

INFORME DE PROGRESO

1998

CONSORCIO TROPILECHE

**Federico Holmann
Carlos Lascano,
Peter Kerridge**

Tabla de Contenido

	Pág.
Antecedentes	1
Producto 1. Optimización de la utilización de forrajes	3
Actividad 1.1 Ensayos de alimentación y pastoreo para determinar relaciones entre producción lechera y recursos forrajeros	3
Actividad 1.2 Ensayos de alimentación y pastoreo para determinar la suplementación más eficaz durante la estación seca, usando diferentes recursos forrajeros	5
Actividad 1.3 Aplicabilidad nitrógeno ureico en la leche como indicador nutricional para vacas lecheras alimentadas con forrajes	

tropicales	12
Producto 2. Desarrollo de nuevas alternativas de alimentación para ganado bovino de doble propósito	14
Actividad 2.1 Evaluación de diferentes sistemas de forraje con ganado bovino doble propósito	14
Actividad 2.2 Evaluación de nuevas alternativas forrajeras de alimentación, para permitir un destete temprano	17
Actividad 2.3 Integración de información usando modelos de simulación de rumiantes y de nutrición	19
Actividad 2.4 Talleres para evaluar metodologías de investigación en fincas	24
Producto 3. Utilidad de los nuevos sistemas de forrajes	25
Actividad 3.1 Uso de la tierra, diagnóstico y caracterización económica de sitios de referencia para facilitar la extrapolación	25
Actividad 3.2 Difusión de resultados de investigación	45

ANTECEDENTES

El objetivo de Tropileche es aumentar la producción de leche y de carne de ganado de doble propósito en fincas de pequeños agricultores, mediante el desarrollo de sistemas de forrajes mejorados.

El valor de la producción pecuaria en América Latina y el Caribe (ALC) representa cerca del 13% de la producción mundial y cerca del 47% de la producción de países en desarrollo. La leche y la carne proveen el 20% de la proteína consumida por la población de ALC. Sin embargo, ALC tiene un déficit de 12% en su producción lechera que actualmente es suministrada por importaciones.

La población pecuaria en ALC se estima en 330 millones de cabezas y cerca del 78% de esta población está en manos de pequeños agricultores con sistemas bovinos de doble propósito (producción de leche y carne en el mismo sistema). El sistema de ganadería de doble propósito representa el 42% de la leche producida en la región. Además, hay 590 millones de hectáreas de tierras bajo pasturas, la mitad de estas consideradas en una etapa avanzada de degradación.

Tropileche ("Sistemas Mejorados de Alimentación Basados en Leguminosas Forrajeras para Ganado de Doble Propósito en Fincas de Pequeños Agricultores de América Latina Tropical") es un consorcio liderado por CIAT que opera en colaboración con el Programa Global de Ganadería (PGG) convocado por ILRI.

El Consorcio Tropileche seleccionó inicialmente como puntos de referencia las laderas secas de Costa Rica y los márgenes de bosques del Perú en la Amazonía.

Estos sitios fueron seleccionados porque la producción pecuaria es una forma importante de uso de la tierra y actividad económica de los pequeños agricultores. Además, estas tierras frágiles están sujetas a una severa degradación ambiental. Estos sitios se han extendido a Nicaragua y Honduras en las laderas y a Colombia en los márgenes de bosques.

En los márgenes de bosques la producción lechera está limitada por la degradación de pasturas y de ahí la mala calidad y cantidad del forraje en oferta. En las laderas estacionalmente secas, la principal limitante para aumentar la producción lechera es la falta de forraje apropiado durante la estación seca. La estrategia para resolver estas limitaciones es por medio de (a) una evaluación de nuevos recursos de alimentación que coincidan con los requerimientos nutricionales de los animales, (b) una evaluación participativa a nivel de finca, de nuevos componentes de forrajes basados en leguminosas para intensificar la producción pecuaria y mejorar el uso sostenible de la tierra, y (c) estudios de caracterización de sitios de referencia, análisis económicos, y estudios de aceptabilidad/adopción.

El consorcio está usando la capacidad existente de CIAT en desarrollo de germoplasma forrajero y la caracterización de uso de la tierra del ILRI en producción pecuaria, de la Universidad Cornell en modelos de optimización de nutrientes para rumiantes, y de organizaciones nacionales de investigación agropecuaria en los sitios de referencia en el Perú (IVITA, CODESU, INIA), Costa Rica (MAG, ECAG, CATIE, UCR), Nicaragua (MAG), y Honduras (DICTA).

Tropileche inició actividades a principios de 1996 y la fase actual termina a finales del año 2000. El Consorcio recibe financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para ejecutar investigación en las fincas y del SLP para realizar investigación estratégica en estaciones experimentales ubicadas en Cali, Colombia (CIAT-Quilichao), Atenas, Costa Rica (ECAG) y Pucallpa, Perú (IVITA).

El objetivo de este informe es informar acerca de las actividades en cada uno de los componentes de investigación del Consorcio Tropileche, ejecutadas durante los 12 últimos meses en los sitios de referencia.

INFORME DE PROGRESO

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Producto 1. Optimización de la utilización de forrajes Investigación en Estaciones Experimentales

Actividad 1.1 Ensayos de alimentación y pastoreo para determinar relaciones entre producción lechera y recursos forrajeros

Aspectos notables

- Respuesta en producción de leche a la suplementación de leguminosas y caña de azúcar y a una dieta basal de gramíneas fue mayor en la época seca que en la época de lluvias.

Respuesta en leche de vacas bajo dietas con distintas proporciones de proteína/energía en diferentes estaciones con suplementos basados en forrajes.

Justificación: Los resultados de experimentos de pastoreo a corto plazo con vacas lecheras indican que la respuesta en producción de leche a leguminosas en asociación con gramíneas depende de la estación (seca, lluviosa). Por lo tanto, es de interés examinar la interacción de los suplementos basados en forrajes con atributos de pasturas (cantidad y calidad) en el rendimiento lechero de las vacas durante ambas estaciones.

Métodos: Se estableció el experimento usando un diseño cuadrado latino de 4x4. Todos los alimentos para animales se suministraron ad libitum. Había dos grupos de razas de cuatro vacas cada uno (Brahman y Holstein). Cada uno de los cuatro períodos duró 14 días (7 días para ajustar la ración de alimentos para animales y 7 días de mediciones). Los rendimientos lácteos se registraron diariamente durante el período de medición de 7 días.

Resultados: El cuadro 1 contiene la leche corregida por grasa de vacas mestizas a las que se les administró distintas proporciones de proteína y energía de fuentes de forraje y disponibilidad de biomasa, digestibilidad y contenido proteico de *Brachiaria decumbens* usado como gramínea basal durante la estación seca y lluviosa en la estación experimental de Quilichao, Cali, Colombia. No hubo ninguna

respuesta en producción de leche a los suplementos de leguminosas, de parte de las vacas Brahman.

Como se observó, el rendimiento en leche aumentó a medida que el suministro de la leguminosa *Cratylia argentea* se incrementaba proporcionalmente con respecto a la caña de azúcar durante la estación seca cuando las gramíneas presentaban problemas (menor disponibilidad de biomasa) y de calidad inferior (baja digestibilidad y proteína). Por el contrario, cuando el tratamiento se llevó a cabo durante la estación lluviosa, no hubo ningún efecto considerable sobre el rendimiento lechero debido a la administración de suplementos de leguminosas, lo cual indica que las gramíneas basales estaban suministrando suficiente energía y proteína para mantener la producción lechera.

Cuadro 1. Producción de leche corregida por grasa en vacas suplementadas con diferentes niveles de proteínas de fuentes forrajeras y disponibilidad de forraje, digestibilidad, y contenido de proteína cruda de *Brachiaria decumbens* utilizada como gramínea basal durante las estaciones seca y lluviosa.

	Producción de leche durante la estación seca (kg/vaca/día)		Producción de leche durante la estación lluviosa (kg/vaca/día)	
Tratamientos				
100% Caña de Azúcar	6.0 b	7.9 a		
75% Caña de Azúcar + 25% <i>Cratylia</i>		7.0 a	7.5 a	
50% Caña de Azúcar + 50% <i>Cratylia</i>		7.2 a	7.7 a	
25% Caña de Azúcar + 75% <i>Cratylia</i>		7.8 a	8.3 a	
Gramínea Basal				
* Disponibilidad de biomasa (kg MS/ha)		2164	2502	
* Digestibilidad (%)	63.4	66.6		
* Proteína cruda (%)	4.4	7.1		

Impacto: Estos resultados indican que la suplementación de leguminosas debe usarse estratégicamente, especialmente durante la estación seca cuando las gramíneas basales presentan limitantes y son de calidad inferior respecto a la estación lluviosa. Tienen solo probabilidad de tener éxito con vacas mestizas. Sin embargo, esta tecnología tiene un potencial excelente para la adopción dado que la inversión de capital requerida para establecerla es baja. Existe la necesidad de

evaluar la suplementación de leguminosas en vacas con mayor potencial genético para producción lechera y de probar los resultados bajo las condiciones que se dan en las fincas de agricultores.

Contribuyentes: Patricia Avila y Carlos Lascano, CIAT, Colombia.

Actividad 1.2 Ensayos de alimentación y pastoreo para determinar la suplementación más eficaz durante la estación seca, usando diferentes recursos forrajeros.

Aspectos notables

- Las leguminosas proveen proteína al forraje basal, que generalmente es deficiente en nitrógeno
- Los carbohidratos altamente fermentables pueden estimular la degradación de fibra menos fermentable

Evaluación de diferentes tipos de forrajes en producción de leche.

Justificación: Las gramíneas tropicales durante la estación lluviosa tienen cantidades adecuadas de energía pero el contenido proteico es generalmente bajo, especialmente en pasturas no fertilizadas. Las leguminosas, por otro lado, son forrajes tropicales con un contenido proteico alto. De este modo, el suministro de un régimen alimentario de gramíneas tropicales junto con leguminosas puede conducir a aumentos en producción de leche. El objetivo fue evaluar la producción de leche de vacas que pastoreaban *Brachiaria decumbens* vs. *B. decumbens* asociada con la leguminosa *Arachis pintoii* así como la biomasa y la calidad del forraje.

Métodos: Dos parcelas de *B. decumbens* y *B. decumbens* asociada con *Arachis pintoii* se subdividieron en dos lotes de 1.25 ha cada uno. El primer lote se pastoreó durante 7 días para adaptarse al tratamiento, y el segundo lote se pastoreó durante otros 7 días donde el rendimiento lácteo se midió diariamente. El periodo de descanso fue de 35 días. También se midió la composición química, la disponibilidad de biomasa y la calidad del forraje.

Resultados: El cuadro 3 muestra la disponibilidad y calidad del forraje en evaluación durante 1997. Como se observó, la mezcla de gramínea-leguminosa produjo 8% más biomasa y 15.5% más contenido proteico que *B. decumbens* sin efecto considerable en digestibilidad.

Cuadro 3. Disponibilidad y calidad de *Brachiaria decumbens* ofrecida con y sin *Arachis pintoii* durante 1997 en Atenas, Costa Rica.

Atributo	<i>B. decumbens</i>	<i>B. decumbens</i> + <i>Arachis pintoii</i>	Diferencia (%)
Disponibilidad (tm MS/ha)	7.5	8.1	8.0
Proteína cruda (%)	11.6	13.4	15.5
DIVMS (%)	62.4	62.0	-0.5

El cuadro 4 contiene rendimientos lecheros bajo dos niveles de administración de suplementos de alimento concentrado (ej., niveles alto y bajo). Las vacas que recibieron ambos niveles de suplementación, que pastorearon la mezcla de gramíneas con *Arachis pintoii* produjeron 9% y 11,4% más leche que aquellas vacas que solo pastorearon *B. decumbens*.

Cuadro 4. Producción de leche (kg/vaca/día) de vacas bajo dos niveles de suplementación de alimento concentrado, pastoreando *B. decumbens* con y sin *Arachis pintoii* en Atenas, Costa Rica.

Nivel de suplementación	<i>B. decumbens</i>	<i>B. decumbens</i> + <i>Arachis pintoii</i>	Diferencia (%)
Alto ¹	11	12.0	9
Bajo ²	8.3	9.3	11

¹ 1 kg concentrado por cada 3 kg de leche producida

² 1 kg concentrado/vaca/día

Impacto: Estos resultados indican que las vacas bajo pastoreo mostraron una respuesta en producción de leche a la suplementación de leguminosas por encima de la dieta con alimentos concentrados.

Esta tecnología debe usarse durante la estación lluviosa ya que la leguminosa *Arachis pintoii* no es tolerante a la sequía. Además, este aumento de 9-11% en el rendimiento lechero es compatible con resultados de otros sitios de referencia (márgenes de bosques). Sin embargo, el potencial genético de las vacas es un factor clave para determinar la factibilidad de esta tecnología (un aumento de 10% cuando las vacas están produciendo 3 kg/día no paga la inversión, pero si las

vacas están produciendo 8 kg/día, un aumento de 10% originará ganancias por invertir en esta tecnología).

Contribuyentes: Francisco Romero y Jesús Gonzalez, ECAG, Costa Rica

Efecto de diferentes niveles de administración de suplementación de *Stylosanthes guianensis* sobre la producción de leche.

Justificación: Uno de los objetivos de investigación en la estación de la ECAG en Atenas, Costa Rica, es generar información sobre la respuesta en leche a diferentes recursos forrajeros a fin de calibrar el modelo de simulación de carbohidratos netos y de proteína de la Universidad de Cornell en condiciones de pastoreo en el trópico. El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de los niveles de incremento de suplementación de la leguminosa *Stylosanthes guianensis* en forma de heno con caña de azúcar sobre la producción de leche.

Métodos: Los tratamientos consistieron en una ración básica de heno de *B. decumbens* al 1% del peso vivo corporal (PV, base de materia seca) más 1,7% de PV de suplemento (T1 = 75% caña de azúcar + 25% *Stylo*; T2 = 50% caña de azúcar + 50% *Stylo*; y T3 = 25% caña de azúcar + 75% *Stylo*). Además, todas las vacas recibieron 0,3% de PV de alimento concentrado comercial (es decir, 14% PC con 2.7 Mcal EM).

Resultados: La composición química de los suplementos ofrecidos a los animales aparece en el Cuadro 5. El Cuadro 6 muestra el consumo de materia seca, y la producción de leche de vacas bajo diferentes tratamientos. Como se observó, no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento lechero entre los tratamientos. El promedio diario de leche/vaca y sólidos totales fueron 7.5 kg/vaca/d y 12.75%, respectivamente. El consumo de materia seca por vaca fue de 9.31, 8.66 y 7.93 kg para tratamientos 1, 2, y 3, respectivamente. Estas cifras indican una reducción en el consumo de materia seca a medida que la proporción del suplemento *Stylosanthes* aumentó.

Cuadro 5. Composición química de los suplementos ofrecidos a los animales en Atenas, Costa Rica.

Suplemento	Proteína Cruda (%)	DIVMS (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg MS)
Caña de Azúcar	2.4	56.7	2.1
<i>Stylosanthes guianensis</i>	7.4	51.5	1.8
<i>Brachiaria decumbens</i>	4.5	54.5	2.0

Concentrado 14.0 70.0 2.7

Cuadro 6. Consumo de Materia Seca, rendimiento promedio de leche y sólidos totales por tratamiento en Atenas, Costa Rica.

Tratamiento	Consumo de Materia Seca (kg)		Producción de leche (kg/vaca/día)
	Sólidos Totales(%)		
75% Caña de Azúcar + 25% <i>Stylo</i>	9.31	7.08	12.77
50% Caña de Azúcar + 50% <i>Stylo</i>	8.66	7.25	12.78
25% Caña de Azúcar + 75% <i>Stylo</i>	7.93	7.08	12.88
Control ¹	9.10	7.51	12.53

¹ 1% de PV de heno de *B. decumbens* + 1.7% PV de caña de azúcar + 60 gr úrea

Impacto: La falta de diferencia entre tratamientos se debió a un nivel de consumo similar de proteína cruda porque el consumo de materia seca fue inferior en aquellos tratamientos que contenían una mayor proporción de *Stylo*. Esto puede haberse debido al hecho de que la calidad de heno de *Stylo* fue muy mala (PC de 7.37% y DIVMS de 51.5%) debido a dificultades de cosecha causadas por condiciones de tiempo inesperado. Las leguminosas de baja calidad no aumentan el consumo de materia seca y pueden reducir la eficiencia de energía en la ración. Por lo tanto, es necesario aumentar tanto el contenido proteico como la digestibilidad de las leguminosas ofrecidas para esperar una respuesta mayor en producción de leche a las condiciones descritas anteriormente.

Contribuyentes: Francisco Romero y Jesús Gonzalez, ECAG, Costa Rica.

Efecto de diferentes fuentes de proteínas en la producción de leche de vacas suplementadas con caña de azúcar.

Justificación: Durante la estación seca, la producción de leche en condiciones de pastoreo se reduce significativamente debido a una escasez de gramíneas por falta de agua. Además, la calidad de las gramíneas es también baja. Por lo tanto, la administración de otros suplementos, es esencial para mantener la producción lechera. El suplemento más común en Costa Rica durante la estación seca es la gallinaza, pero su disponibilidad es limitada y está aumentando su costo en términos reales. Por consiguiente, es importante evaluar otras alternativas como las leguminosas y la caña de azúcar para sustituir el uso de gallinaza.

Métodos: El experimento se estableció usando un diseño cuadrado latino de 3 x 3 con tres vacas Jersey y tres vacas mestizas de doble propósito. Los tres tratamientos constaron de: (1) T1= caña de azúcar (0.9% de PV en base a MS) + melaza (0.6% de PV) + gallinaza (1.5% de PV); (2) T2 = caña de azúcar (0.9% de PV) + *Stylosanthes guianensis* (1.8% de PV) + gallinaza (0.3% de PV); y (3) T3 = caña de azúcar (0.9% de PV) + *Centrosema spp* (1.8% de PV) + gallinaza (0.3% de PV). Las raciones alimenticias se ofrecieron después de cada ordeño en cajones individuales, bajo confinamiento.

Resultados: El cuadro 7 contiene la composición química de los diferentes alimentos para animales ofrecidos en el experimento en Atenas, Costa Rica. Según puede observarse, ambas leguminosas tenían un contenido proteico similar (12.1% y 11.2% de PC con digestibilidad de 44.2% y 44.7%). Por lo tanto, ambas leguminosas ofrecidas en el régimen alimentario fueron inferiores en calidad a la gallinaza (21.5% de PC y 67.2% de digestibilidad), que se usó como control. El cuadro 8 indica que cuando la fuente de proteína fue la gallinaza, el rendimiento lechero fue significativamente mayor que el obtenido con los suplementos a base de leguminosas. No hubo ninguna diferencia observada en el contenido de sólidos totales por tratamientos. Por otro lado, la producción de leche cuando se suplementó con *Centrosema* fue mayor que con *Stylo*, aunque el consumo de materia seca de proteína cruda fue inferior (Cuadro 9). Esto podría deberse a una menor degradación de la proteína de *Centrosema* comparada con la de *Stylo*.

Cuadro 7. Composición química de los alimentos ofrecidos. Atenas, Costa Rica.

Alimento	Materia Seca (%)		Proteína Cruda (%)		Digestibilidad (%)
	Energía Metabolizable (Mcal/kg)				
Caña de Azúcar	35.0	2.7	51.2	1.9	
Gallinaza	92.1	21.5	67.2	2.5	
<i>Stylosanthes guianensis</i>		95.2	12.1	44.2	1.5
<i>Centrosema spp.</i>	94.6	11.6	44.7	1.5	

Cuadro 8. Producción de leche y sólidos totales de vacas bajo diferentes tratamientos en Atenas, Costa Rica.

Tratamiento	Producción de leche(kg/vaca/día)		Sólidos Totales (%)	
Gallinaza	8.13	12.08		
<i>Stylosanthes guianensis</i>		6.63	12.16	
<i>Centrosema spp.</i>	7.20	12.26		

Cuadro 9. Eficiencia en el uso de la materia seca, proteína cruda, (PC), y energía metabolizable (EM) de producción de leche por raza en Atenas, Costa Rica.

Raza	Gallinaza MS	PC	EM	<i>Stylosanthes</i> MS	PC	EM	<i>Centrosema</i>			
MS	PC	EM								
Jersey	0.92	5.74	0.37	0.97	11.0	0.54	1.23	15.1	0.68	
Mestizas		0.75	5.04	0.32	0.52	6.15	0.29	0.59	6.63	0.40

Impacto: Las leguminosas usadas en este estudio fueron inferiores en calidad (<12% de PC y <45% de digestibilidad) a la mayoría de los valores reportados en la literatura y a la gallinaza y por consiguiente, la respuesta en rendimiento lechero fue baja. Es necesario mejorar las condiciones de manejo de producción de leguminosas para mejorar su calidad y poder sustituir el uso de recursos alimenticios como la gallinaza.

Contribuyentes: Francisco Romero y Jesús Gonzalez, ECAG, Costa Rica.

Efecto de sustituir diferentes niveles de alimento concentrado por *Cratylia argentea* en la producción de leche de vacas, suplementadas con caña de azúcar.

Justificación: El alimento concentrado en Costa Rica y otros países es a menudo muy costoso en relación al precio de la leche. Por lo tanto, es importante encontrar alternativas de alimentación con potencial para sustituir alimentos concentrados sin sacrificar la productividad o rentabilidad de la leche.

Metodología: Dos diseños cuadrados latinos de 3x3, repetidos simultáneamente, se usaron para evaluar el rendimiento y composición de la leche para la sustitución de la fuente de proteína de los alimentos concentrados comerciales por la fuente de proteína de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* usando caña de azúcar como dieta basal. Los tratamientos fueron: T1 = Caña de azúcar (0.6% PV) + afrecho de Arroz (0.5% PV) + Alimento Concentrado (1.5% PV) + Urea (0.017%); T2 = Caña de azúcar (0.6% PV) + afrecho de Arroz (0.5% PV) + Alimento Concentrado (0.975% PV) + *Cratylia* (0.525% PV); y T3 = Caña de Azúcar (0.6% PV) + afrecho de Arroz (0.5% PV) + Alimento Concentrado (0.45% PV) + *Cratylia* (1.05% P). Por consiguiente, el consumo calculado diario de materia seca fue de 2.6% del PV.

Resultados: El cuadro 10 muestra el consumo de materia seca, la producción de leche y el contenido de sólidos totales para todos los tratamientos. Durante el

experimento hubo un aumento en el consumo de materia seca mayor del calculado para todos los tratamientos (3.5%, 3.7% y 3.4% vs 2.6% calculado). Por lo tanto, fue necesario aumentar la cantidad de suplementos ofrecidos. Como puede observarse, el consumo de materia seca fue similar para todos los tratamientos, lo cual indica que la leguminosa *Cratylia argentea* tiene buena palatabilidad. La producción de leche fue similar para los dos primeros tratamientos pero fue significativamente inferior cuando la *Cratylia* sustituyó en un 70% al alimento concentrado.

Cuadro 10. Consumo de materia seca, producción de leche y sólidos totales de los tratamientos, sustituyendo el alimento concentrado por *Cratylia argentea* en Atenas, Costa Rica.

Tratamiento	Consumo de Materia Seca (kg MS/vaca/día)	Producción de Leche (kg/vaca/día)	Sólidos Totales (%)
Todo concentrado	11.29	12.56	12.25
65%concentrado-35% <i>Cratylia</i>	11.94	12.15	12.83
30%concentrado-70% <i>Cratylia</i>	11.19	10.70	12.35

Impacto: Estos resultados indican que la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* puede usarse para sustituir parcialmente, hasta en un 35%, el uso de alimentos concentrados costosos sin sacrificar el rendimiento lechero. Un mayor nivel de sustitución puede dar lugar a una disminución en la producción de leche, pero también los costos de alimentación se reducirían. Se recomienda realizar un análisis económico en cada escenario para determinar si la reducción de costos de alimentación es mayor que la reducción del ingreso por venta de leche.

Contribuyentes: Francisco Romero y Jesús Gonzalez, ECAG, Costa Rica

Efecto en producción de leche de vacas en pastoreo y suplementadas con *Cratylia argentea* y caña de azúcar.

Justificación: Durante la estación seca, la producción de leche de las vacas en pastoreo se reducen drásticamente porque la disponibilidad de biomasa y la calidad de gramíneas se reduce debido a falta de lluvia. Los productores han estado adoptando el uso de caña de azúcar para superar carencias nutricionales. Sin embargo, la caña de azúcar es una fuente pobre de proteína, la cual es necesaria para aumentar la producción de leche. Por lo tanto, estimar el efecto de suplementación de leguminosas en la producción de leche es importante para calcular los beneficios de esta tecnología. Nuestro trabajo hasta ahora, se ha concentrado principalmente en examinar el efecto de suplementar las vacas en la

estación seca cuando tanto la cantidad como la calidad de las pasturas es limitante. Por lo tanto, estamos interesados en definir respuestas a la producción de leche a niveles crecientes de *Cratylia argentea*, durante la época de lluvias.

Metodología: Un diseño cuadrado latino de 4x4 se usó para calcular la respuesta en leche a la suplementación de la leguminosa. Los tratamientos fueron: T1 = 100% *Cratylia*; T2 = 75% *Cratylia* y 25% caña de azúcar; T3 = 25% *Cratylia* y 75% caña de azúcar; y T4 = 100% caña de azúcar. La dieta basal consistió de *Brachiaria decumbens* usando pastoreo secuencial (7 días de ajuste al tratamiento y 7 días de medición). La cantidad de suplementación de leguminosa y caña de azúcar fue de 1.5% del peso vivo, usando cuatro vacas mestizas.

Resultados: El Cuadro 11 contiene la producción de leche, el contenido de grasa y la disponibilidad de biomasa de la gramínea basal usada para todos los tratamientos en Quilichao, Colombia. Como se observó, no hubo ninguna diferencia en producción o contenido de grasa cuando la *Cratylia* se complementó con caña de azúcar, pero la respuesta en leche y el contenido de grasa aumentaron significativamente cuando la *Cratylia* se administró "pura".

Impacto: Estos resultados indican que la suplementación de *C. argentea* puede ser una alternativa para los agricultores en la estación húmeda en particular cuando se trata de vacas de alto potencial genético y por lo tanto, con altos requerimientos proteicos. Esto es interesante porque provee una opción para usar esta leguminosa durante la estación húmeda, en un sistema de acarreo, además del ensilaje que ha sido una opción tomada por algunos productores en Costa Rica.

Cuadro 11. Producción de leche y contenido de grasa para todos los tratamientos en Quilichao, Colombia.

Tratamiento Producción de leche(kg/vaca/día) Contenido de grasa (%)

100% <i>Cratylia</i>	6.3 a	4.2 a
75% <i>Cratylia</i> – 25% Caña de Azúcar	5.6 b	3.9 b
25% <i>Cratylia</i> – 75% Caña de Azúcar	5.6 b	3.8 b
100% Caña de Azúcar	5.7 b	3.7 b

Contribuyentes: Harold Martinez y Carlos Lascano, COLCIENCIAS y CIAT, Colombia.

Actividad 1.3 Determinar la aplicabilidad del nitrógeno ureico en la leche (NUL) como un indicador nutricional para vacas lecheras alimentadas con forrajes tropicales

Aspectos notables

- Las concentraciones de NUL pueden ser un buen indicador de la relación proteína-energía en la dieta.
- Las concentraciones de NUL pueden ser útiles para aumentar la eficiencia en el uso de recursos forrajeros a nivel de finca.

Definiendo las concentraciones de NUL para recomendaciones óptimas de la relación proteína-energía en dietas a base de forrajes tropicales.

Justificación: Cuando hay un exceso de nitrógeno en relación con energía en el rumen, aumenta la concentración de amoníaco ruminal. El amoníaco ruminal sin usar 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 en la sangre a los riñones y se excreta 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 la proporción de nitrógeno reciclado de regreso al rumen como urea, incrementa. 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 saludables, las concentraciones de NUL podrían ser un buen indicador de la relación proteína-energía en la dieta.

Metodología: El diseño experimental usado fue un cuadrado latino de 4x4. Había dos grupos razas de cuatro vacas (Brahman x Holstein). Cada uno de los períodos duró 14 días (7 días para ajustar la dieta y 7 días de mediciones). Las producciones de leche se registraron durante el período de 7 días y las muestras de leche para contenido de urea fueron tomadas los días 1, 4 y 7 de cada período.

**Incremento en producción de leche
debido a la suplementación de leguminosas (%)***

UreaUrea en la leche (mg/dl)
Urea en la leche (mg/dl)

* Respecto a control (solo caña de azúcar)

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

Resultados: La figura 1 muestra la relación entre el aumento en producción de leche y el NUL de las vacas alimentadas con *Cratylia argentea* y caña de azúcar. Como se observó, pueden identificarse cuatro grupos (uno en cada cuadrante): (1) aquellas vacas que mostraron un incremento en producción de leche a la suplementación de leguminosas cuando el nivel de urea en la leche fue de <10 mg/dl. Estas observaciones estaban principalmente compuestas de vacas mestizas; (2) aquellas vacas que no respondieron a la suplementación de leguminosas aun cuando el nivel de urea fuera <10 mg/dl. Estas observaciones estaban compuestas de vacas mestizas y de vacas Brahman en proporciones similares; (3) aquellas vacas con nivel de urea >10 mg/dl que experimentaron un aumento moderado en producción. Este grupo estaba compuesto tanto de vacas mestizas como de vacas Brahman en proporciones similares; y (4) aquellas vacas que no tuvieron un aumento en producción debido a la suplementación de leguminosas con nivel de urea en leche >10 mg/dl. Este grupo estaba principalmente compuesto de vacas Brahman.

Impacto: Estos resultados indican que un nivel de urea en la leche de alrededor de 10 mg/dl podría usarse como punto de referencia para aumentar el contenido proteico de la dieta con una probabilidad alta de que las vacas lecheras respondan con mayores rendimientos de leche siempre que haya un potencial genético demostrado. Además, estos resultados indican que las vacas mestizas responden a la suplementación de leguminosas a niveles de <10 mg/dl. Esto no parecía ser el caso para la mayoría de vacas tipo Brahman o tipo Zebu.

Contribuyentes: Patricia Avila y Carlos Lascano, CIAT, Colombia

Producto 2. Desarrollo de nuevas alternativas de alimentación para ganado bovino de doble propósito

Investigación participativa a nivel de finca

Actividad 2.1 Evaluación de diferentes sistemas de forraje con ganado bovino doble propósito

Aspectos notables

- Los sistemas forrajeros para suplementación estratégica durante la estación seca reducen la necesidad de comprar alimentos concentrados para animales y aumenta 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

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

Justificación: Durante la estación seca la producción de leche se reduce significativamente debido a la baja cantidad y calidad del forraje en oferta. Los productores superan esta limitación alimentando sus vacas con subproductos agroindustriales. Entre ellos, la fuente más barata disponible en las laderas secas de Costa Rica es la gallinaza. Sin embargo, su disponibilidad es limitada y su costo en términos reales está aumentando. Por lo tanto, encontrar una alternativa para alimentación en estaciones secas que pueda ser establecida en fincas agropecuarias de doble propósito para sustituir el uso de la gallinaza, sería pertinente.

Métodos: La producción de leche de siete vacas de doble propósito fue ponderado durante seis semanas en la finca de Fernando Castro, un productor colaborador de Tropicelche en Esparza, Costa Rica. Durante las dos primeras semanas las vacas recibieron una ración diaria conteniendo 12 kg de caña de azúcar, 6 kg de *Cratylia* y 3 kg de gallinaza. Durante las semanas 3 y 4 la cantidad de gallinaza fue reducida a la mitad, (i.e., a 1.5 kg/vaca/día). Durante las dos últimas semanas la gallinaza se eliminó totalmente. Además, las vacas pastorearon una gramínea basal de *Hyparrhemia rufa*.

Resultados: El cuadro 12 muestra la producción de leche, durante las seis semanas del experimento. Como se observa, el rendimiento lechero/vaca se mantuvo a pesar de que la gallinaza fue totalmente eliminada. Sin embargo, ya que el costo de alimentación por vaca se redujo como resultado de la sustitución, la relación beneficio/costo aumentó de 1.57 a 2.14. Por lo tanto, el productor terminó en mejor situación porque mejoró su flujo de efectivo.

Cuadro 12. Producción de leche, y relación beneficio/costo de las vacas de doble propósito que recibieron caña de azúcar, *Cratylia argentea* y cantidades decrecientes de gallinaza en Esparza, Costa Rica.

	Semanas 1 & 2 (3 kg/vaca gallinaza)	Semanas 3 & 4 (1.5 kg/vaca gallinaza)	Semanas 5 & 6 (sin gallinaza)
Producción de leche /vaca/día	3.48	3.35	3.41
Costo de alimentación /vaca/día	0.60	0.51	0.43
Ingreso de leche/vaca/día	0.94	0.90	0.92
Relación beneficio: costo	1.57	1.76	2.14

Impacto: Esta alternativa de alimentación con leguminosas durante la estación seca ha mostrado un gran potencial para adopción ya que puede reducir o eliminar la necesidad de comprar subproductos agropecuarios. Su relación beneficio/costo indica que es una inversión atractiva ya que los productores pueden obtener mejores ingresos por adoptar esta nueva tecnología.

Contribuyentes: Marco Lobo y Vidal Acuña, MAG, Costa Rica

Uso de asociaciones de gramíneas con leguminosas para aumentar producción de leche en los márgenes de bosques del Perú.

Justificación: Los pastizales en la región de Ucayali en la Amazonía Peruana se encuentran en diferentes estados de degradación. Por lo tanto, la productividad pecuaria es baja. Mientras se ejerce más presión hacia la conservación de recursos naturales en esta tierra fronteriza agrícola, hay una necesidad de encontrar alternativas para intensificar la producción pecuaria mediante el aumento de la carga animal para liberar zonas críticas para la regeneración del bosque.

Métodos: Cinco fincas de doble propósito fueron seleccionadas cerca de la ciudad de Pucallpa en la Amazonia Peruana. En cada finca, 5 ha de *Brachiaria decumbens* fueron establecidas (2.5 ha como control y 2.5 ha asociadas con un coctail de leguminosas conteniendo *Stylosanthes guianensis* + *Arachis pintoi* + *Desmodium ovalifolium*). Las producciones de leche se midieron cuando las vacas estaban pastoreando ambas parcelas durante un período de un año, desde agosto de 1997 a agosto de 1998.

Resultados: El cuadro 13 muestra la producción de leche promedio obtenida en cada una de las cinco fincas tanto en los pastizales de control como en las de mezclas con leguminosas así como la producción de leche obtenida de las praderas naturalizadas encontradas en cada finca. Como se observó, la producción de leche fue en promedio, 10.5% mayor en las mezclas de gramíneas-leguminosas que en el *B. decumbens* solo y 14.5% mayores que en las praderas naturalizadas. Sin embargo, el aumento adicional en rendimiento lechero (0,40 kg/vaca/día) comparado con praderas naturalizadas quizás no justifique la inversión en la mezcla de gramíneas-leguminosas (ver Actividad 3,1, análisis ex-ante de nuevas alternativas de forrajes en fincas de doble propósito en Perú, Costa Rica y Nicaragua).

Cuadro 13. Producción de leche promedio de vacas en cinco fincas que pastorean *B. decumbens* solo (control) y mezcladas con un cocktail de leguminosas (*Stylosanthes guianensis* + *Arachis pintoii* + *Desmodium ovalifolium*) y de praderas naturalizadas en Pucallpa, Perú.

	Producción de leche (kg/vaca/día)					Promedio	
	1	2	3	4	5		
<i>B. decumbens</i>		3.53	2.16	3.74	1.52	3.37	2.86
<i>B. decumbens</i> + leguminosas				3.70	2.18	3.93	2.70 3.33 3.16
Gramínea nativa		3.16	2.29	3.88	1.74	NA	2.76

Impacto: Las gramíneas y leguminosas mejoradas tienen el potencial para intensificar sistemas basados en pasturas. Sin embargo, estas alternativas son económicamente factibles solo cuando la respuesta en producción de leche a la suplementación de leguminosas está en el rango de 0,75 a 1.0 kg leche/vaca/día, que quizás no sea el caso en Pucallpa, excepto en la finca #4.

Colaboradores: Keneth Reategui y Geiner Romero, CIAT, Perú

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

Aspectos notables

- Complementando los terneros predestetes con leguminosas durante la estación seca se gana más peso que con las prácticas de alimentación actuales que usan solo gramíneas

Uso de *Leucaena leucocephala* durante la estación seca para suplementar terneros predestetados

Justificación: Durante la estación seca, el aumento de peso de los terneros predestetados es menor debido a una reducción en la cantidad y calidad del forraje en oferta así como por la reducción de disponibilidad de leche de las madres. Por lo tanto, encontrar una alternativa de bajo costo durante el período seco para suplementar terneros mejoraría su estado de nutrición y ganancia de peso.

Métodos: Dos grupos, cada uno de 10 terneros predestetados fueron seleccionados en una finca en Esparza, Costa Rica. El primer grupo pesó inicialmente un promedio de 132 kg/ternero y el segundo 128 kg. El primer grupo se manejó tradicionalmente, consistiendo en consumir la leche residual de la madre más el consumo ad libitum de heno de *Digitaria decumbens*. El segundo grupo pastoreó *Leucaena leucocephala* durante dos horas al día durante 22 días como un suplemento al manejo tradicional.

Resultados: El grupo que consumía *Leucaena* obtuvo mayores aumentos de peso (de 128,4 a 138 kg) que el grupo con el sistema tradicional (132 a 139,2 kg). Por lo tanto, los terneros que consumían *L. leucocephala* ganaron 109 gr/día más que el otro grupo.

Impacto: El uso de suplementos de leguminosas para alimentar a terneros predestetados durante la estación seca puede ser adoptado fácilmente por pequeños productores lecheros porque mejora el aumento de peso y reduce la edad al primer parto.

Colaboradores: Marco Lobo y Vidal Acuña, MAG, Costa Rica

Uso de *Stylosanthes guianensis* para la suplementación estratégica de terneros predestetados

Justificación: En Pucallpa, el precio de la leche es muy alto debido a un mercado cautivo de leche fresca. Los terneros predestetados consumen generalmente cerca de 15-20% 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 terneros predestetados por una leguminosa

de alta calidad, podría tener un gran impacto en el ingreso de los pequeños agricultores porque podrían vender más leche y mejorarían su flujo de efectivo.

Métodos: Los tratamientos fueron T1 = pastoreando gramíneas nativas 8 horas/día con la madre, las otras 16 horas pastoreando una parcela de *Stylosanthes guianensis* + leche residual; T2 = terneros pastoreando gramíneas nativas, las 24 horas/día sin la madre + leche residual + alimentos concentrados; y T3 = control (terneros pastoreando gramíneas nativas 24 h/día + leche residual).

Resultados: El cuadro 14 contiene el rendimiento lechero e ingreso, aumento de peso y valor de carne vacuna, y el valor total de la leche y la carne vacuna para todos los tratamientos. Como se observó el aumento diario promedio de los terneros que pastorean *Stylo* fue similar al sistema tradicional, pero las ventas de leche aumentaron en 23% (0,89 kg de leche adicional/vaca/día). Esto se reflejó en un 25% de aumento en el ingreso. El tratamiento que usaba *Stylo* + alimento concentrado tuvo ventas lecheras similares al tratamiento sin concentrado, pero mayores aumentos de peso diarios. Sin embargo, el costo variable fue también mayor, dando lugar a utilidades netas totales similares que usando solo *Stylo*.

Impacto: Esta alternativa de alimentación mejorada puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de agricultores pequeños porque el *Stylo* puede reemplazar el uso de alimentos concentrados y de esta manera aumentar el flujo de efectivo e ingreso así como la productividad de la leche sin sacrificar una reducción en el aumento de peso de los terneros predestetados.

Cuadro 14. 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.

	Stylo	Stylo + concentrado	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 (\$/vaca/día)	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 producción (\$/vaca-ternero/día)		2.03	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	

Colaboradores: Jorge Vela, IIAP, Perú

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

Aspectos notables

- Los modelos de simulación son herramientas útiles para reducir costos de investigación, predecir limitantes nutricionales y facilitar el proceso de toma de decisiones de prioridades de investigación en nutrición animal

Adaptando herramientas de decisión para superar limitaciones de manejo nutricional en ganado bovino de doble propósito en sistemas agrosilvo pastoriles

Durante 1998 Federico Holmann viajó a la Universidad de Cornell para recibir un entrenamiento en el uso del modelo CNCPS y desarrolló una propuesta colaborativa de proyecto con colegas en Cornell para presentarlo al SLP y conseguir financiamiento adicional para la validación y calibración del modelo para condiciones tropicales de pastoreo. Los siguientes son extractos del informe de viaje:

Acerca del CNCPS

El modelo de simulación de Carbohidrato Neto y Proteína de Cornell (CNCPS) se desarrolló para predecir las necesidades de nutrición del ganado bovino y la utilización de los recursos alimenticios de diferentes tipos de animales con diversas condiciones ambientales y de manejo en los Estados Unidos (países templados). Es una estructura que fue diseñada para integrar y aplicar conocimiento nutricional a:

- (a) Resolver problemas de alimentación y reducir costo de alimentación de forraje/unidad de producción,
- (b) Fijar prioridades de investigación,
- (c) Diseñar experimentos sensibles,
- (d) Interpretar resultados experimentales,
- (e) Capacitar en la aplicación de principios biológicos a través de la integración del conocimiento y
- (f) Reducir al mínimo la excreción nutricional en el ambiente 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 comportamiento del ganado. Los usos específicos del modelo son:

- (1) Predecir los efectos de la composición forrajera y cantidad en el comportamiento bovino,
- (2) Predecir los efectos de los modificadores digestivos y metabólicos en el comportamiento bovino,
- (3) Evaluar y equilibrar raciones para el animal huésped y bacterias del rumen,
- (4) Ajustar requerimientos del ganado y cálculos de comportamiento para condiciones ambientales, e
- (5) Ilustrar y predecir los efectos de los parámetros gastrointestinales del tracto digestivo en la utilización forrajera.

De esta manera, este modelo es acerca de necesidades de nutrientes y tamaños del banco nutricional, interactuando con una composición de regímenes alimentarios cambiantes, al alcance de los animales.

Resultados de los datos de Quilichao

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

La composición química incluyó a FND, PC, lignina, DIVMS y MS para *B. decumbens*, caña de azúcar y *Cratylia* para todos los ensayos. Sin embargo, no fue posible hacer dos análisis importantes que también son requeridos por el modelo: solubilidad de proteína (solP) y NNP. Sin estos valores no fue posible calcular la proteína y fracciones de carbohidrato. Por consiguiente, utilicé valores de *B. decumbens* generados por un estudiante de PhD en Cornell (Francisco Juarez) para la costa del golfo de México. Además, usé datos solP y de NNP de *Gliricidia sepium* para emular *Cratylia* y para caña de azúcar disponible en la biblioteca forrajera del Brasil a fin de poner a funcionar el modelo.

Otros datos de la tesis de Patricia Avila incluyeron variables ambientales (temperatura media, velocidad del viento y humedad relativa) y variables de manejo (etapa de lactancia, peso corporal, edad, raza, producción de leche, nivel de suplementación, etc).

La próxima página contiene cuadros con la composición química de las dietas, consumo predicho de materia seca de las gramíneas y suplementos consumidos, y la producción de leche (en kg/vaca/día) obtenidos de los diferentes ensayos contra las producciones esperadas predichas por el modelo de CNCPS.

El CNCPS predice el rendimiento esperado en producción de leche de tres fuentes diferentes: leche esperada de energía metabolizable (EM), de proteína (P), y de la disponibilidad de aminoácidos (AA). Sin embargo, discutiré los resultados obtenidos de las dos primeras fuentes ya que no hay información sobre la composición de AA de los forrajes en Quilichao, ni en la biblioteca de forrajes tropicales.

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

	<i>Brachiaria decumbens</i>	Caña de Azúcar	<i>Cratylia argentea</i>
Carga Media (3UA/ha)			
Materia seca (%)	35.0	30.5	33.5
Proteína cruda (%)	4.4	2.1	22.4
Fibra neutral de detergente (%)	70.4	43.1	66.4
Lignina (%)	3.4	5.3	17.4
NDT (%)	52.0	66.1	48.7
Carga Baja & Alta (2 & 4 UA/ha)			
Materia seca (%)	39.0	27.1	35.5
Proteína cruda (%)	3.7	2.1	20.4
Fibra neutral de detergente (%)	69.0	43.1	63.4
Lignina (%)	3.2	5.3	16.1
NDT (%)	54.0	68.6	50.2

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

Ensayo	Consumo actual		Consumo predicho		
	Caña de Azúcar	<i>Cratylia argentea</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>	Total	CMS (como %PV)
CM + Caña de Azúcar	4.43	0	5.04	9.47	2.12
CM + 75% CA + 25% leg	2.64	1.16	5.81	9.61	2.15
CM + 50% CA + 50% leg	1.48	2.28	5.83	9.59	2.15
CM + 25% CA + 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

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

Ensayo	Producción real de leche	Leche predicha por energía EM	Leche predicha por proteína
Carga media + Caña de azúcar	6.0	4.9	1.4
Carga media + 75% CA + 25% leg	6.5	6.5	7.4
Carga media + 50% CA + 50% leg	6.6	1.9	3.1
Carga baja + Caña de azúcar	7.9	7.3	6.5
Carga baja + Caña + Leguminosa	8.2	8.1	8.1
Carga alta + Caña de azúcar	6.1	6.4	6.3
Carga alta + Caña + Leguminosa	7.0	7.5	8.0

Según puede observarse, el modelo CNCPS predijo las producciones de leche observadas en los ensayos de carga baja y alta, pero falló en predecir las producciones de leche de los ensayos de carga media. Esta subpredicción provino tanto de la energía como de la porción proteica, pero el prejuicio fue más grande al predecir leche desde el aporte proteico.

La causa probable de la baja predicción de producción de leche debido a la disponibilidad de proteína en la carga media es la materia seca no digerible que está causando un crecimiento microbiano bajo debido a niveles altos de FND tanto de *Brachiaria decumbens* (69-70%) como de *Cratylia argentea* (63-66%). Basado en los comentarios del Dr. Alice Pell, el contenido alto de lignina encontrado en *Cratylia* podría ser la razón por la que el modelo de CNCPS predijo la producción de leche observada. Con base a su experiencia, el contenido de lignina encontrado en las hojas y tallo de *Cratylia* debe haber sido alrededor de 7-8% pero no los 16-17% reportados en el análisis de laboratorio. Así, ella alega que los compuestos secundarios pueden estar confundidos con la lignina, ocultando el efecto general de la dieta.

De acuerdo a los resultados de Quilichao, pueden extraerse varias hipótesis:

- (1) Las vacas estaban pastoreando (seleccionando) *B. decumbens* con un contenido mayor de PC que los resultados reales de laboratorio
- (2) Las tasas de digestión para fracciones de carbohidratos y proteínas usadas, estaban erradas, ó
- (3) La información acerca de la magnitud del acerbo es inadecuada

Además, el cuadro 5 contiene el nivel de nitrógeno ureico encontrado en la leche (NUL) así como el nivel predicho por el modelo. La razón de tal diferencia podría

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

Cuadro 5. Nivel del nitrógeno ureico encontrado en la leche (NUL) y niveles de urea predichos por el modelo para varios ensayos.

ENSAYO	NUL Observado	NUL Predicho
Carga media + caña de azúcar	10	3
Carga media + 75% CA + 25% leg	11	3
Carga media + 50% CA + 50% leg	14	7
Carga media + 25% CA + 75% leg	17	11
Carga baja + caña de azúcar	8.0	0
Carga baja + azúcar + leguminosa	12.0	0
Carga alta + caña de azúcar	6.4	0
Carga alta + azúcar + leguminosa	12.3	1

Actualmente, debido a la digestión lenta de las tasas asociadas con la fracción de proteína B₃, el CNCPS predice que el NDIP contribuye poco al banco de rumen N. Sin embargo, Juárez et al. (1998) informó que la contribución de NDIP que hacen las gramíneas tropicales al equilibrio N del rumen puede ser mayor que lo que el CNCPS predice. Por lo tanto, las hipótesis (2) y (3) son probablemente válidas.

El aumento del contenido proteico crudo en la dieta no aumenta la proteína admisible para la leche en la misma proporción, porque la dieta es deficiente en energía (en ambos *B. decumbens* y *Cratylia*). Sin embargo, el modelo fue muy prudente cuando se cambió la tasa de degradación de fibra (fracción de carbohidrato B₂).

Para comprender mejor la razón por qué el modelo no está prediciendo adecuadamente los ensayos de la carga media en Quilichao, necesitaríamos la siguiente información adicional:

- (a) Análisis químico de los alimentos rehusados (caña de azúcar + *cratylia*) durante los ensayos para predecir mejor el consumo real de nutrientes.
- (b) Los pesos corporales a intervalos semanales para todos los ensayos y tratamientos para ajustar por tejido promedio movilizado o depositado, especialmente en el Experimento 5 donde las vacas aparentemente no ganaron peso (podría ser que las vacas de los ensayos T-1 y T-2 perdieron

- peso pero durante los ensayos T-3 y T-4 ganaron peso, produciendo un cambio de peso promedio de cero a través del experimento)
- (c) Disponibilidad de biomasa de *B. decumbens* después del pastoreo (ello fue solo medido al comienzo del pastoreo) para estimar el crecimiento
 - (d) Es importante tomar muestras de forraje durante el pastoreo, simulando lo que la vaca está comiendo al observar la vaca para estimar la composición de crecimiento (cada 2 semanas)
 - (e) La producción de leche semanal en todos los ensayos
 - (f) Composición de la leche (cada dos semanas)
 - (g) Condición corporal (cada dos semanas)

Utilidad del CNCPS

Tropileche puede beneficiarse de una estrecha colaboración con Cornell al desarrollar una biblioteca forrajera tropical y calibrando el modelo para condiciones tropicales de pastoreo. Los beneficios potenciales del CNCPS para Tropileche incluyen:

- (1) Esta herramienta puede ayudar nuestros esfuerzos para identificar alternativas con potencial para aumentar productividad por identificación de factores limitantes nutricionales (ej., "mejores apuestas de dietas"),
- (2) Es la base para la evaluación "systemwide" del manejo de nutrientes enteros a nivel de finca, y de portafolios de dietas.
- (3) Complementa el modelo de CIAT a nivel de finca, desarrollado por Ruben Dario Estrada para hacer análisis ex-ante y ex-post a niveles de finca y de cuenca.
- (4) Aumenta el menú de opciones de Tropileche para apoyar y complementar las actividades de los socios y las organizaciones de productores que podrían financiar la investigación en forrajes y
- (5) Retornos a la inversión porque Tropileche invertirá marginalmente para complementar más de un decenio de investigación para desarrollar el CNCPS en su estado actual.

Propuesta colaborativa de proyectos

Un objetivo importante fue desarrollar con colegas en Cornell una idea de proyecto (IP) para establecer un programa colaborativo de investigación para complementar los esfuerzos de Tropileche y Cornell en ALC. Esta IP está presentándose al SLP para consideración.

Contribuyentes: Federico Holmann (CIAT-ILRI, Colombia) y Robert Blake, Cornell University, Nueva York.

Actividad 2.4 Talleres para evaluar metodologías de investigación en fincas

Aspectos notables

- Reuniones regulares entre los socios del Consorcio Tropileche facilitan la coordinación, aumentan la eficiencia de investigación y reducen riesgos asociados con duplicación de esfuerzos

Memorias de la Reunión Anual 1998

Justificación: Las reuniones anuales para tratar planes de trabajo, temas de investigación y prioridades así como limitaciones, son importantes para aumentar la eficiencia de la investigación.

Resultados: Tropileche celebró una reunión de trabajo durante febrero de 1998 en Costa Rica con todos los socios participantes del Consorcio. Los objetivos de la reunión fueron a: (a) presentar informes de los sitios de referencia (Costa Rica y Perú) y sitios de extrapolación (Nicaragua y Honduras) para informar acerca del progreso y dificultades encontradas en el cumplimiento de los objetivos durante 1997; (b) definir nuevas actividades para 1998; (c) obtener una mirada cercana a la investigación ejecutada en Costa Rica a través de una visita al campo para confrontar a los productores sobre el uso potencial de las nuevas alternativas de forraje siendo evaluadas; (d) revisar la investigación estratégica y participativa con relación a las necesidades de acuerdo a la demanda; y (e) analizar nuevas formas de colaboración con otras instituciones y en otros países.

El taller contó con la asistencia de 21 investigadores de Perú, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, y los Estados Unidos, participantes del Consorcio Tropileche. Las memorias del taller se distribuirán a fines de este año a los investigadores en Tropileche y se les proporcionará a otros investigadores cuando las soliciten.

Colaboradores: Federico Holmann, Carlos Lascano y Alberto Ramirez, CIAT, Colombia.

Producto 3. Utilidad de los nuevos sistemas de forrajes

Actividad 3.1 Uso de la tierra, diagnóstico y caracterización económica de sitios de referencia para facilitar la extrapolación de resultados

Aspectos notables

- El análisis ex-ante de nuevas tecnologías mejoradas es útil para identificar limitantes a la adopción potencial de productores locales
- El análisis ex-post de nuevas tecnologías es útil para determinar el impacto económico como resultado del proceso de adopción

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

Justificación: Uno de los objetivos de Tropileche es el desarrollo de alternativas de alimentación, basadas en gramíneas y leguminosas mejoradas. Para lograr esto, el nuevo germoplasma generado en el CIAT se prueba y se valida con la participación de productores en diferentes sitios de referencia para su evaluación adicional. Además, los análisis económicos ex-ante también se realizan para calcular el impacto potencial de estas nuevas tecnologías y las limitantes a la adopción.

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

Metodología: Los datos para este estudio se obtuvieron a través de entrevistas directas con cada productor colaborador del Consorcio Tropileche en los sitios de referencia para comprender sus sistemas de producción, uso de recursos, insumos y precios del producto, y tecnologías utilizadas, así como información secundaria de las cuencas donde las fincas estaban ubicadas. Para este análisis se utilizó un modelo de programación lineal, el cual maximiza el ingreso desarrollado por CIAT en una hoja electrónica.

Resultados: El cuadro 1 muestra promedios para inventario pecuario, producción lechera, uso de la tierra y productividad laboral en fincas doble propósito en el Perú, Costa Rica y Nicaragua. Como se observó, los hatos más grandes se encuentran en Costa Rica (47 vacas y 72 UA) seguidos por Perú (31 vacas y 50 UA) y Nicaragua (29 vacas y 48 UA). La producción de leche es mayor en Costa Rica (5.0 kg/vaca/d) y Nicaragua (3,7 kg/vaca) e inferior en el Perú (3.0 kg/vaca/d). Estas diferencias en producción de leche con el Perú pueden deberse a (a) restricciones del mercado lechero (que será tratado en detalle) y no tanto a

diferencias en genotipo animal y (b) el porcentaje bajo de vacas en ordeño encontrada en el Perú (42%) con respecto a Costa Rica (60%) y Nicaragua (58%).

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

Variable	Peru (n=9)	Costa Rica (n=7)	Nicaragua (n=4)
Inventario pecuario(#)			
Vacas en ordeño	10.6	28.0	16.9
Vacas secas	20.1	19.3	12.0
Novillas	21.9	16.1	14.5
Terneros	15.7	35.1	15.3
Toros	1.3	2.0	1.3
Total de Unidades Animales (UA) ¹	49.8	71.7	45.3
Producción de leche diaria (kg)			
Total	32.1	139.9	62.5
Por vaca	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 (UA/ha)			
	0.88	0.92	0.91

¹ Vacas = 1.0, novillas = 0.7, terneros hembras = 0.3, y toros = 1.3

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

Dentro de la zona bajo pasturas, la mayoría de esta está cubierta con especies "naturalizadas" (ej. *Hyparrhenia rufa* en Costa Rica y Nicaragua) y un porcentaje pequeño se encuentra con pastizales mejorados (11% en Costa Rica, 15% en el Perú y 24% en Nicaragua) en diferentes estados de degradación y sin fertilización de nitrógeno, que da lugar a una carga animal baja y similar (0.9 UA/ha para todos los países).

Precios de recursos e inversión de capital. El cuadro 2 muestra precios de recursos y capital invertido en fincas de doble propósito en cada país. El precio de la leche para el productor es muy diferente en cada país, variando de US\$0.22/kg en Esquipulas, Nicaragua hasta US\$0,32/kg en Pucallpa, Perú, mientras el precio en Costa Rica está ubicado en un nivel intermedio entre ambos países (US\$0.28/kg). Vale la pena aclarar que el precio de la leche recibido en Perú y Nicaragua es para leche cruda mientras el precio recibido en Costa Rica es 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 doble propósito en el Perú, Costa Rica y Nicaragua.

Variable	Peru (n=9)		Costa Rica (n=7)		Nicaragua (n=4)	
Precios						
Leche (\$/kg)	0.32	0.28	0.22			
Carne (\$/kg vaca de descarte)			0.60	0.60	0.50	
Mano de obra (\$/día) ¹	4.40	8.80	1.75			
Tierra (ha)	200	2,364	347			
Alquiler de pastizal (\$/vaca/mes)	3.00	4.30	3.00			
Vaca (\$/cu)	500	550	350			
Novilla (\$/cu)	450	500	250			
Ternero destetado (\$/cu)	150	170	100			
Toro (\$/cu)	700	700	600			
Establecimiento de gramíneas mejoradas (\$/ha)	250	270	225			
Establecimiento de Arachis con gramíneas (\$/ha)	340	370	310			
Establecimiento de Stylosanthes (\$/ha)	150	165	150			
Establecimiento de Cratylia (\$/ha)	400	420	390			
Establecimiento de caña de azúcar (\$/ha)	NA	550	500			
Capital invertido (\$/finca)						
Tierra	15,244	216,522	18,287			
Ganado	29,561	42,260	18,538			
Galera, corral & equipo	2,000	12,896	2,125			
Pasturas mejoradas ²	1,050	1,175	1,372			
Cercas ³	4,752	6,822	4,597			
Total	53,147	279,675	44,919			

¹ Incluye prestaciones sociales estimadas en 24% para Perú, 43% para Costa Rica, y 17% para Nicaragua

² El capital invertido se estimó en el 50% del costo de establecimiento multiplicado por el área en pasturas mejoradas en cada finca

³ 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 a una inversión promedio de \$0.90/m lineal con 4 hilos de alambre separados por postes cada 3 metros.

El precio de carne vacuna (como vacas de descarte) es similar en Perú y Costa Rica (\$0.60 kg de peso vivo), pero inferior en Nicaragua (\$0.50/kg). Sin embargo, el precio de los animales es mayor en Costa Rica, seguido del Perú. Nicaragua tiene los precios más bajos para carne vacuna y animales vivos en todas las categorías.

El costo de mano de obra también es extraordinariamente diferente en todos los países, variando desde \$1.75/día en Nicaragua hasta \$8.80/día 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 de forraje, que son mayores en Costa Rica e inferiores en Nicaragua.

De igual manera, también el valor comercial de la tierra es contrastante, variando de \$200/ha en Pucallpa, Perú, hasta \$2,364/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 comparada con Pucallpa, Perú o Esquipulas, Nicaragua.

Todos los factores indicados arriba contribuyen a una inversión de capital mayor en las fincas de Costa Rica, con un valor comercial de \$280,000/finca, en contraposición a un valor promedio de \$53,000/finca en el Perú y \$45,000/finca en Nicaragua. De estas cifras, la tierra y ganado son la inversión principal en todos los países. Por lo tanto, el valor de tierra representa el 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 el Perú.

Costos de producción e ingreso. El cuadro 3 contiene un estimado de costos directos (variable + costos de efectivo) de producción durante 1997, ingreso bruto, flujo de efectivo neto y rentabilidad anual del capital invertido. Según se observa, el costo de mano de obra es el costo más importante de producción en Perú (43%) y Costa Rica (63%), y el segundo más importante en Nicaragua (32%). Esta categoría incluye el trabajo familiar valorado como jornal mínimo. La segunda categoría más importante son los costos de suplementación (alimentos concentrados, sales minerales, etc), excepto en Nicaragua, que fue el costo más importante.

El costo total de producción de leche es significativamente diferente en los tres países, variando de \$0.20/kg en Esquipulas, Nicaragua, \$0.23/kg en Esparza, Costa Rica y alcanzando \$0.29/kg en Pucallpa, Perú. La principal razón del bajo costo de producción en Nicaragua se debe al hecho que el costo de mano de obra es 5 veces inferior que en Costa Rica y 2.5 veces inferior que en el Perú.

El costo de producción en Pucallpa, Perú, es elevado y por encima del precio internacional de leche (US\$2,000/tm, equivalente a 130 gr de leche en polvo/litro

de leche líquida, o \$0.26 kg de leche líquida), debido principalmente al bajo rendimiento de leche/vaca (3.01kg/vaca/día) y a la baja proporción de vacas en ordeño (41.5%) con respecto a sus contrapartes en Perú y Nicaragua.

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

Variable	Perú (n=9)	Costa Rica (n=7)		Nicaragua (n=4)	
Costo directo de producción (\$/finca/año)					
Mano de obra contratada		257	5,586	1,155	
Mano de obra familiar	1,606	3,212	630		
Total mano de obra permanente (#/finca)		1.16	2.74	2.83	
Suplementación 683	2,848	2,205			
Salud animal	784	224	390		
Infraestructura de mantenimiento & 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
Ingreso total (\$/finca/año)					
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					
\$/finca/año	1,643	3,820	1,135		
\$/ha pastura/año		29	49	23	
\$/vaca/año	54	81	39		
Retribución a mano de obra familiar					
\$/día	8.90	19.27	4.83		
Número de veces del salario mínimo		2.02	2.19	2.76	
Ganancia anual de capital invertido (%)					
			2.87	1.37	2.53

Con respecto a ventas brutas, la mayoría de estas provienen de la leche (60% en Perú, 76% en Costa Rica y 74% en Nicaragua). El resto del ingreso es representado mediante la venta de terneros destetados y vacas de descarte.

El ingreso familiar estimado fue \$270/mes en Pucallpa, Perú, \$586/mes en Esparza, Costa Rica, y \$147/mes en Nicaragua. Sin embargo, este ingreso en cada país, es aproximadamente el doble que el jornal mínimo en Perú y Costa Rica, pero casi 3 veces mayor en Nicaragua.

La rentabilidad del capital invertido durante 1997 fue muy baja en Costa Rica (1.37%), seguida de Nicaragua (2.53%) y mayor en el Perú (2.87%). La razón por

la que Costa Rica obtuvo la menor rentabilidad a pesar de tener el mayor ingreso familiar y retribución a la mano de obra se debió al hecho de que las fincas en Costa Rica tienen un valor comercial alto (\$280,000/finca) debido a los altos valores de la tierra, que no es el caso de Perú o Nicaragua.

Análisis ex-ante en Costa Rica. La figura 1 muestra el costo de producción por kilogramo de leche para las diferentes opciones forrajeras. Según se observa, el costo de producción utilizando el pastizal tradicional encontrado en Esparza (*Hyparrhemia rufa*) hace necesario que los productores suplementen su hato lechero durante los 5 meses de la estación seca. Con una lactancia promedio de 1,350 kg/l, el costo de producción de leche es \$0.31/kg mientras el precio de la leche recibida es de \$0.28/kg. O sea, con la venta de terneros destetados están en equilibrio con un sueldo similar al jornal mínimo.

Figura 1. Costo de la producción de leche con diferentes alternativas de forrajes asumiendo el mismo tamaño de hato en Costa Rica.

El costo de producción se reduce a medida que la productividad por vaca aumenta. Así, yendo de 1,350 kg/lactancia (5.0 kg/vaca/día) a 1,500 kg/l (5.55 kg/día), se reducen los costos de \$0.31/kg a \$0.29/kg y con 2,000 kg/l el costo de producción de leche se reduce a \$0,23 kg pastoreando con *H. rufa* y suplementando a lo largo del año con gallinaza y melaza para proveer los requisitos nutricionales que *H. rufa* no puede aportar.

Cratylia con caña de azúcar en Costa Rica. Con esta opción de forraje es posible eliminar completamente la necesidad de adquisición de alimentos concentrados, de melaza o gallinaza durante el período seco. Esta opción de forraje es capaz de mantener la producción durante el período seco aún con vacas que producen 2.000 kg/l (7.4 kg/día). El costo de producción/kg de leche se reduce en 13% con respecto a la situación actual, y 9% menor con niveles de producción de 1,500 kg/l.

La inversión requerida para establecer esta opción en una finca con un hato promedio de 47 vacas en Esparza cuesta alrededor de \$6.000 (8.9 ha de *Cratylia*, 1,8 ha de caña de azúcar y la compra de una picadora de caña).

La figura 2 muestra la tasa de interés real que sería posible pagar por esta inversión según la productividad de la 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 actualmente es 13% (interés nominal de 24% menos una tasa de inflación de 11%) y el plazo para pagar un crédito es 5 años con un año de gracia. Bajo esta situación no es factible pagar este crédito a menos que las vacas logren una producción de 2,000 kg/l. Con productividades de 1,500 kg/l sería posible pagar este crédito si las tasas de interés reales fueron inferiores (entre 5-10%) y con condiciones a pago a plazos más largos (cerca de 10 años).

Esta situación es importante de analizar para fines de política pecuaria 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 reflejan el costo de oportunidad del dinero a nivel internacional, que es actualmente 5-7% en términos reales con 15 años de plazo.

Figura 2. Tasa de interés real que sería posible pagar adoptando *Cratylia* y caña de azúcar en base a distintas productividades de leche en Costa Rica.

Otras alternativas analizadas (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. La figura 5 muestra el porcentaje de área en pasturas que podría liberarse para otros usos en Costa Rica.

ALTERNATIVA

Figura 5. Porcentaje de área bajo pasturas que podría ser asignada para usos alternativos debido al establecimiento de forrajes mejorados con el mismo tamaño de hato en Costa Rica.

Análisis ex-ante en Nicaragua: La situación en Esquipulas, Nicaragua es similar a Costa Rica en el sentido que las alternativas de forraje evaluadas en este estudio reducen significativamente los costos de producción. La figura 6 muestra el costo de producir leche con diferentes opciones forrajeras según la productividad de la vaca. Bajo el escenario actual, el costo de producción de leche es \$0.26/kg mientras el precio recibido es \$0.22/kg. O sea, con el ingreso obtenido de la venta de terneros machos destetados, los productores obtienen un ingreso similar al jornal mínimo.

Figura 6. Costo de producir leche con diferentes alternativas forrajeras asumiendo el mismo tamaño de hato en Nicaragua.

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 capaz de mantener vacas hasta de 1,500 kg/l sin suplementación adicional durante la estación lluviosa y con vacas de 2,000 kg/l, con suplementación de energía y proteína a lo largo del año, pero todavía es posible con *H. rufa*, de reducir el costo de producción de leche a \$0.20/kg basado en el manejo del pastoreo (por ej. grado de cobertura, control de malezas, rotación de parcelas, sombra, disponibilidad de agua para animales en pastoreo, período de descanso, etc).

***Cratylia* con caña de azúcar en Nicaragua.** Con esta opción de forraje, así como en el caso de Costa Rica, es posible eliminar completamente la necesidad de suplementación durante la estación seca.

El costo de producción es reducido en 31% (de \$0.26/kg a \$0.18/kg) con la misma productividad del hato existente. De igual manera, es posible reducir el costo de producción a \$0,14/kg con una productividad de vacas de 1,500 kg/l, y es aun posible reducirlo a \$0.12/kg con una productividad de vacas de 2,000 kg/l.

La inversión requerida para establecer esta opción forrajera en una finca promedio de 29 vacas en este sitio de referencia, es aproximadamente \$4,600. Esta inversión consiste en el establecimiento de 5 has de *Cratylia argentea*, 2.4 ha de caña de azúcar y 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.

La figura 7 muestra las tasas de interés reales que sería posible pagar por esta inversión según la productividad de la vaca asumiendo que el productor asigna el 50% del ingreso marginal para pagar el crédito respecto al escenario base (*H. rufa* + alimentos concentrados). Actualmente, el sistema financiero nicaraguense ofrece una tasa de interés real de 18% para créditos agropecuarios con un plazo de 5 años.

Figura 7. Tasa de interés real que sería posible pagar al adoptar *Cratylia* + caña de azúcar según la productividad de la vaca en Nicaragua.

Bajo esta situación y con la productividad lechera actual no sería posible adoptar esta alternativa de forraje ya que no es viable económicamente. Sin embargo, con productividades por vaca de 1,500 kg/l es perfectamente viable el pago de un crédito en las condiciones actuales del país, ya que es posible pagar una tasa real de interés de hasta 22% dentro de un plazo de 5 años. Con niveles de producción de 2,000 kg/l la situación es todavía más viable.

El proyecto de desarrollo lechero de MAG-PMA en Nicaragua ofrece 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 es hasta de \$3,000/finca. Esta es una oportunidad excelente para que los pequeños productores adopten estas nuevas alternativas tecnológicas en base a forrajes mejorados ya que mejora

significativamente su competitividad e ingreso a través de una reducción de los costos de producción.

Análisis ex-ante en el Perú. El caso de Pucallpa, Perú, es diferente al de Costa Rica y Nicaragua. Una característica es que la precipitación anual es mayor (2,000 mm vs 1,200 mm en Costa Rica y Nicaragua) y mejor distribuida. En consecuencia, la estación seca en Pucallpa es de solo 3 meses y no 6 meses como en Esparza y Esquipulas. Como resultado, las condiciones climáticas en Pucallpa permiten el crecimiento de los pastizales todo el año.

Otra característica importante en Pucallpa es que la producción por vaca es muy baja (3 kg/vaca/d, Cuadro 2), especialmente si consideramos que la estación seca es prácticamente nula. Esta característica puede deberse a varios factores: (a) bajo potencial genético para producir leche, (b) poca disponibilidad de nutrientes en las gramíneas debido a la alta degradación de los pastizales en suelos de baja fertilidad y/o (c) un mercado muy limitado para la leche cruda.

Con respecto al último punto, la producción diaria de leche fresca en la zona de Pucallpa es cerca de 2,500 kg y el inventario de ganado se redujo de 82,000 cabezas en 1986 a 26,000 actualmente, como consecuencia de actividades terroristas de "Sendero Luminoso" y del abigeato. La ciudad de Pucallpa, con una población humana de 300.000 habitantes, no tiene una planta procesadora de leche. Como resultado, el consumo de leche en Pucallpa es en su mayoría en forma de leche evaporada importada de otras ciudades del país. Esta situación ha habituado a la población a beber leche pasteurizada. Como resultado, el mercado para leche cruda es muy pequeño. Cuatro de los nueve productores que colaboran con el Consorcio Tropicel creen que si aumentaran su producción lechera, tendrían problemas para comercializar la leche adicional porque creen que el mercado se encuentra saturado. Los otros cinco productores venden su leche al Programa del Vaso de Leche Escolar, un proyecto financiado por el gobierno para proveer leche líquida a los niños durante horas escolares.

Otro factor que afecta el potencial para aumentar el mercado de leche es la sustitución de fuentes de proteínas que existe en Pucallpa. Tome como ejemplo los peces: el kilogramo de materia seca de proteína cruda de peces del río Ucayali se vende a lo largo del año a \$2.90 mientras que el kilogramo de proteína proveniente de la leche cuesta \$8.80. O sea, la fuente de proteína de leche es 303% más costosa que la proteína de pescado. Y del lado de la energía hay 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 una planta procesadora de leche pueda ser establecida en Pucallpa para suministrar la demanda de leche evaporada que proviene de Lima.

Escenario base vs Opciones Alternativas en el Perú. La figura 11 muestra el costo de producción de la leche bajo diferentes alternativas de forraje. A diferencia de los resultados de Costa Rica y Nicaragua, la opción más lucrativa para Pucallpa bajo la situación actual en el Perú es el escenario base actualmente en las fincas. O sea, la opción más competitiva es mantener el hato bajo pasturas nativas y suplementando las vacas con afrecho de cerveza durante el período corto de la estación seca (durante tres meses). El afrecho de cerveza es una opción viable ya que es abundante y de bajo costo (\$0.15/ kg DM, 22% PC y digestibilidad de 65%).

Figura 11. Costo de producir leche con diferentes alternativas forrajeras suponiendo el mismo tamaño del hato en el Perú.

Con esta alternativa el costo de producción de leche es \$0.33/kg mientras el precio recibido es \$0.32/kg. O sea, el ingreso de los terneros machos es lo que hace al agricultor recibir un ingreso un poco por encima del jornal mínimo, mientras que la leche paga por los costos variables.

Esta alternativa sería también la más atractiva, con productividades de 1.500 kg/l y aún hasta de 2.000 kg/l. 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 de los pastizales nativos suplementados con afrecho de cerveza.

Dando por supuesto que el afrecho de cerveza deja de ser una opción viable de suplementación, otra opción evaluada fue el maíz a \$0,23/kg. Para que la opción de *Brachiaria* con *Arachis* y/o *Cratylia* hagan parte de la solución, y con los niveles actuales de producción de leche de 800 kg/l, el precio del maíz tendría que ser de \$0.38/kg (65% mayor) para que el costo de producción de leche sea igual a la alternativa actual. Por lo tanto, parece muy difícil que los productores pueden adoptar la alternativa de *Brachiaria* con *Arachis* y/o *Cratylia* teniendo como alternativas la levadura cerveza y/o maíz a \$0.23/kg. Con vacas produciendo 1.500 kg/l, 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 actual de manejo de pastizales nativos con afrecho de cerveza se debe a la inversión alta de capital que se requiere por vaca. La baja proporción actual de vacas en ordeño induce a una tasa alta de depreciación de pasturas mejorados por vaca. En Pucallpa el porcentaje de vacas en leche es 41% mientras en Costa Rica y Nicaragua está 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 lo largo del año a un mínimo de 53%, o aumentar la carga animal de 0.9 UA/ha actualmente 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, la figura 13 contiene las tasas de interés reales que sería posible pagar si un productor en Pucallpa invierte en el establecimiento de *Brachiaria decumbens* asociado con *Arachis pintoi*. El Perú tiene 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 lo tanto, aunque la inversión en estas nuevas opciones de forraje fueron económicamente superiores, la tasa de interés real actualmente disponible en el Perú no permite a los productores adoptar estas tecnologías. Por consiguiente, bajo el escenario financiero actual, los productores en Pucallpa no tienen ninguna opción de intensificación, (ni siquiera con productividades por vaca de 2,000 kg/l y con plazos de 10 años) porque no es posible pagar una tasa de interés real de 34% (el mejor escenario posible es 15%).

Sin embargo, la ventaja para establecer estas alternativas de forraje en Pucallpa es que ambas opciones tienen éxito en liberar proporciones significativas de áreas actualmente bajo pastoreo que podrían designarse para otros usos alternativos como la reforestación y/o conservación (Gráfica 14). 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).

Figura 13. Tasa de interés real que sería posible pagar al adoptar *Brachiaria* + *Arachis* según la productividad de la vaca en el Perú.

Figura 14. Porcentaje de área en pasturas que podría designarse a usos alternativos debidos a la adopción de mejores alternativas de forraje con el mismo tamaño del hato en el Perú.

Contribuyentes: Federico Holmann, CIAT-ILRI, Colombia

Adopción temprana de *A.pinto* en el trópico húmedo: El caso de sistemas bovinos de doble propósito en Caqueta, Colombia

Antecedentes: La región de Caquetá, Colombia es representativa de la situación ambiental y económica predominante en la región Amazónica 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 agrícola y pecuaria, los cuales a través del tiempo han tendido hacia una intensificación progresiva.

El CIAT, asociado con Nestlé, ha estado vigilando la evolución de sistemas pecuarios en Caqueta en dos temas de interés común para ambas instituciones: 1) la adopción de tecnologías forrajeras y 2) la producción y productividad de sistemas pecuarios actuales.

La leguminosa *Arachis pinto*, o maní forrajero perenne, es el resultado del esfuerzo de investigación en el CIAT con instituciones colaboradoras. 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 que predominan en Caquetá, con poco capital y acceso limitado a instituciones financieras.

Justificación: El presente estudio está enfocado al análisis de la evolución del proceso de adopción temprana de la leguminosa *Arachis pinto* promovido por el CIAT y Nestlé. Está destinado a generar información pertinente para identificar limitantes para la adopción y facilitar el diseño de estrategias para la `aceleración` de este proceso de adopción.

Metodología. Los datos básicos se recopilaron a través de encuestas que tomaban como universo el conjunto de fincas lecheras proveedoras de la planta Nestlé en Caqueta. Se utilizaron dos estrategias de muestreo: (a) Una muestra aleatoria cuyo tamaño se calculó utilizando los métodos estadísticos convencionales, y (b) en vista del hecho de que el proceso de adopción de esta tecnología está en una fase inicial, se decidió hacer una muestra adicional de 52

fincas, dirigida a productores que ya están usando el material nuevo. Esto permite generar información con respecto a las experiencias, dificultades y perspectivas de aquellos productores que están experimentando con *Arachis*.

Resultados: La información disponible muestra un gran dinamismo en el uso de la tierra en Caquetá. Esto puede mostrarse cuando se comparan los resultados de un estudio realizado en 1986 por Ramírez y Seré (1990) con resultados observados en el presente trabajo. Los cuadros 1 y 2 muestran este análisis comparativo. Los aspectos más pertinentes son: (1) Reducción de la importancia relativa de las gramíneas naturales de baja productividad, comparada con un mayor uso de pastizales mejorados, observados en 1997, (2) Mayor diversificación del germoplasma forrajero utilizado, resultante en una importancia relativa inferior de *Brachiaria decumbens* por otros tipos de *Brachiarias*, y (3) En comparación con la situación observada en 1986 podemos notar la presencia de gramíneas asociadas con leguminosas como una nueva alternativa forrajera para el Caquetá.

Cuadro 1. Dinámica de uso de la tierra en fincas de doble propósito en 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 del área en pasturas mejoradas en Caquetá durante 1986 y 1997.

	1986	1997	(%)	
<i>B. decumbens</i>	76.0	64.1	-11.9	
<i>B. humidicola</i>	0.6	13.8	13.3	
<i>Alemán</i>	3.8	11.9	8.1	
<i>B. brizantha</i>	0.0	4.7	4.7	
<i>Arachis combinada</i>		0.0	2.7	2.7
<i>Arachis sola</i>	0.0	0.1	0.1	
<i>B. dictyoneura</i>	0.0	1.0	1.0	
<i>Imperial</i>	5.0	0.7	-4.3	
<i>Otras brachiarias</i>		0.0	0.3	0.3
<i>B. ruziziensis</i>	0.0	0.1	0.1	
<i>Puntero</i>	7.9	0.3	-7.6	

<i>Micay</i>	1.2	0.0	-1.2		
<i>Guinea</i>	2.1	0.0	-2.1		
<i>Pará</i>	1.2	0.0	-1.2		
<i>Elefante</i>		2.3		0.0	-2.3
<i>Otras</i>	0.0	0.3	0.3		
Total	100.0	100.0	0.0		

Uso, conocimiento y expectativas en *Arachis pinto*. 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 han visto el material (76% de los productores totales). En el momento de la entrevista, 68 de ellos (30% del total) estaban usándola. Dos tipos de pastizales con *Arachis* se detectan: 1) Bancos de semillas con un área promedio de 1.3 ha/finca y 2) Pastizales de gramíneas mezcladas con *Arachis* con un área promedio de 9.6 ha/finca. Cerca del 82% (57 dueños de ganado) de los que están experimentando con *Arachis* están usándolo mezclado con gramíneas.

De un total de 68 adoptadores tempranos, 21 de ellos (31%) han tenido problemas con el establecimiento del maní. Los problemas principales están relacionados con la baja tasa de germinación de la gramínea (8) y el establecimiento lento del maní (7). El grado de satisfacción con la experiencia del *Arachis* puede considerarse alto. Cerca del 82% declararon estar satisfechos con los resultados obtenidos hasta el momento. Es significativo el hecho que más de la mitad de los adoptadores (55%) ya han pastoreado el maní.

Los productores que han pastoreado *Arachis* han identificado como atributo importante de esta nueva opción de forraje, su capacidad para aumentar la productividad de la gramínea. Cerca del 63% de ellos han detectado uno o varios de las siguiente ventajas: carga animal incrementada, mayor producción de leche y/o mayor aumento de peso. Otros atributos del maní identificados por productores fueron: control de malezas, y mejor palatabilidad. El cuadro 3 resume las calificaciones concedidas por productores en base a sus experiencias de pastoreo con maní.

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

Rango	Productores (#)	%
Excelente	10	26.3
Bueno	19	50.0
Regular	4	10.5
Malo	1	0.6
No sabe todavía	4	1.5
Total	38	100.0

Cerca del 12% de los productores que han experimentado con maní (8 de 68) no están satisfechos con los resultados obtenidos. El cuadro 4 resume las causas de insatisfacción.

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

Causa de insatisfacción	Productores (#)	%
Beneficios no están claramente identificados	4	50.0
No se observa ningún progreso	2	25.0
El ganado no lo consume	1	12.0
Tiende a desaparecer	1	12.0
Total	8	100.0

Tasa de adopción actual. La tasa actual de adopción de *Arachis pinto* en Caqueta, expresada como la proporción de productores utilizando este material, es alrededor de 9.2% (16 adoptadores tempranos de una muestra aleatoria de 174 productores). Basado en esta tasa de adopción un cálculo preliminar del área total plantada con *A. pinto* es cerca de 3,000 ha en las 2,973 fincas lecheras que proveen leche a la planta de Nestlé. De esta área, 2,626 ha (88%) son asociaciones de *A. pinto* con gramíneas y el resto son bancos de semilla de *A. pinto*.

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

Viabilidad técnica y Económica de la tecnología basada en *A. pinto*. La tecnología de gramíneas mezcladas con *A. pinto* es económicamente atractiva en vista del hecho 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).

Cuadro 5. Rentabilidad de *A. pinto* mezclado con diferentes especies de Brachiarias en Caquetá, Colombia, durante 1996.

Tipo de Pastura	Costo de Establecimiento (\$/ha)	Producción de Leche (kg/vaca/día)	Carga Animal (AU/ha)	Tasa interna de Retorno (%)
<i>B. decumbens</i>	158	3	1	12.0
<i>B. decumbens</i> + <i>A. pinto</i>	282	3.5	1.5	19.3
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pinto</i>	337	3.5	2.0	21.8
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pinto</i>	368	3.5	2.0	21.1

El cambio de la tecnología tradicional a una mezcla de leguminosas con *Arachis* implica un aumento sustancial del costo de establecimiento, de \$157/ha (*B. decumbens* solo) a \$368/ha (*B. dictyoneura*+*A. pintoii*). Además del aumento sustancial del costo de establecimiento, el aumento en la carga animal también implica la necesidad de invertir en más ganado bovino.

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

El mercado para semilla comercial en Caqueta es de alta calidad con respecto a pureza y germinación. Sin embargo, el precio local es mayor comparado con países vecinos como Bolivia. El costo por kilogramo de *A. pintoii* en la región oscila entre \$ 20–25/kg y los costos de semilla boliviana cuestan alrededor de \$15/kg en Colombia. A pesar de los atributos de *A. pintoii*, su costo es sustancialmente mayor que el de otras leguminosas de forraje utilizadas en la región como *P. phaseoloides* (Kudzú), *C. macrocarpum*, y *D. ovalifolium*, que están en el rango de \$ 12 - 15/kg.

En las actuales circunstancias actuales de actividad económica reducida en Colombia, y de poco conocimiento de este material nuevo de parte de los productores, para acelerar esta tasa de adopción se requiere mayor difusión de información sobre el uso, manejo y potencial del *Arachis* así como una reducción en el costo de la semilla para reducir el costo de establecimiento.

Contribuyentes: Libardo Rivas y Federico Holmann, CIAT-ILRI, Colombia

Actividad 3.2 Difusión de resultados de investigación

Aspectos notables

- La difusión de resultados es una parte integral del proceso de investigación y desarrollo y una que es esencial en cualquier proceso de adopción

Hoja informativa Tropileche

El Consorcio Tropileche ha producido cuatro hojas informativas y la quinta está en impresión. Las fechas de la publicación son marzo y octubre. El objetivo de esta hoja es informar acerca de las actividades de el Consorcio, resultados de investigación producida en los diferentes sitios de referencia y otras noticias que

nuestros socios consideran útil informar. Estos boletines informativos pueden obtenerse en forma gratuita a través del Home Page de Tropileche en el Internet.

Contribuyentes: Federico Holmann, CIAT-ILRI, Colombia, e instituciones nacionales en el Perú, Costa Rica, Nicaragua y Honduras

Base de datos sobre resultados de investigación de ganado bovino de doble propósito

El Consorcio desarrolló en octubre de 1996 una base de datos con resultados de investigación generados desde 1960 en América Latina tropical sobre ganado bovino de doble propósito. Los temas incluyen nutrición y alimentación, forrajes (gramíneas y leguminosas), mejoramiento genético y reproducción, sanidad animal, economía y extensión, transferencia y adopción de tecnología.

En la actualidad hay más de 1.900 referencias y cerca de 100 adicionales se actualizan cada mes. Todas las referencias incluyen descriptores básicos y cerca del 71% 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. Esta base de datos está disponible a través del Home Page de Tropileche en Internet. El número promedio de usuarios que consultan la base de datos es cerca de 3,8 por día.

Contribuyentes: Anderson Medina y Federico Holmann, CIAT-ILRI, Colombia

Tropileche en Internet

El Consorcio Tropileche ha desarrollado su propio HomePage en la red, que contiene los boletines informativos que se han producidos así como la base de datos que contiene resultados de investigación generados en América Latina tropical. Este HomePage puede ser accesado a través del HomePage del CIAT (<http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/start.htm>) ya sea a través del ícono "Suelo y Sistema" o a través de la "Unidad de Información y Documentación".

Además, este HomePage tiene una lista de investigadores con afinidades en investigación sobre ganado bovino doble propósito en LAC, con direcciones para contactarse. Por lo tanto, los investigadores pueden tener acceso a Tropileche desde cualquier lugar del mundo y consultar la base de datos, solicitar información y comunicar e interactuar con otros colegas.

Contribuyentes: Federico Holmann y Anderson Medina, CIAT-ILRI, Colombia

FUTURO DE TROPILECHE

(a) Consolidación de actividades

El Consorcio Tropileche actualmente tiene validación en finca de nuevas tecnologías de forraje en el Perú, Colombia, Costa Rica, Nicaragua y Honduras.

Durante 1998 una idea de proyecto fue preparada con INTA y MAG de Nicaragua para presentarla a Noruega para ampliar las actividades de Tropileche a tres sitios adicionales en Nicaragua con potencial para adopción.

En Costa Rica, dos grupos de productores en diferentes regiones (Puriscal y Guanacaste) han adoptado espontáneamente el uso de *Cratylia* para suplementar las vacas en la estación seca. Tropileche vigilará, apoyará y documentará estos procesos de adopción. Además, el Consorcio contratará un asistente de investigación y la adquisición de una camioneta pick up para apoyar al MAG en su esfuerzo para registrar variables pertinentes a la investigación en las fincas colaboradoras.

En Colombia, el Consorcio Tropileche está discutiendo con CORPOICA la posibilidad de iniciar en 1999 la validación en fincas de actividades en un sitio con potencial para adopción en la región Atlántica.

En Pucallpa, Perú, la demanda de forrajes mejorados es muy limitada debido a una reducción drástica del inventario del hato por las actividades guerrilleras durante los años ochenta y principios de los años noventa, así como por abigeato. Por lo tanto, las cargas animales son actualmente muy bajas. Además, el análisis ex-ante de alternativas de forraje mejoradas para Pucallpa (ver Actividad 3,1) mostró que bajo las condiciones de manejo actual (baja productividad lechera y mercado lechero restringido), el uso de nuevas alternativas de forraje no mejora la competitividad de fincas agropecuarias de doble propósito en Pucallpa con la excepción de la utilización de la leguminosa *Stylosanthes guianensis* para terneros pre-destetes.

Por consiguiente, la adopción de sistemas de alimentación mejorados basados en forrajes en Pucallpa sería muy lenta. Por lo tanto, El Consorcio discutió este tema con representantes de IIAP e IVITA durante el taller de Tropileche en febrero de 1998 para identificar otros sitios en los márgenes de bosques con potencial para adopción de nuevas opciones forrajeras. El nuevo sitio identificado fue la Provincia de Moyobamba en el estado de San Martín ubicado en los márgenes de bosques del norte del Perú. Un nuevo análisis ex-ante se ejecutará durante 1999. Las actividades principales en Moyobamba son arroz de riego, café y lechería. La población pecuaria estimada es 30,000 vacas y una planta lechera propiedad de productores, fue establecida recientemente y está ahora operando. Nuestro socio en Moyobamba sería un FUNDAAM, un ONG local.

(b) Tropileche en expansión a otros países

Durante 1998 dos viajes se hicieron a la Universidad Central de Venezuela en Maracay, Venezuela, para tratar su interés de asociarse con el Consorcio en 1999 con sus propios fondos. Además, una idea de proyecto se preparó con EMBRAPA y la Universidad de Uberlandia en el Brasil para presentación al Banco Mundial para iniciar actividades en los Cerrados. Estas actividades podrían ampliarse a las sabanas de Venezuela y Colombia a través de una propuesta presentada a FONTAGRO por PROCITROPICOS.

La adopción de nuevas gramíneas y leguminosas por parte de los agricultores es un proceso lento debido a la cantidad considerable de inversión requerida y la información relativamente baja disponible acerca de los resultados esperados en las diferentes condiciones ambientales. Sin embargo, al identificar sitios con potencial para mayores tasas de adopción debido a una necesidad de intensificación, puede ser posible aumentar la tasa de éxito en difusión de sistemas de alimentación mejorados basados en gramíneas y leguminosas siendo desarrolladas por el CIAT.

Por consiguiente, uno de los objetivos de Tropileche en un futuro próximo es utilizar herramientas de SIG para identificar y caracterizar nuevos sitios de extrapolación (ej., en Centroamérica y el Caribe) con potencial para adopción de nuevo germoplasma forrajero. Para lograr esto, una idea de proyecto fue preparada por El Consorcio y se presentó al SLP para consideración con los siguientes resultados esperados:

- (1) Sitios de extrapolación en Centroamérica y Caribe proyectados para tipo de suelo, inventario de ganado por sistema de producción, y tenencia de tierra
- (2) Sitios caracterizados por demanda de nuevas alternativas de forraje y análisis ex-ante con potencial de adopción
- (3) Propuesta de proyecto escrita con NARS en sitios de extrapolación seleccionados en Centroamérica y el Caribe para su presentación al SLP

(c) Validación del modelo de CNCPS

Durante 1998 Federico Holmann fue entrenado en el uso del modelo de Carbohidratos Netos y Sistema Proteico de Cornell. Además, Tropileche desarrolló una propuesta de proyecto con colegas de Cornell University para presentarlo al SLP a fin de validar y calibrar el modelo para condiciones tropicales de pastoreo.

Los resultados de la investigación generados en la estación experimental Quilichao del CIAT en Cali, Colombia, y en la estación ECAG en Atenas, Costa Rica se usarían como insumos para lograr estos objetivos. Se espera que esta validación y `calibración` mejoren la capacidad de Tropileche de apoyar a nuestros socios en la identificación de ineficiencias en estrategias de alimentación basadas en forrajes tropicales.