

## CAPÍTULO II

### UNA NUEVA ESTRATEGIA PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE DOBLE PROPÓSITO EN LOS TRÓPICOS: EL CONSORCIO TROPILECHE

- I. ANTECEDENTES
- II. FILOSOFÍA DEL CONSORCIO TROPILECHE
- III. OBJETIVOS DEL CONSORCIO TROPILECHE
- IV. SITIOS DE REFERENCIA
- V. SITIOS DE EXTRAPOLACIÓN
- VI. PARTICIPANTES
- VII. COORDINACIÓN
- VIII. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO Y CONTRIBUCIÓN DEL CONSORCIO TROPILECHE A SU SOLUCIÓN
- IX. DESCRIPCIÓN DE TROPILECHE
- X. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN
- XI. LOGROS ESPERADOS
- XII. LITERATURA CITADA

**Federico Holmann  
Carlos Lascano**

## I. ANTECEDENTES

La producción animal en sistemas de doble propósito es una actividad importante de los pequeños productores de la mayoría de las regiones tropicales de América Latina. No obstante, los sistemas tradicionales son, a menudo, marginales en el sentido económico [17] y utilizan prácticas de uso de la tierra que no se consideran sostenibles a largo plazo. En particular, aquellas que se aplican en la producción con ganado de doble propósito en las zonas de ladera y en márgenes de bosques tropicales [14, 26].

Las principales limitaciones para aumentar la productividad en este sistema son la oferta y la calidad limitadas del alimento, el bajo potencial de producción de los animales y los sistemas de manejo empleados. En las investigaciones se han identificado gramíneas y leguminosas forrajeras mejoradas con potencial para aumentar la productividad animal por unidad de área de área [2], que permitirían un uso alternativo de la tierra con ganadería en aquellas zonas más frágiles. Estas forrajeras, se pueden integrar con cultivos anuales [24] o arbóreos [28] como componentes de sistemas sostenibles de uso de la tierra.

Las mayores limitaciones para una adopción generalizada son la falta de información sobre su utilización e integración en los sistemas de alimentación existentes, y una demostración atrayente de su viabilidad económica. Aún más, debido a que los pequeños productores frecuentemente se involucran en sistemas mixtos de ganadería y cultivos, la toma de decisiones acerca del uso de los recursos es un proceso complejo.

La carne y la leche se consideran una parte básica de la dieta en América Latina [8]. Entre 1984 y 1991 se presentó un déficit de 12% en la producción de leche [3] y un déficit mayor, tanto en producción de carne como de la leche, se espera para el año 2000 [15].

Existe un alto potencial para incrementar la baja productividad actual de leche que es de 2 a 4 l/vaca por día debido a la pobre calidad de los forrajes y al limitado potencial genético para producir leche. En estos sistemas, se podría lograr hasta 6 u 8 l/vaca por día, mediante el complemento de genotipo animales mejorados con una alimentación de mejor calidad y un mejor manejo [27]. Esto tendría un efecto favorable en el bienestar de los pequeños agricultores, que dependen de los sistemas de producción con animales doble propósito.

Las pasturas son el alimento básico para el ganado en el trópico, pero su calidad es baja y en las regiones con épocas secas prolongadas se puede presentar escasez de alimento. Las leguminosas y gramíneas mejoradas de alta calidad tienen potencial para aumentar la producción de carne [10] y leche [5, 11], alcanzándose en el caso de la leche una respuesta mayor (aumentos has-

ta de 3 l/vaca por día) con animales de alto potencial [12]. Las pasturas basadas en leguminosas contribuyen a un uso más sostenible de la tierra a través de la fijación de N [1, 24], el reciclado de fósforo (P) [13] y la mayor actividad biológica en el suelo [4]. Sin embargo, su utilidad a nivel de finca aún no se ha evaluado.

Por lo tanto, la clave para incrementar la productividad está en desarrollar estrategias de producción que permitan combinar los forrajes mejorados con los existentes en las fincas para optimizar, de esta forma, su uso y superar las deficiencias nutricionales; además, de una estrategia que tenga en cuenta las opciones genotipo animal, uso de la tierra y la capacidad del agricultor para implementar la nueva tecnología. Para lograr esto, se requiere integrar alternativas de utilización de forrajes, desarrollo de modelos de sistemas, diagnóstico y caracterización, e investigación aplicada a nivel de finca con métodos participativos.

La alimentación y los ensayos de pastoreo controlados en estación experimental pueden proporcionar información básica sobre cómo combinar los forrajes y otros recursos para mejorar el consumo y la digestibilidad, desarrollar herramientas de monitoreo o seguimiento para aumentar la eficiencia de la investigación a nivel de finca, y coeficientes técnicos para generar modelos de nutrición de rumiantes y de optimización de los sistemas ganadería-cultivos. La investigación a nivel de finca es necesaria para evaluar la estrategia de utilización de los forrajes con los productores. Los modelos de alimentación de rumiantes y de producción ganadera indicarán las áreas críticas para investigación y, junto con estudios sobre uso de la tierra y la caracterización socioeconómica, permitirán la extrapolación de los resultados a áreas similares en las ecoregiones en estudio.

El ajuste de la metodología para investigación a nivel de finca se considera como una necesidad prioritaria. Esta investigación a nivel de finca con participación de agricultores en la toma de decisiones es esencial para asegurar el desarrollo de la tecnología apropiada y evaluar su viabilidad económica. Mientras que para las investigaciones sobre cultivos han desarrollado métodos apropiados de investigación participativa, para la investigación pecuaria, que es más compleja dado el mayor número de factores, no se tienen estos métodos muy definidos. Por ejemplo, se requieren más herramientas metodológicas para evaluar el efecto de diferentes componentes forrajeros en la nutrición de vacas lecheras. Una alternativa es utilizar indicadores de relación energía: proteína en la dieta tales como la urea en leche [6] o de energía tal como ácidos grasos en la leche [23].

En los sistemas de producción pecuaria de doble propósito, las interacciones de genotipo de vaca y calidad de la alimentación son determinantes principales de la productividad y la rentabilidad. Por lo tanto, los estudios so-

bre la utilización estratégica de los forrajes a nivel de finca, se deben realizar con vacas de diferente potencial genético para producción leche.

## II. FILOSOFÍA DEL CONSORCIO TROPILECHE

La década de los noventa se ha caracterizado por la eliminación de las barreras proteccionistas y por la conversión del factor competitividad en la clave para producir y comercializar productos de origen agrícola. En este sentido, los países están cada vez más interesados en conocer si sus productores agropecuarios van a ser competitivos en economías sin subsidios dentro de tratados de libre comercio. En este esquema es necesario identificar las ventajas comparativas de las diferentes tecnologías y su eficiencia para competir en mercados abiertos.

En América Latina tropical, la leche es producida, principalmente, en sistemas especializados y de doble propósito. Con frecuencia, se ha considerado que este último es ineficiente, de baja productividad y poco rentable. No obstante, ha persistido a través del tiempo y se estima que alrededor del 40% de la leche producida en la región y del 78% de las vacas que se ordeñan están en este sistema, principalmente en fincas de pequeños productores donde las pasturas son la principal fuente de alimentación [18].

Las principales limitaciones para aumentar la productividad en estos sistemas de producción son la baja cantidad y la pobre calidad del forraje disponible, el potencial genético de los animales y el manejo. Por lo tanto, con una alimentación animal mejorada sería posible aumentar la productividad y la rentabilidad del sistema de producción de doble propósito.

En el pasado este sistema recibió baja prioridad en los planes de investigación y desarrollo de los países de la región, ya que se consideró que tenía poca capacidad de respuesta en producción y que los sistemas especializados de producción de leche y carne eran las alternativas más eficientes para impulsar el desarrollo de la ganadería. Este concepto parcial se ha modificado desde la década anterior, notándose un creciente interés por conocer y entender mejor el rol del sistema de doble propósito dentro de la economía ganadera.

Por otro lado, los resultados de la investigación sobre sistemas de producción animal de doble propósito no han sido lo suficientemente difundidos. Adicionalmente, la adopción y el intercambio de información entre investigadores han sido escasos; lo que ha ocasionado una baja eficiencia en el proceso de generación de tecnologías.

Con base en esta problemática regional se creó el **Consortio Tropileche** como una plataforma que pretende acomodar a investigadores de Améri-

ca tropical que trabajan para mejorar los sistemas de producción animal de doble propósito dando especial énfasis a la alimentación con base en especies mejoradas. En esta plataforma los investigadores podrán formular y ejecutar proyectos colaborativos, tener a su alcance metodologías de investigación en fincas, disponer de modelos de simulación e intercambiar experiencias e información técnica.

### III. OBJETIVOS DEL CONSORCIO TROPILECHE

El objetivo principal del consorcio es utilizar pasturas mejoradas basadas en leguminosas mejoradas 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.

Específicamente el consorcio tiene como objetivo introducir sistemas forrajeros sostenibles que aumenten la productividad y contrarresten la degradación del medio ambiente a través de:

- la rehabilitación de pasturas degradadas,
- la liberación de áreas frágiles que se pueden utilizar para reforestación, y
- el desarrollo de indicadores a nivel de finca para evaluar el impacto biológico y socioeconómico de prácticas sostenibles de uso de la tierra.

### IV. SITIOS DE REFERENCIA

La investigación dentro del Consorcio Tropileche se concentra en el mejoramiento de la producción y la utilización de los forrajes en ganaderías doble propósito en las zonas de ladera de América Central con estaciones secas y en los márgenes de bosque de la cuenca amazónica. Estas ecoregiones se seleccionaron teniendo en cuenta su fragilidad y susceptibilidad a la degradación ambiental (deforestación, erosión, compactación del suelo, etc).

En las zonas de ladera, la principal limitación para aumentar la producción de leche es la falta de forraje en las pasturas nativas o naturalizadas durante la época seca [21]. En esta época, los animales se distribuyen en áreas con fuerte pendiente y no aptas para la ganadería, lo cual dificulta las labores de reforestación [15]. La introducción de pasturas mejoradas de gramíneas-leguminosas para aumentar la cantidad y calidad del forraje y de leguminosas arbustivas para suplementación, especialmente en la estación seca, ayudaría

a superar la escasez de forrajes y reduciría el uso de las zonas de ladera con pendientes muy fuertes.

La región Pacífico Central de Costa Rica ha sido seleccionada como un sitio de referencia, ya que es representativa de las condiciones secas de esta región en América Central y es la base de instituciones con buena infraestructura para la investigación. Los resultados obtenidos en esta región se pueden extrapolar a otras zonas tropicales con épocas secas en América Central y del Sur, mediante estudios de diagnóstico de uso de la tierra y de factibilidad económica.

En los márgenes de bosque conocidos como áreas en donde el bosque primario ha sido talado, la producción de leche está limitada por la calidad del forraje y la capacidad para mantener pasturas sostenibles y productivas a través del tiempo [26]. Por tanto, se enfatiza no solamente la evaluación del potencial de las pasturas basadas en leguminosas para proporcionar una dieta de mejor calidad, sino también si éstas son sostenibles y si complementan con otros forrajes en el sistema de producción. La región de Pucallpa en Perú fue seleccionada como un sitio de referencia para los márgenes de bosque, debido a la investigación ya existente sobre el desarrollo de leguminosas y gramíneas mejoradas [16], a la investigación ecoregional que está siendo desarrollada por el consorcio sobre Alternativas a la Tumba y Quema que lidera el ICRAF y a la capacidad de las instituciones locales. Los resultados derivados de este sitio serán aplicables directamente a las zonas de márgenes de bosque amazónico en Perú, Brasil, Colombia y Ecuador.

Los ecosistemas de ladera y márgenes de bosque se consideran frágiles y fácilmente degradables en un contexto ambiental [7, 9]. En las laderas, la pérdida de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo puede conducir a la erosión del suelo, a la pérdida de la fertilidad y a la reducción de la capacidad de retención de agua, en particular, en las laderas más pendientes. En los márgenes de bosque el reemplazo de éste por gramíneas no adaptadas sin la aplicación de abonos, puede conducir a pérdidas en fertilidad, invasión de malezas y el posterior abandono de la tierra. Existe evidencia que mediante la introducción de nuevos componentes forrajeros basados en leguminosas, es factible el uso sostenible de estas áreas con ganadería [22]. Un componente integral de la investigación del Consorcio Tropiclleche es, en consecuencia, el seguimiento del efecto de nuevos sistemas de forraje sobre el ambiente.

El Consorcio Tropiclleche está actualmente integrado por importantes organizaciones internacionales y nacionales que desarrollan nuevos componentes alimenticios para sistemas de producción de leche dentro de un contexto de sistemas. Por otra parte, el Consorcio facilita la colaboración interinstitucional para superar las limitaciones principales que enfrentan los productores en explotaciones ganaderas de doble propósito en América Latina tropical.

## V. SITIOS DE EXTRAPOLACIÓN

Adicionalmente a los sitios donde el Consorcio Tropileche inició sus actividades de investigación, otros grupos de colaboradores se han unido a este esfuerzo conjunto. Estos sitios de extrapolación están ubicados en ecosistemas de trópico seco y son los siguientes: (1) Las laderas en la cuenca de Esquipulas-Muy Muy en el Departamento de Matagalpa, Nicaragua; (2) las laderas de la región de Yoro en Honduras, y (3) el trópico seco de Yaracuy, en los estados de Aragua y Falcón, en Venezuela.

## VI. PARTICIPANTES

En el Consorcio Tropileche participan el CIAT (Coordinador del Consorcio), el International Livestock Research Institute (ILRI) con sedes en Etiopía y Kenia, la Universidad de Cornell, e instituciones nacionales de cada país participante. Por Perú participan el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y el Consorcio para el Desarrollo Sostenibles de Ucayali (CODESU). Por Costa Rica están el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Por Nicaragua participa el Proyecto de Desarrollo Lechero adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En Honduras participa la Dirección de Ciencia y Tecnología (DICTA) y por Venezuela la Universidad Central de Venezuela (UCV).

## VII. COORDINACIÓN

La coordinación técnica de TROPILECHE se logra mediante un Comité Ejecutivo, conformado por el especialista en producción pecuaria del ILRI, el especialista en nutrición animal del CIAT, los coordinadores técnicos en los sitios de referencia (ie., Costa Rica y Perú), así como también los coordinadores de los sitios de extrapolación (ej., Nicaragua, Honduras, y Venezuela), el representante del CIAT en el LPG, (Livestock Program Group de ILRI) y un representante de la Universidad de Cornell. El Comité Ejecutivo discute y aprueba los planes experimentales para cada actividad y es el responsable del seguimiento de las actividades de los países en donde existan acciones de TROPILECHE. La coordinación se hace a través de visitas a los países y de comunicaciones por correo electrónico.

## VIII. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO Y CONTRIBUCIÓN DEL CONSORCIO TROPILECHE A SU SOLUCIÓN

Anteriormente se mencionaron las limitaciones que los productores enfrentan para lograr una mayor producción en ganaderías de doble propósito. La principal limitación es la cantidad y calidad del alimento disponible para los animales, aunque el potencial genético de estos para responder a una mejor nutrición y a un mejor manejo son también importantes limitantes en algunas regiones. Otras limitaciones incluyen aspectos relacionados con mercadeo, crédito y seguridad, todos ellas fuera del área inmediata de la investigación propuesta. La contribución del Consorcio Tropileche para aliviar las limitaciones de los recursos alimenticios se resume a continuación:

### 1. DISPONIBILIDAD DE FUENTES FORRAJERA APROPIADAS PARA SUPERAR LAS LIMITACIONES NUTRICIONALES PARA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CRECIMIENTO

El CIAT y los sistemas nacionales de investigación agrícola (SNIA) han identificado componentes forrajeros con potencial en las zonas de trópico seco estacional y en los márgenes de bosques, aunque en muchos casos no se han evaluado en sistemas de producción de leche. Para el trópico seco estacional las gramíneas disponibles son: *Brachiaria dictyoneura*, *B. bryizantha*, y *Panicum maximum*; y las leguminosas: *Arachis pintoi* (varios genotipos), *Centrosema macrocarpum* y *Stylosanthes guianensis* (especies herbácea) y *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala* y *Cratylia argentea* (arbustivas). Pastos de corte (King grass y elefante) y caña de azúcar son otras fuentes forrajeras útiles para la estación seca .

Para los márgenes de bosque las gramíneas disponibles son : *Brachiaria decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, y *B. bryizantha*; y leguminosas: *Arachis pintoi* (varios genotipos), *Centrosema macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens*, *Desmodium ovalifolium* y *Stylosanthes guianensis* (especies herbáceas); y *Codariocalyx gyroides* y *C. argentea* (arbustiva). Pastos de corte (King grass y elefante) y caña de azúcar son otras fuentes forrajeras útiles para complementar con leguminosas de corte. Evaluaciones recientes sugieren que hay otras especies y accesiones de gramíneas y leguminosas más productivas que las utilizadas en la actualidad para siembra en gran escala.

**Contribución de TROPILECHE.** Una de las actividades de TROPILECHE es multiplicar semilla de los materiales superiores para hacerlas disponibles a los socios del Consorcio. Proporciona información a los socios del



Consortio sobre el comportamiento de nuevos ecotipos de gramíneas y leguminosas disponibles, indicando aspectos relacionados con calidad, manejo y utilización y disponibilidad de su semilla para asegurar su adopción con los productores.

## 2. CONOCIMIENTO SOBRE LA MEJOR MANERA DE COMBINAR Y SUMINISTRAR LAS ESPECIES FORRAJERAS COMO SUPLEMENTO PARA SUPERAR LAS DEFICIENCIAS NUTRICIONALES DEL GANADO Y MEJORAR LOS ÍNDICES DE PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN.

Cuando se tienen especies forrajeras de alta calidad, útiles como suplementos alimenticios, es común suministrarlos una o dos veces al día, como ocurre con los bancos de leguminosas. Sin embargo, los resultados de ensayos de alimentación en confinamiento sugieren que para superar las deficiencias nutricionales existentes en las fuentes forrajeras disponibles a nivel de finca, es importante sincronizar el suministro del suplemento de mayor calidad forrajera con el forraje basal para que las fuentes de energía y de proteína estén disponibles a un mismo tiempo. Asimismo, se ha observado que los rumiantes pueden hacer uso más eficiente de los suplementos forrajeros ricos en energía (pasto de corte) y proteína (leguminosas de corte) cuando se suministran dos veces al día en comparación de una sola vez al día. Por tanto, las nuevas especies forrajeras deben evaluarse conjuntamente con otras fuentes alimenticias disponibles.

**Contribución de TROPILECHE.** El Consorcio enfatiza la investigación estratégica para evaluar el potencial de nuevos forrajes para superar las deficiencias nutricionales, cuando se utilizan conjuntamente con otros forrajes. La investigación incluye una serie de ensayos de suplementación a vacas en pasturas que se espera den como resultado un mejor entendimiento sobre sinergismos entre diferentes fuentes de forraje.

## 3. DESARROLLO DE METODOLOGÍAS A NIVEL DE FINCA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE NUEVOS RECURSOS FORRAJEROS

Existen varias razones para realizar investigación a nivel de finca. Primero, los productores le dan mayor credibilidad a la investigación cuando se involucran en ella, por consiguiente, hay una mayor probabilidad de que acepten los resultados; segundo, este tipo de investigación es efectiva en términos de costos, ya que estos se comparten y; tercero, hay retroalimentación

a la investigación, lo cual es útil para solucionar problemas reales de los productores.

Sin embargo, la investigación a nivel de finca tiene algunos problemas asociados con aspectos metodológicos y de interpretación de resultados debido, a la alta variación que presenta, a la presencia de otros factores que pueden tener un efecto confundido sobre el factor en estudio y a las dificultades en la extrapolación. Estos problemas se reducen cuando es posible hacer mediciones objetivas que reflejan los procesos involucrados.

**Contribución de TROPILECHE.** Validar la utilidad de indicadores de deficiencias energética y proteica (urea en la leche) en vacas lactantes, mediante ensayos de alimentación y de pastoreo en estación experimental y a nivel de finca. Se utilizarán modelos de simulación que permitan evaluar diferentes recursos alimenticios en sistemas de producción para maximizar el desempeño animal. Para lograr lo anterior, es necesario generar coeficientes técnicos que permitan probar estos modelos con diferentes fuentes forrajeras y sus combinaciones. Con alguna frecuencia se realizarán Talleres de Trabajo para informar y para conocer la reacción de los socios de TROPILECHE sobre la utilidad de la metodología de investigación a nivel de finca. En general, el desarrollo de indicadores de deficiencias nutricionales y el uso de modelos contribuirán a una mejor definición de requerimientos de los animales y del valor de recursos forrajeros disponibles e introducidos para satisfacer estos requerimientos.

#### 4. SISTEMAS FORRAJEROS PARA AUMENTAR AL PRODUCTIVIDAD DEL GANADO DE DOBLE PROPÓSITO

En las zonas de trópico seco estacional la escasez de forraje y su baja calidad en la estación seca limitan la producción de leche. En los márgenes de bosque la producción de leche es limitada por la baja calidad de las pasturas de gramíneas. En los sitios donde el acceso a los mercados es bueno, la producción de leche con ganado de doble propósito aparece como una opción viable de uso de la tierra, debido al mayor retorno y flujo de caja en comparación con la producción de carne solamente.

**Contribución de TROPILECHE.** Mediante la investigación a nivel de finca se están evaluando, en un contexto de sistemas, componentes de gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas para desarrollar estrategias viables de utilización de forrajes tendientes a superar las deficiencias nutricionales que limitan la producción de leche y carne. La investigación a nivel de finca que propone TROPILECHE contempla: 1) recuperación de pasturas degradadas mediante la introducción de leguminosas, 2) uso de leguminosas forrajeras de alto valor nutritivo para complementar pastos de corte suministrados

a vacas lecheras y 3) uso de leguminosas para promover el destete temprano de terneros.

En general, esta investigación contribuye a mejorar la oferta de forraje para la producción de leche y crecimiento de terneros en fincas de pequeños productores demostrando así el valor de las leguminosas herbáceas y arbustivas en sistemas ganaderos.

## 5. MANEJO DE FORRAJES Y GANADO PARA UNA ALTA PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS MIXTOS

La mayor parte de productores de leche en el trópico han adoptado un tipo de vaca con un potencial genético suficiente para aprovechar los recursos forrajeros y las prácticas de manejo existentes. Por lo tanto, este potencial de producción puede ser limitante de la respuesta que se esperaría con forrajes de mejor calidad.

En otras situaciones se han logrado avances en el mejoramiento genético de vacas para producir leche, pero no se han hecho los ajustes necesarios para ofrecer una alimentación que permita expresar ese mayor potencial de producción. Además, las prácticas de manejo deficientes en los hatos lecheros en el trópico también pueden restringir la respuesta al suministro de un alimento de alta calidad.

**Contribución de TROPILECHE.** Evaluar nuevos sistemas de alimentación a base de forrajes con vacas de potencial genético variable para producir leche, teniendo en cuenta el mejorar el manejo de los hatos. La demostración de una interacción positiva entre el genotipo de vaca y alimentación, sería un incentivo para que los productores mejoren la producción y adopten nuevos forrajes y prácticas mejoradas de manejo. Una buena base genética del hato de ordeño acompañada de una buena alimentación y manejo, contribuirán a mejorar la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de leche en el trópico.

## 6. CONOCIMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS NUEVOS SISTEMAS FORRAJEROS

Las ecoregiones elegidas por el Consorcio TROPILECHE son aquellas en donde se considera que el ganado tiene o puede tener un efecto detrimental sobre el ambiente. En las laderas el sobrepastoreo en la estación seca ocasiona una reducción en la cubierta vegetal y, por lo tanto, favorece la pérdida de suelo al comienzo de la estación de lluvias. En los márgenes de bosques los pequeños productores destruyen la vegetación arbórea para establecer cultivos anuales y, posteriormente, sembrar gramíneas que dedican a la produc-

ción pecuaria. Las pasturas se manejan, a menudo, en forma inadecuada, la fertilidad del suelo disminuye y las gramíneas son invadidas por malezas.

**Contribución de TROPILECHE.** Introducir pasturas basadas en leguminosas para recuperar las áreas de pastoreo degradadas y garantizar durante un largo período la producción sostenida de un alimento de alta calidad para los animales. El manejo adecuado de estas pasturas garantizará una mayor disponibilidad de alimento para los animales, una alta cobertura y mejor fertilidad del suelo.

Las mediciones sobre el efecto de pasturas contrastantes en el suelo se harán en fincas seleccionadas en laderas y márgenes de bosque para evaluar el impacto a largo plazo de las leguminosas en el suelo (fertilidad, actividad biológica).

En un contexto más amplio, la información sobre el impacto en la productividad y el ambiente de los sistemas de pasturas basados en leguminosas se utilizará para evaluar la viabilidad de la ganadería como una opción de uso sostenible de la tierra. Por lo tanto, el Consorcio contribuirá a la recuperación de pasturas degradadas en ecosistemas frágiles y, a más largo plazo, proporcionará datos para el análisis de alternativas de uso de la tierra.

## 7. IMPACTO POTENCIAL DE LOS NUEVOS SISTEMAS FORRAJEROS PARA PRODUCTORES

Es importante determinar los beneficios para pequeños productores de las estrategias forrajeras que se evaluarán en TROPILECHE. La evaluación económica ex-ante del impacto de los componentes de las nuevas tecnologías de forraje [20] desarrolladas por el CIAT, sugiere una tasa interna de retorno social (retorno al productor y al consumidor) de 54% para la asociación de gramíneas con *Arachis* y de 44% para la introducción de sistemas basados en leguminosas herbáceas y arbustivas en laderas. Sin embargo, es importante definir la rentabilidad de la tecnología en fincas.

**Contribución de TROPILECHE.** Se está contribuyendo con: (1) estudios sobre la demanda y la aceptabilidad de las nuevas tecnologías de forrajes, y (2) caracterización económica y del uso de la tierra en los sitios de referencia y de extrapolación asociados con TROPILECHE. Se considera muy importante determinar cómo se puede incentivar a productores para que adopten nuevas especies forrajeras y prácticas de uso sostenible de la tierra.

## 8. CAPACITACIÓN EN TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍAS

Se considera necesario asegurar la capacitación en metodología participativa de los técnicos de países y programas asociados con TROPILECHE que apoyarán la transferencia de las nuevas tecnologías a nivel de finca.

**Contribución de TROPILECHE.** Las organizaciones que participan en el Consorcio serán responsables de transferir nuevas tecnologías de forrajes a productores. El éxito inicial que se logre en la generación y transferencia de las tecnologías mejoradas de alimentación con base en leguminosas ayudará a estas organizaciones a captar fuentes adicionales de financiamiento para la capacitación de personas en investigación participativa y en la difusión de resultados.

## IX DESCRIPCIÓN DE TROPILECHE

El marco lógico de TROPILECHE se presenta en el Cuadro 1. Los diferentes productos de las actividades dentro de TROPILECHE contribuyen a superar las limitaciones para el desarrollo de sistemas de alimentación de ganado de doble propósito basada en leguminosas forrajeras, de la forma siguiente:

### **Producto 1:**

- Conocimiento sobre la mejor manera de combinar especies forrajeras introducidas con las existentes para superar, de esta manera, las deficiencias nutricionales y mejorar los índices de producción en sistemas lecheros.
- Desarrollo de metodología a nivel de finca para evaluar el impacto de nuevos recursos forrajeros.

### **Producto 2:**

- Identificación de sistemas forrajeros para aumentar la productividad de ganado de doble propósito a nivel de finca
- Guías de manejo de forrajes y ganado para lograr una alta productividad en sistemas lecheros en el trópico

### **Producto 3:**

- Evaluación del impacto ambiental de los nuevos sistemas forrajeros
- Evaluación del impacto económico de los nuevos sistemas forrajeros
- Disponibilidad de especies forrajeras apropiadas para superar las limitaciones nutricionales para producción de leche y crecimiento de terneros
- Personal capacitado en transferencia y difusión de tecnologías de forraje.

## CUADRO 1. MARCO LÓGICO - TROPILECHE

Resumen	Indicadores cuantificables	Medios de comprobación	Suposiciones importantes
<p>Objetivo:</p> <p>Mejorar la producción y utilización de los recursos forrajeros de una manera sostenible mediante el mejoramiento de la calidad y la oferta de forrajes, el desarrollo de estrategias de alimentación en sistemas de cultivos/ganadería, el mejoramiento de la productividad del suelo y la reducción en la degradación de las pasturas y la ecología.</p>	<p>Mayor producción animal</p> <p>Nuevas especies forrajeras adoptadas por los productores</p> <p>Prácticas de uso sostenible de la tierra</p> <p>Mayores ingresos disponibles en la finca</p>	<p>Estadísticas de la FAO</p> <p>Inspección <i>in situ</i></p> <p>Indicadores de uso sostenible de la tierra</p> <p>Estadísticas del gobierno</p>	<p>El mejoramiento tecnológico es efectiva en términos de costos</p> <p>Transferencia efectiva de tecnologías a los agricultores</p> <p>Políticas apropiadas de uso de la tierra</p> <p>Crédito y seguridad</p>
<p><b>Propósito:</b></p> <p>Utilizar sistemas alimentación basadas en leguminosas para aumentar la producción de leche con ganado de doble propósito en fincas de pequeños productores localizadas en áreas tropicales para aumentar su rentabilidad y viabilidad, asegurando el uso sostenible de recursos naturales.</p>	<p>Manual de técnicas de alimentación disponibles para zonas de ladera y márgenes de bosques, que dan lugar a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor producción de leche y carne en sistemas de doble propósito.</li> <li>- Uso sostenible de los recursos de la tierra.</li> </ul>	<p>Inspección de sitios experimentales y fincas</p> <p>Publicación de la investigación</p> <p>Indicadores de sostenibilidad de suelos</p>	<p>Colaboración efectiva de la investigación</p> <p>Nuevos recursos forrajeros y confiables</p> <p>Adopción de la nueva tecnología</p>
<p><b>Resultados:</b></p> <p>1. Mayor eficiencia en el uso de forrajes para producir leche y carne</p> <p>2. Conocimiento del potencial de diferentes forrajes para aumentar la producción de leche y carne</p> <p>3. Información sobre la demanda, aceptabilidad e impacto ambiental de los nuevos sistemas forrajeros</p>	<p>Mayor eficiencia en la utilización de los forrajes por:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) mayor consumo y digestibilidad,</li> <li>2) mayor producción de leche y carne</li> </ol> <p>Indicadores confiables para evaluar el estado nutricional de las vacas</p> <p>Aumento en la producción de leche carne</p> <p>Modelos de alimentación de ruminantes adaptados para laderas y márgenes de bosques</p> <p>Base de datos de uso de la tierra y de información económica en sitios de referencia y extrapolación</p> <p>Reconocimiento del impacto ambiental potencial</p> <p>Establecimiento de enlaces efectivos con grupos de investigación de la región tropical de América latina</p>	<p>Informes de investigación, tesis y publicaciones</p> <p>Informes de investigación y de visitas a sitios de ensayos</p> <p>Informes sobre la utilidad de las nuevas técnicas de alimentación</p> <p>Informes de investigación</p> <p>Boletín y red electrónica de información y trabajo</p>	<p>Mejoramiento de las fuentes disponibles de forrajeras</p> <p>Las relaciones establecidas son aplicables a nivel de finca</p> <p>Disponibilidad de colaboración y de recursos financieros</p> <p>Una buena colaboración interinstitucional</p>

## X. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

### 1. *Stylosanthes guianensis* PARA TERNEROS PRE-DESTETE

Una alternativa que se está evaluando en todos los países que participan en el **Consorcio Tropileche** es la de utilizar pasturas con base en *Stylosanthes* para terneros pre-destete. Los resultados preliminares (Cuadro 1) en Pucallpa muestran que con terneros de 2.5 a 3.5 meses de edad las mayores ganancias de peso se obtuvieron con pastoreo de *Stylo* + concentrado. Sin embargo, se observó que las ganancias de peso de los terneros con el manejo tradicional (terneros con la madre todo el día) fueron similares a las obtenidas con el sistema mejorado (terneros reciben solo leche residual después del ordeño + pastoreo con *Stylo* durante todo el día) pero la producción de leche en el balde aumentó en 1 litro/vaca (22%) por día. Esta tecnología podría tener mucha acogida en el corto plazo entre pequeños productores, ya que les permitiría mejorar sus ingresos por venta de leche sin detrimento en el desarrollo de los terneros, utilizando para tal fin áreas relativamente pequeñas de pastos con base en *Stylo*. Además, se podría pensar en que las pasturas con base en *Stylo* entren a formar parte de un sistema de rotación con cultivos anuales (ie., maíz, arroz, yuca) y eliminar así la necesidad de tumbar y quemar bosque secundario (purma).

**CUADRO 1. GANANCIA DE PESO DE TERNEROS, PRODUCCIÓN DE LECHE EN BALDE Y TOTAL DE LA VACA Y LECHE CONSUMIDA POR LOS TERNEROS, CON ALIMENTACIÓN DE LEGUMINOSAS Y CONCENTRADO EN PUCALLPA, PERÚ. DESVIACIONES ESTÁNDARES ESTÁN EN PARÉNTESIS.**

Variable	Tratamiento 1 (Alimentación con <i>Stylosanthes</i> sin concentrado)	Tratamiento 2 (Alimentación con <i>Stylosanthes</i> y con- centrado)	Tratamiento 3 (Testigo, vaca con ternero al pie)
Aumento de peso de terneros (g/d)	<b>543 (67)</b>	<b>763 (31)</b>	<b>527 (69)</b>
Leche en balde (lt/vaca/d)	4.73 (0.57)	4.71 (0.95)	3.86 (0.74)
Leche consumida por ternero (lt/d)	0.73 (0.09)	0.89 (0.34)	0.68 (0.17)
Leche producida (lt/vaca/d)	<b>5.47 (0.60)</b>	<b>5.60 (1.28)</b>	<b>4.54 (0.88)</b>

## 2. SUPLEMENTACIÓN CON LEGUMINOSAS DURANTE LA ÉPOCA SECA

Un objetivo de investigación en la estación experimental de CIAT es determinar el efecto de suplementación con forrajes de corte en producción de leche de vacas en pasturas con la calidad y cantidad de biomasa contrastante, y generar recomendaciones de manejo para la suplementación de vacas lecheras con forrajes. Los suplementos forrajeros para llevar a cabo este experimento fueron king grass y caña de azúcar como fuentes energéticas y la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* como fuente proteica, dado que estos son los recursos alimenticios que están siendo evaluados en las fincas colaboradoras de Tropic leche en los diferentes países.

Un primer experimento fue diseñado para estudiar la respuesta en producción de leche a la suplementación forrajera de vacas en pastoreo. Los resultados del Cuadro 2 indican que no hubo efecto al incluir la leguminosa (*Cratylia argentea*) en combinación con king grass cuando la disponibilidad de forraje no fue limitante (i.e., 2 UA/ha). Sin embargo, cuando la disponibilidad de forraje en la pastura fue limitante (i.e., 4 UA/ha), la introducción de la leguminosa arbustiva en combinación con el king grass resultó en un incremento del 25% en la producción de leche. Estos resultados sugieren que sería muy pequeño el beneficio de incluir leguminosas en la dieta cuando la disponibilidad de forraje no es limitante. Por el contrario, la suplementación de la leguminosa es justificable cuando la disponibilidad de forraje es limitante, la cual podría ser el caso bajo situaciones de época seca o cuando las oportunidades de pastoreo en sistemas intensivos son limitadas.

En otro experimento se estudió el efecto de suplementar niveles crecientes de *Cratylia argentea* en combinación con caña de azúcar. Los resultados presentados en el Cuadro 3 muestran una interacción fuerte de genotipo animal con la suplementación de caña y *Cratylia* en producción de leche. Con vacas mestizas Cebú no hubo respuesta a la suplementación con distintos niveles de *Cratylia* en la dieta. Sin embargo, con vacas mestizas Holstein hubo una respuesta lineal a la suplementación con niveles crecientes de *Cratylia argentea* en combinación con caña de azúcar. Con la combinación 25% caña – 75% *Cratylia* hubo un aumento del 25% (2 kg leche/vaca/d) en la producción de leche relativo a caña de azúcar sola. Estos resultados sugieren que el potencial genético de las vacas para producir leche podría ser un factor determinante para la adopción de leguminosas semi-arbustivas en sistemas de producción animal de doble propósito en América Latina tropical.



**CUADRO 2. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN FORRAJERA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS MESTIZAS HOLSTEIN PASTOREANDO *Brachiaria decumbens* EN DOS CARGAS ANIMALES (ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CIAT EN QUILICHAO, COLOMBIA).**

Tratamiento	Consumo de suplemento (kg MS/vaca/d)	Producción de Leche (kg/vaca/d)
Carga Baja (2 UA/ha)		
- <i>Cratylia</i>	2.4	8.8 <sup>a</sup>
+ <i>Cratylia</i>	3.5	7.9 <sup>ab</sup>
Promedio	3.0 <sup>b</sup>	
Carga Alta		
- <i>Cratylia</i>	4.3	6.9 <sup>b</sup>
+ <i>Cratylia</i>	4.5	8.6 <sup>a</sup>
Promedio	4.4 <sup>a</sup>	

a, b (p<.05)

- *Cratylia* = 1.5% PV MS king grass

+ *Cratylia* = 1.0% PV MS king grass + 0.5% PV MS *Cratylia argentea*

### 3. PASTURAS ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS

En la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) en Costa Rica, se está evaluando la productividad de *Brachiaria decumbens* sola y asociada con *Arachis pintoi*, así como su efecto en la producción de leche de vacas bajo dos niveles de suplementación con concentrados. El Cuadro 4 muestra la disponibilidad y calidad del forraje en las pasturas bajo evaluación. Como se observa, la pastura asociada produjo 8% más biomasa y 15.5% más contenido protéico que la pastura sin asociar, no observándose ningún efecto significativo en la digestibilidad de la biomasa en oferta.

**CUADRO 3. EFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN DE LEGUMINOSA Y CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS MESTIZAS CEBÚ Y HOLSTEIN PASTOREANDO *Brachiaria decumbens* (ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CIAT EN QUILICHAO, COLOMBIA).**

Tratamiento	Consumo de suplemento forrajero (kg MS/vaca/d)	Producción de Leche (kg vaca/d)
<b>Mestizas Holstein <sup>1</sup></b>		
-100% Caña	5.0	6.6 <sup>b,c</sup>
-75% Caña / 25% <i>Cratylia</i>	4.5	7.4 <sup>a,b</sup>
-50% Caña / 50% <i>Cratylia</i>	4.0	7.8 <sup>a</sup>
-25% Caña / 75% <i>Cratylia</i>	5.1	8.2 <sup>a</sup>
Promedio	4.6 <sup>a</sup>	
<b>Mestizas Cebu <sup>1</sup></b>		
-100% Caña	3.8	5.9 <sup>c,d</sup>
-75% Caña / 25% <i>Cratylia</i>	3.1	5.8 <sup>c,d</sup>
-50% Caña / 50% <i>Cratylia</i>	3.5	5.5 <sup>d</sup>
-25% Caña / 75% <i>Cratylia</i>	4.3	5.4 <sup>d</sup>
Promedio	3.7 <sup>b</sup>	

a, b, c, d (p<.05)

<sup>1</sup>Carga animal = 2.7 UA/ha

En el Cuadro 5 se muestra la producción de leche bajo dos niveles de suplementación de concentrados (alto y bajo). En ambos niveles de suplementación las vacas que pastorearon la gramínea asociada con *Arachis pintoi* produjeron entre 9% y 11.4% mas leche que aquellas vacas pastoreando *B. decumbens* sin asociar. Estos resultados sugieren que con la utilización de leguminosas bajo pastoreo directo se podría reemplazar parcialmente el uso de concentrados, los cuales todos los días son más costosos.

**CUADRO 4. DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL FORRAJE OFRECIDO DURANTE 1997 DEL PASTO *BRACHIARIA DECUMBENS* SOLA Y ASOCIADA CON *Arachis pintoii* EN ATENAS, COSTA RICA.**

Atributo	<i>B. Decumbens</i> sola	<i>B. Decumbens</i> + <i>A. pintoii</i>	Diferencia (%)
Disponibilidad (ton MS/ha)	7.5	8.1	8.0
Proteína Cruda (%)	11.6	13.4	15.5
DIVMS (%)	62.4	62.0	-0.5

**CUADRO 5. PRODUCCIÓN DE LECHE (KG LECHE/VACA/DÍA) DE VACAS BAJO DOS NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS PASTOREANDO *B. decumbens* SOLA Y ASOCIADA CON *A. pintoii* EN ATENAS, COSTA RICA.**

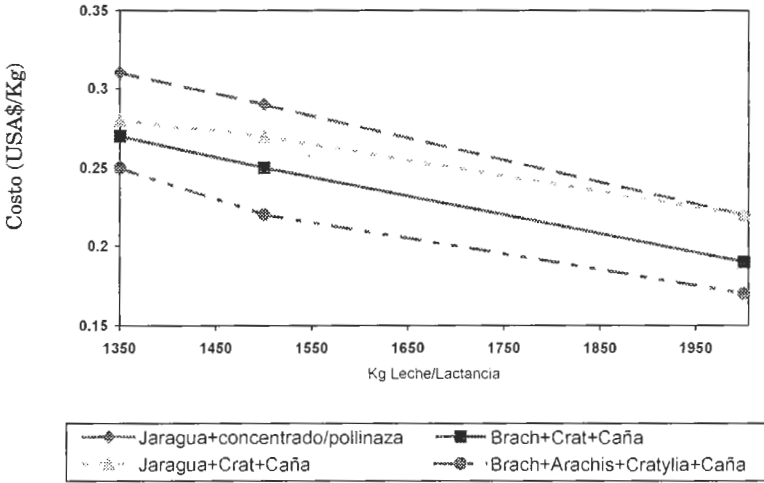
Suplementación	<i>B. Decumbens</i> sola	<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoii</i>	Diferencia (%)
Alto <sup>1</sup>	11	12.02	9
Bajo <sup>2</sup>	8.3	9.3	11

<sup>1</sup> Proporción 3:1, kg leche : kg concentrado

<sup>2</sup> Suplementadas con 1 kg de concentrado/vaca/día

#### 4. EVALUACIÓN EX-ANTE DE ALTERNATIVAS FORRAJERAS

Otra de las actividades de investigación que el Consorcio Tropic leche realiza en cada país socio es la de analizar económicamente la viabilidad de las nuevas tecnologías forrajeras disponibles. Para tomar un ejemplo, la Figura 1 muestra el costo de producción por kilo de leche de las distintas opciones forrajeras en el trópico seco de Costa Rica. Como se observa, el costo de producción utilizando la pastura comúnmente encontrada en la zona (ie., jaragua) obliga a los productores a suplementar sus animales durante los 5 meses al



**Figura 1. Costo de producción de leche con distintas estrategias forrajeras asumiendo el mismo tamaño de hato en Costa Rica**

año que dura la época seca. Con niveles de 1,350 kg/l (la producción actual de leche/vaca/lactancia), el costo de producción de leche es \$0.31/kg mientras que el precio recibido es \$0.28/kg. Es decir, se requiere la ganancia de los terneros destetados para obtener un ingreso de punto de equilibrio (cuando el productor obtiene un ingreso similar al salario mínimo).

El costo de producción se reduce en la medida que la productividad de la vaca aumenta. Así, pasar de una vaca que actualmente produce 1,350 kg/l en una lactancia de 270 días (ie., 5.0 kg/vaca/día) a una vaca de 1,500 kg/l (5.55 kg/día) reduce los costos de \$0.31/kg a \$0.29/kg y con una vaca de 2,000 kg/l se reduce a \$0.23/kg utilizando el mismo pasto jaragua y una suplementación a través de todo el año de pollinaza con melaza para suplir los requerimientos nutricionales que el pasto jaragua no puede aportar.

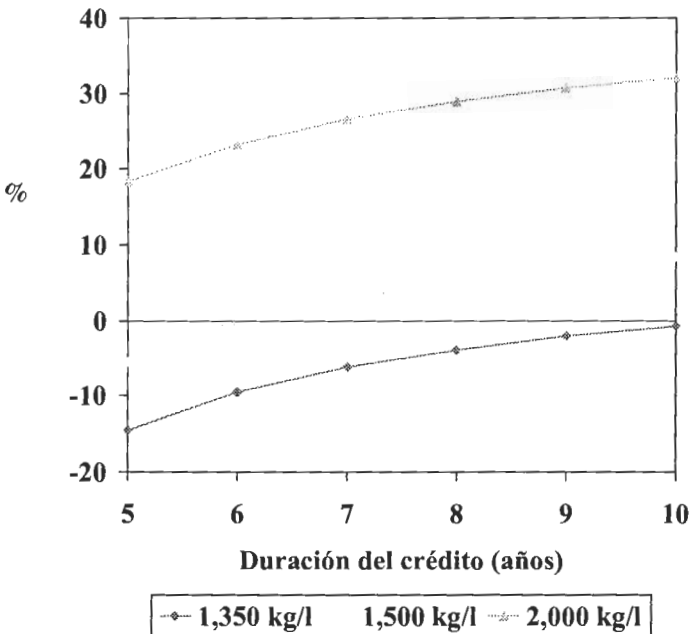
Si este productor utilizara la leguminosa *Cratylia argentea* con caña de azúcar para alimentar a sus vacas durante la época seca sería perfectamente factible eliminar por completo la necesidad de comprar alimentos concentrados, melaza, o pollinaza durante la época seca para cualquier tipo de vaca, debido a que esta opción forrajera es capaz de mantener la producción durante la época seca incluso hasta en vacas de 2,000 kg/l (7.4 kg/día).

Con esta opción forrajera, el costo de producción/kg de leche se reduce en un 13% en relación a la situación actual (ie., pasto jaragua + pollinaza + concentrados) y 9% con niveles de producción de 1,500 kg/l. La inversión reque-

rida para implementar esta opción en una finca con un hato promedio de 47 vacas en Esparza, Costa Rica cuesta alrededor de \$6,000 (8.9 ha de *Cratylia*, 1.8 ha de caña de azúcar mas la compra de una picadora).

La Figura 2 muestra la tasa de interés real que haría posible pagar esta inversión según la productividad de la vaca asumiendo que el productor dedica el 50% del ingreso marginal logrado como producto de esta alternativa forrajera. Actualmente el interés real en Costa Rica es del 13% (24% interés nominal - 11% de inflación anual) y el crédito máximo disponible es de 5 años plazo con uno de gracia. Bajo esta situación no es factible pagar este crédito a menos que las vacas alcancen una producción de 2,000 kg/l. Con productividades de 1,500 kg/l sería posible pagar este crédito si el interés real fuera inferior (entre 5-10%) y con plazos mayores (ie., cercanos a los 10 años). Esta situación es importante de analizar para efectos de política pecuaria y competitividad, pues en un período de apertura comercial los productores deberían tener opciones de menores tasas de interés que reflejen el costo de oportunidad del dinero a nivel internacional, el cual se encuentra a niveles de tasas de interés real entre 6-9% a 15 años plazo.

La implementación de esta alternativa forrajera no libera áreas para otros usos alternativos, únicamente sustituye el uso de suplementos compra-



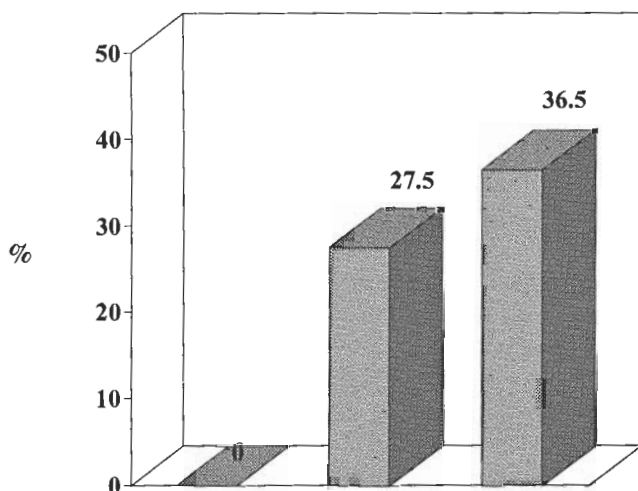
**Figura 2. Tasa de interés real que sería posible pagar con la alternativa de sembrar *Cratylia* con caña de azúcar según productividad de la vaca en Costa Rica**

dos externamente. Sin embargo, otras alternativas forrajeras, como el establecimiento de la gramínea *Brachiara brizantha* + la leguminosa *Cratylia argentea* + caña de azúcar permiten liberar, en el caso específico de fincas en Esparza, Costa Rica, hasta el 27.5% del área dedicada actualmente a la ganadería, a pesar de mantener el mismo hato promedio en Esparza de 47 vacas (Figura 3). Si en esta opción se incluye el establecimiento de la leguminosa *Arachis pintoii* asociada con *Brachiaria brizantha*, el área la cual es posible liberar para otros usos alternativos de tierra (ej., reforestación, agricultura) se incrementa a 36.5%.

## XI. LOGROS ESPERADOS

Los principales resultados que se esperan de las acciones del **Consorcio Tropileche** en cada país participante son:

1. Mayor conocimiento del potencial de diferentes forrajes para aumentar la producción de leche y carne.
2. Mayor eficiencia en el uso de leguminosas forrajeras para la producción de leche y carne.



**Figura 3. Porcentaje del área de la finca liberada para usos alternativos debido a la adopción de forrajeras mejoradas manteniendo el mismo tamaño de hato en Costa Rica**

3. Mayor información sobre la demanda, aceptabilidad e impacto ambiental de los sistemas de alimentación basados en leguminosas.
4. Análisis ex-ante de las alternativas de alimentación disponibles en la zona e identificación de los principales cuellos de botella existentes, tanto a nivel de finca como a nivel de cuenca o región.
5. Validación y apoyo a los países participantes en etapas de adopción temprana de alternativas forrajeras con potencial para mejorar la rentabilidad de las fincas de doble propósito.

## XII. LITERATURA CITADA

- [1] Ara, M., Sánchez, P.A. y Vela, J.W. Contribución nitrogenada de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 a su respectiva mezcla con *Bracharia decumbens*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. RIEPT-Amazonía. Documento de Trabajo No. 75. V2:737-744. 1990.
- [2] CIAT(Centro Internacional de Agricultura Tropical). Pasturas para el Tropico Bajo. CIAT Publicación No. 211. CIAT, Cali, Colombia. 238pp. 1992.
- [3] CIAT. Tendencias en Productos Básicos del CIAT. Documento de Trabajo No. 128. CIAT, Cali, Colombia. 221 pp. 1993.
- [4] Decaëns, T., Lavelle, P.; Jimenez Jaen, J.J.; Escobar, G and Rippstein, G.. Impact of land management on soil macrofauna in the Eastern Plains of Colombia. *Eur. J. Soil Biol.* 30:157-168. 1994
- [5] González, S. Selectividad y producción de leche en pasturas de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis de MS. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 142 p. 1992.
- [6] Hammond, A.C., Kunkle, W.E., Bates, D.B. y Sollenberger, L.E. Use of blood urea nitrogen concentration to predict response to protein or energy supplementation in grazing cattle. In: *Proceedings XVII International Grassland Congress, New Zealand and Australia*, p. 1989-1991. 1993.
- [7] Hecht, S.B. La lógica de ganado y deforestación en la Amazonía. *Bio. Science*, 43:687-695. 1993.
- [8] Jarvis, L.S. Desarrollo pecuario en América Latina. Banco Mundial, Washington, D.C. 214 pp. 1986.
- [9] Kaimowitz, D. (no datado). Ganado y deforestación en América Central en la década de los 80's y década de los 90's: Una perspectiva política. IICA, San José, Costa Rica. 52 p.
- [10] Lascano, C. and Estrada, T. Long-term productivity of legume-based and pure grass pasture in the Eastern Plains of Colombia. In: *Proceedings XVI International Grassland Congress, Nice, France*. p. 1179-1180. 1989.

- [11] Lascano, C.E. y Avila, P. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*.13:2-10. 1991.
- [12] Lascano, C.E. and Avila, P. Milk yield of cows with different genetic potencial on grass and grass-legume tropical pastures. In: *Proceedings XVII International Grassland Congress*. New Zealand and Australia. p. 2006-2007. 1993.
- [13] Obersohn, A., Freisan, D.K.; Tiesson, H. and Moir, J.O.. 1995. Effects of improved pastures on phosphorus transformations in a Colombian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* (In press).
- [14] Pezo, D.A., Romero, F. e Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Fernández-Baca (ed.). *Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano*. FAO, Santiago, Chile. p. 47-98.
- [15] PROREPI (Proyecto de Investigación: Recuperación de áreas degradadas en la parte alta de la cuenca del Río Picagres, Puriscal). Informe 1992/1993, U. de Costa Rica, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Programa de Desarrollo Agrícola y forestal MAG/MIRENEM/GTZ. 65p 1994.
- [16] Reátegui, K., Vera, R.R., Loker, W.L. and Vásquez, F. On-farm grass-legume pasture performance in the Peruvian rainforest. *Expl. Agric.* 31:227-239. 1995.
- [17] Riesco, A., Meini, G., de la Torre, M., Huamán, H., Reyes, C. y García, M. Análisis exploratorio de los sistemas de fondo de pequeños productores en la Amazonía, región de Pucallpa. IVITA-CIID, Lima, Perú. 47.p 1882.
- [18] Rivas, L. El sistema ganadero de doble propósito en América Latina Tropical: evolución, perspectivas y oportunidades. *Memorias del Simposium Internacional sobre Alternativas y Estrategias en Producción Animal*. Universidad Autónoma de Chapingo, México, Abril 6-9. 1982.
- [19] Rivas, Libardo. Perspectivas técnicas y productivas de la ganadería en América Latina. *Memorias del Seminario sobre "La ganadería una industria rentable hacia el siglo XXI*. CICADEP-Banco Ganadero, Río Negro, Antioquia, Agosto 10-12. 1994.
- [20] Rivas, L. y Pachico, D. Evaluación socio-económica ex-ante del impacto del Programa de Forrajes 1994. *Tropicales del CIAT*. Cali, Colombia. 49 p. 1994.
- [21] Ruiz, M. Milk production systems in Latin America. Constraints and potentials. In: *Proceedings International Dairy Congress*, Montreal, Canada. Vol. 1:171-187. 1990.
- [22] Serrao, E. A.S. and Toledo., J.M. The search for sustainability in the Amazonian pastures. Pp 195-214. In: *Alternatives to the Deforestation: Steps Toward Sustainable use of the Amazon Rain Forest*. Columbia University press. New York. 1990.
- [23] Stobbs, T.H. and Brett, D.J. Milk yield and composition of milk and blood as indicators of energy intake by Jersey cows. *Aust. J. of Agric. Res.* 25:657-666. 1974.



- [24] Thomas, R.J. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pastures. *Plant and Soil*. (In press). 1995.
- [25] Thomas, R.J., Fisher, M.J., Ayarza, M.A. and Sanz, J.I. The role of forage grasses and legumes in maintaining the productivity of acid soils in Latin America. In: Lal, R. y Stewart, B.A. (eds) *Soil Management: Environmental basis for sustainability and environmental quality*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. p. 61-83. 1995.
- [26] Toledo, J.M. and Formoso, D. Sustainability of sown pastures in the tropics and subtropics. In: *Proceeding of the XVII International Grassland Congress, New Zealand-Australia*. p. 1891-1896. 1993.
- [27] Vaccaro, L., Vaccaro, R., Verde, O., Mejías, H., Ríos, L. and Romero, E. Harmonizing genetic type and environmental level in dual-purpose cattle herds in Latin America. *GUERRA/RMZ*. 77 p. 15-20. 1993-1994.
- [28] Veiga, J.B. and Serrao, E.A.S. Sistemas silvopastoris e produção dos animais nas tropicos umidos: A experience da Amazonia brasileira. In: *Pastagens/Sociedade Brasileira de Zootecnia, SBZ, FEALQ, Piracicaba*, sp. 37-68. 1990.