en los ingresos netos/vaca por año (de US\$31 a US\$94), debido al incremento en flujo de caja al substituir germoplasma mejorado por compras de suplementos concentrados.

En consecuencia, la inversión que era necesaria a nivel de región en cada país variaba de US\$2.7 millones en Honduras a US\$6.4 millones en Costa Rica. Esta inversión estaba representada por el establecimiento de las áreas estimadas en el Cuadro 9

de acuerdo con los costos para cada alternativa forrajera.

El análisis de los beneficios en términos de ingreso neto en efectivo anual para los productores de la zona se incrementaba de US\$9.9 a US\$12.6 millones, lo que sobrepasaba la inversión requerida, la cual sólo se debe hacer cada 10 años. Esto se puede observar mejor en el tiempo necesario para pagar la inversión con el ingreso marginal, el cual en todos los países era inferior o igual a 0.5 años. Es decir, era posible pagar la inversión inicial en los siguientes 6 meses, una vez

que las alternativas forrajeras se habían establecido antes de la época seca, durante la cual se requiere suplementación.

Nivel 2. Este nivel, como se analizó antes, debe ser la etapa siguiente una vez que se haya logrado el nivel 1 de adopción, ya que demanda mayor capital y, por tanto, es más difícil que sea adoptado inicialmente.

El capital requerido para su adopción total en cada región y país variaba entre US\$6 y US\$54 millones, equivalentes a una inversión por vaca entre US\$44 en el caso de Honduras y US\$249 en Nicaragua. Por otro lado, el tiempo necesario para pagar esta inversión con el ingreso adicional variaba entre 0.5 y 3.2 años, ya que los niveles de inversión eran mayores, excepto en Honduras donde ya existía una adopción significativa de forrajes mejorados.

Nivel 3. Este nivel es el más difícil de alcanzar debido a que exigía el mayor capital de inversión. Para lograr impacto a nivel regional se requerían desde US\$8 millones en Honduras hasta \$82 millones en Nicaragua; sin embargo, el beneficio, en términos de ingreso neto para los productores del trópico seco en

cada país, equivalía entre US\$14.3 millones por año en Honduras hasta US\$30.7 anuales en Nicaragua. Es decir, con base en este flujo neto de efectivo, el tiempo necesario para pagar la inversión inicial variaba desde 0.6 años en Honduras hasta 2.7 años en Nicaragua.

Necesidades de semillas para la tecnología a nivel regional.

En el Cuadro 10 se incluyen las necesidades de semilla para el establecimiento de cada una de las alternativas forrajeras, según el nivel de adopción a nivel de región en cada país (ver Cuadro 8) y asumiendo una tasa anual de adopción del 10%.

Nivel 1. Para *Cratylia argentea* se requieren, en promedio, 9 t/país por año. La producción de semilla por hectárea de *Cratylia* es aproximadamente de 160 kg/ha (Argel y Lascano, 1998) y las necesidades de semilla para siembra son de 8 kg/ha (Cuadro 11). Debido a que la disponibilidad de semilla de esta leguminosa actualmente es una limitante, para suplir las necesidades será necesario establecer 58 ha de semilleros en Costa Rica, 48 ha en Honduras y 62 ha en Nicaragua.

Cuadro 10. Necesidades anuales de semilla para cada uno de los niveles de adopción de tecnologías forrajeras en Costa Rica, Honduras y Nicaragua. Estimando un impacto anual en 10% de la población ganadera.

Germoplasma y nivel de adopción ^a	Costa Rica		Honduras		Nicaragua	
	Area a sembrar (ha)	Semilla requerida (t/año)	Area a sembrar (ha)	Semilla requerida (t/año)	Area a sembrar (ha)	Semilla requerida (t/año)
Nivel 1						
<i>Brachiaria</i> spp.	0	0	0	0	0	0
<i>Cratylia argentea</i>	1164	9.3	955	7.6	1,240	9.9
<i>Arachis pintoi</i> ²	0	0	0	0	0	0
Caña de azúcar	291	4074	64	896	437	6118
Nivel 2						
<i>Brachiaria</i> spp.	14,040	56.2	1970	7.9	27,160	108.6
<i>Cratylia argentea</i>	1237	9.9	950	7.6	1820	14.6
<i>Arachis pintoi</i> ^b	0	0	0	0	0	0
Caña de azúcar	509	7129	160	2240	3,204	44,850
Nivel 3						
<i>Brachiaria</i> spp.	11,260	45.0	2790	11.2	24,440	97.8
<i>Cratylia argentea</i>	1260	10.1	930	7.4	1940	15.5
<i>Arachis pintoi</i> ²	13,770	110.2	0	0	24,440	195.5
Caña de azúcar	1605	22,450	261	3654	3430	48,000

a. El nivel 1 implica la adopción de nuevas alternativas forrajeras con el área mínima necesaria para eliminar el uso de alimentos comprados para mantener la misma producción de leche y tamaño de hato. El nivel 2 implica la adopción de nuevas alternativas para satisfacer el nivel 1 y también para liberar la mayor cantidad posible de área para otros usos alternativos. El nivel 3 implica la adopción de nuevos forrajes en toda el área de la finca para alcanzar el mayor potencial productivo tanto a nivel de finca como regional.

b. Se asume que el *Arachis pintoi* es establecido asociado con una gramínea mejorada.

Las necesidades de material de propagación de caña de azúcar son similares a las de *Cratylia*. Se estima que 1 ha de caña produce 60 t de material vegetativo para multiplicación y se necesitan 14 t para el establecimiento de 1 ha (Cuadro 12). Por tanto, para suplir las necesidades de siembra se requiere del establecimiento de 68 ha semilleros en Costa Rica, 15 ha en Honduras y de 102 ha en Nicaragua.

Nivel 2. Las necesidades de semillas para alcanzar este nivel de adopción a nivel regional son mayores, ya que las áreas son más grandes, especialmente en el caso de *Brachiaria*. Sin embargo, la semilla de gramíneas no representa un obstáculo y su disponibilidad es alta por parte de las compañías comerciales en la región.

Para *Cratylia* en este nivel de adopción se requiere el establecimiento de 62 ha de semilleros en Costa Rica, 48 ha en Honduras y 92 ha en Nicaragua. Para caña de azúcar se necesitarían 119 ha de semilleros en Costa Rica, 38 ha en Honduras, y 748 ha en Nicaragua.

Nivel 3. Este nivel de adopción requiere cantidades de semilla muy similares a las del nivel 2, pero adicionalmente requiere altas cantidades de semilla de *A. pintoii* para establecer asociaciones con *Brachiaria*. Sin embargo, al igual que en el caso de las gramíneas, la disponibilidad de semillas de esta leguminosa no es un obstáculo, ya que existen cantidades suficientes en el mercado regional.

Para *C. argentea* se requiere el establecimiento de 64 ha de semilleros en Costa Rica, 47 ha en Honduras y 97 ha en Nicaragua, mientras que para caña de azúcar se necesitarían 374 ha en Costa Rica, 61 ha en Honduras y de 800 ha en Nicaragua.

Estrategias para promover la adopción de las nuevas tecnologías

Los requisitos para alcanzar un nivel de adopción similar al nivel 1 son relativamente fáciles de lograr en comparación con los grandes beneficios que se pueden obtener, tanto en reducción de costos de producción como en incremento en flujo de caja, debido a la sustitución de insumos comprados que serían reemplazados por nuevo germoplasma y en el uso de mano de obra que en muchos casos está siendo subutilizada o tiene un costo de oportunidad muy bajo, especialmente en Nicaragua y Honduras.

La estrategia para asegurar el éxito de la adopción en el nivel 1 y posteriormente avanzar en los niveles de adopción consiste en el establecimiento de alianzas estratégicas con grupos de productores organizados y

con agencias de extensión. Con estas alianzas es posible:

- Identificar productores interesados en establecer semilleros en sus fincas de tal manera que sean facilitadores locales para la expansión de nuevas áreas; y
- Crear un mecanismo de seguimiento para buscar mercado a la semilla producida, mediante la identificación de los adoptadores tempranos.

Conclusiones

Los beneficios potenciales como resultado de la adopción progresiva de nuevas opciones forrajeras basadas en gramíneas y leguminosas validadas por el Consorcio Tropicheche indican lo siguiente:

- El nivel 1 de adopción (nuevo germoplasma basado en *Cratylia* y caña de azúcar con el propósito de sustituir los insumos de alimentación del hato) permite a los productores en los diferentes países eliminar por completo la compra de suplementos para el ganado durante la época seca. Este efecto tiene un gran impacto en el flujo de caja de los productores, ya que el costo de producción de leche se puede reducir 14% en Costa Rica, 25% en Honduras y 11% en Nicaragua.
- El nivel 2 de adopción (áreas de *Cratylia* y caña iguales a las del nivel 1 más áreas de *Brachiaria* variables en cada país), permite, además de los beneficios del nivel 1, mantener la misma producción de leche y tamaño de hato en un área menor y la liberación de áreas que pueden ser dedicadas a otros usos alternativos. Las áreas liberadas pueden variar desde 9% para el caso de Honduras y 39% en Costa Rica hasta 45% en Nicaragua. De la misma manera, este nivel de adopción permite la reducción adicional en el costo de producción de leche con respecto al nivel 1 en 11% en Costa Rica, 8% en Honduras y 12% en Nicaragua.
- El nivel 3 de adopción (áreas de *Cratylia* y caña de azúcar mayores que en los niveles 1 y 2 más pasturas asociadas *Brachiaria-Arachis*) es el más intensivo en productividad y el que requiere mayor inversión de capital. Con este nivel se alcanza la mayor productividad de leche por hectárea (1390 kg en Costa Rica, 1530 kg en Honduras y 964 kg en Nicaragua), así como también la mayor carga animal (1.56 UA/ha en Costa Rica, 1.58 en Honduras, y 1.95 en Nicaragua). Lo anterior se refleja en un mayor ingreso neto.

- El impacto potencial de la adopción de estas tecnologías a nivel regional es significativo. Para el caso del nivel 1, en la época era necesario invertir recursos por un monto total de US\$6.4 millones en Costa Rica, US\$2.7 millones en Honduras y US\$5.1 en Nicaragua. Con esta inversión era posible obtener un ingreso neto anual adicional, debido a reducción de costos de producción, de US\$11.9 millones en Costa Rica, US\$12.6 en Honduras y US\$9.9 millones en Nicaragua. Por tanto, el beneficio potencial es grande en relación con la inversión, siendo posible pagar ésta en un período inferior a 1 año (ver Cuadro 9).
- La inversión requerida a nivel regional para alcanzar el nivel 2 de adopción era de US\$41.7 millones en Costa Rica, US\$5.9 millones en Honduras y US\$53.8 millones en Nicaragua y los ingresos anuales adicionales esperados por reducción de costos de producción en estos países equivalían, respectivamente, a: US\$15.1 millones, US\$12.9 millones, y US\$17.0 millones.
- Para alcanzar el nivel 3 de adopción se necesitaban recursos del US\$55.7 millones en Costa Rica, US\$8.2 millones en Honduras, y US\$82 millones en Nicaragua y los ingresos adicionales por año, tanto por reducción de costos como por mayor producción de leche en los mismos países eran, respectivamente, de: US\$29.6 millones, US\$14.3 millones, y US\$30.7 millones.
- Para lograr la promoción y adopción de estas tecnologías a nivel regional es necesario diseñar estrategias que permitan: (1) el establecimiento de alianzas con gremios de productores organizados y con servicios de extensión; y (2) el establecimiento de mecanismos de promoción sobre el uso y suministro de semillas a los productores, en especial de *Cratylia argentea* y caña de azúcar. Se

debe tener en cuenta que la disponibilidad de semilla de *Brachiaria* y *A. pintoii* no es limitante en la región.

- Este estudio sugiere que existe un gran incentivo económico para diseñar una estrategia a nivel regional en cada país que permita la adopción de tecnologías al nivel 1 para mejorar el ingreso de los pequeños productores de leche e incrementar la competitividad de los sistemas de producción de doble propósito, mediante el uso de nuevo germoplasma forrajero basado en gramíneas y leguminosas mejoradas.

Referencias

- Argel, P. y Lascano, C. 1998. *Cratylia argentea*: Una nueva leguminosa para suelos ácidos en zonas sub-húmedas tropicales. Pasturas Tropicales vol. 20(1), págs. 37-43
- Dirección General de Estadísticas y Censos. 1998. Encuesta agrícola nacional 1996-1997. Tomo III. Ganadería. Secretaría de Industria y Comercio. Tegucigalpa, Honduras.
- Holmann, F.; Kerridge, P. C.; y Lascano, C. E. 1999. Sistemas mejorados de alimentación basados en leguminosas forrajeras para ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina tropical. Informe de progreso 1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1999. Resultados de la encuesta de producción de 1997. Convenio MAG-USDA. Managua.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 1990. Encuesta Ganadera Nacional 1988. San José, Costa Rica.
- Umaña, V. 1998. Comercio de productos lácteos en Centroamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.

Análisis del mercado de leche en queseras artesanales en cuencas ganaderas de Honduras y Nicaragua

Federico Holmann
CIAT-ILRI, Colombia

Aproximadamente el 20% de la leche que es producida en Honduras y Nicaragua es enviada a plantas industriales donde es transformada en leche pasteurizada y derivados lácteos. En la época del presente estudio, el precio pagado por esta leche a través del año era de US\$0.30/kg en ambos países, no obstante, este precio sólo lo obtenían el 5% de las ganaderías de cada país. Esto era debido a los requisitos por parte de las pasteurizadoras, que exigen leche refrigerada para una mejor calidad higiénica y producida en fincas localizadas en sitios de fácil acceso con buenas vías de comunicación (Argel, 1999a; 1999b).

El restante 80% de la producción de leche de ambos países se comercializaba a través del mercado informal, principalmente en forma de quesos (Argel, 1999a; 1999b). Este mercado está conformado principalmente por pequeñas queseras artesanales que no pasteurizan la leche y se encuentran, en su gran mayoría, en zonas donde se produce leche. Estas empresas transforman la leche en quesos frescos de consumo popular y de corta duración (menos de 10 días) (De Franco, et al., 1995). En Honduras se estima que existían para la época de este estudio 600 queseras artesanales (Argel, 1999a). Por tanto, esta industria era en Honduras y Nicaragua el principal comprador de la leche producida en fincas pequeñas y medianas, que no cumplen con los requisitos que exigen las plantas procesadoras del denominado sector formal.

El problema de la estacionalidad en la producción

El precio que pagan las queseras artesanales a los productores depende de la oferta de leche, la cual tiene una marcada estacionalidad, siendo alta en época de lluvias y baja en época seca. Esta situación induce a serias dificultades para absorber los excedentes que se producen en la primera época, ya que en Honduras y

Nicaragua se carece de un sistema eficiente de industrialización y comercialización. Esta estacionalidad en la oferta incide en las fluctuaciones de precios, llegando a existir diferencias de hasta 50% en el precio entre épocas (De Franco et al., 1995; Cajina, 1994).

Además del problema de producción estacional, la mayor parte de la leche acopiada por las queseras artesanales durante la época de lluvias es de mala calidad, con recuentos bacterianos cercanos a 1,000,000/cc. Cuando los recuentos son superiores a 500,000 bacterias/cc, el proceso de pasteurización no es seguro para leches crudas. Esto se debe a que éste únicamente garantiza la eliminación de las bacterias patógenas, quedando vivas muchas otras que afectan la calidad de los quesos producidos (De Franco et al., 1996).

En consecuencia, no es posible elaborar quesos de calidad aceptable con este tipo de leche, situación que está determinada por las condiciones sanitarias en el ordeño y el manejo de la leche hasta llegar a las queseras. En Honduras y Nicaragua la gran mayoría de las fincas productoras de leche no tienen salas de ordeño ni agua corriente y limpia. El ordeño se hace en forma manual al aire libre y en baldes. El lavado de los recipientes se hace con detergente común y no siempre se usa cloro para su desinfección (De Franco et al., 1996).

La leche producida bajo estas condiciones en la época seca es de mejor calidad, ya que no existe exceso de humedad en los corrales, las ubres de las vacas se conservan mas limpias y el tiempo de transporte entre el sitio de ordeño y las queseras artesanales se reduce debido a las mejores condiciones de las vías (García, 1996).

Como resultado de esta situación de cambios en oferta y calidad, es más atractivo producir mayores

volúmenes de leche durante la época seca, lo que beneficia al productor porque recibe un mejor precio y a las queseras por la mejor calidad de leche para procesar.

Objetivos

El objetivo de este estudio fue analizar el mercado de leche por parte de queseras artesanales en las zonas ganaderas de Honduras y Nicaragua donde opera el Consorcio Tropic leche. Se esperaba saber si:

- Existía mercado suficiente para una mayor producción de leche y cuánto más leche podrían comprar las queseras artesanales en cada época del año; y
- Existía mercado para leche de mejor calidad y consecuentemente de mejor precio para el productor, y cuál sería el precio que estarían dispuestas a pagar las queseras.

Metodología

La información fue obtenida en marzo de 2000 mediante encuestas directas en 10 queseras artesanales de Honduras y 13 de Nicaragua. Las

queseras están ubicadas en la zona de influencia del Consorcio Tropic leche: Olancho, Catacamas y Juticalpa en Honduras; y en Esquipulas y Muy-Muy en Nicaragua. Para complementar los datos de las encuestas se utilizó información secundaria de ambos países.

Resultados y discusión

Acopio y precios pagados por la leche. El acopio de leche era aproximadamente seis veces mayor en Honduras que en Nicaragua, tanto en la época de lluvias (6200 vs. 1100 kg/día) como en la época seca (3600 vs. 520 kg/día) (Cuadros 1 y 2). Igualmente, el acopio de leche durante la época de lluvias era 73% mayor que durante la época seca en Honduras y 111% mayor en Nicaragua. Este factor es desestabilizante para cualquier mercado y tiene su incidencia en el precio de leche que las queseras están dispuestas a pagar. Así, el precio de leche durante la época de lluvias en relación con la época seca se reduce 27% en Honduras y 38% en Nicaragua. Por otro lado, el precio que las queseras pagaban por la materia prima de similar calidad era mayor en Honduras, siendo éste 33% mayor que en Nicaragua en la época de lluvias (US\$0.24/kg vs. US\$0.18) y 14% mayor en la época seca (US\$0.33/kg vs. US\$0.29).

Cuadro 1. Características de la producción y mercadeo de leche y queso en épocas seca y lluviosa en 10 queseras rurales en la cuenca ganadera de Olancho, Catacamas y Juticalpa en Honduras.

Característica	Epoca seca	Epoca de lluvias
Acopio de leche (lt/día)	3600	6230
Precio de compra (US\$/lt)	0.33	0.24
Quesos producidos y precios de venta (US\$/kg):		
- queso seco	3.60	2.40
- queso fresco	2.70	1.80
- queso de crema	2.40	1.94
- quesillo	2.09	1.30
- crema	2.40	1.80
Cantidad de leche necesaria para producir cada tipo de queso (l/kg):		
- queso seco	9.48	10.14
- queso fresco	6.00	6.76
- queso de crema	5.73	6.39
- quesillo	5.62	6.45
- crema	14.7	16.9
Porcentaje de procesadores de queso que estaban dispuestos a comprar más leche	55.5	0
Porcentaje de procesadores de queso que consideraban que la leche era de buena calidad		
- si	10	10
- no	90	90
Pago adicional que se reconocería por leche de mejor calidad		
- US\$/lt	0.361	0.266
- (% de procesadores)	9.4	11.2

Cuadro 2. Características de la producción y mercadeo de leche y queso en épocas seca y lluviosa en 13 queseras rurales en la cuenca ganadera de Esquipulas y Muy-Muy en Nicaragua.

Características	Epoca seca	Epoca de lluvias
Acopio de leche (lt/día)	523	1103
Precio de compra (US\$/lt)	0.29	0.18
Quesos producidos y precios de venta (US\$/kg)		
- queso puro	2.49	1.78
- queso media sangre	2.13	1.60
- cuajada	1.78	1.24
- queso de crema	1.78	1.24
- crema	1.60	0.89
Cantidad de leche necesaria para producir cada tipo de queso (l/kg)		
- queso puro	7.71	8.82
- queso media sangre	6.61	7.71
- cuajada	5.51	6.61
- queso de crema	5.51	6.61
- crema	11.03	13.23
Porcentaje de procesadores de queso que estaban dispuestos a comprar más leche	75.7	0
Porcentaje de procesadores de queso que consideraban que la leche era de buena calidad		
- si	80	70
- no	20	30
Pago adicional que se reconocería por leche de mejor calidad		
- US\$/lt	0.29	0.211
- (% de procesadores)	0	17.0

Tipos de queso y rendimientos. En cada país las queseras artesanales producían cuatro tipos de queso y todas las queseras descremaban la leche para vender la crema como subproducto. Es necesario señalar que en la elaboración de todos los tipos de quesos se utiliza leche descremada. Por tanto, en ambos países la venta de crema representaba una ganancia neta. Asimismo, en ambos países cada tipo de queso tenía un precio diferente, es decir, la estrategia de mercadeo era similar, siendo ésta segmentada para cuatro diferentes clases (gustos) asociadas con la capacidad de compra del consumidor.

A pesar que todos los quesos eran frescos y de corta duración, la diferencia entre ellos radicaba en la cantidad de humedad que contenían. Así, para producir el queso más seco se requiere de una mayor cantidad de leche fluida y, por tanto, su precio era mayor (por ej., queso seco en Honduras y queso puro en Nicaragua). Este hecho se justifica por la cantidad de litros de leche necesarios para producir un kilo de queso, lo que a su vez está directamente relacionado con el precio de venta. Así, mientras más humedad tenga el queso menor será su vida útil. Es decir, los quesos de más bajo costo son también los más perecederos porque contienen más suero.

La cantidad de leche necesaria para producir cada tipo de queso variaba según la época del año. Durante la época de lluvias la producción de leche por vaca era mayor, pero ésta contiene una menor cantidad de sólidos totales y, por tanto, se requiere de más leche para producir la misma cantidad de queso que en la época seca. Por ej., en Honduras las queseras requieren 7% más leche durante la época de lluvias para producir un 1 kg de queso seco y hasta 15% de leche adicional para producir 1 kg de quesillo. En Nicaragua se requiere 14% más leche durante la época de lluvias para producir 1 kg de queso puro y hasta 19% de leche adicional para producir 1 kg de queso de crema. Esta reducción en la eficiencia del rendimiento en la elaboración de quesos obliga a los productores artesanales a ofrecer un menor precio por la leche durante la época de lluvias.

Mercado potencial y calidad de la leche. El potencial de crecimiento del mercado de quesos era grande y aún no estaba satisfecho. Las queseras artesanales en Honduras podrían comprar hasta 55% más leche durante la época seca, pero aquella no se encontraba disponible en el mercado. En Nicaragua este potencial era aún mayor y las queseras estaban en capacidad de comprar hasta 76% más leche que el acopio en ese momento.

Este panorama no era el mismo en la época de lluvias, cuando el potencial de crecimiento era nulo en ambos países debido a la sobreoferta de leche en el mercado. Por tanto, las queseras estaban dispuestas a comprar más leche únicamente durante la época seca, lo cual tiene grandes implicaciones en el tipo de tecnologías a recomendar a los productores en estas regiones.

En Honduras, el 90% de las queseras artesanales consideraba que la leche acopiada durante la época de lluvias era de mala calidad higiénica, siendo este porcentaje sólo de 10 durante la época seca. Es decir, había una relación directa entre la mala calidad higiénica de leche y la época de lluvias, lo cual coincide con lo reportado por De Franco et al. (1996). En Nicaragua el 30% de las queseras artesanales consideraba que la leche en la época de lluvias era de mala calidad lo cual, aunque en menor porcentaje que en Honduras, aún era una cifra significativa.

No obstante, las queseras en ambos países que consideraban la leche de acopio como de mala calidad, estaban dispuestas a pagar un mejor precio, si la calidad higiénica de la misma fuera mejor. En Honduras este precio sería 9.4% mayor durante la época seca y 11.2% mayor en la época de lluvias. En Nicaragua las queseras estarían dispuestas a ofrecer un precio 17% mayor, pero únicamente durante la época de lluvias.

Necesidades de las queseras. Las necesidades y expectativas de las queseras artesanales en se incluyen en el Cuadro 3. La principal necesidad era el mejoramiento de la infraestructura mediante la adquisición de más y mejores equipos (descremadoras, cuartos fríos, medidores de calidad higiénica). Por tanto, las perspectivas de la industria de quesos eran buenas en ambos países.

En Honduras el mejoramiento de la calidad de la leche era la segunda prioridad, mientras que en

Nicaragua era la búsqueda de nuevos mercados (ver Cuadro 3). En 1990 Nicaragua comenzó a exportar quesos artesanales hacia El Salvador y Honduras por un valor de US\$128,000, actividad que se ha incrementando año tras año, llegando en 1998 a exportar 8400 t de queso por un valor de US\$14 millones (MAGFOR, 2000) con una tendencia a aumentar en los próximos años.

En Honduras era evidente la falta de asesoría para producir nuevos tipos de quesos y diversificar el mercado, no así la búsqueda de nuevos mercados para los mismos tipos de quesos. En Nicaragua era necesario mejorar la calidad de los quesos producidos en las queseras.

Implicaciones tecnológicas

Los resultados de esta encuesta tienen dos tipos de implicaciones tecnológicas para el Consorcio Tropicelche: la alimentación animal y el mejoramiento genético de los animales.

En el componente de alimentación animal, estos resultados sugieren que un programa agresivo de promoción de la leguminosa arbustiva *C. argentea* y de caña de azúcar para suplementar el hato durante la época seca, tendría mucho más impacto que la promoción de gramíneas o leguminosas para la época de lluvias. Con este cambio tecnológico sería posible reducir la compra de alimentos concentrados para suplementar el hato, mejorando así el flujo de caja de los productores y elevando el contenido de grasa en la leche.

La proteína en la leche es la materia prima fundamental para la elaboración de quesos. Es decir, las leches más ricas en proteínas permiten obtener mejores rendimientos industriales en su proceso de transformación. Se estima que por cada 0.1% de aumento en el contenido de proteína en la leche la producción de quesos se incrementa 4% (Sozzi, 1999).

Cuadro 3. Necesidades de la industria quesera rurales y artesanal en Honduras y Nicaragua, en porcentajes de queseras.

Necesidad	Honduras (%)	Nicaragua (%)
Compra de equipo para ampliación ^a	80	62
Mejorar la calidad de la leche ^b	60	15
Asesoría técnica para producir nuevos quesos	50	15
Mejorar la calidad de los quesos ^c	40	23
Expansión y búsqueda de nuevos mercados	10	46

a. Adquisición de descremadoras, cuarto frío, tinas de acero inoxidable y estufa.

b. Asesoría técnica a productores para mejorar la higiene al momento del ordeño y reducir el tiempo del transporte de la leche de la finca a la quesera.

c. Incluye mejoramiento de las condiciones higiénicas de la quesera y empaque del producto.

Lo anterior lleva a otra implicación tecnológica con el fin de mejorar la eficiencia en el rendimiento de la producción de quesos: el acopio de leche con mayor contenido de proteína, lo que se logra con mejoramiento genético a nivel de finca mediante la promoción de cruces con razas de mayor contenido proteico en la leche que producen. El tipo de animal comúnmente encontrado en Honduras y Nicaragua es el Cebú (Brahman). El contenido de proteína en la leche de razas *Bos indicus* como Brahman, Guzerath y Nelore es de 3.10% existiendo poca variabilidad entre ellas; mientras que en razas *Bos taurus* es más variable, siendo el contenido promedio de proteína en la leche de Holstein de 3.15%, Pardo Suizo de 3.50% y en Jersey 3.80% (Ruiz, 1999). Por tanto, una estrategia de mejoramiento genético que incorpore cruces con genes Jersey o Pardo Suizo permitiría a los productores ofrecer a las queseras artesanales una leche con mayor contenido proteico, siempre y cuando, exista un mecanismo de pago transparente que reconozca el precio de esta proteína.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- En Honduras y Nicaragua la industria quesera artesanal es el principal comprador de la leche producidas por pequeños y medianos ganaderos.
- La producción de leche en las cuencas ganaderas del trópico seco en América Central es estacional. La producción durante la época de lluvias es prácticamente el doble que durante la época seca, lo cual causa sobreoferta y escasez de leche, respectivamente. La escasez de leche durante la época seca se traduce en un mercado potencial no satisfecho. Durante esta época las queseras artesanales estarían dispuestas a comprar 55% y 76% más leche en Honduras y en Nicaragua, respectivamente, pero ésta no se encuentra disponible debido a la falta de adopción de tecnologías para la alimentación animal basadas en forrajes mejorados.
- La situación anterior sugiere que un programa agresivo de promoción de la leguminosa arbustiva *C. argentea* con caña de azúcar para suplementar el hato durante la época seca, tendría mucho más impacto que la promoción de gramíneas o leguminosas para la época de lluvias. Este cambio tecnológico reduciría la necesidad de comprar alimentos concentrados para suplementar el hato, mejorando, así, el flujo de caja de los productores y elevando el contenido de grasa en la leche.

- Las queseras artesanales en ambos países, pero especialmente en Honduras, requieren leche de mejor calidad, especialmente durante la época de lluvias. En Honduras este precio sería 9.4% mayor durante la época seca y 11.2% mayor en la época de lluvias. En Nicaragua las queseras estarían dispuestas a ofrecer un precio 17% mayor, pero únicamente durante la época de lluvias.
- La principal necesidad que tienen las queseras artesanales actualmente es el mejoramiento de la infraestructura mediante la adquisición de más equipos. Por tanto, las perspectivas parecen ser buenas en ambos países. En Honduras la segunda necesidad en orden de importancia es la producción y compra de leche de mejor calidad, mientras que en Nicaragua es la búsqueda de nuevos mercados. Igualmente en el primer país es necesaria una mayor asesoría para producir nuevos tipos de quesos para diversificar su mercado; mientras que en el segundo es necesario mejorar la calidad de los quesos producidos.
- La cantidad de leche necesaria para producir cada tipo de queso varía según la época del año. Durante la época de lluvias la producción de leche por vaca es mayor, pero contiene una menor cantidad de sólidos totales y, por tanto, se requiere de más leche para producir la misma cantidad de queso que en la época seca.

Una estrategia de mejoramiento genético que incorpore cruces con genes de animales Jersey o Pardo Suizo permitiría a los productores ofrecer a las queseras artesanales una leche con mayor contenido proteico, siempre y cuando, exista un mecanismo de pago transparente que valore el precio de esta proteína.

Referencias

- Argel, P. 1999a. Caracterización de sitios con potencial de adopción de germoplasma forrajero mejorado por pequeños y medianos productores de doble propósito en Honduras. Informe de Consultoría. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali.
- Argel, P. 1999b. Caracterización de sitios con potencial de adopción de germoplasma forrajero mejorado por pequeños y medianos productores de doble propósito en Nicaragua. Informe de Consultoría. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali.
- Cajina, A. 1994. Precios y mercado de la leche en Nicaragua. Unidad de Programa Agrícola MAG/BID/PNUD. Managua.

De Franco, M., R. Sevilla, H. Downing, y A. Sandino. 1996. Caracterización y propuesta de estrategia para el sector semi-industrial de productos lácteos en Nicaragua. Análisis Total. Consultores en Gerencia y Economía. Managua.

De Franco, M., N. Sacasa, R. Raudes, R. Sevilla, y L. Zúñiga. 1995. La dinámica del mercado de productos lácteos en Nicaragua. Análisis Total. Consultores en Gerencia y Economía. Managua.

García, L. 1996. Resultados de la encuesta a la agroindustria de quesos artesanales en cinco departamentos de Nicaragua. Proyecto de Desarrollo Lechero, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Managua.

MAGFOR. 2000. Agricultura y Desarrollo. Servicio de Información de Precios y Mercados # 56. Ministerio Agropecuario y Forestal. Managua.

Ruiz, F. 1999. Mejoramiento genético de los componentes de la leche. *En* Memorias del II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche: Competitividad y Proteína. Cooperativa lechera COLANTA. Medellín.

Sozzi, T. 1999. Importancia de las proteínas en la leche y sus derivados. *En* Memorias del II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche: Competitividad y Proteína. Cooperativa lechera COLANTA. Medellín.

Actividad 3.2. Difusión de resultados de investigación

Aspectos sobresalientes

- La difusión de resultados es parte integral del proceso de investigación y transferencia, y es esencial en la adopción de nuevas tecnologías.

Hoja Informativa Tropileche

Federico Holmann

CIAT-ILRI Colombia, e instituciones nacionales en Perú,
Costa Rica, Nicaragua y Honduras

Hasta marzo del 2001, el Consorcio Tropileche había producido diez números de la Hoja Informativa. Esta aparece en marzo y octubre y su objetivo es informar sobre las actividades del Consorcio, los resultados de investigación en los diferentes sitios de

referencia y otras noticias de utilidad para los socios. Esta Hoja se distribuye en forma impresa y puede ser consultada en la página Tropileche en Internet (<http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/start.htm>)

Base de datos sobre resultados de investigación con ganado bovino en sistemas doble propósito

Anderson Medina y Federico Holmann
CIAT-ILRI Colombia

El Consorcio Tropileche desarrolló en octubre de 1996 una base de datos con resultados de investigaciones generadas desde 1960 en América Latina tropical sobre sistemas de producción doble propósito. Los temas incluyen nutrición y alimentación, forrajes (gramíneas y leguminosas), mejoramiento genético y reproducción, sanidad animal, economía y extensión, y transferencia y adopción de tecnologías.

En la actualidad existen en esa base aproximadamente 2260 referencias, con descriptores básicos y el 70% de ellos también incluyen un resumen. Esta base de datos se desarrolló en CD/ISIS micro y sigue el normativo del AGRIS-CARIS del sistema de información de la FAO. Está disponible en la página de Tropileche en Internet. El número promedio de usuarios por mes que consulta la base es 139.

Tropileche en Internet

Anderson Medina y Federico Holmann
CIAT-ILRI, Colombia

El Consorcio Tropileche ha desarrollado su propia página en Internet. En ella se incluyen los boletines informativos que se han producido, la base de datos que contiene resultados de investigación generados en América Latina tropical, así como también todos los informes anuales, publicaciones y conferencias invitadas del Consorcio. Esta página puede ser consultada en la dirección:
<http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/start.htm> ya sea a través del icono "Suelo y Sistema" o a través de la "Unidad de Información y Documentación".

Además, en esta página aparece un listado de investigadores en sistemas de producción animal doble propósito en América Latina y el Caribe, con sus direcciones respectivas. Por tanto, las personas interesadas pueden tener acceso a las actividades del Consorcio Tropileche desde cualquier lugar del mundo y consultar la base de datos, solicitar información y comunicarse e interactuar con otros colegas.

Producción de video

F. Holmann, C. E. Lascano (CIAT, Colombia), P. J. Argel (CIAT, Costa Rica), R. Goyenaga (MAG, Costa Rica)

Como parte de las labores de divulgación sobre tecnologías adoptadas por los productores, el Consorcio Tropicheche en colaboración con el Departamento de Comunicaciones del Ministerio de Agricultura de Costa Rica, desarrollaron un video de 12 minutos sobre la evolución de la explotación doble propósito del señor Antonio López, colaborador del Consorcio Tropicheche en el trópico seco de la región Pacífico Central de Costa Rica.

Antonio es un pequeño productor que ha adoptado muchas de las tecnologías que el Consorcio ha impulsado a través del Ministerio de Agricultura y

Ganadería de Costa Rica (MAG). Actualmente en esta finca se produce más leche en menor área, se ha duplicado el ingreso familiar y se han liberado áreas que antes estaban dedicadas a la actividad ganadera y que ahora han pasado a proteger las fuentes de agua de la finca.

Con el video se pretende demostrar a otros productores de Costa Rica y de Latinoamérica, cómo Antonio logró intensificar su finca con tecnologías basadas en gramíneas y leguminosas mejoradas con la asistencia técnica del MAG y la semilla que el Consorcio Tropicheche le facilitó para la siembra.

Producción de boletines para extensionistas

Como parte de las labores de divulgación sobre las tecnologías que están siendo adoptadas por los productores, el Consorcio Tropoleche en colaboración con el Departamento de Comunicaciones del Ministerio de Agricultura de Costa Rica, produjeron dos boletines para extensionistas pecuarios. Con ellos se pretende

difundir el conocimiento adquirido sobre el establecimiento, manejo e impacto en la producción ganadera de la leguminosa arbustiva *C. argentea* y de la gramínea *B. brizantha* CIAT 26110. Resúmenes de estas publicaciones se incluyen a continuación.

Cratylia argentea. Una Leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico

P. J. Argel, J. González y M. Lobo
CIAT, ECAG y MAG, Costa Rica

Cratylia argentea (sinónimo *C. floribunda*, *Dioclea floribunda*) es una leguminosa arbustivas evaluada y seleccionada por el MAG, la ECAG, la UCR y el CIAT por su buena adaptabilidad a sequías prolongadas y suelos ácidos en Costa Rica.

Descripción

Crece en forma natural en Brasil desde el Estado de Pará hasta los Estados de Mato Grosso y Goiás en dirección norte-sur, y desde Perú hasta el Estado de Ceará en dirección este-oeste. Alcanza entre 1.5 y 3.0 m de altura cuando crece en formaciones vegetales abiertas, pero puede convertirse en liana de tipo voluble cuando está asociada con plantas de porte mayor.

Adaptación

Crece naturalmente desde 0 hasta los 930 m.s.n.m., aunque la mayor frecuencia de individuos se ha observado entre los 300 y los 800 m.s.n.m. Esta leguminosa ha mostrado buena adaptación en un amplio rango de climas y suelos en Costa Rica, en particular, en climas subhúmedos y Ultisoles ácidos pobres con alto contenido de aluminio. No obstante, la planta responde a la fertilidad del suelo y los mayores rendimientos se han reportado en sitios con suelos fértiles en trópico húmedo. No tolera sitios mal drenados o suelos pesados que se saturan con frecuencia de humedad durante el período lluvioso. Una característica destacada es su capacidad de rebrote y alta retención foliar durante el período seco, lo que se debe al desarrollo de raíces vigorosas que alcanzan hasta 2 m de longitud, por esta razón entre 30% y 40% del rendimiento total de materia seca puede producirse durante ese período crítico del año.

Plagas y enfermedades

No se han reportado plagas ni enfermedades de importancia económica en *C. argentea*. En algunos

sitios se ha observado muerte aislada de plantas causado por la presencia de jobotos (*Melolonthidae* sp.) en el suelo durante la fase de establecimiento, así como también ataques de grillos y hormigas cosechadoras de hojas. Durante períodos frecuentes de lluvias se ha reportado también la muerte aislada de plantas adultas en sitios con suelos pesados; estudios de raíces de plantas infectadas indican la presencia de hongos de los géneros *Phytium* y *Fusarium*, pero no se ha podido establecer que estos sean la causa directa de la mortalidad; en otros casos similares de muerte de plantas, se ha indicado la presencia de nemátodos en el cuello del tallo. También se ha observado el vaneamiento de vainas por causa de hongos de los géneros *Phoma* y *Cladosporium* cuando el florecimiento y fructificación se da en condiciones lluviosas con alta humedad relativa.

Siembra

Cratylia argentea se propaga fácilmente por semilla, por el contrario, la propagación vegetativa (estacas) no ha sido exitosa hasta el presente. La semilla no requiere escarificación debido a la poca dureza que presenta; sin embargo, la siembra debe ser muy superficial, es decir, a menos de 2 cm de profundidad, ya que siembras más profundas causan pudrición de la semilla, retardan la emergencia de las plántulas y producen plantas con menor desarrollo radicular. La siembra puede ser directa en el campo en condiciones de labranza mínima o después de una preparación convencional del suelo con arado y rastra; también se puede hacer un almácigo en bolsas para posteriormente llevar las plántulas al campo. Se recomienda la fertilización con fósforo (100 a 150 kg/ha de triple superfosfato), dependiendo de la fertilidad del suelo.

La semilla de *C. argentea* responde a la inoculación con cepas de *Rhizobium* tipo caupí, las cuales son muy comunes en suelos tropicales. Las experiencias

muestran una buena respuesta a la formación efectiva de nódulos con las cepas CIAT 3561 y 3564, particularmente en suelos ácidos con alto contenido de aluminio.

El crecimiento de *C. argentea* es lento durante los 2 primeros meses después de la siembra, a pesar de que el vigor de la plántula es mayor que el de otras leguminosas arbustivas.

Producción y calidad de semillas

La floración de *C. argentea* es abundante pero poco sincronizada y se inicia hacia el final del período lluvioso en condiciones de trópico bajo. Las plantas pueden florecer el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos. La floración se prolonga durante 3 meses y es común ver la presencia de 'chiquiza' y otros insectos polinizadores. La maduración de los primeros frutos ocurre aproximadamente 1.5 meses después de la polinización y se extiende entre 2 y 3 meses. Por esta razón la cosecha de semilla es un proceso continuo (cosechas manuales una vez a la semana), que puede prolongarse durante gran parte del período seco (febrero a marzo, en Costa Rica).

Los rendimientos de semilla dependen del genotipo, edad de la planta, manejo del corte y de las condiciones ambientales prevalentes durante la floración y fructificación. En Atenas, Costa Rica, plantas de 3 años de edad, cortadas a 30 cm de altura y fertilizadas con fósforo al comienzo del período lluvioso, rinden en promedio 50 a 70 g de semilla pura/planta (CIAT, 1999). Sin embargo, la fecha del corte de uniformización afecta el inicio de floración y, por tanto, el rendimiento potencial de semilla; plantas cortadas hacia el final de la época lluviosa o dentro del período seco tienden a florecer poco y a formar un número bajo de frutos.

La semilla de *C. argentea* no tiene marcada latencia física (dureza) ni fisiológica y puede perder viabilidad relativamente rápido, si es almacenada en las

condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalentes en el trópico bajo.

Valor nutritivo

El forraje aprovechable de *C. argentea* (hojas + tallos finos) de 3 meses de edad, tiene un contenido de proteína cruda de 23%, pero puede variar entre 19% y 26%, dependiendo de la edad de la planta. De manera similar, la digestibilidad in vitro de la materia seca de esta leguminosa varía entre 40% y 55%, y es mayor que el de otras leguminosas arbustivas adaptadas a suelos ácidos como *Codariocalyx giroides* (30%) y *Flemingia macrophylla* (20%). El alto porcentaje de proteína cruda y el bajo contenido de taninos condensados encontrados en *C. argentea* hacen de esta leguminosa una excelente fuente de nitrógeno en el rumen (Wilson y Lascano, 1997).

Utilización y manejo

Cratylia argentea ha mostrado que es un excelente suplemento proteico en dietas de vacas lecheras pastoreando gramíneas de baja calidad durante la época seca. La mayor respuesta se ha obtenido cuando la leguminosa es ofrecida picada fresca o ensilada junto con fuentes altas en energía como caña de azúcar, y con vacas de medio y alto potencial lechero. Por ejemplo, en vacas Jersey se ha reemplazado hasta un 66% del concentrado comercial por *C. argentea* fresca o ensilada, sin pérdidas significativas en la producción de leche y con una tendencia a mayor grasa en la dieta con ensilado que con leguminosa fresca (F. Romero y J. González, sin publicar). Similares resultados se han reportado con vacas de doble propósito a las cuales se les ofreció una dieta diaria de 12 kg de caña de azúcar picada, 6 kg de *C. argentea* picada o ensilada y 0.6 kg de pulidura de arroz, como se muestra en el Cuadro 1 (Marco Lobo y colaboradores, sin publicar). En todos los casos la mayor ventaja económica se obtuvo ofreciendo *C. argentea* fresca, debido al menor costo de la ración y una producción de leche significativamente más alta, que cuando se ofreció ensilada.

Cuadro 1. Promedio de producción de leche de vacas en sistemas doble propósito suplementadas con pollinaza o con *Cratylia argentea* ofrecida fresca y ensilada durante la época seca en una finca de Esparza, Costa Rica. (Adaptado de M. Lobo, V. Acuña y A. López, sin publicar).

Dieta ^a	Leche (kg/vaca por día)	Grasa (%)	Costo del suplemento (vaca/día, colones)	Relación Beneficio/costo
Cratylia ensilada	5.1	3.6	48.3	1.6
Cratylia fresca	5.5	3.4	32.0	2.4
Pollinaza	5.3	3.0	64.0	1.1

a = Pollinaza, caña y pulidura de arroz ofrecidas de cada una = 3 kg/día por vaca. *C. argentea* fresca con 20.0% de PC y 1.8 Mcal de energía metabolizable. Ensilado de *Cratylia* con 16.5% de PC y 1.9 Mcal de EM, pH de 4.5 y 36% de digestibilidad.

Esta leguminosa también puede ser utilizada en pastoreo directo (ramoneo), bien sea establecida como banco o sembrada en franjas dentro de los potreros. Resultados experimentales muestran que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *C. argentea* consumían mejor el follaje maduro. Esto indica que una de las grandes ventajas de esta leguminosa consiste en que su utilización por rumiantes se puede diferir para la época seca en sistemas de pastoreo directo, sin necesidad de otras prácticas de manejo.

Cratylia argentea responde bien al corte y se ha encontrado que plantas adultas con más de 1 año de edad presentan mayor rendimiento y calidad de forraje cortadas a alturas de 90 cm y 60 días de rebrote respectivamente, en evaluaciones con frecuencias de corte cada 8 semanas durante la época lluviosa y 12 semanas durante el período seco (M. Lobo y V. Acuña, sin publicar). El rendimiento total por corte puede variar entre 2 y 4 t/ha de MS, pero éste depende de la densidad de siembra y de la edad de la planta. Una densidad de siembra de 1 m x 0.5 m entre plantas ha dado los mayores rendimientos por hectárea en siembras de *C. argentea* como banco de proteína. La buena respuesta de la leguminosa al corte muestra su alto potencial en sistemas de corte y acarreo.

Limitaciones

Cratylia argentea no se adapta bien a climas medios por encima de los 1200 m.s.n.m., al menos los ecotipos más avanzados en evaluación (*C. Argentea* CIAT 18516 y 18668). Esta leguminosa tiene lento establecimiento, aunque es más rápido que el de otras leguminosas arbustivas. Los rendimientos de forraje son bajos durante el primer año de establecimiento.

Referencias

Argel, P. J., Lobo, M. B., Romero, F., González, J., Lascano, C. L., Kerridge, P. C. and Holmann, F. 1999. The shrub *Cratylia argentea* as a dry season feeding alternative in Costa Rica. Trabajo presentado en el Taller 'Working with Farmers: the Key to Adoption of Forage Technologies', realizado en Cagayan de Oro, Northern Mindanao, Filipinas, octubre 12 - 15, 1999. 6 p.

Argel, P. J. y Lascano, C. E. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas Tropicales* 20(1): 37-43.

CIAT. 1999. Annual Report 1999 Project IP-5. 169 p.

Maass, B. L. 1995. Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. p. 62-74.

Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zoo-tecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 128 p.

Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A. y Ramos, A. K. B. 1995. Introducción y Evaluación de Leguminosas Forrajeras Arbustivas en el Cerrado Brasileño. En: Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. p. 40-49. RIEPT-MCAC. 1966. (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales para México, Centroamérica y el Caribe). 1996. Hoja Informativa No. 2, Año 4. 4 p.

Sobrinho, J. M. y Nunes, M. R. 1995. Estudios desenvolvidos pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuaria con *Cratylia argentea*. En: Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. p. 53-61.

Wilson, Q. T. Y Lascano, C. E. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por bovinos. *Pasturas Tropicales* 19(3): 2-8.

Xavier, D. F.; Carvalho, M. M. y Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Tropicales* 12: 35-38.

Brachiaria brizantha (CIAT 26110) Cultivar Pasto Toledo

Pedro Argel, Jesus Gonzalez, y Marco Lobo
CIAT, ECAG, y MAG, Costa Rica

En octubre de 2000 el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica puso a disposición de los ganaderos el nuevo cultivar Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). La entrega de este material se hizo durante un día de campo con la participación de 250 personas entre productores, profesionales y semillistas de la región. Las investigaciones para el desarrollo de este nuevo cultivar se iniciaron en 1988 con la introducción de la semilla experimental desde el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Dichas investigaciones fueron coordinadas por el Consorcio Tropileche en Costa Rica, con la participación del MAG, la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Universidad de Costa Rica y el CIAT.

Origen y descripción morfológica

La accesión *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 fue recolectada el 15 de mayo de 1985 por G. Keller-Grein, investigador del CIAT, con la colaboración de técnicos de ISABU, la institución nacional de investigación de Burundi (Africa). El sitio de recolección está situado en el km 36 entre Bubanza y Bukinyanya en el estado de Cibitoke, a 2° 53' de latitud sur y 26° 20' de longitud oeste, a 1510 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 1710 mm. En octubre de ese mismo año esta accesión fue registrada en el Banco de Germoplasma en el CIAT con el número 26110. En Costa Rica fue introducida en 1988 para evaluación con otras especies de *Brachiaria* en la estación experimental los Diamantes, Guápiles, dentro del Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) y el anterior Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

El cv. Pasto Toledo se derivó directamente de la accesión *B. brizantha* CIAT 26110. Es una gramínea

perenne que crece en forma de macollas y que puede alcanzar hasta 1.60 m de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos en el tallo cuando estos entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica, lo cual favorece el cubrimiento del suelo y el desplazamiento lateral de las plantas. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12 cm y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una o más inflorescencias provenientes de nudos diferentes, aunque la de mayor tamaño es la terminal.

Adaptación y producción de forraje

El cv. Pasto Toledo tiene amplio rango de adaptación a climas y suelos. Crece bien en condiciones de trópico subhúmedo con períodos secos entre 5 y 6 meses y promedios de lluvia anual de 4300 mm. Esta característica se pudo observar en evaluaciones agronómicas realizadas en 11 localidades diferentes dentro de la Red Colombiana de Evaluación de *Brachiaria*. Aunque se desarrolla bien en suelos ácidos de baja fertilidad, su mejor desempeño se ha observado en localidades con suelos de mediana a buena fertilidad. Tolera suelos arenosos y persiste en suelos mal drenados, aunque en este último caso su crecimiento puede reducirse si se mantiene un nivel de agua próximo a la superficie del suelo por más de 30 días. Crece bien durante la época seca manteniendo una mayor proporción de hojas verdes que otros cultivares de la misma especie, como *B. brizantha* cvs. Diamantes-1, Marandú y La Libertad. Lo anterior parece estar asociado con un alto contenido de carbohidratos no-estructurales (197 mg/kg de MS) y poca cantidad de minerales (8% de cenizas) en el tejido foliar. En Costa Rica este cultivar crece bien bajo sombra y en localidades entre el nivel del mar y 1500

m.s.n.m., con un promedio de 18 °C. En Inceptisoles de Costa Rica y Panamá localizados en sitios con diferentes condiciones de clima tiene una alta producción de biomasa, tanto en épocas seca como húmeda. En Colombia, en 11 sitios con fertilidad y clima contrastantes, los promedios de producción del cv. Pasto Toledo variaron entre 3.88 y 5.10 t/ha de MS en cortes cada 8 semanas durante épocas seca y lluviosa, respectivamente. Estos rendimientos fueron superiores a los de otras accesiones de *Brachiaria* evaluadas en los mismos sitios y en condiciones de manejo similares.

Siembra

Este cultivar se establece por medio de semilla gámica, que por su buena calidad resulta en plántulas con alto poder de desarrollo. También se puede propagar por material vegetativo, siendo, en este caso, necesario seleccionar cepas con raíces para alcanzar un mayor éxito en el establecimiento.

La siembra con semilla puede ser a voleo o en surcos separados 0.6 m sobre el suelo preparado convencionalmente con arado y rastra, o después de controlar la vegetación con herbicidas no-selectivos mediante prácticas de cero labranza. La cantidad de semilla a utilizar depende del valor cultural (porcentajes de pureza y germinación) y del método de siembra. Así, las siembras sobre surcos en suelos adecuadamente arados y rastreados requieren menor cantidad de semilla, en comparación con las siembras a voleo sobre suelos con cero o mínima labranza. La cantidad final varía entre 3 y 4 kg/ha para una semilla con un valor cultural de 60% (por ej., 80% de pureza y 75% de germinación).

El alto vigor de las plántulas del cv. Pasto Toledo y su crecimiento agresivo inicial le permiten competir adecuadamente con las malezas durante la fase de establecimiento, permitiendo un primer pastoreo entre 3 y 4 meses después de la siembra, tal como lo aseguran varios productores que ya poseen este cultivar en Costa Rica.

Valor nutritivo y producción animal

Las evaluaciones realizadas en la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) en Atenas,

Costa Rica, muestran valores de proteína cruda de 8.7%, 10.1% y 13.5% en las hojas del cv. Pasto Toledo a edades de rebrote de 25, 35 y 45 días, respectivamente. La digestibilidad in vitro de la materia seca para las mismas edades fue, respectivamente, de 67.8%, 64.2% y 60.3%. Lo anterior indica que este cultivar tiene una calidad forrajera similar o ligeramente superior que la de otros cultivares de *B. brizantha*.

Las observaciones en fincas de Costa Rica y la información suministrada por productores muestran que el cv. Pasto Toledo soporta una carga animal variable entre 2.5 y 3.0 UA/ha durante el período lluvioso, con una frecuencia de pastoreo entre 21 y 30 días. En una finca bajo sistema de utilización doble propósito se observó que la producción diaria de leche con este cultivar tiende a ser similar a la alcanzada con pasturas de otras especies de *Brachiaria* asociadas con Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi*). En Colombia, la producción diaria de leche de vacas Holstein en pasturas de cv. Pasto Toledo ha sido ligeramente menor que la obtenida con las mismas vacas en pasturas de *B. decumbens* cv. Pasto Peludo y *B. brizantha* cv. Diamantes-1 (8.0 vs. 8.8 y 8.9 lt/vaca por día, respectivamente).

Utilización y manejo

Hasta el presente este cultivar ha sido utilizado bajo pastoreo con bovinos, no obstante se ha observado que los equinos seleccionan las hojas tiernas de esta gramínea. Aunque se conoce poco sobre los períodos de ocupación y descanso más adecuados para este cultivar, teniendo en cuenta su rápida recuperación se sugiere que este último período podría variar entre 21 y 28 días. Por otro lado, la alta producción de forraje del cultivar permite el uso de cargas animales superiores a 2.5 UA/ha, especialmente durante el período lluvioso.

Por su hábito de crecimiento en forma de macollas, el cv. Pasto Toledo se asocia bien con leguminosas forrajeras de hábito estolonífero como *A. pintoi*, ofreciendo una mejor cobertura del suelo y una mejor calidad forrajera. Lo anterior se ha observado en pasturas de esta gramínea asociada con dicha leguminosa, actualmente bajo evaluación en Costa Rica. Aunque es una gramínea adecuada para pastoreo, podría también ser utilizada en sistemas de corte y acarreo.

Publicaciones

Capítulos en libros

Argel, P. J. y C. J. Paton. 1999. Overcoming legume hardseedness. In: Loch, D.S. and Ferguson, J.E. (eds). Forage seed production, Volume 2: Tropical and Subtropical species. Commonwealth Agricultural Bureau (CAB), p. 247-265.

Argel, P. J. 1999. Maní forrajero: Una leguminosa de uso múltiple para el sector agropecuario de Costa Rica. Montecillos (Costa Rica). 15 (102):12-13.

Holmann, F. y R. D. Estrada. 1997. Alternativas agropecuarias en la región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de producción animal de doble propósito. En C. Lascano y F. Holmann (eds.). Conceptos y Metodologías de Investigación en fincas con sistemas de producción de doble propósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Holmann, F. y C. Lascano. 1998. Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: El Consorcio Tropileche. En: Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito. G. Gonzalez-Stagnaro, N. Madrid-Bury, y E. Soto Belloso (eds.). Maracaibo, Venezuela.

Holmann, F. 1998. Evaluación económica de sistemas de producción de leche en el trópico. 1998. En: L. Vaccaro y A. Perez (eds.). El Desarrollo de la producción de leche en América Latina tropical. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (ALPA). Supl. 1:19-31.

White, D.; F. Holmann; S. Fujisaka; K. Reategui; y C. Lascano. 2000. Will intensifying pasture management in Latin America protect forests – or is it the other way around?. In: A. Angelsen and D. Kaimowitz, (eds.). Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. CAB International. Wallingford, UK.

Libros

Lascano, C. y F. Holmann. 1997. Conceptos y Metodologías de Investigación en fincas con sistemas de producción de doble propósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

Boletines técnicos

Argel, P. J. y Villareal, M. 1998. Nuevo maní forrajero perenne (Arachis pintoi Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbacea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación de suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico. 32 p.

Argel, P. J.; J. González; y M. Lobo. 2000. *Cratylia argentea*: Una leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Argel, P. J.; J. González; y M. Lobo. 2000. *Brachiaria brizantha* CIAT 26110: Cultivar Toledo. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Artículos en revistas científicas

Argel, P. J. y Lascano, C. E. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas húmedas tropicales. Pasturas Tropicales 20 (1): 37-43.

Duarte, O.; J. Pulido; J. Silva; y F. Holmann. 1999. Análisis de la situación actual y alternativas tecnológicas de los sistemas de producción agropecuaria en el Valle del Cesar, Colombia. Revista Corpoica (en imprenta).

Holmann, F. 1999. Ex-ante evaluation of forage technologies in Peru, Costa Rica, and Nicaragua. Journal of Livestock Research for Rural Development Vol. 11, Número 3, Octubre 1999.

Holmann, F. 1999. Evaluación ex-ante de alternativas forrajeras en Perú, Costa Rica, y Nicaragua. Pasturas Tropicales Vol 21 (2): 2-17.

Holmann, F.; D. Peck; y C. Lascano. 2001. El daño económico del salivazo de los pastos en Colombia: Una primera aproximación del impacto sobre la productividad animal en *Brachiaria decumbens*. Journal of Economic Entomology (submitted).

Holmann, F. 2001. Análisis del mercado de leche de queseras artesanales en cuencas ganaderas de Honduras y Nicaragua. J. Livestock Res. Rural Develop. Vol. 13 Número 1.

- Holmann, F. 2000. Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas de doble propósito del trópico seco en Costa Rica, Honduras y Nicaragua. J. Livestock Res. Rural Develop. (submitted).
- Ibrahim, M. A.; F. Holmann; M. Hernandez; y A. Camero. 2000. La contribución de los bancos de proteína de *Erythrina* con desechos de bananos para el mejoramiento de los sistemas de producción animal en el trópico húmedo. Agroforestry Systems. 49:245-254.
- Pezo, D. A.; F. Holmann; y J. Arze. 1999. Evaluación bioeconómica de un sistema de producción de leche basado en el uso intensivo de gramíneas fertilizadas en el trópico húmedo de Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 23(1): 97-109.
- Rivas, L. y F. Holmann. 1999. Adopción temprana de *Arachis pintoi* en el trópico húmedo: El caso de los sistemas de producción de doble propósito en Caquetá, Colombia. Pasturas Tropicales 21(1):2-17.
- Rivas, L. y F. Holmann. 2000. Early adoption of *Arachis pintoi* in the humid tropics: The case of dual-purpose systems in Caqueta, Colombia. J. Livestock Res. Rural Develop 12 (3):2000.

Artículos en revistas divulgativas

- Holmann, F. y C. Lascano. 1998. Utilidad de los sistemas de producción en base a forrajes mejorados. Revista Pecuaria de Nicaragua 2 (20):17.
- Holmann, F. y C. Lascano. 1998. Optimización de la producción de forrajes. Revista Pecuaria de Nicaragua 2 (18): 22.
- Argel, P. J., Lascano, C. E. y Ramírez, L. 1998. Leucaena in Latin American farming systems: challenges for development. En: Shelton, H.M., Gutteridge, R.C., Mullen, B.F., and Bray, R.A. (eds.). Leucaena – Adaptation, quality, and farming systems. ACIAR Proceedings no. 86, Camberra, Australia. P. 319-323.
- Argel, P. J. 1999. Tecnologías forrajeras para el desarrollo de una ganadería mas productiva en el trópico bajo en Centroamérica. Contribución del CIAT. En Pomareda, C. (ed.). Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales (Memorias). FAO/CATIE, Mayo 1999 (en imprenta).
- Estrada, R. D., F. Holmann y R. Posada. 2000. La investigación agrícola financiada por el sector privado: La experiencia de Colombia. Presentado en el simposio sobre Financiamiento de la Investigación Agrícola. XXIV Conferencia de la Asociación Internacional de Economistas Agrícolas. Agosto 13-18, 2000. Berlin, Alemania.
- Holmann, F. y C. Lascano. 1997. La contribución de Tropicheche a la agenda de investigación ganadera de América Latina. Reunión Anual del Instituto Internacinal de Investigación en Ganadería (ILRI). Septiembre 1997. Addis Abeba, Etiopía.
- Holmann, F. 1997. Competitividad de los distintos modelos de producción de leche en América Latina Tropical. VI Congreso Panamericano de la Leche. Federación Panamericana de la Leche (FEPAL). Abril 1997. Buenos Aires, Argentina.
- Holmann, F. 1998. Estudio de opciones para el desarrollo e intensificación de los sistemas de producción de leche en América Latina tropical. Presentado en el Taller de Trabajo: Desarrollo de la Producción de Leche en América Tropical, noviembre 18-21, 1998, Maracay, Venezuela.

Posters

- Argel, P. J.; M. Lobo; J. Gonzalez; F. Romero; F. Holmann; C. E. Lascano; y P. C. Kerridge. 1999. El arbusto *Cratylia argentea* como una alternativa de alimentación para la época seca en Costa Rica. Presentado en el Taller "Trabajando con los productores: La llave para la adopción de tecnologías forrajeras", Octubre 12-15, Filipinas.
- Holmann, F. 2000. El uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: El caso de Costa Rica y Perú. Presentado en la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Marzo 28-31, 2000. Montevideo, Uruguay.

Seminarios internacionales

- Argel, P.J. y Perez, G. 1998. Adaptation of new species of Leucaena in Costa Rica, Central America – Preliminary results. En: Shelton, H.M.; Gutteridge, R.C.; Mullen, B.F.; y Bray, R. A. (eds). Leucaena – Adaptation, Quality, and Farming Systems. ACIAR Proceedings no. 86, Camberra, Australia. P. 319-323.
- Peters, M.; P. Horne; A. Schmidt; F. Holmann; P. Kerridge; S.A. Tarawali; R. Schultze-Kraft; C. E. Lascano; P. Argel; W. Stür; S. Fujisaka; K. Müller-Sämann; y C. Wortmann. 1999. El rol de los forrajes para la disminución de la pobreza y la degradación de los recursos naturales en los sistemas de producción tropicales. Presentado en el Taller sobre Pobreza, Septiembre 10-14, 1999. San José, Costa Rica.
- White, D.; F. Holmann; S. Fujisaka; K. Reategui; y C. Lascano. 1999. ¿La intensificación a base de pasturas mejoradas afecta el área boscosa en América Latina tropical? Invertiendo la pregunta. Presentado en el Taller Internacional sobre Tecnologías que Intensifican la Producción Agrícola y la Deforestación. Marzo 11-13, 1999. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Memorias de Reuniones

- Holmann, F. 1998. Avances en las actividades del Consorcio Tropileche. Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG). Atenas, Costa Rica. Febrero 22-27.
- Holmann, F.; C. Lascano; y A. Ramirez. 1999. Taller de Trabajo sobre Avances de Investigación en el Consorcio Tropileche. Moyobamba, Perú. Junio 28-30, 1999.

Video

- La finca de Antonio López (12 minutos). CIAT y MAG, Costa Rica. Agosto 1999.

Hoja informativa

- Publicada en octubre de 1996; marzo y octubre de 1997, 1998, 1999, 2000 y en marzo de 2001.

Propuestas desarrolladas

Título	Monto solicitado (US\$)	Duración (años)	Donante
Evaluación de opciones para el desarrollo de la lechería en América Latina tropical	480,000	3	Fontagro
Integrando la conservación de la biodiversidad y los sistemas ganaderos en pequeñas fincas en los paisajes sub-húmedos tropicales	540,000	3	CRUSA & SLP
Mejoramiento de los sistemas de producción en fincas con ganado de doble propósito en Nicaragua	1,940,000	3	Noruega
Mejoramiento de la productividad en explotaciones Lecheras de Centroamérica y el Caribe	1,470,000	3	BID
Mejoramiento de los sistemas de alimentación bovina basados en el uso de leguminosas mejoradas para ganado de doble propósito en el litoral ecuatoriano	189,000	3	PROMSA/Banco Mundial
Desarrollo de nuevas tecnologías forrajeras para pequeños productores de leche en la región del Alto Mayo de la selva del Perú.	50,000	2	Perú

Colaboradores del Consorcio Tropicaleche

País y nombre	Cargo	Institucion
Colombia:		
Federico Holmann	Coordinador de Consorcio	CIAT/ILRI
Carlos Lascano	Nutricionista Animal	CIAT
Pedro Argel	Agrónomo	CIAT
Samuel Fujisaka	Antropólogo	CIAT
Anderson Medina	Asistente administrativo	CIAT
Patricia Avila	Asistente de investigación	CIAT
Alberto Ramírez	Editor	
Jaime Velasquez	Agrónomo	CORPOICA
Costa Rica:		
Carlos Hidalgo	Coordinador nacional	MAG
Marco Lobo	Agrónomo	MAG
Vidal Acuña	Agrónomo	MAG
Francisco Romero	Nutricionista animal	ECAG
Jesús González	Zootecnista	ECAG
Carlos Jimenez	Agrónomo	UCR
Muhammad Ibrahim	Agrónomo	CATIE
Perú:		
Keneth Reategui	Agrónomo	DEPAAM
Geiner Romero	Asistente de investigación	CIAT
Daisy Lara	Agrónomo	FUNDAAM
Jorge Vela	Agrónomo	IIAP
Alfredo Riesco	Economista	CODESU
Miguel Ara	Agrónomo	IVITA
Nicaragua:		
Tito Fariñas	Agrónomo	IDR
Honduras:		
Conrado Burgos	Agrónomo	DICTA