

Programa de producción de ganado de carne



Programa de producción de ganado de carne

PROGRESOS LOGRADOS EN 1976

En 1976 se inició la evaluación agronómica de una amplia gama de introducciones de *Stylosanthes* spp. en búsqueda de genotipos con resistencia al barrenador del tallo, a algunas enfermedades y tolerancia al suelo álico, de baja fertilidad. Los materiales que tienen tallo delgado, que parecieran tener mayor resistencia al ataque del barrenador del tallo, son los que parecen tener mayor promesa en comparación con los biotipos de crecimiento robusto y consistencia leñosa. Particularmente interesante es *S. capitata*, una especie perenne que se regenera sin necesidad de sembrarla y que presenta tolerancia a niveles altos de aluminio intercambiable y a bajos niveles de fósforo en el suelo. Tiene además alguna resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo.

Algunas especies de *Zornia*, *Desmodium*, y *Macroptilium* también incluyen ecotipos adaptados a los suelos álicos y tienen resistencia a las enfermedades y plagas. Las nuevas introducciones se están evaluando simultáneamente en lotes duplicados establecidos en Santander de Quilichao (Departamento del Cauca) y Carimagua (Departamento del Meta).

En Palmira, en lotes de multiplicación de semilla se recogieron con cosechadora 69 kg/ha de semilla pura, escarificada con ácido (para su siembra inmediata) de *S. guyanensis* (CIAT 136). En Carimagua no se obtuvo suficiente semilla de esta planta debido a ataques de insectos en la plantación. Se logró recoger, de ambas localidades un total de 700 kilogramos de semilla pura.

En Santander, se establecieron nuevas áreas de multiplicación de semilla para una amplia gama de leguminosas por haber ahí un nivel más bajo de incidencia del barrenador del tallo y de malezas, lo cual favorece una obtención más uniforme de rendimientos y una población con un ciclo de vida más largo. Se establecieron experimentos para observar las respuestas específicas de las diferentes especies de leguminosas a los niveles de fósforo, a la defoliación y en el caso de *Centrosema* spp., a los sistemas de soporte para las plantas en crecimiento al establecer las praderas.

En Carimagua, se estableció un ensayo sobre preparación del suelo el cual incluye el método convencional y también el de labranza mínima. La utilización de un disco corrugado en los bordes para cortar el suelo y removerlo sin mezclarlo ni voltear el césped resultó eficiente en el control de la vegetación natural en el establecimiento satisfactorio de las especies forrajeras que se pretenda sembrar. La siembra en bandas, así como la aplicación en bandas de fertilizante presentó ventajas evidentes en comparación con la aplicación al voleo.

La fertilización con fósforo tuvo un marcado efecto sobre el contenido de fósforo en *Stylosanthes* y *Brachiaria*; la aplicación al voleo fue mucho más eficiente para aumentar los contenidos de fósforo en la planta que la aplicación en bandas. Las especies de gramíneas *Pueraria phaseoloides*, *Brachiaria rugulosa* y *B. mutica* respondieron significativamente a la aplicación de potasio; el *P. phaseoloides* dio una respuesta marginal a la aplicación de magnesio.

La caracterización de las cepas disponibles de *Rhizobium* en la colección del CIAT, indicó que la eficiencia de los dos aislados suramericanos, para su utilización en *Stylosanthes*, es superior en comparación con la cepa que se obtiene comercialmente. La eficiencia de las cepas de *Rhizobium* está bajo estudio en cultivos establecidos en materos, con suelo local esterilizado, para evaluar la tolerancia a un pH bajo, poca disponibilidad de fósforo y alto nivel de aluminio.

Las aplicaciones de un fertilizante nitrogenado en una pradera de pasto pangola con riego, a razón de 168 y 672 kg/ha/año, produjeron ganancias en peso vivo de 690 y 1.803 kg/ha, respectivamente.

La especie *Brachiaria decumbens* mostró ser mejor para el pastoreo, durante la estación de sequía, en comparación con praderas de *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* y *Paspalum plicatulum*. Los animales que pastorearon en sabana nativa que se quemó a fines de la estación lluviosa, lograron un aumento de peso de 57 kg/año, en tanto que los animales en praderas quemadas al comienzo de la estación lluviosa tuvieron un aumento de sólo 27 kg/año.

En el proyecto que se ha denominado Sistemas de Hatos, el suministro de minerales mejoró consistentemente la población de terneros (tres años), a través del aumento de la natalidad y la reducción del número de abortos. El mejor sistema de manejo, para lograr un buen número de nacimientos, es mediante el destete precoz, por cuanto libera a las vacas del estrés ocasionado por la lactancia. Se lograron resultados satisfactorios en los estudios preliminares encaminados a levantar terneros destetados a los tres meses, bajo las condiciones de Palmira; el peso vivo de estos terneros, a los 9 y 18 meses, fué igual al de los terneros destetados en el tiempo normal en los llanos.

La distribución de los tripanosomas del ganado (*T. vivax* y *T. evansi*), en las áreas tropicales de América Central y del Sur es mucho más amplia de lo que se creía. En algunas áreas, la enfermedad tiene un impacto económico significativo.

La leptospirosis es la enfermedad de la reproducción que más prevalece en las sabanas tropicales. En un hato experimental se están evaluando dos sistemas de medicina preventiva contra esta enfermedad.

En 1976 se completaron los estudios sobre la prevalencia de anaplasmosis y babesiosis en Colombia. Los resultados de estos estudios indicaron una alta prevalencia de la anaplasmosis y babesiosis en las principales regiones productoras de ganado de la Costa Norte, Llanos Orientales y Valle del Cauca. En ocho fincas de ganado de carne y ganado lechero, localizadas en el Valle del Cauca, se ensayaron métodos de inmunización contra

la anaplasmosis y babesiosis mediante un procedimiento de dosis mínima infectiva. En estos experimentos se trató un total de 258 animales. Los resultados preliminares obtenidos en una de las fincas demostraron que los animales vacunados tuvieron un aumento de peso de 27 kilogramos más, por cabeza, que el testigo no vacunado, 18 semanas después de su exposición a las condiciones de campo.

La lista de especies de garrapatas de la Unidad de Acarología, para el caso de Colombia, se amplió para incluir 32 hospedantes y 23 especies de garrapatas. La colección de garrapatas se utiliza extensivamente para el adiestramiento de becarios en clasificación taxonómica.

A pesar de que una buena nutrición aumentó la resistencia y tolerancia del ganado a las garrapatas, aparentemente, un nivel de infestación de garrapatas relativamente bajo fue capaz de ocasionar disminuciones en los valores sanguíneos. Los estudios realizados permitieron establecer que ciertas áreas del cuerpo del bovino albergan mayores poblaciones de *Boophilus microplus*, la garrapata del ganado en el trópico. En general, los animales que pastorean praderas mejoradas pueden presentar un nivel más bajo de infestación con garrapatas en comparación con animales que pastorean en praderas nativas.

Se llevó a cabo una encuesta de tipo económico en 16 fincas seleccionadas y representativas de los Llanos Orientales de Colombia, en las cuales se llevará un registro de todas las incidencias significativas que ocurran en cada finca, durante 18 meses. Algunas observaciones preliminares indican la posible existencia de factores externos que pudieran condicionar la adopción de tecnologías. Estos factores incluyen costos de transporte, costos de oportunidad de praderas en regiones cercanas, limitaciones de crédito y precios relativos de las diferentes categorías de animales. Esas observaciones también sugieren que, cuando ciertas prácticas recomendadas se introducen unilateralmente, el efecto neto económico puede ser hasta negativo.

Se colectó semilla o material vegetativo de siembra de 1.600 introducciones de especies forrajeras tropicales, principalmente leguminosas, con el fin de ampliar la gama de diversidad genética de las existencias de germoplasma en la colección de forrajes del CIAT (Cuadro 1). Se hizo énfasis en la búsqueda de germoplasma que tenga resistencia a plagas y enfermedades; además, adaptación a suelos de sabana, con bajos niveles de sales intercambiables.

Se organizó en El Salvador un proyecto cooperativo con el Banco de Fomento de ese país y la participación del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, para recoger plantas forrajeras autóctonas en ese país, en el cual ya se recolectaron algunas nuevas introducciones de las especies *Desmodium distortum* y *D. nicaraguense* que son aptas para el ramoneo (recolección de las puntas de las ramas de los arbustos). También se

adicionaron a la colección especies de *Teramnus*, *Macroptilium* y *Stylosanthes*.

Una de las funciones del centro de introducción de forrajes del CIAT, es la de preservar una fuente de germoplasma como semilla almacenada. En fecha muy próxima se concluirá la construcción de las instalaciones para conservación de germoplasma, las cuales, básicamente, son cámaras con control de humedad y de temperatura; el germoplasma de plantas forrajeras será almacenado en estas nuevas instalaciones.

Otra de las funciones importantes del Programa es la distribución de germoplasma de forrajes. En 1976 se proporcionó semilla de las especies más promisorias a investigadores en 17 países del trópico americano.

EVALUACION DE ESPECIES FORRAJERAS

Con base en las características forrajeras que se consideran como deseables se evaluaron varias introducciones de cada uno de los principales géneros de leguminosas, incluyendo *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Centrosema*, *Zornia* y *Macroptilium* y en cada género, se identificaron nuevos materiales promisorios. Algunos de estos materiales nuevos no son aún conocidos y utilizados por los agricultores. Se discute a continuación algunas características de aquellas especies que parecen tener promesa en la presente etapa del programa de evaluación.

Stylosanthes

Procedentes del proyecto del IBPGR y de otras organizaciones, el CIAT cuenta actualmente, en su banco de germoplasma de leguminosas forrajeras, con 650 introducciones de *Stylosanthes*; la función básica del banco de germoplasma de leguminosas forrajeras del CIAT, el cual se maneja como una organización de alcance

Cuadro 1. Introducciones en el banco de germoplasma de forrajes del CIAT, en noviembre 1, 1976.

Especies	No. de introducciones
<i>Stylosanthes</i> spp.	649
<i>Desmodium</i> spp.	208
<i>Centrosema</i> spp.	144
<i>Macroptilium</i> spp.	95
Otras leguminosas	
<i>Calopogonium</i>	
<i>Glycine</i>	
Indigofera	
<i>Leucaena</i>	398
<i>Teramnus</i>	
<i>Vigna</i>	
<i>Zornia</i>	
Gramíneas	106
Total de introducciones	1.600

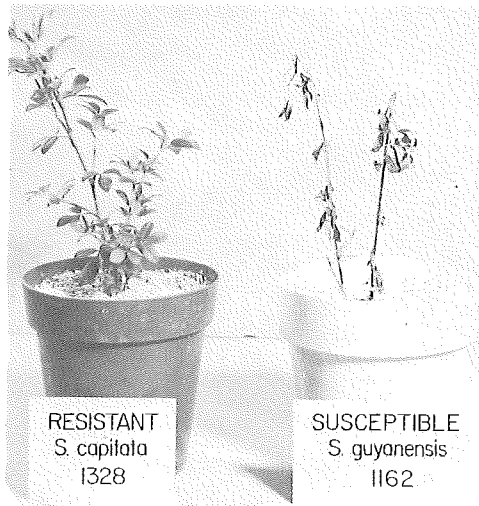


Figura 2. Comparación entre introducciones de *Stylosanthes*, con y sin resistencia a la antracnosis (*Colletotrichum* sp.). Algunas introducciones de *S. capitata* han mostrado una alta resistencia a la antracnosis.

internacional, es la de servir a las tierras bajas tropicales.

La evaluación preliminar de las nuevas introducciones se hizo bajo condiciones de invernadero; se observaron las características del crecimiento y las especies de *Stylosanthes* se evaluaron por resistencia a la antracnosis, con técnicas de inoculación artificial. De las 600 introducciones evaluadas de stylo con base en su tolerancia a la antracnosis, aproximadamente el 8 por ciento presentó un alto grado de tolerancia a la enfermedad. En la Figura 2 se ilustra la apariencia de las reacciones de resistencia y susceptibilidad.

Hasta la fecha, el ataque del barrenador del tallo no se ha observado en regiones fuera de los Llanos Orientales de Colombia, en donde ocasiona daños severos a los cultivos de stylo. Las observaciones hechas indican que este insecto prefiere las plantas cuyo tallo principal es leñoso y duro (Figura 3). Se ha logrado avanzar en la selección por resistencia al barrenador del tallo y al igual que con la antracnosis, se

han observado diferencias en tolerancia dentro y entre especies.

Se inició la evaluación agronómica de una amplia gama de introducciones de *Stylosanthes* con el fin de obtener genotipos resistentes a enfermedades y al barrenador del tallo, y que se adapten a las condiciones de los suelos álicos. Se establecieron juegos duplicados de introducciones de *Stylosanthes* en parcelas repetidas con plantas espaciadas; un juego se estableció en Carimagua (Llanos Orientales de Colombia) y el otro cerca de Santander de Quilichao, al sur de Cali. En este sistema de juegos hay en observación un total de 141 introducciones de stylo. Se estableció en el CIAT un tercer grupo de introducciones para someterlo a observaciones y a la multiplicación inicial de semilla de nuevos biotipos de stylo.

Las introducciones de *Stylosanthes* que pueden ser promisorias, como cultivares forrajeros, incluyen biotipos de tallo delgado de la especie *S. guyanensis* y dos introducciones de *S. capitata* (Figura 4).



Figura 3. Planta de *Stylosanthes scabra* severamente afectada por el barrenador del tallo, *Zaratha* sp.



Figura 4. Algunos ecotipos de *Stylosanthes guyanensis*, con tallo delgado, se han adaptado bien a los suelos de baja fertilidad; otros, presentan tolerancias a la antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y al barrenador del tallo (*Zaratha* sp.).

La especie *S. capitata* es perenne y robusta, nativa de la región oriental de Brasil y Venezuela. Su distribución es limitada, en comparación con las especies *S. guyanensis* y *S. humilis* que tienen bastante ubicuidad. La especie *S. capitata* se adapta a suelos con muy baja fertilidad, que se derivan de areniscas. Este tipo de suelo es muy común en la región de Campo Cerrado en Brasil. Se identificaron diversas variedades resistentes a la antracnosis y a los ataques del barrenador del tallo. Esta especie de stylo se desarrolla lentamente durante el año de su establecimiento. Produce mucha semilla y se regenera a partir de la diseminación natural de su semilla (Figura 5). A pesar de la distribución restringida de esta especie, las introducciones de *S. capitata* presentan mucha variación ecotípica.

En un experimento de invernadero se compararon 14 variedades de *S. capitata*

con tres variedades de *S. humilis* y ocho especies perennes de stylo. Una de las variedades de *S. humilis* sobrepasó en rendimiento a todas las 14 introducciones de *S. capitata*, como también a todas las otras especies perennes utilizadas en el ensayo (Cuadro 2).

Las tres introducciones más productivas de *S. capitata* que dieron los mayores rendimientos sobrepasaron significativamente en rendimientos a otras nuevas variedades de la misma especie, como también a otras siete especies que incluyen dos introducciones de *S. guyanensis* y una introducción de *S. humilis*. Una de las principales desventajas de esta otra leguminosa forrajera promisoriosa es su lento crecimiento inicial.

En Santander de Quilichao se estableció una serie de asociaciones gramíneas/leguminosas. En cada ensayo se

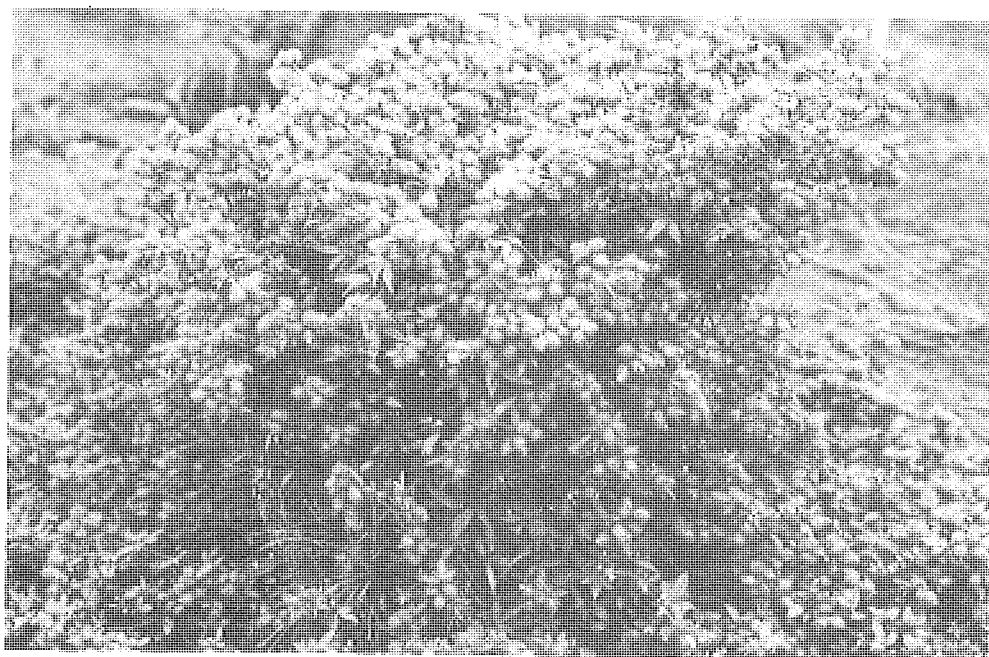


Figura 5. Una planta de *Stylosanthes capitata* (CIAT 1019) en plena producción de semilla, en Carimagua (Llanos Orientales de Colombia).

incluyeron variedades de stylo como testigo para efectos de comparación. Se utilizaron cuatro especies de gramíneas en las diversas combinaciones gramíneas/leguminosas, e incluyeron las especies *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, *Hypparrhenia rufa* y *Brachiaria decumbens*. En uno de los experimentos se sembró, con cada una de las especies de gramíneas, una mezcla de las leguminosas *Macroptilium* sp., (CIAT 535), un híbrido de *Centrosema* (CIAT 1973), *Stylosanthes guyanensis* (CIAT 184) y *Desmodium* sp. (CIAT 336).

Este experimento se cosechó tres veces durante el año de establecimiento; los rendimientos se presentan en el Cuadro 3. De las tres cosechas, dos se hicieron durante el período de sequía excepcionalmente prolongado que se registró en el Valle del Cauca. Las condiciones de sequía redujeron la población de *Desmodium* en el césped y aumentó la población de stylo. *Macroptilium* presentó

tolerancia moderada a las condiciones extremas de sequía.

En Santander, se establecieron diversas asociaciones de una gramínea con una leguminosa. En general, las variedades de stylo presentaron un buen vigor inicial y dieron los mejores rendimientos de materia seca en las diversas combinaciones gramínea/leguminosa. Las leguminosas *Centrosema* y *Macroptilium* se establecieron más lentamente, pero su contribución a la productividad del césped aumentó progresivamente. En cada caso, el contenido de nitrógeno del híbrido *Centrosema* excedió al de las otras leguminosas en estos ensayos.

La tolerancia a la sequía fue excepcionalmente buena en *A. gayanus* y *B. decumbens*, en tanto que el pasto guinea fue el menos tolerante a las condiciones climáticas adversas. La gramínea del género *Hypparrhenia* también sufrió seve-

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca de 14 introducciones de *Stylosanthes capitata* y de 11 introducciones de otras especies de *Stylosanthes*.

No. introducción CIAT	<i>Stylosanthes</i> sp.	Rendimiento de materia seca/planta (total de dos cortes) (g)*
1304	<i>humilis</i>	3,51a**
1307	sp.	2,89b
1305	<i>humilis</i>	2,86b
1342	<i>capitata</i>	2,76bc
1315	<i>capitata</i>	2,61bcd
1339	<i>capitata</i>	2,38bcde
1338	<i>capitata</i>	2,26cde
1318	<i>capitata</i>	2,24cde
1303	sp.	2,23de
1275	sp.	2,20def
1328	<i>capitata</i>	2,15def
1334	<i>capitata</i>	2,11def
1330	<i>humilis</i>	2,04ef
1317	<i>guyanensis</i>	2,04ef
1323	<i>capitata</i>	2,04ef
1078	<i>capitata</i>	2,01ef
1093	sp.	1,97ef
1007	<i>capitata</i>	1,94ef
1322	<i>capitata</i>	1,89ef
1298	<i>capitata</i>	1,89ef
1191	<i>capitata</i>	1,70fg
1257	sp.	1,27gh
1255	sp.	1,13h
1335	<i>guyanensis</i>	1,00hi
1350	<i>capitata</i>	0,59j

* DMS a un nivel de 0,05 = 0,53 y a un nivel de 0,01 = 0,70

** Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de 0,01 con base en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

ramente debido a las condiciones de sequía.

La especie *Stylosanthes guyanensis* se adapta bien a las condiciones edáficas y climáticas de la región de Santander. Se están estudiando los índices de crecimiento de las introducciones CIAT 184 y 136 bajo dos frecuencias de corte, en cultivos puros de la leguminosa. La introducción CIAT

184 es nativa de la región de Santander y la introducción CIAT 136 proviene de los Llanos Orientales de Colombia. Ambas variedades son de crecimiento robusto, produjeron altos rendimientos de materia seca durante el año de su establecimiento y presentaron muy buena resistencia a la sequía. En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos logrados durante el establecimiento y las concentraciones de fósforo y nitrógeno de estas introducciones, bajo las condiciones de Santander.

El banco de germoplasma del CIAT contiene más de 200 introducciones de *Desmodium*. Las especies *D. canum* y *D. barbatum* son especialmente comunes en la sabana. Por lo general, estas dos especies se asocian en praderas que contienen pastos de porte bajo (*Paspalum notatum* y *Axonopus* spp.) y colonizan suelos de baja fertilidad. Dentro de cada especie se observó alta variabilidad; se seleccionaron algunos tipos forrajeros promisorios. En los Cuadros 5 y 6 se presentan algunas de las características de crecimiento de diversas introducciones de *Desmodium*.

Las introducciones de *Zornia* que se han incluido en la colección varían considerablemente en lo que respecta a sus características morfológicas y producción de forraje. El género contiene un número de especies y varias de ellas son nativas de los Llanos y de la región de Campo Cerrado. Se seleccionó un ecotipo brasileño y uno colombiano para someterlos a estudios posteriores.

Una especie de *Macropitilium*, identificada en los llanos de Venezuela, parece estar bien adaptada a los suelos álicos.

La gramínea *Andropogon gayanus*, que se incluyó recientemente en la colección del CIAT, tiene buenas características forrajeras. Es resistente a la sequía y al fuego y está bien adaptada a las condiciones edáficas de los Llanos de Colombia. En esa región produce gran cantidad de semilla y se extiende rápidamente debido a que sus

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca y contenido de nitrógeno y fósforo en 4 gramíneas y una mezcla de leguminosas asociadas, cultivadas en Santander de Quilichao, 1976.

Especies	Rendimiento de materia seca*		Composición del césped**		Contenido de nitrógeno**		Contenido de fósforo**	
	Gramínea	Legumi- nosa (kg/ha)	Gramíneas (%)	Legumi- nosas (%)	Gramíneas (%)	Legumi- nosas (%)	Gramíneas (%)	Legumi- nosas (%)
	Mezcla total							
<i>Panicum maximum</i> Mezcla de leguminosas	7.256	1.683	8.939	18,83	1,73	2,64	0,13	0,19
<i>Andropogon gayanus</i> Mezcla de leguminosas	5.808	1.811	7.619	23,77	1,36	2,53	0,15	0,19
<i>Brachiaria decumbens</i> Mezcla de leguminosas	2.630	4.225	6.885	61,43	1,67	2,63	0,16	0,17
<i>Hyparrhenia rufa</i> Mezcla de leguminosas	4.931	1.776	6.707	26,48	1,42	2,68	0,13	0,19

* Total de 3 cortes, durante el año de establecimiento
 ** Promedio de 3 cortes, durante el año de establecimiento.

Cuadro 4. Rendimiento de materia seca y contenido de fósforo y nitrógeno en el establecimiento de 2 líneas de *Stylosanthes guyanensis*, en Santander de Quilichao, 1976.

Líneas	Rendimiento de materia seca* (kg/ha)	Composición mineral**	
		Fósforo (%)	Nitrógeno (%)
<i>S. guyanensis</i> (CIAT 184)	11.250	0,16	2,22
<i>S. guyanensis</i> (CIAT 136)	9.762	0,16	2,64

* Total de 2 cortes

** Promedio de 2 cortes.

semillas livianas se diseminan a través del viento y el agua.

Las selecciones avanzadas de cultivares de leguminosas forrajeras se están evaluando

bajo condiciones de pastoreo antes de entregar los materiales a los programas nacionales de forrajes. Los materiales potenciales para entrega a los programas nacionales incluyen un híbrido de Cen-

Cuadro 5. Tasa de crecimiento de varias especies de *Desmodium* spp. en 2 suelos colombianos.

No. introducción CIAT	<i>Desmodium</i> sp.	Crecimiento de la planta		No. introducción CIAT	Promedio de rendimiento en los 2 suelos
		Carimagua (mg materia seca/planta/día)	Santander (mg materia seca/planta/día)		Crecimiento de la planta (mg materia seca/planta/día)
3029	<i>canum</i>	47,32*	51,53*	3035	49.95a**
3031	<i>barbatum</i>	46,99	52,08	3031	49,53a
3035	<i>canum</i>	46,44	53,44	3029	49,43a
3044	<i>canum</i>	45,82	46,06	3045	47,29ab
3013	<i>canum</i>	43,66	46,40	3028	45,98abc
3041	<i>canum</i>	43,47	44,14	3030	45,96abc
3028	<i>canum</i>	43,20	48,76	3044	45,95abc
3030	<i>canum</i>	42,75	49,16	3039	45,55abc
3045	<i>canum</i>	42,07	52,51	3042	45,19abc
3036	<i>canum</i>	41,93	44,26	3013	45,03abc
3042	<i>canum</i>	41,66	48,71	3041	43,81abc
3032	<i>canum</i>	41,44	43,42	3036	43,09bc
3039	<i>canum</i>	41,02	51,07	3032	42,41bc
3061	<i>barbatum</i>	35,08	37,62	3053	40,91cd
3053	<i>adscendens</i>	34,64	47,42	3015	36,64d
3003	<i>canum</i>	34,62	37,62	3061	36,38d
3015	<i>canum</i>	33,64	39,65	3003	36,12d
3054	<i>barbatum</i>	32,30	26,64	3054	29,47e

* DMS entre los suelos, a un nivel de 0,01 = 1,85 y a un nivel de 0,05 = 1,38. DMS entre las variedades a un nivel de 0,01 = 4,95 y a un nivel de 0,05 = 3,76

** Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes a un nivel de 0,01 con base en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Cuadro 6. Tasa de aparición de hojas en 7 introducciones de *Desmodium* spp.

No. de introducción CIAT	<i>Desmodium</i> sp.	No. promedio de hojas trifoliadas/día
3037	<i>canum</i>	1,95a*
349	<i>heterophyllum</i>	1,58b
3010	<i>barbatum</i>	1,52b
3022	<i>scorpiurus</i>	1,49b
3031	<i>barbatum</i>	1,37bc
3005	<i>canum</i>	1,19c
3042	<i>canum</i>	0,85d

* DMS a un nivel de 0,01 = 0,2098 y a un nivel de 0,05 = 0,1594. Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes, a un nivel de 0,01 con base en la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

trosema (CIAT 1733), un cultivar de *Desmodium* sp. (CIAT 336) y un material de *S. guyanensis* (CIAT 136).

PRODUCCION DE SEMILLA

La producción de semilla de introducciones potencialmente útiles continuó siendo, en el año 1976, el objetivo primordial de esta unidad. Se establecieron dos nuevas áreas productoras de semilla y se incluyó en el programa de multiplicación de semilla de plantas forrajeras una mayor diversidad de especies de leguminosas y de líneas experimentales. En general, la siembra de leguminosas se ha concentrado en Santander de Quilichao y en Restrepo, debido a que las condiciones de suelo y de presencia de malezas son más favorables que las que existen en la sede del CIAT (Palmira). Se iniciaron experimentos en estas localidades para investigar las respuestas a la aplicación de diversos niveles de fósforo y a la defoliación; a la vez, se inició investigación para evaluar algunas formas de soporte de las plántulas de forrajeras leguminosas utilizando gramíneas sembradas en distintas épocas con miras a determinar los sistemas de manejo más apropiados para utilizar más eficientemente las praderas que se establezcan en el futuro para una producción

extensa de ganado de carne. Las parcelas de producción de semilla de gramíneas están localizadas en Palmira y en Santander. En 1976, predominantemente se multiplicó semilla de *S. guyanensis* (CIAT 136).

En el año 1976 la multiplicación de semillas se llevó a cabo con las siguientes plantas forrajeras:

Stylosanthes spp.

Se cosecharon con combinada, al comienzo de 1976, 25 hectáreas de *S. guyanensis* (CIAT 136) sembradas en Palmira y Carimagua (Figura 6). En el Cuadro 7 se presentan los detalles de estas cosechas. En Palmira, los rendimientos de los diferentes lotes oscilaron entre 35 y 139 kg/ha de semilla escarificada con ácido; el rendimiento promedio fue de 69 kg/ha. Los rendimientos obtenidos en Carimagua fueron mucho más bajos y los rendimientos individuales de los lotes oscilaron entre 2 y 31 kg/ha, con un promedio de 3 kg/ha para la localidad. Aproximadamente, de las dos localidades, se obtuvo un total de 700 kilogramos de semilla pura.

La tasa de cosecha con combinada la determinó la altura, densidad, pegajosidad, rendimiento de semilla y contenido de humedad de las plantas maduras en el momento de la cosecha y las condiciones de humedad relativa en el ambiente, durante los días de cosecha. En la plantación de porte alto, de mucha densidad, pegajosidad y alto rendimiento que se obtuvo en Palmira, fue necesario cosechar la semilla a la mínima velocidad de marcha de la cosechadora, utilizando parcialmente el ancho de corte de la máquina para asegurar la recuperación efectiva de semilla lo más libre posible de residuos de las plantas cosechadas. La tasa de cosecha en Carimagua fue mayor debido a la menor densidad del cultivo, menor rendimiento de semilla y menor humedad relativa durante la cosecha.



Figura 6. Recolección de semilla de *Stylosanthes guyanensis* con combinada en CIAT, Palmira.

Cuadro 7. Semilla cosechada y factores determinantes del rendimiento de *Stylosanthes guyanensis* (CIAT 136), en 2 localidades.

Factor	Localidad	
	Palmira	Carimagua
Cosecha de semilla		
Area sembrada (ha)	10,3	15,0
Altura de la planta (m)	1,5	0,8
Tasa de cosecha (ha/hora)	0,12	0,26
Rendimiento (kg/ha)*	69,0	3,0
Determinantes del rendimiento**		
Competencia de malezas	+++	+
Antracnosis	+	++
Barrenador del tallo	-	+++
Gusano de las yemas	++	+++

* Semilla pura, escarificada con ácido, para ser luego sembrada

** -, no presente; +, presente; ++, problema; +++, problema grave.

Los principales factores determinantes del rendimiento, bajo las condiciones de Palmira, fueron la competencia de malezas (*Ipomoea* spp., *Amaranthus dubius*, *Commelina diffusa*, *Sida* sp. y *Cynodon dactylon*) y la presencia de la larva *Stegastra bosqueella* (Chambers) (Lepidóptera, Gelechiidae). Durante el procesamiento de la semilla con una zaranda adaptada a un ventilador del tipo utilizado corrientemente para limpiar semillas, la simiente de las malezas *C. diffusa* y *Sida* spp. ocasionó problemas en la separación. Generalmente, las malezas restringen la duración de un cultivo productivo a una o dos cosechas máximo.

En Carimagua, los efectos combinados y secuenciales de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), el barrenador del tallo (*Zaratha* sp.; Lepidóptera, Blastodanidae) y el gusano que ata las yemas (*Stegastra*), fueron

devastadores. En consecuencia, la producción de semilla de las líneas de *Stylosanthes* que son susceptibles al barrenador del tallo y a la antracnosis, se hará en el futuro en otras localidades.

La antracnosis, ocasionada por *C. gloeosporioides*, se considera actualmente como una enfermedad que se transmite por la semilla, pero se demostró que la escarificación de las vainas y semillas con ácido sulfúrico reduce la cantidad de inóculo presente en la semilla.

En Santander de Quilichao se establecieron áreas pequeñas con 26 introducciones nuevas de *S. guyanensis*, *S. scabra*, *S. sympodialis* y *S. capitata*.

Desmodium spp.

A comienzos de marzo de 1976 se cosechó con combinada un cultivo de *Desmodium* spp. (CIAT 336) establecido en Palmira. El rendimiento de semilla escarificada fue de 47 kg/ha. El desarrollo de una siembra hecha en abril de 1976 en Santander se retardó severamente debido a una prolongada sequía. El potencial de rendimiento de semilla de esta línea se está estudiando bajo las condiciones existentes en la localidad de Restrepo (altitud de 1.400 metros; temperatura anual promedio de 20°C y un total de precipitación anual de 1.020 milímetros). Recientemente, se han establecido pequeñas áreas de *D. heterophyllum* en Palmira, Santander y Restrepo, con el fin de comparar las características de producción de semilla bajo tres condiciones ambientales diferentes y quizás, contrastantes. En Santander, se establecieron 20 nuevas introducciones de diversas especies de *Desmodium*.

Centrosema sp.

En Palmira se han establecido dos líneas F₇ del híbrido *C. brasilianum* x *C. virginianum*, con un sistema de espaldera construida con caña de bambú y alambre.

En 1976, la floración fue escasa y sólo se presentó a comienzos de febrero, debido a que la humedad del subsuelo estimuló el continuo crecimiento vegetativo. La cosecha manual se concluyó a fines de marzo. Los rendimientos de semilla fueron muy bajos, con un promedio de sólo 16 kg/ha de semilla pura. Se está investigando cuál es el potencial de rendimiento en las condiciones de Santander, con sistemas de soportes y sin ellos.

Especies de gramíneas

En Santander y en Palmira se sembraron nuevas áreas de *B. decumbens*, *B. humidicola*, *A. gayanus* y *P. maximum*. El prolongado período de sequía que se presentó entre mayo y septiembre de 1976 redujo el rendimiento y la calidad de la semilla de la primera cosecha; las plantas no respondieron a dos aplicaciones de nitrógeno hechas para estudiar niveles de aplicación. Se iniciaron estudios sobre calidad de semilla, en los cuales se comparará la semilla de *P. maximum* cosechada manualmente y con combinada.

ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PRADERAS

El objetivo de la investigación sobre el establecimiento y mantenimiento de praderas es desarrollar sistemas de bajo costo para cultivar en forma eficiente praderas de leguminosas y de gramíneas, solas o en asociación, en los suelos álicos de las sabanas tropicales de América del Sur. Los estudios incluyen; la preparación del suelo; diferentes aspectos de la siembra, incluyendo la distribución de la semilla y aplicación de fertilizantes en banda y al voleo; compactación del suelo; requerimiento de nutrimentos; la interacción entre las especies y los fertilizantes; fuentes y métodos de aplicación de fósforo; requerimiento de fertilizantes para el establecimiento del cultivo bajo diferentes regímenes de drenaje y requerimiento de fertilizantes para el mantenimiento de gramíneas bajo pastoreo.

Preparación del suelo para la siembra

La mayoría de las praderas mejoradas se establece en regiones de sabana después de arar y rastrillar en la forma convencional o mediante el uso de discos pesados para destruir completamente la vegetación existente, lo cual deja una superficie razonablemente lisa y libre de malezas y una capa arable de 10-15 centímetros de profundidad. Con experiencia en el manejo apropiado del suelo para lograr una buena siembra y semilla de buena calidad, es posible establecer praderas de excelente calidad con este tipo de preparación del suelo. Sin embargo, es costoso en términos de requerimientos de la fuerza motriz y maquinaria y además, expone al suelo a los peligros de una erosión severa. En 1974 se estableció un ensayo sobre preparación del suelo para siembra, pero fue discontinuado por diversas razones. En 1975 se estableció nuevamente, con inclusión de los siguientes tratamientos: a) sin labranza, con control y sin control de la vegetación con herbicidas; b) labranza mínima, utilizando un disco con corrugaciones en el borde (Diagrama 1) para remover una franja muy estrecha (de aproximadamente dos centímetros) en la cual se siembra la especie forrajera introducida con herbicidas y sin herbicidas; c) la utilización de una pala cortadora para socavar la vegetación de la sabana, a poca profundidad, con el fin de cortar la corona y separar la parte aérea de la planta del sistema radicular. Las palas se utilizan para cultivar franjas de 30 centímetros de ancho, dejando 30 centímetros de suelo sin perturbar, entre las franjas cultivadas; d) las mismas palas se utilizan en un tratamiento adicional para cortar la totalidad de la sabana y, en consecuencia, destruyendo la mayor parte de la vegetación natural; el rastrojo de las plantas queda en el campo brindando protección al suelo; e) el último tratamiento representa el método convencional de preparación del suelo para siembra, o sea, una arada ligera seguida por una rastrillada.

La Figura 7 presenta los efectos de la labranza y de los herbicidas sobre la densidad de población de las especies nativas y de las especies introducidas, y sobre la producción de forraje. Se logró un control casi total con el método convencional de preparación del suelo y este sistema resultó en el mayor rendimiento promedio de las especies sembradas. Se logró un buen control de la vegetación natural con las palas, con herbicidas o sin ellos; y las poblaciones de la mayoría de las especies fueron adecuadas para estos tratamientos, así como en el tratamiento basado en el uso de herbicidas y sin labranza. Sin embargo, a los seis meses, los rendimientos fueron muy afectados por el grado de control a que se sometieron las especies nativas. Los rendimientos disminuyeron en el siguiente orden: método convencional; labranza con palas en franjas y con control a base de herbicidas; labranza con palas en toda la superficie; labranza en franjas sin herbicidas; con herbicidas y sin labranza; y por último sin herbicidas y sin labranza. No fue posible medir la influencia del tratamiento de labranza sobre la pérdida de suelo o pérdidas por escorrentía. Sin embargo, es casi seguro que el riesgo de la erosión sea mayor en el suelo labrado en la forma convencional en comparación con cualquier otro sistema de preparación. El sistema de palas proporciona una excelente cobertura del suelo durante la fase de establecimiento de la pradera.

Una de las principales ventajas del sistema de la pala, es que requiere muy poca fuerza motriz. Se estima que la labranza con palas de la superficie total del suelo costaría, aproximadamente, la cuarta parte del costo de la labranza convencional; la labranza en franjas con palas costaría proporcionalmente menos, dependiendo del monto de la fracción de la superficie total labrada. Otra ventaja de la pala es que se adapta bien a los implementos de tiro animal y es posible manufacturarla localmente. Los resultados obtenidos en el primer año de este ensayo

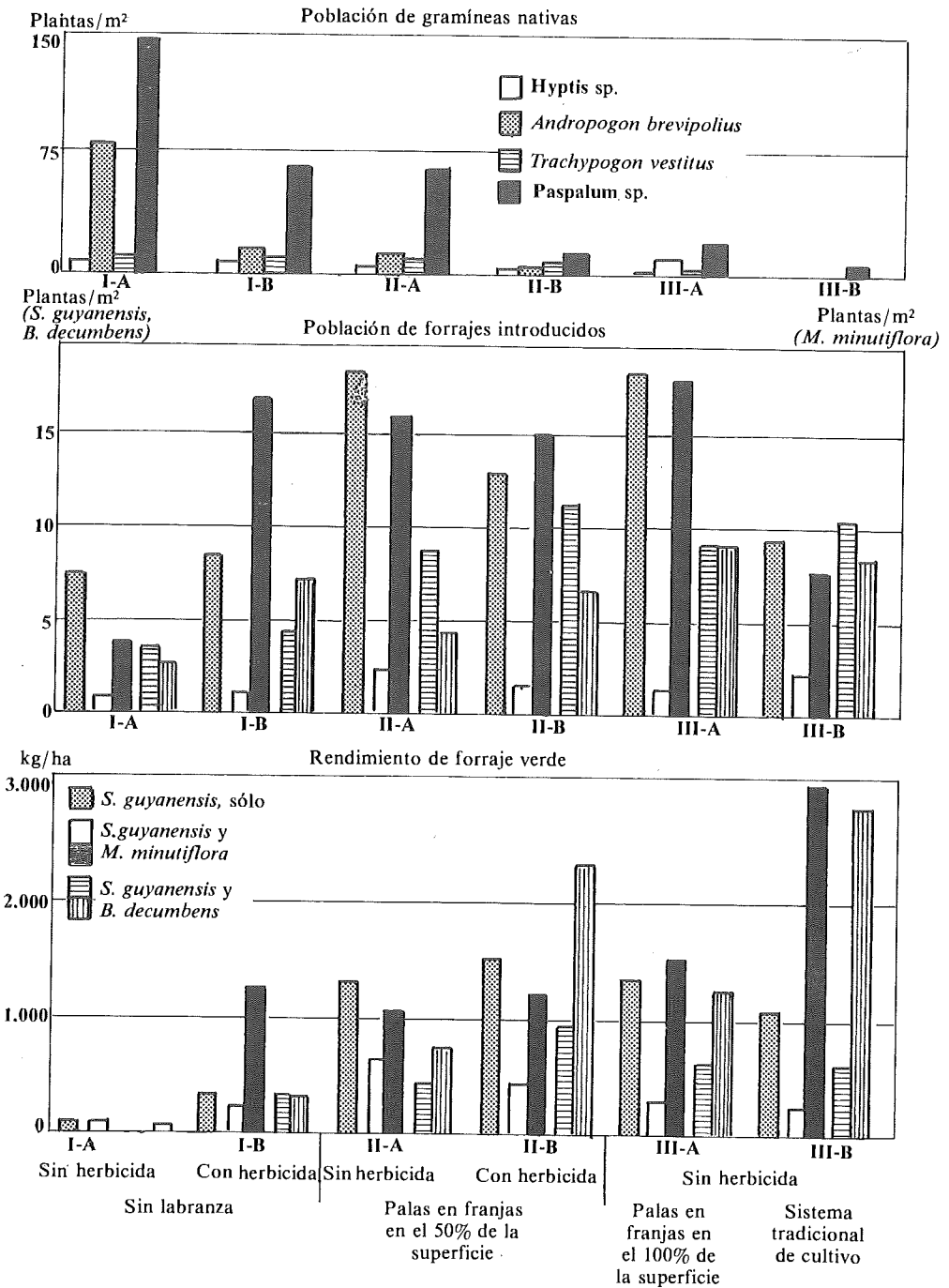


Figura 7. Efecto de diferentes métodos de preparación del suelo y de control de la vegetación nativa sobre la población de gramíneas nativas, poblaciones y rendimientos de forrajes introducidos, en Carimagua, 1975-76.

indican que es necesario probar más extensivamente sistemas alternativos de preparación del suelo para reemplazar o modificar el sistema convencional.

Sistemas de siembra

La mayoría de las praderas que se establecen en regiones de sabana que están en su fase de desarrollo, se siembran manualmente con semilla o bien, con material vegetativo. La uniformidad de las praderas establecidas con leguminosas y gramíneas es muy irregular debido a que en general no se conoce cuál es la calidad de la semilla utilizada, y también por otros factores.

Después de la preparación del suelo por el sistema convencional, por lo general las gramíneas se siembran superficialmente sin cubrirlas. Los ganaderos, generalmente, esperan a que caigan algunas lluvias fuertes antes de sembrar para que la superficie del suelo se afirme; de lo contrario, las especies de gramíneas de semilla pequeña, como *M. minutiflora* e *H. rufa*, quedarán enterradas en el suelo a una profundidad tal, que seguramente se perderá la uniformidad de la pradera. Pareciera que los factores más importantes para obtener una pradera uniforme son: a) compactación adecuada de la semilla en el suelo para asegurar un buen contacto semilla-suelo y un satisfactorio flujo capilar de la humedad, de las capas inferiores hacia la superficie en donde la plántula luchará por sobrevivir; b) cantidad balanceada y localización adecuada de fertilizantes en el área de suelo en donde están las plántulas para asegurar un buen vigor de las mismas. Este factor es especialmente importante en las especies de semilla pequeña, por tener éstas escasas reservas de nutrimentos en la semilla. En la sabana de suelos álicos, las cuales tienen un contenido extremadamente bajo de fósforo asimilable, el P tiene especial importancia para asegurar el vigor de las plántulas.

Compactación del suelo

En un ensayo específicamente establecido se sembraron tres asociaciones distintas, bajo tres sistemas de compactación: a) testigo, sin compactar; b) compactación en la banda solamente y c) compactación de la superficie total. La compactación de la banda se hizo con la llanta de una sembradora (semejante a la de la marca Allis Chalmers), la cual se hizo pasar directamente sobre la banda sembrada. En el caso de la compactación del total de la superficie se utilizó un implemento construido con varias llantas de automóvil, el cual tenía, por unidad de superficie, aproximadamente el mismo peso que la llanta de la sembradora con la cual se compactó la banda sembrada (primer caso descrito).

La Figura 8 muestra el efecto de los diferentes tratamientos de compactación sobre el establecimiento de las praderas y los rendimientos de forraje de la asociación de *Stylosanthes* con *H. rufa*, *M. minutiflora* y *B. decumbens*. En esa figura se presentan los recuentos de población y el rendimiento de los componentes de las asociaciones (leguminosa y gramínea), como también de las malezas. La compactación tanto de la banda como de la superficie total, mejoró en gran escala el establecimiento de *Stylosanthes* en todas las asociaciones. Este aumento de la población de *Stylosanthes* se reflejó en los rendimientos de las leguminosas en todas las asociaciones.

Se observó que el efecto de la compactación sobre la población y el establecimiento de praderas a base de gramíneas asociadas, es considerablemente menor. Sin embargo, la compactación tuvo un efecto muy favorable sobre los rendimientos de *H. rufa* y *B. decumbens*. Como se puede observar en este ensayo y en el descrito con anterioridad, *M. minutiflora* es una de las especies de gramíneas que es posible establecer con mayor facilidad. Este hecho

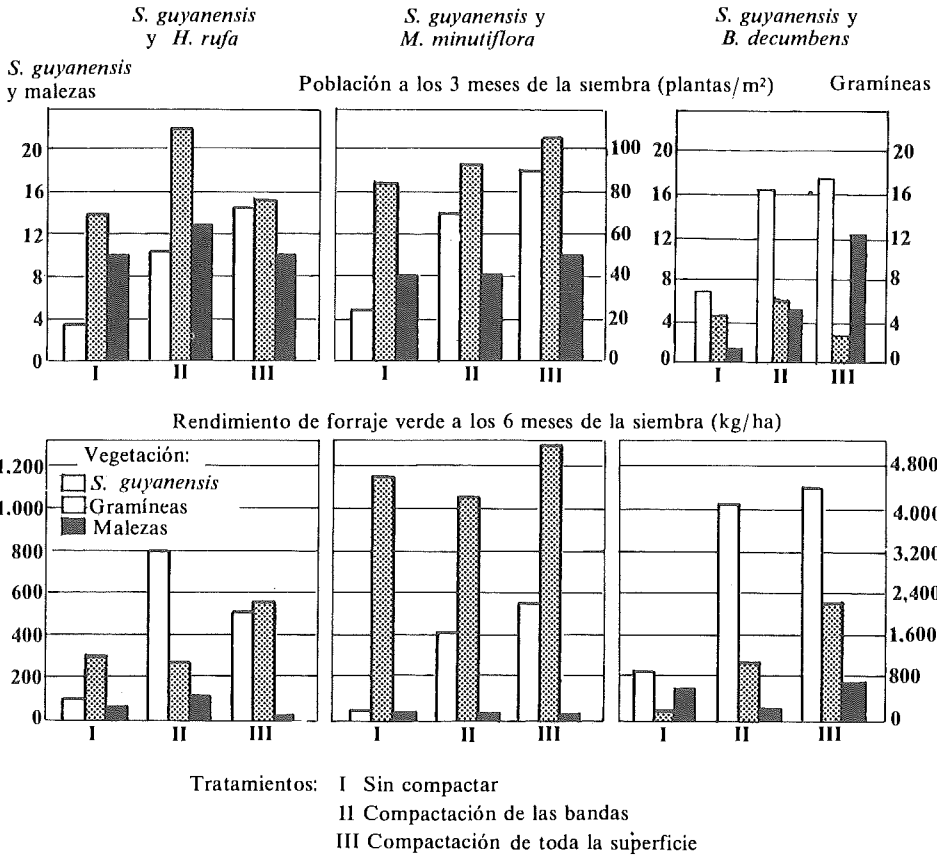


Figura 8. Efecto de los tratamientos de compactación sobre el establecimiento y comportamiento de 3 asociaciones forrajeras, en Carimagua, 1975-76 (en todas las gráficas, las poblaciones de *S. guyanensis* y malezas se indican en la escala vertical izquierda y las poblaciones de gramíneas, en la derecha).

puede explicar en buena parte su popularidad en muchas regiones de sabana. Aun cuando la población de malezas fue relativamente alta en todas las asociaciones, el peso total de las malezas, comparado con el de las plantas forrajeras, fue casi insignificante, alcanzando su nivel más bajo en praderas establecidas con la asociación *Stylosanthes-Melinis*. Obsérvese que, en algunos casos la escala de invasión de malezas es diferente para el componente gramínea y el componente leguminosa, en las diferentes asociaciones.

El ensayo sobre compactación se hizo en un suelo preparado por el sistema conven-

cional. A medida que se logre avanzar en el estudio de sistemas alternativos de preparación del suelo, se requerirán investigaciones adicionales para determinar la necesidad de la compactación. Pareciera que la compactación es menos esencial si se realiza la labranza a base de palas en comparación con el sistema convencional de preparación del suelo, debido a que el suelo sufre menos alteraciones y la cobertura de la superficie tiende a protegerlo de los cambios bruscos de humedad, lo cual conduce a un mejor desarrollo de las plántulas, en comparación con la forma convencional en la cual el suelo queda al descubierto después de la arada.

Niveles de fósforo y sistemas de aplicación

Se aplicaron tres niveles de fósforo al voleo y en bandas: 10, 40 y 70 kg/ha de P_2O_5 , siendo la Escoria Thomas la fuente del elemento. Este fertilizante se mezcló con la semilla y en consecuencia, la semilla también se distribuyó al voleo o en bandas, dependiendo de la forma de aplicación del fertilizante fosforado.

La Figura 9 muestra claramente que existe una ventaja definida de la distribución de la semilla y aplicación del fertilizante en bandas. Pareciera que esta modalidad de siembra es más importante para las leguminosas que para las gramíneas. Los recuentos de población no logran explicar las diferencias en rendimiento obtenidas. En promedio, se lograron poblaciones de *Stylosanthes* ligeramente menores cuando se hizo la siembra en bandas, pero no se observó una diferencia significativa y consistente en las poblaciones totales de la pradera y en poblaciones de gramíneas. Aparentemente, la distribución de la semilla y la aplicación del fertilizante en bandas crea un ambiente de fertilidad más favorable para la plántula en desarrollo, en comparación con las aplicaciones al voleo. El fertilizante se concentra en la zona inmediata a la plántula y en consecuencia, la disponibilidad de fósforo asimilable es mayor durante el estado de plántula, cuando la escasez de este elemento es crítica para las especies forrajeras de semilla pequeña.

La Figura 10 muestra los efectos del fósforo y el método de aplicación sobre el contenido de fósforo en *Stylosanthes* y gramíneas asociadas, en el primer corte, a los cinco meses y en el segundo, a los 10 meses. El primer corte se hizo a fines de la estación lluviosa y el segundo después de la época de sequía, al inicio de otra estación lluviosa. Los niveles de fósforo tuvieron un efecto marcado sobre el contenido de fósforo en *Stylosanthes* y *Brachiaria*; la aplicación al voleo fue mucho más eficiente

que la aplicación en bandas, en el primer corte, cinco meses después de la siembra. Este efecto tiende a desaparecer en el segundo corte. Es poco el efecto sobre el contenido de fósforo de *M. minutiflora* y *Paspalum plicatum*. La Figura 11 muestra el efecto de la dosis de aplicación de fósforo y los métodos de aplicación sobre el contenido de nitrógeno de las cuatro especies utilizadas en este ensayo. En el primer corte se observó una ligera indicación de que el fósforo aplicado al voleo produce un mayor efecto en *Stylosanthes* y *Brachiaria*, pero, el principal efecto parece ser el de la dilución en el cual los niveles de nitrógeno generalmente disminuyen al aumentar los niveles de fósforo aplicado, lo cual resultó en un aumento en los rendimientos de materia seca.

En general, se considera que la gramínea del género *Brachiaria* tiene bajos requerimientos de fertilidad y es ampliamente utilizada en diferentes áreas de América del Sur que tienen sabanas con suelos álicos. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 12, durante la fase de su establecimiento en un oxisol de Carimagua, responde ampliamente a las aplicaciones de fósforo. La respuesta al potasio es menos notoria. Estos resultados concuerdan con otras observaciones y experiencias hechas en Carimagua, en donde la mayoría de las especies forrajeras responden significativamente a la aplicación de fósforo, durante su fase de establecimiento.

A principios de 1976, se estableció un ensayo para evaluar tres especies de gramíneas en asociación con kudzú (*Pueraria phaseoloides*) en una zona de tierras bajas, con mal drenaje. Las gramíneas incluyeron las especies tanner, pará y alemán (*Brachiaria rugulosa*, *B. mutica* y *Echinochloa polystachya*). En la Figura 13 se puede observar la fuerte interacción que existe entre el fósforo y el potasio. Los rendimientos de kudzú, pará y tanner fueron extremadamente bajos sin la

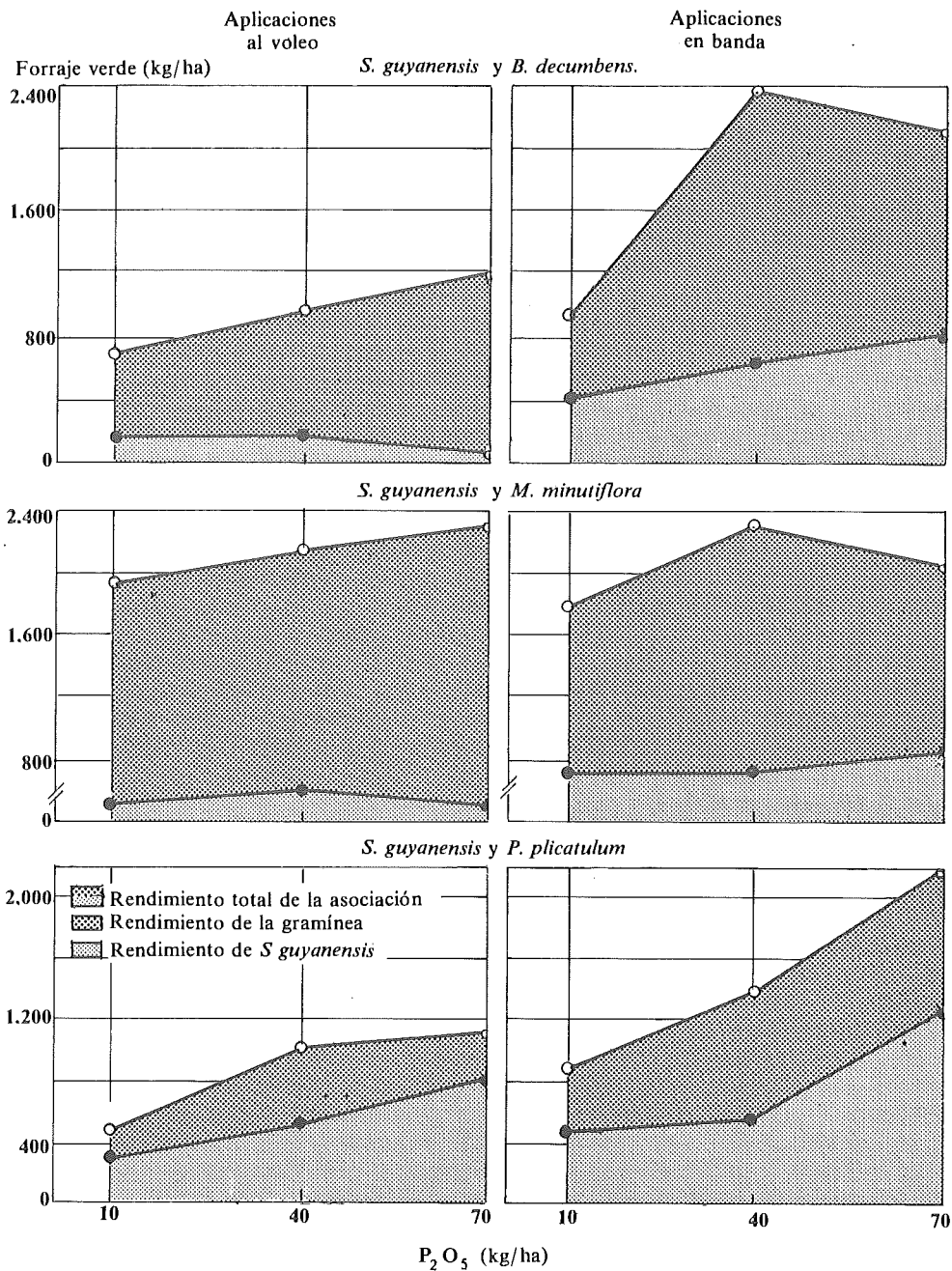


Figura 9. Efecto de 3 niveles de fósforo y de 2 métodos de siembra y de aplicación de fósforo, sobre los rendimientos de 3 asociaciones forrajeras, en Carimagua, 1975-76.

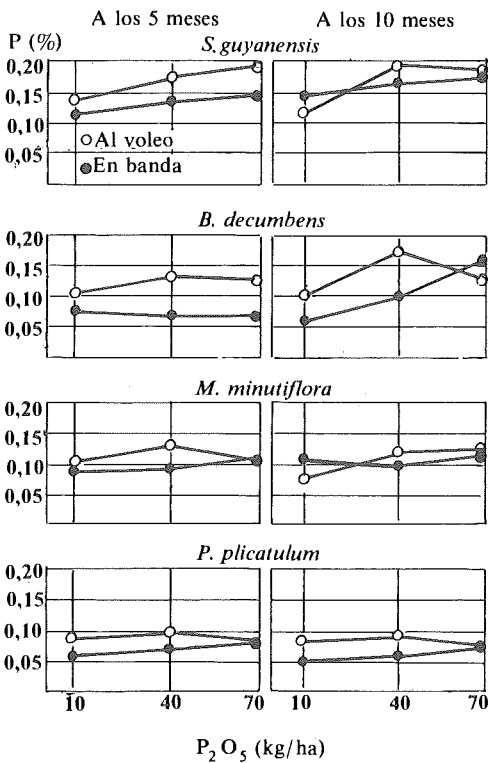


Figura 10. Efecto de 3 niveles de fósforo y de 2 métodos de siembra y de aplicación de fósforo sobre el contenido de fósforo, de 4 especies forrajeras a los 5 y 10 meses de la siembra, en Carimagua, 1975-76.

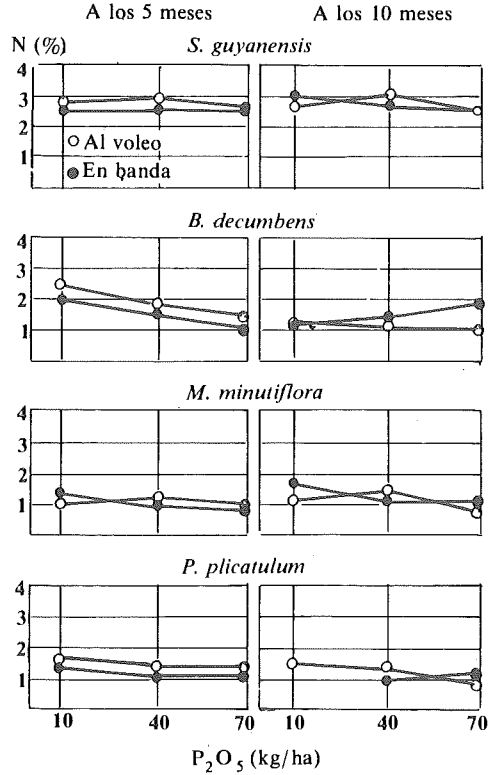


Figura 11. Efecto de 3 niveles de fósforo y de 2 métodos de siembra y de aplicación de fósforo sobre el contenido de nitrógeno, en 4 forrajes a los 5 y 10 meses de la siembra, en Carimagua, 1975-76.

Forraje en base a materia seca (kg/ha)

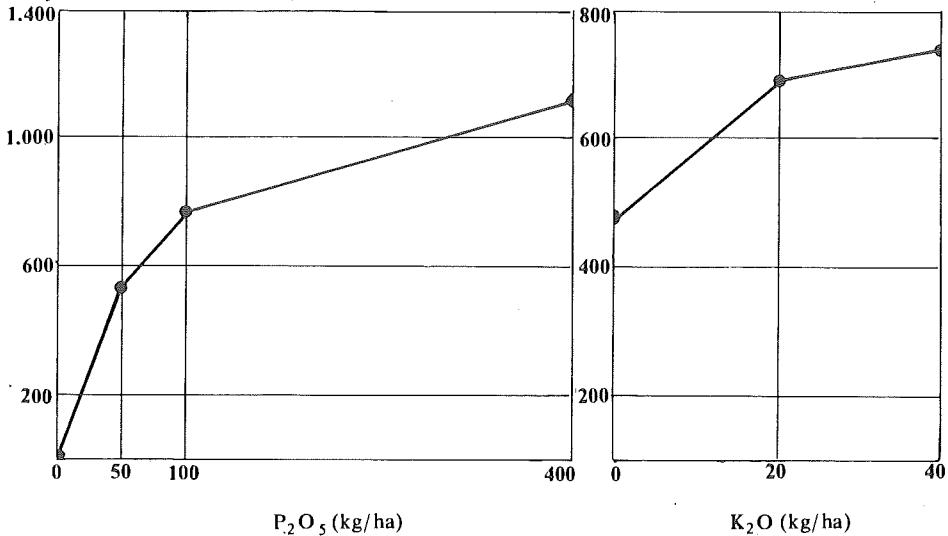


Figura 12. Efecto de fósforo y potasio sobre el rendimiento de materia seca, al primer corte de *B. decumbens*, en Carimagua, 1976.

Forraje en base a materia seca (kg/ha)

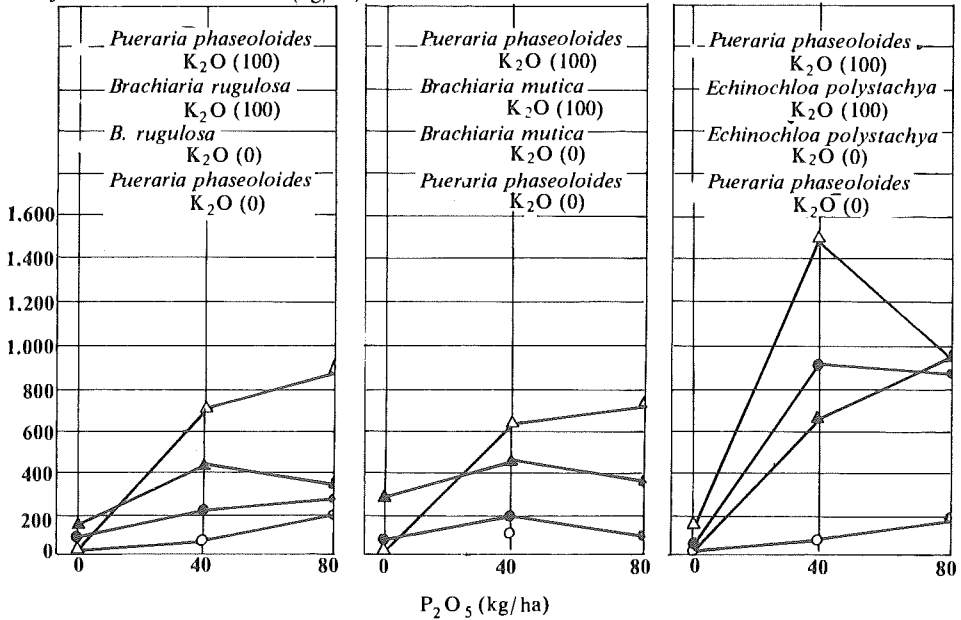


Figura 13. Efecto del fósforo y del potasio sobre los rendimientos de 3 asociaciones de gramíneas leguminosas, en un suelo mal drenado de Carimagua, 1976.

aplicación de potasio. El patrón de respuesta del pasto alemán es notablemente diferente; este pasto y el kudzú respondieron marcadamente a la aplicación de fósforo. Estas especies pueden ser promisorias para las tierras bajas mal drenadas, en la medida en que acumulan forraje de alta calidad para el pastoreo durante el verano, cuando estos suelos permanecen húmedos, en tanto que las sabanas de mayor altitud sufren de sequía severa.

Los experimentos de campo con kudzú, realizados en Carimagua, revelaron que esta especie presenta problemas nutricionales. A comienzos de 1976 se inició un ensayo en invernadero para estudiar estos problemas. En la Figura 14 se presenta el efecto del potasio y del magnesio sobre los rendimientos del kudzú, en un ensayo de invernadero, con suelo de Carimagua. La respuesta al potasio es bastante clara. Visualmente, se observó también una respuesta aparente al

magnesio, pero no se logró confirmar esta observación con los rendimientos de materia seca. Los síntomas de deficiencia de magnesio, especialmente cuando se hicieron aplicaciones altas de calcio y/o potasio, desaparecieron con la aplicación de magnesio. En la Figura 15 se muestran los efectos del potasio y del magnesio. El contenido de magnesio en los tejidos fue mucho mayor cuando el magnesio se aplicó con bajos niveles de fertilización potásica, pero con dosis de 80 y 160 kg/ha, de potasio, la diferencia en el contenido de magnesio debida al magnesio aplicado, fue ligera.

MICROBIOLOGIA DEL SUELO

Se está llevando a cabo, en tres niveles de intensidad, la caracterización de una amplia colección de cepas de *Rhizobium* utilizando introducciones de plantas forrajeras promisorias como hospedantes (principalmente, *Stylosanthes* spp.). En primer lugar, el uso de cultivos asépticos en tubos

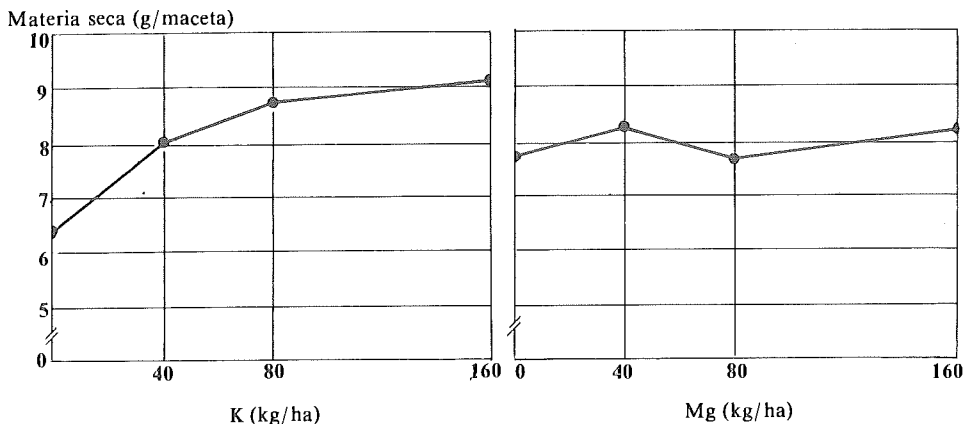


Figura 14. Efecto del potasio y del magnesio sobre el rendimiento de materia seca de *P. phaseoloides* cultivado bajo condiciones de invernadero, en macetas con suelo de Carimagua, 1976.

permite hacer una extensa determinación de compatibilidad entre el hospedante y la bacteria. El cultivo (establecido en potes del tipo Leonard) de asociaciones hospedante/bacteria permite clasificar las cepas en orden de eficiencia. En estos ensayos, el comportamiento de la cepa CIAT 79 (CB 756), que se utiliza comúnmente para inocular *Stylosanthes*, resultó deficiente y ocupó en promedio el décimo séptimo lugar en orden de eficiencia, en tanto que un aislamiento local (CIAT 71)

ocupa frecuentemente los primeros lugares de la lista (Cuadro 8). Sin embargo, los resultados hacen resaltar la especificidad de la interacción hospedante/cepa. El aislamiento CIAT 71 no noduló en una de las introducciones de tal manera que, aunque menos eficiente, la cepa CIAT 308 (aislada en Cali, Colombia), tiene un mayor espectro de hospedantes y en consecuencia, tiene un mayor potencial como inoculante. El programa de colección e identificación de cepas altamente

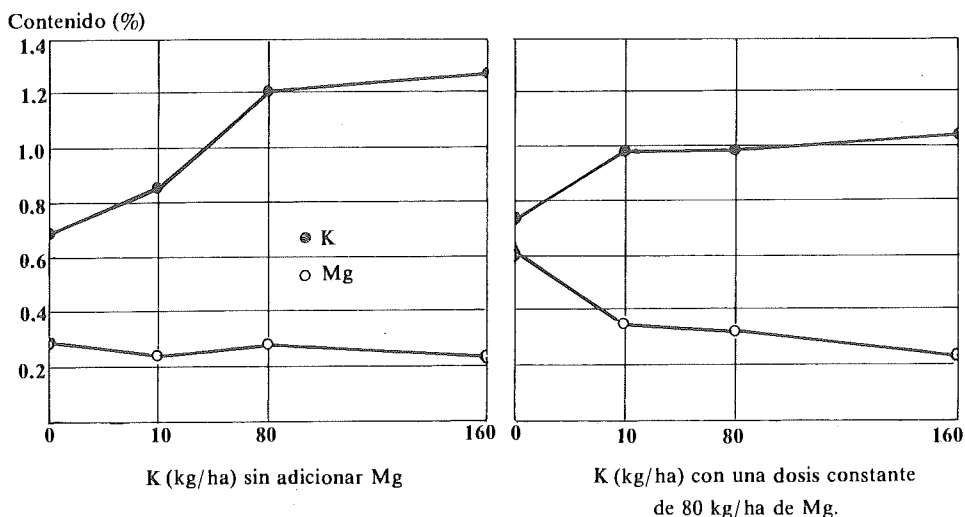


Figura 15. Efecto del potasio y magnesio sobre el contenido porcentual de esos elementos en hojas jóvenes de *P. phaseoloides*, cultivado bajo condiciones de invernadero en un suelo de Carimagua, 1976.

Cuadro 8. Eficiencia relativa¹ de la fijación simbiótica de nitrógeno, por cepas de *Rhizobium*, con introducciones de *Stylosanthes*.

Cepa ²	Introducción de <i>Stylosanthes</i> ³					
	184	136	107	64A	1152	1053
CIAT 71	1	4	6	4	NN	4
CIAT 301	6	5	5	22	NN	NN
CB 756	12	14	24	23	16	13
CIAT 308	3	8	7	13	2	1
CIAT 693	11	1	8	6	11	26
CIAT 530	NN ⁴	NN	NN	NN	NN	3

¹ Eficiencia relativa corresponde al orden que obtuvo cada cepa de 1 a 35 (se probaron 35 cepas)

² Sólo se incluyen 6 de las 35 cepas

³ Todas las introducciones corresponden a la especie *S. guyanensis* con excepción de 1053 que pertenece a la especie *S. scabra*

⁴ NN = no noduló

efectivas y de amplio espectro sigue siendo una parte importante del trabajo de la unidad de microbiología del suelo para plantas leguminosas forrajeras.

En el tercer nivel de evaluación, las cepas más eficientes se seleccionaron en cultivos establecidos en materos, con suelo local esterilizado, para evaluar su tolerancia a un bajo pH, baja disponibilidad de fósforo y alto nivel de aluminio. Los cultivos en macetas confirman que las cepas CIAT 71 y CIAT 301 (aislamientos de nódulos en *Stylosanthes* proveniente de Brasil) son consistentemente mejores que la cepa CIAT 79 (Figura 16).

Aún queda por determinar si la superioridad de la eficiencia de estas y otras cepas se mantiene en el campo, cuando estén sujetas a la presión adicional de la competencia por sitios de infección, ejercida por poblaciones de *Rhizobium* que se presentan en forma natural y que tienen poca eficiencia.

USO EFICIENTE DEL FOSFORO EN LOS SUELOS TROPICALES

El manejo del fósforo es muy difícil en los suelos álicos del trópico debido a sus

bajos niveles de fósforo disponible y a la alta fijación de los fertilizantes fosforados. Los resultados de investigaciones recientes señalan una serie de posibles nuevos métodos para el manejo del fósforo en los suelos tropicales orientados hacia el mejoramiento de la eficiencia de la fertilización con fósforo. Dada la urgente necesidad de lograr mejores oportunidades agrícolas y de aumentar la producción de alimentos en el trópico, se inició un extenso proyecto de investigación en el cual se coordinan los esfuerzos de un equipo de especialistas en investigaciones de laboratorio, invernadero y campo, orientados hacia el mejoramiento de la eficiencia de la fertilización con fósforo y el aumento de la productividad de los suelos tropicales.

El proyecto especial de fósforo se inició en octubre de 1975. La financiación proviene de las organizaciones denominadas International Minerals Corporation y World Phosphate Institute; parte del trabajo del proyecto se lleva a cabo en colaboración con el International Fertilizer Development Center. Las actividades de investigación sobre fósforo que no se presentan en la sección del Informe Anual dedicada al Programa de Frijol, se resumen en esta sección sobre Ganado de Carne.

Respuesta de *Stylosanthes* a las fuentes de fósforo en los suelos álicos

Se iniciaron experimentos de invernadero en un oxisol (Carimagua) para seleccionar especies y ecotipos de *Stylosanthes* por tolerancia a bajos niveles de fósforo y por respuestas a fuentes de bajo (rocas fosfóricas) y alto (Escoria Thomas) contenido de fósforo aprovechable. El promedio de los rendimientos de dos cortes (Figura 17) mostró que las 13 especies y ecotipos estudiados respondieron satisfactoriamente a la aplicación de 200 kg/ha de P_2O_5 , independientemente de las fuentes utilizadas. La única diferencia significativa en rendimien-

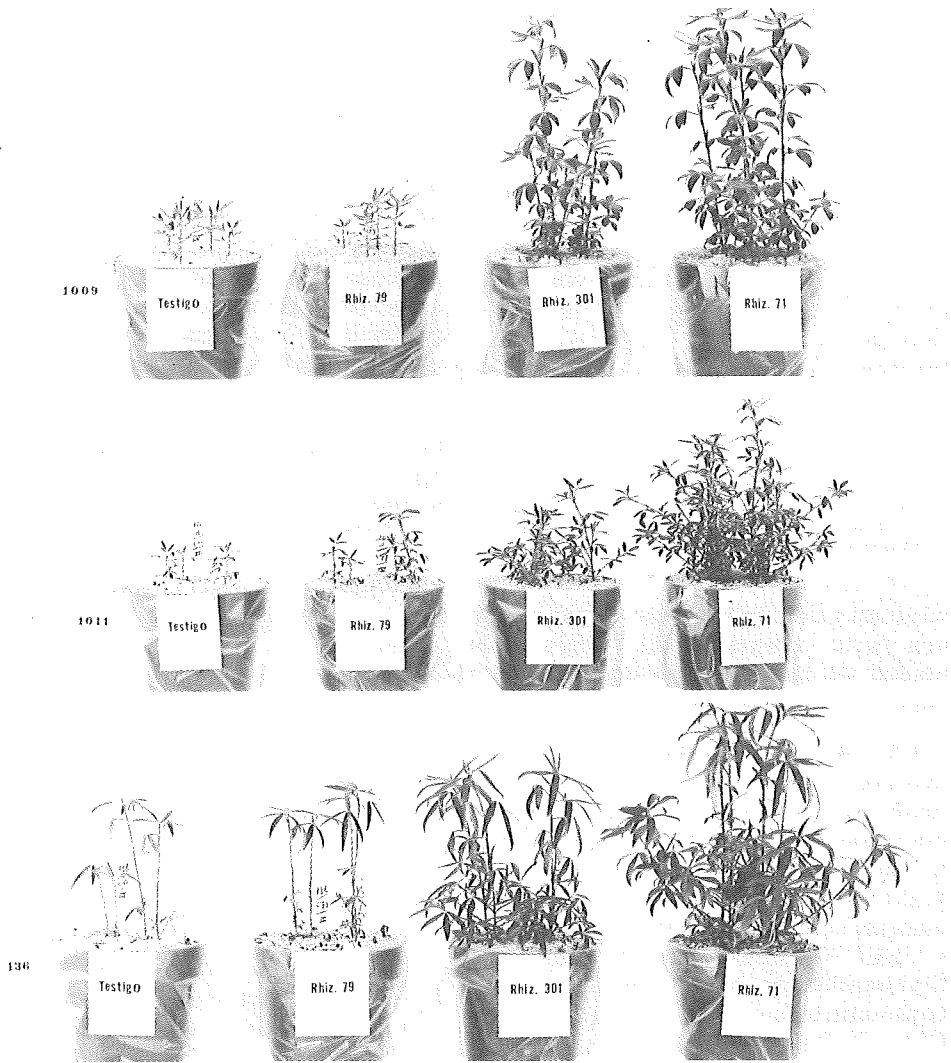


Figura 16. Respuesta de 3 introducciones de *Stylosanthes* a la inoculación con las cepas de *Rhizobium* CIAT 71 y 301, en comparación con la cepa recomendada CIAT 79 (CB 756) y plantas no inoculadas. La introducción 1009 es *S. scabra*; 1011 es *S. viscosa* y 136 es *S. guyanensis*.

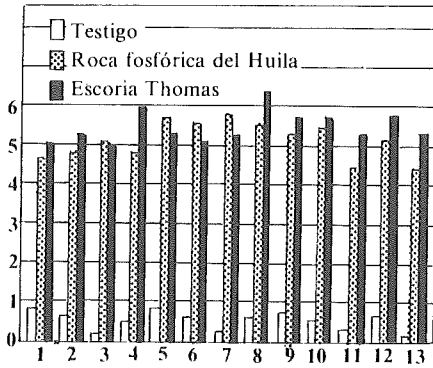
to entre los tratamientos con roca fosfórica del Huila y la Escoria Thomas, se presentó con *S. scabra* 1009. La aplicación de Escoria Thomas a razón de 200 kg/ha de P_2O_5 produjo un 23 por ciento más de materia seca, en comparación con el tratamiento con roca fosfórica del Huila. Por otra parte, la roca fosfórica del Huila produjo más materia seca que la Escoria Thomas en el caso de *S. guyanensis* 136 y

1073 y *S. scabra* 1050 y 1053. Sin la aplicación de un fertilizante fosforado al suelo de Carimagua, fue imposible lograr un buen crecimiento de esta leguminosa, al menos durante su establecimiento.

Disolución de diversas fuentes de fósforo

Se iniciaron experimentos de laboratorio para determinar la solubilidad

Rendimiento de materia seca (g/maceta)



Especies de *Stylosanthes*

y CIAT no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	64A	184	136	1009	1073	1050	1053	1092	1057	1058	1082	1019	
	<i>guyanensis</i>	<i>guyanensis</i>	<i>guyanensis</i>	<i>scabra</i>	<i>guyanensis</i>	<i>scabra</i>	<i>scabra</i>	<i>scabra</i>	<i>scabra</i>	<i>scabra</i>	<i>montevicensis</i>	<i>capitata</i>	

Figura 17. Especies y ecotipos de *Stylosanthes* seleccionados en un oxisol (Carimagua) por su tolerancia a fuentes con baja (roca fosfórica) y alta (Escoria Thomas) disponibilidad de fósforo (promedio de dos cortes del forraje).

de las rocas fosfóricas (Huila y Pesca, de Colombia; Tennessee, de EE.UU.; y Gafsa, de Marruecos), y otras fuentes de fósforo [superfosfato triple (SFT) y Escoria Thomas] aplicadas a un oxisol de Carimagua y a un suelo de cenizas volcánicas de Popayán. En general, los resultados muestran una reducción drástica en el nivel de fósforo aprovechable, extraído mediante las soluciones Bray I y Bray II después de 16 días de incubación a temperatura de invernadero, con sólo una ligera disminución posterior, después de los 35, 66 y 186 días.

La Figura 18 muestra el efecto del tiempo de incubación sobre la disponibilidad de fósforo en un suelo de Carimagua, medido mediante la extrac-

ción con las soluciones Bray I y Bray II, al aplicar 300 ppm de fósforo a partir de seis fuentes diferentes. Aparentemente, para los suelos fertilizados con SFT o Escoria Thomas, es posible utilizar una de las dos soluciones de extracción para determinar el fósforo aprovechable por las plantas, pero, cuando el fósforo se aplica en la forma de rocas fosfóricas con el método Bray I se logra una mejor medida del fósforo aprovechable en el suelo. La solución de extracción Bray II es fuertemente ácida y disuelve parcialmente las rocas fosfóricas, mostrando altas concentraciones de fósforo en el suelo las cuales, por lo general, no se correlacionan con la respuesta de las plantas.

Nivel de fósforo y capacidad de fijación de los suelos ácidos tropicales

Se estudió el nivel de fósforo y las características químicas de 14 suelos ácidos de Colombia. En el Cuadro 9 se presentan algunas de las características químicas que, básicamente determinan la capacidad de fijación del fósforo. Los suelos presentan capacidades de fijación que oscilan entre el 11 y 74 por ciento. La retención del fósforo fue muy alta en los andosoles y relativamente baja en los suelos caoliníticos que presentan altos contenidos de hidróxidos de hierro.

Es evidente la influencia de la materia orgánica, del aluminio extraído con NH_4OAc a un pH de 4,8 del aluminio reactivo titulado entre pH 8,2 y 8,5 con MgCl_2 y de una acidez total titulada a 8,2 en MgCl_2 sobre la capacidad de fijación del fósforo. Los suelos con más del 10 por ciento de materia orgánica que tienen un alto contenido de aluminio reactivo y extraíble, presentan una alta capacidad de fijación de fósforo. El aluminio intercambiable no se correlaciona con la retención del fósforo, lo cual indica que posiblemente gran parte de la fijación del fósforo se debe a otras formas del aluminio y posiblemente, a los hidróxidos de hierro, en el caso de los ultisoles y oxisoles.

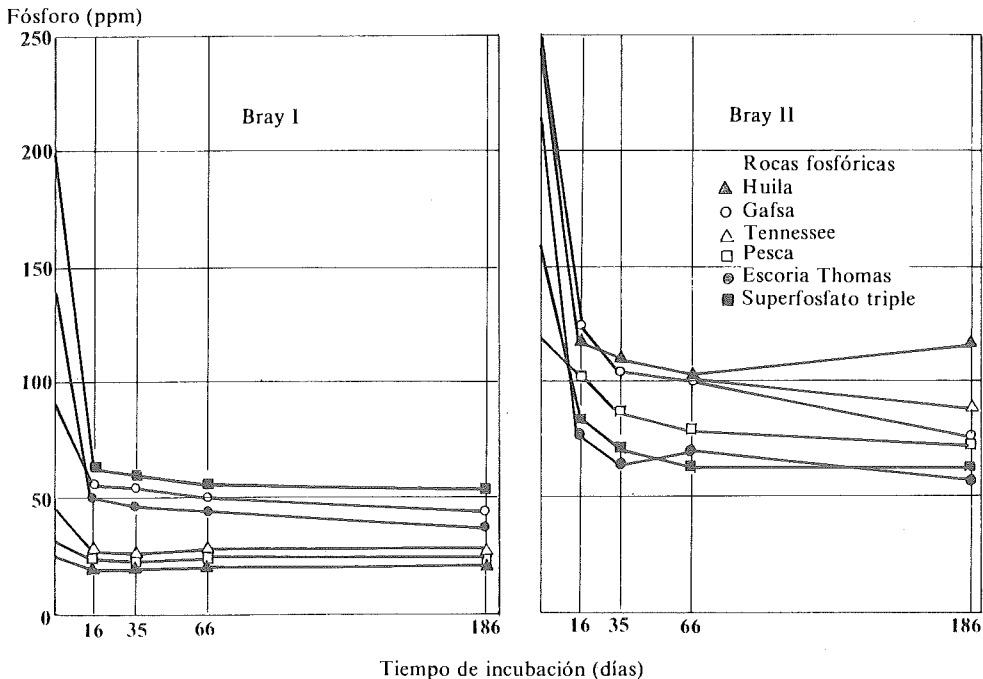


Figura 18. Efecto del tiempo de incubación sobre la solubilidad de 300 ppm de fósforo de diferentes fuentes, aplicadas a un oxisol de Carimagua.

Efecto de la aplicación de enmiendas al suelo sobre la disponibilidad del fósforo

Se estudió el efecto de la aplicación de enmiendas, como la cal y las escorias de silicatos, sobre la disponibilidad de fósforo (tanto del fósforo natural presente en el suelo, como del que proviene de diferentes fuentes de fertilizantes fosforados).

Cal

En enero de 1976 se inició un experimento de invernadero con cuatro niveles de CaCO_3 y tres niveles de fósforo de diferentes fuentes. Se utilizaron suelos de Carimagua y Popayán en los cuales se sembró, en forma consecutiva, frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), caupí (*Vigna sinensis*) y pasto guinea (*Panicum maximum* L.). Los resultados obtenidos con el frijol se discuten en la sección correspon-

diente al Programa de Fríjol, en el presente Informe Anual.

El pasto guinea se utilizó como planta indicadora para observar el efecto residual de las aplicaciones de cal y fósforo, después de cosechados el frijol y el caupí. La Figura 19 muestra que esta gramínea respondió muy bien a las aplicaciones de fósforo, indistintamente de las fuentes utilizadas, y que el encalamiento de los suelos ejerce un efecto negativo o nulo sobre los rendimientos de materia seca. En un estudio reciente (sin publicar), realizado por Spain, Andrew y Vanden Berg, el pasto guinea fue una de las especies de gramíneas tropicales que presentó un marcado aumento en el rendimiento al aumentar la concentración de aluminio (hasta 2,0 ppm) en la solución de cultivo. Es posible que, en el caso del suelo de Carimagua, el porcentaje más alto de saturación de aluminio (73 por ciento), en el suelo sin encalar, corresponda al

Cuadro 9. Capacidad de fijación del fósforo y algunas características químicas de 14 suelos de Colombia.

Suelos	Capacidad de fijación de P		pH H ₂ O	Materia orgánica (%)	Al extraíble pH 4,8	Al por reactivo MgCl (me 100 g)	Al intercambiable KCl	Saturación de Al (%)	Acidez total (meq/100 g)	Acidez titulada a pH 8,2	Mn		P Bray I (ppm)
	%	mgP/100 g									KCl	H ₂ SO ₄ (ppm)	
Bermeo	74,0	370,0	5,5	28,8	14,2	10,8	1,4	32,7	54,0	146,8	2,7	17,7	2,1
El Mesón	72,0	360,0	5,0	16,5	15,2	11,8	1,3	76,9	31,8	162,5	1,5	10,1	1,4
La Selva	71,8	358,8	5,0	22,5	13,7	10,8	1,5	47,2	38,2	144,8	9,7	14,6	2,6
Facatativá	69,0	345,0	5,3	22,5	15,7	8,9	2,0	40,4	44,6	134,9	12,4	24,6	2,6
Unidad 10	45,5	227,5	5,5	11,8	6,2	13,7	0,5	14,1	45,6	108,3	8,9	14,8	2,8
Pamplona	33,5	167,5	5,1	9,2	6,2	11,8	4,2	38,2	42,8	51,9	6,4	11,7	2,3
Antes	33,0	165,0	5,1	6,2	1,9	6,9	0,8	6,7	6,4	14,8	92,1	136,0	1,6
Cachibalito	29,5	147,5	4,3	9,5	4,4	6,5	3,4	62,6	43,2	45,5	16,8	23,3	3,0
Carimagua	22,0	110,0	4,2	4,3	4,1	5,5	3,1	92,0	28,4	29,2	1,5	5,9	2,1
Meléndez	18,0	90,0	5,3	6,3	1,2	7,0	0,2	2,5	4,8	31,0	61,6	116,9	1,4
Platanares	16,5	82,5	4,9	4,0	2,9	5,9	1,9	56,2	14,6	22,1	13,5	20,9	1,6
La Libertad	15,5	77,5	4,9	2,9	4,2	4,4	3,3	90,2	26,1	23,5	14,4	18,1	3,7
Lebríja	15,5	77,5	4,5	4,2	5,7	4,9	6,2	96,1	24,5	21,6	0,3	5,8	1,4
Abrego	11,0	55,0	4,6	2,9	1,5	2,9	1,7	42,4	21,6	14,7	2,7	24,8	0,7

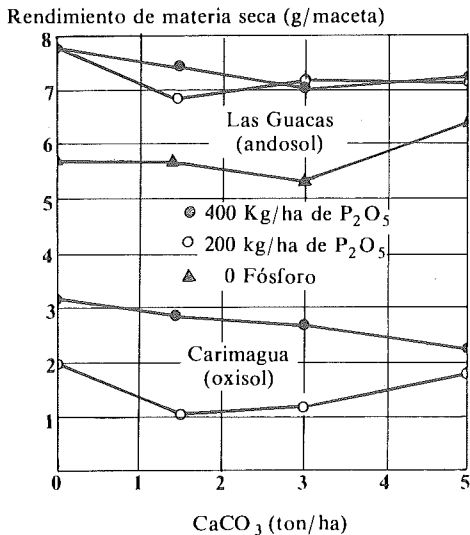


Figura 19. Efectos del nivel de aplicación de cal y fosfatos sobre los rendimientos de las partes aéreas del pasto guinea (*Panicum maximum*). Promedio de 3 fuentes de fósforo; no se obtuvo rendimiento cuando no se aplicó fósforo al suelo de Carimagua.

óptimo nivel de aluminio en la solución del suelo para el pasto guinea. Todos estos resultados indican la posibilidad de utilizar rocas fosfóricas, en lugar de fuentes de fósforo solubles en agua, en los suelos álicos, cuando se establezcan gramíneas tropicales como el pasto guinea. El principal efecto de la cal puede ser el de proporcionar calcio a la planta.

Silicatos

Se iniciaron dos experimentos de invernadero para estudiar el efecto de la escoria de silicatos sobre la disponibilidad del fósforo aplicado en la forma de fosfatos solubles en agua, a los suelos de Carimagua y Popayán. La Figura 20 muestra el efecto de la aplicación de la escoria de silicato de calcio de Tennessee Valley Authority (TVA) y escoria de altos hornos de Paz del Río (Colombia) sobre los rendimientos de materia seca del pasto guinea, cuando se aplicaron 400 kg/ha de P₂O₅ en la forma de fosfato monocálcico. Para el suelo de Carimagua, los rendimientos aumentaron

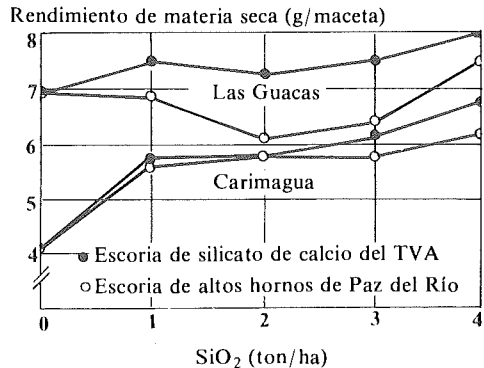


Figura 20. Efecto de la aplicación de escoria de silicato de calcio del Tennessee Valley Authority (TVA) y de escoria de altos hornos de Paz del Río (Colombia), sobre el rendimiento de materia seca de pasto guinea, (*Panicum maximum*). Promedio de 3 cortes.

con el primer incremento de las dos escorias de silicato utilizadas (1 ton/ha de SiO₂). En el caso del suelo de Popayán, el

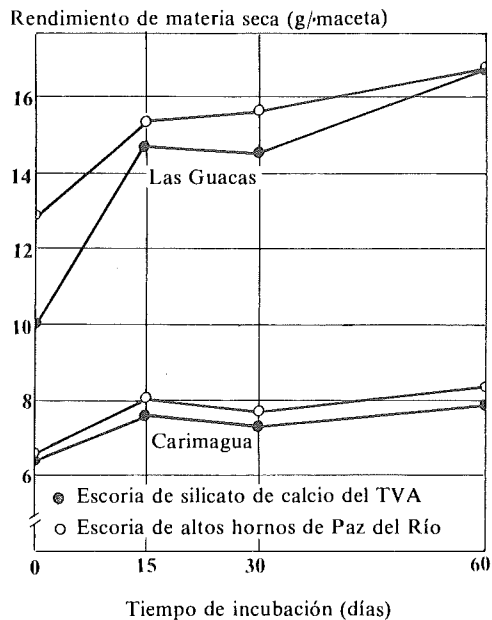


Figura 21. Efecto del tiempo de aplicación de la escoria de silicato de calcio del Tennessee Valley Authority (TVA) y de la escoria de altos hornos de Paz del Río (Colombia), antes de la siembra, sobre los rendimientos de materia seca del pasto guinea (*Panicum maximum*). Promedio de 3 cortes.

aumento del rendimiento no fue significativo para ninguno de los niveles de silicato aplicado. Ambos silicatos aumentaron el pH del suelo y disminuyeron el porcentaje de saturación de aluminio de los suelos.

El fósforo extraído con las soluciones Bray I y II aumentó al incrementar las tasas de aplicación del silicato de TVA; y disminuyó ligeramente con la aplicación de la escoria de altos hornos. En términos generales, las plantas presentaron bajos

contenidos de fósforo, pero aparentemente, contenidos normales de calcio, con las aplicaciones de silicatos. Los aumentos de rendimiento se asociaron con el mejoramiento de la nutrición de las plantas con fósforo y calcio. Los tratamientos con silicatos de calcio no disminuyeron la capacidad de fijación de fósforo de los suelos (20 y 45 por ciento para los suelos de Carimagua y Popayán, respectivamente). Cuando se utilizan escorias de silicatos, su aplicación 15 días antes de la siembra, parece permitir el suficiente tiempo de reacción (Figura 21).

UTILIZACION DE LOS PASTOS

CARIMAGUA

Efecto del manejo de las praderas a base de quemas

Se continuaron las investigaciones en Carimagua para determinar los efectos de la quema, como práctica de manejo sobre la productividad de la sabana. El experimento se diseñó para comparar la quema de la sabana una sola vez, a

comienzos de la estación de sequía, con la quema secuencial durante las estaciones de sequía y de lluvia. Este año, el experimento se modificó para permitir el acceso de los animales a las praderas quemadas secuencialmente 15 días después de la quema, en lugar de un mes después. El Cuadro 10 presenta los resultados de los cambios en peso de los novillos para el período noviembre 1975-noviembre 1976. Este año, el crecimiento de los animales fue

Cuadro 10. Cambios estacionales y anuales en los pesos de novillos que pastorearon sabanas tropicales en Carimagua, noviembre 1975-noviembre 1976.

Tratamientos (manejo de la pradera)	Aumentos de peso					
	Estación seca		Estación lluviosa		Año	
	g/día	kg/ animal	g/día	kg/ animal	g/día	kg/ animal
Quema del área total						
• 0,20 novillos/ha	337	38	251	53	282	91
0,35 "	228	26	273	57	257	83
0,50 "	116	13	188	40	164	53
Quema secuencial						
0,20 novillos/ha	306	35	385	81	359	116
0,35 "	79	9	357	75	260	84
0,50 "	-107	-12	296	62	155	50

mayor en todos los tratamientos y los aumentos en peso, observados durante la estación de sequía, son de interés particular. Aparentemente, la sabana se mejora con el tiempo aunque los mayores aumentos, durante la estación de sequía, también se pueden asociar con una estación seca con condiciones menos severas.

Manejo de especies forrajeras introducidas

Las gramíneas introducidas, *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria decumbens* y la gramínea nativa *Paspalum plicatulum*, se pastorearon durante su segundo año de establecimiento. Los resultados obtenidos en este año se presentan en los Cuadros 11 y 12. Los resultados correspondientes a *Brachiaria* se presentan en un cuadro separado debido a que el manejo de esta gramínea fue distinto durante la estación de sequía; las praderas de las tres gramíneas que aparecen en el Cuadro 11 se dejaron descansar durante la estación de sequía y la

pradera de *Brachiaria* (Cuadro 12) se pastoreó durante este período. Los resultados de los años anteriores indican que, durante la estación de sequía, los animales pierden peso (en algunos casos, severamente) en todos los niveles de carga animal. Sin embargo, los resultados obtenidos con *Brachiaria* durante el año pasado, indican que los animales aumentaron algo de peso. Estos resultados se confirmaron en este año.

La productividad de *M. minutiflora*, *H. rufa* y *P. plicatulum* fue decepcionante. Los aumentos de peso por animal por año, son muy similares a los obtenidos en las sabanas quemadas, a fines de la estación lluviosa y los aumentos por hectárea no fueron más del doble. Sin embargo, las praderas de *Brachiaria* ofrecen un buen medio para el pastoreo durante la estación de sequía. Los aumentos de peso, durante la estación de lluvias, no son altos pero la mayor carga animal obtenida durante este período la hace una alternativa útil, con la condición de que su productividad se

Cuadro 11. Aumentos de peso en novillos que pastorearon 3 gramíneas tropicales, durante la estación lluviosa, en Carimagua, mayo-noviembre, 1976*.

Tratamientos	Aumento de peso/animal		Aumento de peso/ha (kg/ha/176 días)
	g/día	kg/176 días	
<i>Melinis minutiflora</i> *			
0,7 novillos/ha	325	57	41
1,0 "	269	47	49
1,4 "	148	26	35
<i>Hyparrhenia rufa</i> **			
0,7 novillos/ha	194	34	29
1,0 "	166	29	32
1,4 "	139	24	39
<i>Paspalum plicatulum</i> ***			
0,7 novillos/ha	369	65	47
1,0 "	248	44	45
1,4 "	293	52	70

* Las praderas se dejaron descansar durante la estación seca

** Las cargas animales fueron de 0,9, 1,3 y 1,7 novillos/ha, desde el inicio del pastoreo en noviembre, 1975 hasta agosto, 1976, cuando éstas se redujeron

*** En 1976 se presentó nuevamente un ataque del insecto denominado "falso medidor" pero no fue necesario trasladar los animales a otros lotes.

Cuadro 12. Aumentos de peso en novillos que pastorearon praderas de *Brachiaria decumbens*, en Carimagua.

Carga animal expresada en novillos/ha, en las épocas seca/lluviosa	Estación seca		Estación lluviosa		Aumentos de peso (kg/ha/año)
	g/día	kg/animal	g/día	kg/animal	
Segundo año de pastoreo*					
0,9/0,9 novillos/ha	254	44	322	57	95
1,3/1,3 "	258	45	289	51	130
1,7/1,7 "	199	34	182	32	118
Primer año de pastoreo**					
0,9/1,6 novillos/ha	123	21	391	69	137
1,3/2,3 "	145	25	336	59	179
1,7/3,0 "	44	8	326	57	198

* La pradera se estableció en 1974

** La pradera se estableció en 1975.

pueda mantener a través del tiempo sin la utilización de altos niveles de fertilizantes.

Suplementación de praderas tropicales en época de sequía

El ensayo de manejo de *M. minutiflora*, al comparar el pastoreo durante todo el año con suplementación y sin suplementación de nitrógeno (urea + melaza) y pastoreo sólo, durante la estación lluviosa,

se continuó durante un año más. Los resultados de este año se presentan en el Cuadro 13. Para el segundo año consecutivo, la suplementación de nitrógeno afectó positivamente el aumento anual total por animal; el aumento compensatorio en los animales no suplementados fue muy pequeño. Si se mantienen buenos resultados con la suplementación, puede ser económico utilizar *M. minutiflora* durante la estación de sequía. Sin em-

Cuadro 13. Cambios en el peso de novillos que pastorearon praderas de *Melinis minutiflora*, bajo 3 sistemas de manejo, diciembre 1975-noviembre 1976.

Tratamientos (sistemas de pastoreo)	Estación seca		Estación lluviosa		Año (kg/animal)
	g/día	kg/animal	g/día	kg/animal	
Pastoreo durante todo el año					
0,44 novillos/ha	-225	-26	535	112	86
0,88 "	-182	-21	458	96	75
Pastoreo durante todo el año; urea y melaza durante la estación seca					
0,44 novillos/ha	298	34	492	102	137
0,88 "	208	24	289	61	84
Pastoreo sólo durante la estación lluviosa					
0,44 novillos/ha	-	-	599	104	-
0,88 "	-	-	292	51	-
1,3 "	-	-	268	46	-

bargo, permitir que la pradera descansa durante la estación de sequía es la forma más interesante de utilizar esta especie, si el agricultor tiene una buena pradera nativa para pastorear en ella sus animales durante la estación de sequía.

Este año se prepararon, para un nuevo ensayo, 12 lotes de 25 hectáreas cada uno con el fin de estudiar nuevas alternativas para el manejo de sabanas tropicales durante la estación de sequía y sus efectos sobre la producción animal. Esta área se utilizará durante los próximos años para adelantar varios experimentos que incluirán la suplementación de nitrógeno y minerales durante la estación de sequía y el pastoreo suplementario en praderas con asociaciones leguminosa/gramínea.

Comenzando en 1976 y durante un período de dos años, se evaluará el uso de nitrógeno (urea + harina de yuca), en diferentes niveles; además, se determinará la interacción entre la suplementación de nitrógeno y los minerales, en las diferentes estaciones del año. Como parte del ensayo del primer año, se investigó la interacción existente entre la suplementación de urea + yuca durante la estación de sequía y la suplementación de minerales (fósforo y calcio), administrados todo el año, sólo durante la estación lluviosa, o sin suplementación. En la Figura 22 se presentan los resultados de este ensayo. Los tratamientos o los efectos de interacción no fueron significativos debido a la alta variabilidad, dentro de los tratamientos, ocasionada por el consumo desigual del suplemento. Se escogió la harina de yuca como portador de urea en lugar de la melaza de caña, debido a que se consigue con mayor facilidad en la mayoría de las áreas de sabana. A pesar de que las diferencias no fueron significativas, se observó una clara tendencia en la cual los animales con suplementación mineral, durante todo el año, obtuvieron mayores aumentos de peso, en tanto que la suplementación con nitrógeno tuvo un efecto aditivo sobre aquellos animales que recibieron minerales.

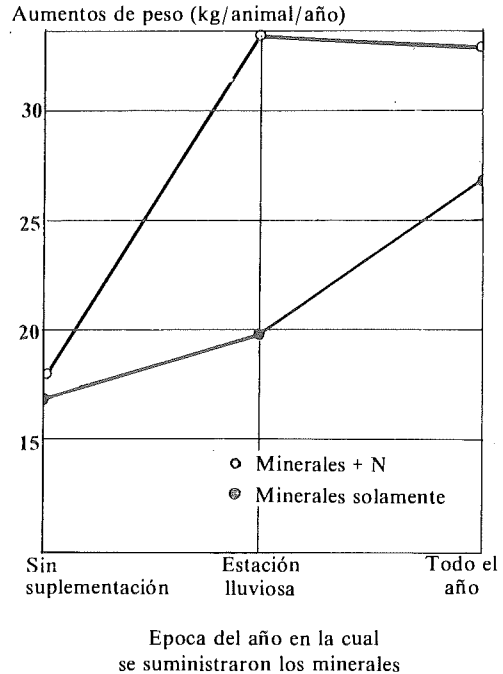


Figura 22. Relación entre la suplementación con nitrógeno durante la estación lluviosa y la suplementación con minerales durante diferentes épocas del año, en la sabana tropical de Carimagua, noviembre 1975-noviembre 1976.

También, se comparó la quema de la sabana a fines de la estación lluviosa o bien, a comienzos de la misma. Los animales que pastorearon en la sabana quemada a fines de la estación lluviosa obtuvieron un aumento de peso de 57 kilogramos durante el año, en tanto que los animales que pastorearon praderas quemadas, a comienzos de la estación lluviosa, sólo obtuvieron una ganancia de peso de 27 kilogramos. Este resultado da validez a la práctica tradicional de los agricultores de la región, quienes normalmente queman la sabana a comienzos de la estación de sequía y durante ella, al contrario de la práctica común en otras sabanas del mundo, en las cuales la quema se hace a comienzos de la estación lluviosa.

En todos los casos, los aumentos de peso obtenidos en los dos ensayos en la sabana nativa fueron superiores en el experimento

sobre "sistemas de quema" (Cuadro 10). Posiblemente esto se deba al hecho de que la quema se hace a comienzos de la estación de sequía o durante el año y a que la especie que predomina en la sabana utilizada en el primer ensayo es *Trachyrogon vestitus*; en el nuevo experimento, la especie dominante es *Leptochoryphium lanatum*. Al interpretar los resultados, se debe anotar que la quema de las sabanas, a comienzos de la estación de sequía, es incompatible tanto con la suplementación de nitrógeno durante la estación de sequía como con los requerimientos de aumento de la carga animal.

PALMIRA

Eficiencia neta de transformación de energía y de fertilizantes nitrogenados en carne

En la misma área en la cual se hizo un experimento de praderas para medir la respuesta de una pradera de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) a la fertilización con nitrógeno y al riego (Informe Anual del CIAT, 1975), se estableció otro experimento con novillos, durante 240 días, para medir la eficiencia neta de transformación de energía y nitrógeno.

La Figura 23 muestra la relación que existe entre la carga animal y el rendimiento de carne por hectárea. La carga animal osciló entre 3,33 y 9,17 animales/ha; los niveles de fertilización con nitrógeno fueron similares a los del experimento anterior: 168, 332, 500 y 672 kg/ha/año. La respuesta combinada del aumento del nivel de nitrógeno aplicado y del aumento de la carga animal fue, esencialmente, una ecuación de tipo lineal. Los aumentos de peso oscilaron entre 1,89 y 4,94 kg/ha/día con combinaciones de niveles de fertilización y carga animal que oscilaron entre 168 kg/ha y 3,33 animales hasta 672 kg/ha y 9,17 animales, respectivamente. Al extrapolar estos aumentos de peso a valores para un año, los aumentos serían

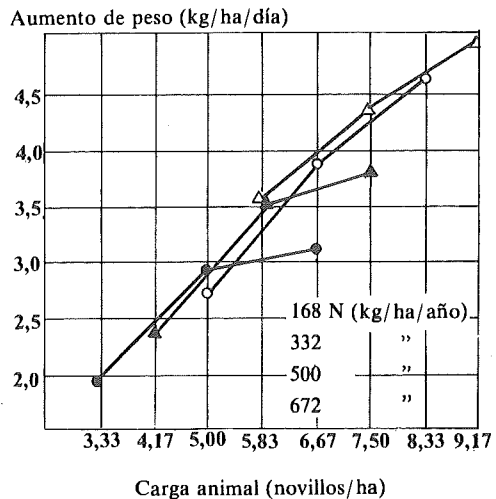


Figura 23. Aumento de peso por hectárea de novillos, en pasto pangola (*Digitaria decumbens*) fertilizado con nitrógeno y bajo riego (240 días de pastoreo). CIAT, 1976.

iguales a 690 y 1.803 kg/ha, respectivamente.

Con niveles de nitrógeno de 168 y 332 kilogramos, los aumentos con la mayor carga animal no continuaron en la forma lineal. Este resultado era de esperarse debido a que, en algún nivel de carga animal, los aumentos por hectárea deberían disminuir. Con niveles de nitrógeno de 500 y 672 kilogramos, las cargas animales no fueron lo suficientemente altas para mostrar este efecto; en consecuencia, los aumentos de peso fueron lineales.

El pasto pangola respondió satisfactoriamente a todos los niveles de fertilización con nitrógeno. El aumento de peso obtenido por kilogramo de nitrógeno aplicado fue superior a un kilogramo, en todos los tratamientos.

El incremento disminuyó a medida que se aumentó el nivel de nitrógeno de 168 a 672 kilogramos y aumentó a medida que la carga animal se hizo mayor. En la Figura 24 se muestran estas relaciones con base en una producción estimada de pasto pangola

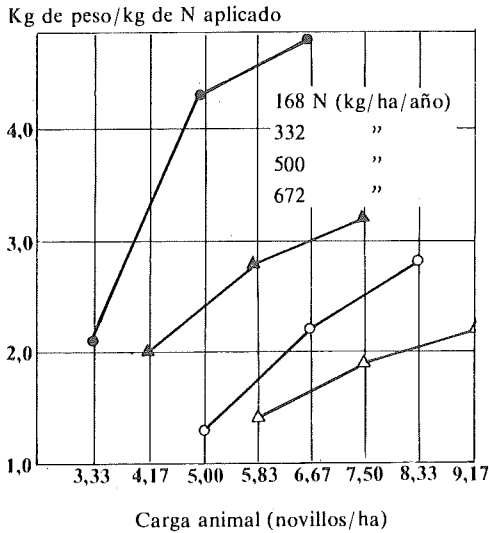


Figura 24. Aumento de peso de novillos, en praderas de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) por cada kilogramo de nitrógeno aplicado. Se asume que cada hectárea proporciona un aumento de peso de 330 kilogramos, sin fertilización y sin riego.

de 330 kg/ha/año sin fertilización y sin riego. En consecuencia, la respuesta corresponde al efecto combinado del nitrógeno y del riego; sin embargo, el riego fue igual en todos los tratamientos.

La capacidad de selección del animal en praderas tropicales

Si se mantienen constantes los otros factores de producción, el aumento de peso de un animal en una pradera debería aumentar de acuerdo con la mayor disponibilidad de forraje para su consumo, hasta un punto en el cual el aumento no está limitado por la cantidad de forraje sino por la capacidad genética del animal. La relación obtenida en este experimento se presenta en la Figura 25.

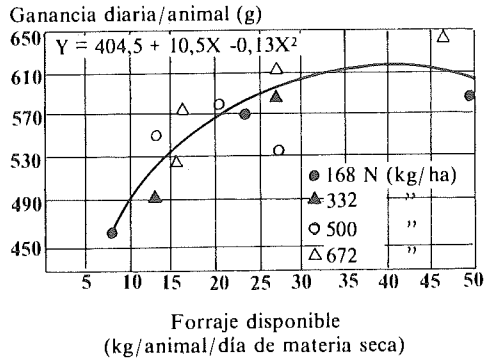


Figura 25. Relación entre el forraje disponible en una pradera de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) y los aumentos de peso de novillos.

Cuando los animales (cruces de ganado nativo x Cebú, con un peso promedio de 300 kilogramos) tenían disponibilidad de 25 kilogramos de materia seca por cabeza, la cantidad de forraje disponible limitó el aumento de peso. Sin embargo, desde este punto en adelante, la capacidad de selección del animal le permitiría continuar consumiendo una dieta nutritiva, de acuerdo con una mayor disponibilidad de forraje. Con base en la Figura 25, este punto máximo, en el cual la disponibilidad de forraje deja de ser limitante, debería ser a los 40-45 kilogramos de forraje.

En los forrajes tropicales, al contrario de las especies de climas templados, la selección de plantas por los animales es muy activa, incluso, en especies de poco crecimiento, como el pasto pangola. En consecuencia, el punto máximo de disponibilidad de forraje para su máximo consumo, después de hecha la selección de las plantas por los animales, es alto; es importante conocerlo para planear el mejor manejo de la pradera.

SISTEMAS DE PRODUCCION PECUARIA

SISTEMAS DE HATOS EN CARIMAGUA: EXPERIMENTO I (ICA-CIAT)

El proyecto de sistemas de hatos es un experimento relativamente amplio, diseñado para estudiar los efectos de ciertos factores de manejo sobre la producción y reproducción durante el ciclo de vida del ganado de carne, en los Llanos Orientales de Colombia. Esta zona es similar, en muchos aspectos, a otras grandes extensiones localizadas en el interior de América del Sur, en donde la principal actividad económica es la producción de ganado de carne.

Las variables de tratamiento entre hatos incluyen: a) sistemas de praderas; b) suplementación de minerales, y c) suplementación de proteína (urea) durante la estación de sequía. Los tratamientos dentro de los hatos comprenden: 1) destete

precoz (84 días) versus destete normal, y 2) el uso alternativo de toros Cebú y San Martinero en cada hato.

Tratamientos establecidos en las praderas

Los tratamientos incluyen los siguientes: a) pastoreo en praderas nativas durante todo el año; b) pastoreo en pradera nativa durante la estación de sequía y en pasto gordura *M. minutiflora*) durante la estación lluviosa, y c) pastoreo en pasto gordura durante todo el año.

En 1976 no se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el porcentaje de natalidad y no se registraron abortos en los tres sistemas de pastoreo (Cuadro 14); sin embargo, las vacas que pastorearon pradera nativa más pasto gordura, durante la estación de sequía, tendieron a presentar

Cuadro 14. Comportamiento reproductivo de las vacas durante el tercer año de pariciones (junio 1975-junio 1976) en el Experimento I sobre Sistema de Hatos en Carimagua.

Tratamientos*	Hatos	1976					1974-1976	
		Vacas (no.)	Nacimientos (no.)	Abortos (no.)	Natalidad (%)	Abortos (%)	Total nacimientos	Total abortos
Testigo (pradera nativa)	1	28	14	10	50,0	35,7	33	22
Pradera nativa y sal	2	33	10	3	30,3	9,1	39	6
	3	32	18	4	56,2	12,5	47	5
Pradera nativa y minerales	4	32	23	0	71,9	0,0	65	0
	5	33	28	0	84,8	0,0	67	0
Pradera nativa y pasto gordura	6	35	26	0	74,3	0,0	72	2
	7	35	31	0	88,6	0,0	72	0
Pasto gordura y minerales	8	35	28	0	80,0	0,0	69	0
	9	33	28	0	84,8	0,0	67	2

* Además de los tratamientos representados por las praderas, todos los hatos recibieron sal. Los hatos 4 y 6 también recibieron un suplemento completo de minerales y los hatos 2,4,7 y 9 recibieron un suplemento proteínico durante la estación seca de 0,5 kg de melaza, 80 g de urea y 4 g de azufre/cabeza/día.

tasas de natalidad más altas que las vacas que pastorearon en pasto gordura todo el año (81,4, 82,3 y 78,4 por ciento, respectivamente, para los tres sistemas de pastoreo). La misma tendencia prevalece cuando se promedian los resultados de los tres años; sin embargo, en los años anteriores se registraron dos abortos en cada uno de los grupos que pastorearon en la pradera nativa más pasto gordura, y en pasto gordura, durante todo el año (Cuadro 15).

El intervalo entre partos fue significativamente menor ($P < 0,01$) para las vacas que pastorearon praderas nativas más pasto gordura (15,7 meses) en comparación con las vacas en pasto gordura sólo (17,7 meses) o en pastos naturales (16,6 meses). Esto, probablemente, se debió a una mejor disponibilidad de forrajes durante todo el año, lo cual permitió que las vacas se recuperaran más rápidamente del estrés ocasionado por la lactancia.

El comportamiento reproductivo de las vacas que pastorearon permanentemente praderas de pasto gordura varió con base en la duración de la estación de sequía, debido a que la calidad y cantidad del forraje de esta gramínea se reduce en forma notoria durante este período (Cuadro 16). En 1976 se perdieron dos vacas, aparentemente, debido a una escasez de forraje durante la estación de sequía; sin embargo, el principal efecto de esa severa estación de sequía, probablemente, se manifestará en el comportamiento reproductivo de las vacas en 1977.

Suplementación

Con minerales

Uno de los tratamientos que dio un resultado consistentemente positivo fue el suministro, con libre acceso, de una mezcla completa de minerales. En 1976 se registró un 82,1 por ciento más de nacimientos en los hatos que recibieron minerales (51

nacimientos) en comparación con aquellos hatos que sólo recibieron sal (28 nacimientos). Se presentaron seis abortos en los hatos que recibieron sal y ningún aborto entre las vacas que recibieron el suplemento mineral (Cuadro 14).

La tasa de natalidad de las vacas que recibieron mineral fue casi el doble de la de las vacas que no recibieron este suplemento. En tanto que los abortos explican en parte el bajo porcentaje de natalidad, aún existe un 26 por ciento de reducción de la tasa de natalidad ocasionada por la ausencia de minerales que quizás causó anestro* o abortos tempranos no constatados.

El promedio de tres años del comportamiento reproductivo de los hatos con minerales y sin minerales fue paralelo a los resultados obtenidos en 1976; las tasas de natalidad fueron de 71,9 versus 47,7 por ciento; los abortos fueron de 0 versus 10 por ciento; el promedio de nacimientos por vaca fue de 2,13 versus 1,43; para las vacas que recibieron minerales, el intervalo entre partos fue 1,4 meses más corto. Esto se explica en parte con base en el hecho de que las vacas no abortaron, factor que alarga el intervalo entre partos. El hecho de que las vacas que recibieron minerales presentaron un mayor número de concepciones por vaca (2,13) en comparación con las vacas que sólo recibieron sal (1,58), indica que la suplementación mineral es importante en la fertilidad de las vacas como también para el mantenimiento de la preñez en vacas que pastorearon en suelos deficientes en minerales.

Con nitrógeno no proteínico más energía

A los hatos 2, 4, 7 y 9 se les suministró diariamente, durante la estación seca, una mezcla de melaza-urea-azufre (500-80-4 g/cabeza/día). El período de suplementación está determinado por la estación seca, que varía en duración y severidad. Al

* Ausencia de estros.

Cuadro 15. Intervalos entre partos, concepciones, abortos y nacimientos, desde mayo de 1973 hasta junio de 1976, en el Experimento I sobre Sistemas de Hatos en Carimagua.

Tratamientos	Hatos	Vacas (no.)	Intervalos entre partos* (meses)	Total de concepciones	Promedio de concepciones/vaca	Total de abortos	Promedio de abortos/vaca	Total de nacimientos	Promedio de nacimientos/vaca	Nacimientos (%)
Minerales										
Sal	2,3	65	18,0	103	1,58	11**	0,17**	93	1,43	47,7
Sal + mineral	4,5	65	16,6	132	2,13	0	0,0	132**	2,13	71,9
Tipo de pradera										
Pasto natural	4,5	65	16,6	132	2,03	0	0,0	132	2,13	71,0
Pasto natural + pasto gordura	6,7	70	15,7**	146	2,08	2	0,03	144	2,06	68,6
Pasto gordura	8,9	68	17,7	138	2,03	2	0,03	136	2,00	66,7
Suplementación										
Ninguna	3,5,6,8	135	16,6	268	1,98	6	0,04	262	1,94	64,7
Urea + melaza	2,4,7,9	133	16,8	251	1,88	8	0,06	243	1,83	60,9
Destete										
Normal	2-9	225	17,4	403	1,79	13	0,06	390	1,73	57,8
Precoz	2-9	40	13,7**	103	2,56**	2	0,05	101	2,52**	84,2

* Calculado en vacas que tuvieron uno o más partos, de los cuales uno se presentó después de junio de 1975

** Diferencias significativas al nivel de 0,01.

Cuadro 16. Porcentaje de nacimientos por año, para el período 1974-1976, en el Experimento I sobre Sistemas de Hatos en Carimagua.

Tratamiento	Hato	Tasa de nacimientos (%)			Promedio de 3 años*	
		1974	1975	1976	Tasa de nacimientos (%)	Intervalo entre partos (meses)
Testigo	1	51,8	18,5	50,0	39,3	18,4
Pradera nativa	2	33,3	54,5	30,3	39,4	20,2
y sal	3	18,7	74,2	56,2	49,0	17,2
Pradera nativa	4	59,4	71,9	71,9	67,7	16,0
y minerales	5	60,6	57,6	84,8	67,7	17,2
Pradera nativa y	6	54,3	77,1	74,3	68,6	15,5
minerales + pasto	7	51,4	65,7	88,6	68,6	16,2
gordura	8	65,7	51,4	80,0	65,7	17,6
y minerales	9	78,8	39,4	84,8	67,7	18,2

* Calculado con base en vacas que tuvieron 2 o más partos, de los cuales uno se presentó después de junio de 1975.

igual que en los años anteriores, en 1976 no se observó aumento alguno en el comportamiento reproductivo debido a la suplementación (69,2 versus 74,1 por ciento de nacimientos con suplementación y sin suplementación, respectivamente). Los promedios de tres años (Cuadro 15) muestran una ligera desventaja para las vacas que recibieron suplementación, fenómeno que se debe investigar aún más, debido a que persiste año tras año y es contrario al efecto esperado.

Destete precoz

Al comenzar el experimento, se seleccionaron cinco vacas de cada hato (2-9) para destetar sus terneros a los 84 días de edad. Los terneros de todas las otras vacas, en cada hato, se destetaron al tiempo normal de ocho meses.

El comportamiento reproductivo del grupo destetado precozmente (el 14 por ciento de todas las vacas en los ensayos) es significativamente mejor que el de las otras vacas (Cuadro 15). En tres años, las vacas a las que se les destetaron sus terneros precozmente, presentaron una reducción en el intervalo entre partos de 27,3 por

ciento (13,7 meses); un 43 por ciento más de concepciones por vaca (2,56); y 45,7 por ciento más de nacimientos por vaca (2,52), en comparación con las vacas a las cuales se les destetaron sus terneros en el tiempo normal.

Entre las vacas a las cuales se les destetaron sus terneros precozmente no hay una que no haya tenido por lo menos un ternero, pero el 10,9 por ciento de aquellas vacas a las que no se les suministró minerales y 3,4 por ciento de las que pastorearon praderas de pasto gordura (con minerales) pero con destete normal, nunca han tenido terneros. En el Cuadro 17 se presenta el número de terneros producidos por las vacas cuyas crías se destetaron precoz y normalmente.

Los resultados indican que una combinación del destete precoz con la suplementación mineral en praderas nativas, produciría, en forma consistente, un 70 por ciento de nacimientos. Al convertir el promedio de nacimientos por vaca (1,73 y 2,52 para el destete normal y destete precoz, respectivamente) en un período de tres años, al porcentaje de nacimientos, se demuestra que con el

Cuadro 17. Porcentaje de vacas que tuvieron 0, 1, 2 o 3 terneros en un período de 3 años de nacimientos (1973-1976) en el Experimento 1 sobre Sistemas de Hatos en Carimagua.

Tratamientos	Hato	No. de terneros							
		0		1		2		3	
		Normal	Precoz	Normal	Precoz	Normal	Precoz	Normal	Precoz
Destete									
Minerales									
Sal	2, 3	10,9	0,0	60,0	30,0	29,1	30,0	0,0	40,0
Sal + minerales	4, 5	0,0	0,0	19,2	0,0	73,1	30,0	7,7	70,0
Pradera									
Pasto natural	4, 5	0,0	0,0	19,2	0,0	73,1	30,0	7,7	70,0
Pasto natural + Pasto gordura	6, 7	0,0	0,0	13,3	0,0	78,3	30,0	8,4	70,0
Pasto gordura	8, 9	3,4	0,0	8,6	0,0	82,8	40,0	5,2	60,0
Destete	2-9	3,6	0,0	24,9	7,5	66,2	32,5	5,3	60,0

destete precoz se pueden lograr 26 terneros/100 vacas/año (58 versus 84 por ciento de nacimientos). En efecto, esta práctica resuelve en parte el problema del estrés nutricional de la vaca durante su período más crítico (lactancia).

Análisis de minerales

En un proyecto colaborativo con la Universidad de Florida y la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional, un aspirante al grado de Ph.D. adelantó, durante 1976, un análisis detallado para determinar la composición mineral de las praderas y los parámetros de niveles de minerales en el suero sanguíneo de las vacas del proyecto de Sistemas de Hatos.

De las praderas

Los resultados de los análisis de las praderas se han resumido en los Cuadros 18 y 19. El contenido de nitrógeno en los pastos naturales aumentó a medida que disminuyó la precipitación, en tanto que el del pasto gordura disminuyó significativamente ($P < 0,01$) durante la

estación seca. No se observaron diferencias significativas en los valores de digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* entre los diferentes períodos; sin embargo, el pasto gordura presentó un valor de digestibilidad ligeramente mayor, pero significativo ($P < 0,01$), en comparación con los pastos naturales. El contenido de fósforo en los pastos naturales fue menor ($P < 0,01$) que el del pasto gordura en la época lluviosa. En la estación seca, ambos pastos presentaron contenidos de fósforo similares debido a un aumento en el contenido de fósforo en el pasto natural y a una disminución del contenido de fósforo en el pasto gordura. En ambos pastos, el contenido de calcio y de magnesio disminuyó en la estación seca. En la época lluviosa, el pasto gordura presentó un mayor contenido de calcio ($P < 0,01$) en comparación con el pasto natural. En ambos pastos se presentó un aumento en los valores de potasio y sodio durante la estación seca. Los contenidos de cobre y cobalto fueron mayores en la estación seca que durante la lluviosa ($P < 0,01$). El pasto gordura presentó mayor contenido de cobre que el pasto natural ($P < 0,01$). Los valores de hierro,

Cuadro 18. Digestibilidad de la materia orgánica in vitro (DMOIV) y el contenido promedio de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio y sodio en pasto natural y pasto gordura*.

Período**	Observaciones (no.)	Variables (%)						
		DMOIV	Nitrógeno	Fósforo	Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio
Pasto natural								
A comienzos de la estación lluviosa	20	44,33a***	1,31b	0,10a	0,15b	0,19	0,85a	0,009a
A fines de la estación lluviosa	16	43,60a	1,42bc	0,11a	0,12a	0,14b	78a	0,009a
Estación seca	24	45,52a	1,52c	0,15b	0,12a	0,14b	1,01b	0,016b
Pasto gordura								
A comienzos de la estación lluviosa	12	47,78b	1,43c	0,21c	0,23d	0,20c	1,10c	0,006a
A fines de la estación lluviosa	16	48,94b	1,50c	0,24c	0,20c	0,18c	1,17c	0,007a
Estación seca	8	49,34b	1,21a	0,17b	0,13a	0,13a	1,19d	0,011b

* Los valores se expresan en base a materia seca

** A comienzos de la estación lluviosa: mayo-agosto; a fines de la estación lluviosa: septiembre-diciembre; estación seca: enero-abril

*** Los promedios de la misma columna seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.01$).

manganeso, zinc y molibdeno no variaron de un período a otro. Los contenidos de hierro y manganeso en el pasto natural fueron mayores que los del pasto gordura, en tanto que el contenido de zinc fue superior en el pasto gordura ($P < 0,01$).

La concentración de la mayoría de los nutrientes en el pasto nativo aumentó durante la estación seca, probablemente debido al efecto de la quema practicada en aquellos períodos que permitieron al ganado seleccionar los retoños jóvenes.

Cuadro 19. Contenido promedio de microelementos en pasto natural y pasto gordura*

Pasto	Período**	Observaciones (no.)	Microelementos (ppm)					
			Hierro	Manganeso	Zinc	Cobre	Cobalto	Molibdeno
Natural								
	A comienzos de la estación lluviosa	20	555b***	161b	15,7b	1,5a	0,07a	0,44a
	A fines de la estación lluviosa	16	618b	156b	9,4a	1,5a	0,09a	0,50a
	Estación seca	24	540b	227c	14,2b	2,0b	0,13b	0,68a
Gordura								
	A comienzos de la estación lluviosa	12	326a	92a	18,5c	2,6c	0,06a	0,50a
	A fines de la estación lluviosa	16	308a	106a	18,6c	2,4c	0,06a	0,51a
	Estación seca	8	646a	78a	17,9c	3,0d	0,15b	0,43a

* Los valores se expresan en base a materia seca

** A comienzos de la estación lluviosa: mayo-agosto; a fines de la estación lluviosa: septiembre-diciembre; estación seca: enero-abril

*** Los promedios de la misma columna seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.01$).

Cuadro 20. Niveles de fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas con suplementación de sal o una mezcla completa de minerales.

Tratamiento	Hato*	Fecha de la toma de las muestras				
		Abril 1975	Junio 1975	Octubre 1975 (mg %)	Diciembre 1975	Marzo 1976
Sal	2	5,21 (33)**	2,98 (33)	3,45 (32)	4,59 (33)	4,54 (33)
	3	3,03 (33)	3,57 (32)	5,02 (32)	3,26 (29)	6,76 (32)
Complemento completo de minerales	4	5,13 (32)	4,96 (32)	5,98 (31)	5,17 (31)	6,48 (31)
	5	4,77 (32)	4,00 (33)	5,83 (33)	6,32 (32)	5,81 (32)
Promedio de los hatos 2 y 3		4,12ay (66)***	3,27ax (65)	4,24ay (64)	3,97ay (62)	5,63az (65)
Promedio de los hatos 4 y 5		4,95by (64)	4,44bx (65)	5,91bz (62)	5,75bz (63)	6,14bz (63)

* Los hatos 2 y 4 recibieron un suplemento de urea-melaza-azúfre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios en la misma línea seguidos por letras distintas (x, y, z) y los promedios en la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c), son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

Del suero sanguíneo

Los niveles de fósforo inorgánico en el suero sanguíneo se presentan en el Cuadro

20 y en la Figura 26. El suministro de un suplemento mineral completo aumentó los niveles de fósforo en el suero sanguíneo en todas las épocas de muestreo ($P < 0,01$); el

mg de P inorgánico/100 ml de suero

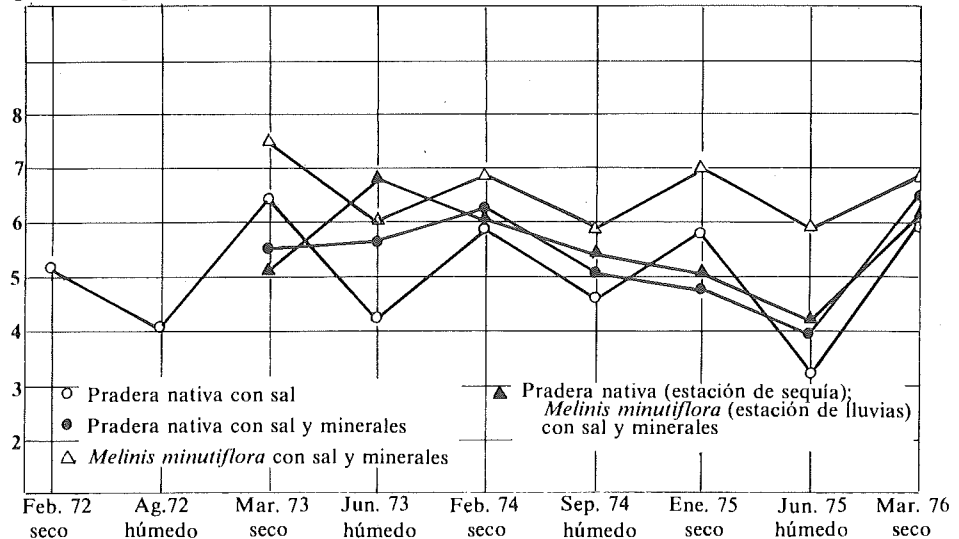


Figura 26. Niveles de fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de hembras Cebú, desde antes del primer apareo hasta los 6 años de edad, en los Llanos Orientales de Colombia.

efecto fue más marcado durante la estación de lluvias. En ambos tratamientos, los niveles de P en el suero fueron más bajos a principios de la estación lluviosa cuando las vacas presentan aumentos rápidos de peso y más alto en la estación seca, cuando las vacas pierden peso. Las vacas que recibieron el suplemento urea-melaza-azufre durante la estación seca presentaron menores niveles de P en el suero en hatos a los cuales se les suministró sólo sal (6,76-4,54 mg por ciento), pero mayores niveles de P en los hatos con suplemento mineral completo (5,81-6,48 mg por ciento). El estado fisiológico de los animales también afectó el nivel de fósforo en el suero. El valor promedio para las vacas en la lactancia fue de 4,46 mg por ciento en comparación con 5,05 mg por ciento para las vacas secas ($P < 0,01$). El suministro de un suplemento completo de minerales no afectó los niveles de calcio en el suero, pero el nivel de calcio fue afectado por la época del año. Como se indica en el Cuadro 21, el nivel de calcio en el suero fue mayor a comienzos de la estación de lluvias, en comparación con las otras épocas ($P < 0,01$). La suplementación completa aumentó el nivel de magnesio en el suero ($P < 0,01$) en la estación seca (Cuadro 22), a pesar de que el suplemento completo de minerales no

incluía magnesio. Los suplementos de urea-melaza-azufre también aumentaron los niveles de magnesio en el suero ($P < 0,01$). El nivel de cobre en el suero (Cuadro 23) aumentó debido al suministro de un suplemento completo de minerales ($P < 0,01$) durante la época lluviosa, pero no fue así en la estación seca, en la cual el valor fue menor en comparación con el de la época de lluvias. El nivel de zinc en el suero (Cuadro 24) se vió afectado por la época del año y por el estado fisiológico de las vacas. Las vacas secas presentaron un mayor nivel de zinc en el suero (109,9 µg por ciento) en comparación con las vacas en lactancia (101,9 µg por ciento) ($P < 0,01$).

COMPARACION DE LAS VACAS QUE PASTOREARON EN DIFERENTES PRADERAS

Las praderas comparadas fueron las siguientes: a) nativa (hatos 4 y 5); b) combinación de pasto natural y pasto gordura (hatos 6 y 7) y c) pasto gordura (hatos 8 y 9). En los hatos 6 y 7, los cuales pastorearon la pradera nativa durante la estación seca y pasto gordura durante la estación de lluvias, el contenido de minerales en el suero fue, en términos generales, similar al de los hatos en las praderas correspondientes. Las vacas que

Cuadro 21. Niveles de calcio en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas, con suplementación de sal o una mezcla completa de minerales.

Tratamiento	Hato*	Fecha de la toma de las muestras		
		Abril 1975	Oct. 1975 (mg %)	Marzo 1976
Sal	2	9,80 (33)**	10,01 (32)	9,95 (33)
	3	10,67 (33)	9,39 (32)	9,01 (32)
Suplemento completo de minerales	4	10,32 (32)	9,43 (32)	9,11 (31)
	5	9,58 (30)	9,35 (32)	9,56 (32)
Promedio de todos los hatos		10,12y (128)***	9,55x (128)	9,41x (128)

* Los hatos 2 y 4 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios en la misma línea, seguidos por letras distintas (x,y,z), y los promedios en la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c), son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

Cuadro 22. Niveles de magnesio en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas con suplementación de sal o una mezcla completa de minerales.

Tratamiento	Hato*	Fecha de la toma de las muestras		
		Abril 1975	Oct. 1975 (mg %)	Marzo. 1976
Sal	2	2,38 (33)**	2,17 (32)	2,37 (33)
	3	2,42 (33)	2,25 (32)	2,61 (33)
Suplemento completo de minerales	4	2,31 (32)	2,26 (32)	2,71 (31)
	5	2,32 (30)	2,07 (32)	2,73 (32)
Promedio de los hatos 2 y 3		2,40 _{ay} (66)***	2,21 _{ax} (64)	2,49 _{ay} (65)
Promedio de los hatos 4 y 5		2,31 _{ay} (62)	2,17 _{ax} (64)	2,72 _{by} (63)

* Los hatos 2 y 4 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios en la misma línea, seguidos por letras distintas (x,y,z) y los promedios en la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c), son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

pastorearon praderas de pasto gordura presentaron niveles de P en el suero sanguíneo mayores que los de las vacas que pastorearon praderas nativas, con excepción de los valores determinados en el muestreo realizado en octubre (Cuadro 25). Los altos niveles de fósforo en el suero, determinados en junio, son un indicativo de que el pasto gordura puede mantener el nivel de fósforo durante el período de

rápido aumento de peso, a comienzos de la época lluviosa.

La suplementación de urea-melaza-azufre aumentó los niveles de fósforo en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon pastos naturales, pero disminuyó el nivel en las vacas que pastorearon pasto gordura ($P < 0,01$). Nuevamente, se observó el efecto del estado fisiológico de los animales en

Cuadro 23. Niveles de cobre en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas, con suplementación de sal y una mezcla completa de minerales.

Tratamiento	Hato*	Fecha de la toma de las muestras	
		Oct. 1975	Marzo. 1976 (μg %)
Sal	2	80,3 (31)**	68,1 (33)
	3	84,4 (32)	61,1 (32)
Suplemento completo de minerales	4	86,7 (32)	58,8 (31)
	5	113,0 (32)	59,6 (32)
Promedio de los hatos 2 y 3		82,4 _{ay} (63)***	64,7 _{ax} (65)
Promedio de los hatos 4 y 5		99,8 _{by} (64)	59,2 _{ax} (63)

* Los hatos 2 y 4 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios en la misma línea seguidos por letras distintas (x,y,z), y los promedios en la misma columna, seguidos por letras distintas (a,b,c), son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

Cuadro 24. Niveles de zinc en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas, con suplementación de sal o una mezcla completa de minerales.

Tratamiento	Hato*	Fecha de la toma de las muestras	
		Oct. 1975	Marzo, 1976
		(µg %)	
Sal	2	100,9 (30)**	112,1 (33)
	3	98,4 (31)	113,2 (32)
Suplemento completo de minerales	4	102,7 (32)	124,8 (31)
	5	95,1 (32)	107,2 (32)
Promedio de todos los hatos		99,2x (125)***	114.2y (128)

* Los hatos 2 y 4 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios en la misma línea, seguidos por letras distintas (x,y,z), y los promedios en la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c), son significativamente diferentes (P<0,01).

este ensayo comparativo. Al igual que en el primer ensayo comparativo, los niveles de calcio en el suero menores (P<0,01), durante la estación seca (Cuadro 26). Las vacas que pastorearon pasto gordura tendieron a presentar altos niveles de calcio en el suero (P<0,05), pero, menores niveles de magnesio (P<0,01). Los datos del Cuadro 27 también indican que la

suplementación de urea-melaza-azufre disminuye los niveles de magnesio en el suero de vacas que pastorearon en pasto gordura (P<0,05). En la época de lluvias, las vacas que pastorearon la pradera nativa durante todo el año, presentaron niveles más altos de cobre en el suero que las de los otros hatos a pesar de que, en todos los tratamientos, el nivel de cobre en el suero

Cuadro 25. Niveles de fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en pradera nativa, nativa más pasto gordura y pasto gordura.

Pradera	Hato	Fecha de la toma de las muestras			
		Abril 1975	Junio 1975	Oct. 1975	Marzo 1976
		(mg%)			
Nativa	4	5,13 (32)**	4,96 (32)	5,98 (31)	6,48 (31)
	5	4,77 (32)	4,00 (33)	5,83 (31)	5,81 (32)
Nativa + pasto gordura	6	5,18 (35)	4,72 (33)	5,37 (34)	5,66 (35)
	7	4,93 (34)	4,37 (35)	4,98 (35)	6,15 (35)
Pasto gordura	8	5,44 (35)	6,20 (33)	5,47 (33)	7,66 (35)
	9	5,67 (33)	5,60 (32)	5,29 (33)	5,94 (32)
Promedio de los hatos 4 y 5		4,95ay (64)***	4,44ax (65)	5,91bz (62)	6,14az (63)
Promedio de los hatos 6 y 7		5,06axy(69)	4,54ax (68)	5,17ay (69)	5,91az (70)
Promedio de los hatos 8 y 9		5,55bx (68)	5,90by (65)	5,38ax (66)	6,84bz (67)

*En el período de las muestras correspondientes a octubre 1975, los hatos 6 y 7 pastoreaban en praderas de pasto gordura y en los otros períodos en praderas nativas. Los hatos 4, 7 y 9 recibieron un suplemento de urea-azufre durante la estación seca

**Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio.

***Los promedios de la misma línea seguidos por letras distintas (x,y,z) y los promedios de la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c) son significativamente diferentes (P<0,01)

Cuadro 26. Niveles de calcio en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas, nativa más pasto gordura, y pasto gordura.

Pradera	Hato*	Fecha de la toma de las muestras		
		Abril 1975	Oct. 1975 (mg %)	Marzo 1976
Nativa	4	10,38 (32)**	9,43 (32)	9,11 (31)
	5	9,38 (30)	9,35 (32)	9,56 (32)
Nativa + pasto gordura	6	10,33 (35)	10,42 (34)	9,50 (35)
	7	9,88 (33)	9,82 (35)	9,73 (35)
Pasto gordura	8	10,50 (35)	10,01 (34)	9,19 (32)
	9	9,97 (33)	9,80 (32)	9,62 (32)
Promedio de todos los hatos		10,12c (198)***	9,81b (199)	9,46a (197)

- * En el período de toma de las muestras correspondientes a octubre 1975, los hatos 6 y 7 pastoreaban en praderas de pasto gordura y en los otros períodos, en praderas nativas. Los hatos 4, 7 y 9 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca
- ** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio
- *** Los promedios de la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c) son significativamente diferentes (P < 0,01).

fue más alto en la época lluviosa que en la seca (Cuadro 28). Los niveles de zinc en el suero de las vacas que pastorearon en praderas nativas fueron más altos en la época seca (P<0,01), al igual que en el experimento comparativo anterior (Cuadro 29). El pastoreo en praderas de pasto gordura no ejerció efecto alguno

sobre el nivel de zinc en el suero. Las vacas secas presentaron 110,5 µg por ciento de zinc en el suero, valor que fue más alto al de las vacas en lactancia (103,6 µg por ciento) (P<0,01).

A finales del año, se inició un análisis más detallado de los componentes

Cuadro 27. Niveles de magnesio en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativas, nativas más pasto gordura, y pasto gordura.

Pradera	Hato*	Fecha de la toma de las muestras		
		Abril 1975	Oct. 1975 (mg %)	Marzo 1976
Nativa	4	2,31 (32)**	2,26 (32)	2,71 (31)
	5	2,32 (30)	2,07 (32)	2,73 (32)
Nativa+ pasto gordura	6	2,32 (35)	1,98 (34)	2,29 (35)
	7	2,21 (33)	2,10 (35)	2,52 (35)
Pasto gordura	8	1,94 (35)	2,16 (34)	2,26 (32)
	9	2,13 (33)	1,76 (32)	2,10 (32)
Promedio de los hatos 4 y 5		2,31by (62)***	2,17bx (64)	2,72cz (63)
Promedio de los hatos 6 y 7		2,28by (68)	2,04ax (69)	2,41bz (70)
Promedio de los hatos 8 y 9		2,03bx (68)	1,97ax (66)	2,18az (64)

- * En el período de toma de las muestras correspondientes a octubre 1975, los hatos 6 y 7 pastoreaban en praderas de pasto gordura y en los otros períodos, en praderas nativas. Los hatos 4, 7 y 9 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca
- ** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio
- *** Los promedios de la misma línea seguidos por letras distintas (x,y,z) y los de la misma columna seguidos por letras distintas (a,b,c) son significativamente diferentes (P<0,10).

Cuadro 28. Niveles de cobre en el suero de vacas que pastorearon en pradera nativa, nativa más pasto gordura y pasto gordura.

Pradera	Hato*	Fecha de la toma de las muestras	
		Oct. 1975	Marzo 1976
		(µg %)	
Nativa	4	86,7 (32)	58,8 (31)
	5	113,0 (32)	59,6 (32)
Nativa + pasto gordura	6	87,7 (34)	62,7 (34)
	7	83,8 (34)	63,8 (35)
Pasto gordura	8	86,6 (34)	75,7 (32)
	9	87,7 (31)	66,9 (32)
Promedio de los hatos 4 y 5		99,8by (64)	59,2ax (63)
Promedio de los hatos 6 y 7		95,8ay (68)	63,2ax (69)
Promedio de los hatos 8 y 9		87,1ay (65)	66,3ax (64)

* En el período de toma de las muestras correspondientes a octubre 1975, los hatos 6 y 7 pastoreaban en praderas de pasto gordura y en los otros períodos, en praderas nativas. Los hatos 4, 7 y 9 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios de la misma línea seguidos por letras distintas (x y y) y los de la misma columna seguidos por letras distintas (a y b) son significativamente diferentes (P<0,01).

sanguíneos mediante la utilización de la prueba del perfil metabólico, el cual ayudará en la interpretación de los datos de comportamiento de la producción, relacionando el estado metabólico de la vaca con su comportamiento, medido en términos de producción. En la sección de Salud Animal de este informe se presentan más detalles de esta investigación.

PROYECTO DE DESTETE PRECOZ EN EL CIAT

En un ensayo de destete precoz, iniciado en 1975 en tres ganaderías privadas de los Llanos Orientales de Colombia, se registró un aumento promedio en la tasa de preñez de las vacas (cuatro meses después del destete) de 600 por ciento, cuando sus terneros se destetaron a los 90 días del parto, en comparación con las vacas que aún lactaban a sus terneros. Los terneros destetados precozmente se trajeron a la sede del CIAT en marzo de 1975, en donde

se les asignó uno de cuatro regímenes alimenticios (Cuadro 30) durante 55 días (Período 1). Pasado el Período 1, se les permitió a todos los terneros pastorear en praderas de pasto pará (*Brachiaria mutica*) (Período 2), hasta que cumplieron 18 meses de edad (Cuadro 30 y Figura 27). Como se indicó el año pasado (Informe Anual del CIAT, 1975), durante el Período 1 de este experimento, los terneros que recibieron concentrado obtuvieron ganancias de peso en forma más rápida (P<0,01) que los terneros sin concentrado.

En el Período 2 de este experimento, todos los grupos que no recibieron concentrado con anterioridad, incrementaron su promedio de aumentos de peso diario (PAD). A pesar de que en el Período 2 el PAD fue similar en todos los grupos, el mejoramiento de manejo más significativo, en comparación con el Período 1, se observó en los grupos a los que se les suministró previamente *Stylosanthes*

Cuadro 29. Niveles de zinc en el suero sanguíneo de vacas que pastorearon en praderas nativa, nativa más pasto gordura, y pasto gordura.

Pradera	Hato*	Fecha de la toma de las muestras	
		Octubre 1975	Marzo 1976
		(µg %)	
Nativa	4	102,7 (32)	124,8 (31)
	5	95,1 (32)	107,2 (32)
Nativa + Pasto gordura	6	108,6 (34)	105,7 (34)
	7	100,7 (32)	104,2 (35)
Pato gordura	8	124,8 (25)	112,9 (32)
	9	99,5 (31)	103,1 (32)
Promedio de los hatos 4 y 5		98,0a (64)***	115,8b (63)
Promedio de los hatos 6 y 7		104,8a (66)	105,0a (69)
Promedio de los hatos 8 y 9		110,8a (56)	108,0a (64)

* En el período de toma de las muestras correspondiente a octubre 1975, los hatos 6 y 7 pastoreaban en praderas de pasto gordura y en los otros períodos, en praderas nativas. Los hatos 4 y 9 recibieron un suplemento de urea-melaza-azufre durante la estación seca

** Las cifras entre paréntesis corresponden al número de observaciones con las cuales se calculó el promedio

*** Los promedios de la misma línea seguidos por letras distintas (a y b) son significativamente diferentes (P<0,01).

Cuadro 30. El efecto del forraje y del concentrado sobre el crecimiento de terneros destetados precozmente desde los 4 hasta los 18 meses de edad.

Forraje	Aumentos de pesos (kg)					
	Concentrado					
	Ninguno		750 g/cabeza/día (período)*		Promedio	
	Aumento de peso	Aumento diario (promedio)	Aumento de peso	Aumento diario (promedio)	Aumento diario	Aumento diario (promedio)
<i>Gramínea (pradera)</i>						
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (estrella)						
Período 1	21,7	0,394ab**	27,6	0,502c	24,6	0,448a
Período 2	147,7	0,339	152,0	0,411	<u>149,8</u>	0,405
					174,4	0,410
<i>Brachiaria mutica</i> (pará)						
Período 1	11,7	0,200a	16,7	0,304	13,8	0,252
Período 2	141,0	0,381	126,3	0,341	<u>133,6</u>	0,361
					147,4	0,347
<i>Leguminosa (suministrada en el establo)</i>						
<i>Desmodium distortum</i>						
Período 1	19,0	0,345ab	27,7	0,504c	23,4	0,424a
Período 2	143,0	0,386	142,3	0,384	<u>142,6</u>	0,386
					166,0	0,390
<i>Stylosanthes guyanensis</i>						
Período 1	8,7	0,158	17,0	0,309	12,8	0,233
Período 2	137,0	0,370	147,0	0,397	<u>142,0</u>	0,384
					154,8	0,364
Promedio						
Período 1	15,1	0,274	22,2	0,404		
Período 2	142,0	0,384	141,8	0,383		

* Período 1 = 55 días (del cuarto al sexto mes de vida del ternero). Período 2 = 370 días (del sexto al décimo octavo mes de vida del ternero); todos los terneros pastorearon en praderas de pasto pará

** Las cifras de las columnas seguidas por letras, iguales no son significativamente diferentes ($P < 0,01$)

guyanensis y pasto pará, los cuales presentaron aumentos de peso 134 y 90,5 por ciento más rápidos, respectivamente, durante el Período 2 en comparación con el Período 1. Es necesario anotar que el *Stylosanthes* se picó finamente antes de suministrarlo a los terneros, lo cual evitó el

consumo selectivo y explica en parte el mal comportamiento, en términos de producción, de los terneros que recibieron esta dieta.

Los grupos que recibieron concentrado en el Período 1 obtuvieron aumentos

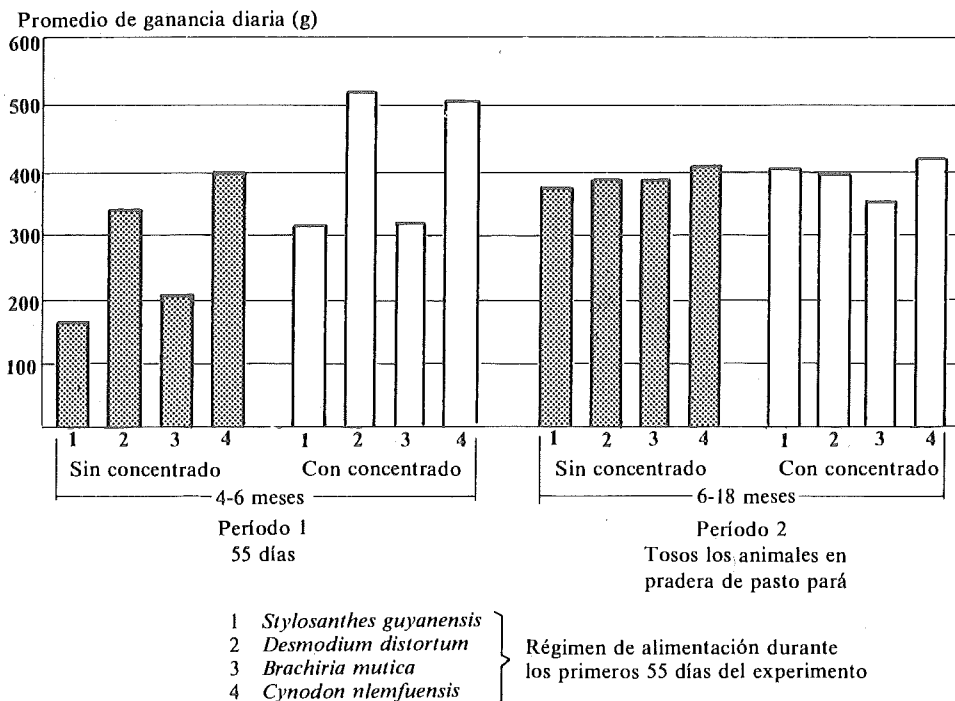


Figura 27. Efecto del tipo de forraje (con y sin concentrado) sobre el crecimiento y desarrollo de terneros destetados a temprana edad, de los 4 a los 18 meses de edad.

diarios de peso más rápidamente (promedio de 47,4 por ciento) en comparación con los que no recibieron concentrado (274 versus 404 g/día para los grupos sin concentrado y con concentrado, respectivamente). Los dos grupos que obtuvieron los aumentos de peso más rápidos, en el régimen alimenticio con concentrado en terneros que pastorearon pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) o se les suministró *Desmodium distortum*, obtuvieron ganancias de peso a una tasa más baja cuando se les permitió pastorear en praderas de pasto pará, en tanto que los dos grupos de crecimiento más lento con concentrados, obtuvieron aumentos más rápidos durante el Período 2, cuando no se les suministró concentrado.

Con base en los datos de aumentos de peso (Cuadro 31) se pone de manifiesto el hecho de que el pasto estrella, utilizado en este experimento, proporcionó el mejor

forraje. Inicialmente, los animales que pastorearon en pasto estrella obtuvieron aumentos de 8,6 por ciento más altos que el promedio del experimento, en tanto que los animales que inicialmente pastorearon en pasto pará obtuvieron aumentos 8,9 por ciento más bajos que el promedio. En virtud de una diferencia de 92,2 por ciento entre los mayores y menores aumentos en el Período 1, y una diferencia de sólo 12,1 por ciento en el Período 2, pareciera que el régimen alimenticio, durante los primeros dos meses, fue más determinante sobre la diferencia en el peso final que el régimen alimenticio durante el Período 2.

En virtud de que al final del experimento aún existe la diferencia de peso entre los grupos, ocasionada por el régimen alimenticio del Período 1, el retraso del crecimiento —debido al régimen alimenticio durante los primeros meses de vida del ternero— no será balanceado por el crecimiento com-

pensatorio logrado en praderas de pasto pará a los 18 meses de edad.

No fue posible comparar el peso final (18 meses) de estos animales con el de sus compañeros destetados normalmente en las ganaderías privadas de donde se trajeron; sin embargo, sus pesos a los 18 meses de edad son tan aceptables como los de los animales de la misma edad en el Experimento I sobre Sistemas de Hatos en Carimagua. Son necesarios futuros estudios sobre proyectos de destete precoz para establecer un régimen de manejo de las praderas y de los animales, que se pueda adaptar a un programa en regiones en las cuales se requiere el destete precoz para mejorar la reproducción, aliviando así las vacas del estrés ocasionado por la lactancia.

EVALUACION DE FORRAJES CULTIVADOS INTENSIVAMENTE

Ocasionalmente, en algunas partes del trópico se suministra a los rumiantes las partes aéreas de la planta de yuca que quedan en el campo después de cosechar las raíces. Los resultados obtenidos en un ensayo realizado en 1973 (Informe Anual del CIAT, 1973) demostraron que es posible producir grandes cantidades de materia seca (20 ton/ha/año) y proteína (4

ton/ha/año) cuando la yuca se siembra especialmente para producir forraje.

El análisis de la parte aérea de la planta (Cuadro 32) muestra que las hojas tienen un alto contenido de proteína (28 por ciento) y que la totalidad de la planta contiene aproximadamente 20 por ciento de proteína cuando se corta a intervalos de 90 días. Las hojas de alta calidad constituyen más de la mitad del peso de la planta; este hecho aumenta el potencial que tiene la yuca como cultivo forrajero.

Con el fin de evaluar la calidad del forraje de yuca en dietas para rumiantes, se inició un ensayo con 24 novillos de raza Cebú a los cuales se asignó al azar uno de los tres tratamientos que se describen en el Cuadro 33. Todos los forrajes suministrados a los novillos se cortaron y picaron frescos diariamente y se les brindó a voluntad, permitiendo un rechazo de aproximadamente el 10 por ciento. La caña de azúcar (planta entera) se cosechó en un patrón de rotación, de manera que la caña siempre tenía aproximadamente un año de edad. Todos los animales se alimentaron individualmente; cada tratamiento tuvo ocho replicaciones.

Los cangres de yuca se sembraron en caballones (1,2 metros de ancho) con un

Cuadro 31. Efecto del régimen de praderas durante los primeros 2 meses después del destete y hasta los 18 meses de edad sobre el comportamiento de los animales, medido en términos de producción *

	Pradera durante los primeros 55 días				Promedio
	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	<i>Desmodium distortum</i>	<i>Stylosanthes guyanensis</i>	<i>Brachiaria mutica</i>	
No. de animales	6	6	6	6	
Peso inicial (kg) (4 meses)	59,6	66,2	67,5	61,6	63,7
Peso al destete (kg) (9 meses)	146,7	151,7	120,7	128,0	136,8
Peso final (kg) (18 meses)	234,0	232,2	222,3	209,0	224,4
Aumento de peso (kg)	174,4	166,0	154,8	147,4	160,6
Cambio del peso promedio para el experimento (%)	+8,6	+3,4	-3,7	-8,9	

* Todos los grupos pastoreados en praderas con pasto pará, entre los 6 y los 18 meses de edad.

Cuadro 32. Análisis aproximado del forraje de yuca cortado a los 90 días. CIAT, Palmira, 1976

	Parte de la planta (%)		
	Hoja	Pecíolo	Tallo
Porcentaje de la planta total	52,0	15,0	33,0
Contenido de materia seca	29,0	18,0	15,0
Nitrógeno	4,38	1,65	1,76
Proteína (N x 6,25)	28,0	11,3	11,0
Extracto etéreo	15,3	14,3	13,0
Fibra cruda	9,0	21,9	25,2
Cenizas	8,1	8,5	7,8

espaciamiento entre planta y entre hileras de 0,3 metros, lo cual dio aproximadamente 100.000 plantas/ha. El forraje

se cortó cada 90 días a 20 centímetros de la superficie del suelo. Se hicieron siete cortes, durante un período de 18 meses, antes de que el rebrote se redujera sustancialmente. La gramínea *Desmodium distortum* se sembró en hileras espaciadas a 60 centímetros y se cortó cada 60 días. La producción se redujo marcadamente después del tercer corte debido a que la floración se presentó poco tiempo después de cada corte sucesivo.

El promedio de aumento diario, la eficiencia alimenticia y el consumo de materia seca no fueron afectados significativamente por las diferentes fuentes de proteína (Cuadro 33). Debido a un inesperado bajo consumo de yuca y de *D. distortum*, los animales del grupo 1 consumieron cantidades significativamente mayores de proteína/cabeza/día. En virtud de que el comportamiento

Cuadro 33. Comportamiento, en términos de producción, de novillos de 18 meses de edad alimentados con 3 fuentes diferentes de proteínas, más caña de azúcar recién picada, durante 112 días*.

Parametros	Tratamientos		
	Caña + 1,6 kg de torta de algodón	Caña + forraje de yuca	Caña + <i>D. distortum</i>
No. de animales	8	8	8
Peso inicial (kg)	230	241	241
Peso final (kg)	303	311	306
Promedio de aumento diario de peso, (kg)	0,657	0,621	0,584
Promedio de consumo diario de caña (kg)	3,67	4,03	3,31**
Promedio total de consumo diario (kg)	5,29	5,55	5,25
Eficiencia alimenticia	8,00	8,90	9,00
Kg de proteína/kg de aumento de peso	1,13	0,74	0,74
Proteína en el suplemento (%)	46,0	22,1	16,8
Proteína en la dieta (%)	14,0***	8,0	8,2

* Los datos sobre alimentos se presentan en base a materia seca

** Significativamente (P<0,05) menor que el tratamiento 2

*** Significativamente (P<0,01) mayor que los tratamientos 2 3.

animal (medido en términos de producción) no fue diferente entre los grupos; pareciera que los animales del grupo 1 consumieran una cantidad excesiva de proteína la cual fue utilizada ineficientemente. Los grupos 2 y 3 recibieron aproximadamente la misma cantidad de proteínas; sin embargo, el grupo 2 consumió una cantidad de caña de azúcar significativamente mayor, lo cual se reflejó en aumentos ligeramente mayores. Debido al menor consumo de proteínas, los grupos 2 y 3 fueron un 51,7 por ciento más eficientes en la conversión de la proteína en ganancias de peso.

Durante el ensayo se cosecharon aproximadamente 0,28 hectáreas de caña madura (13.250 kilogramos de materia seca), la cual proporcionó la mayor parte de la energía para el aumento de peso de 1.664 kilogramos. Al extrapolar estos datos a cifras anuales, la producción de caña sería de 47.321 kg/ha de materia seca, los cuales proporcionarían la suficiente energía para

obtener un aumento de peso de 5.423 kilogramos. En consecuencia, una hectárea de caña de azúcar bien administrada, la cual puede proporcionar el 70 por ciento de los requerimientos de materia seca, sería suficiente para alimentar aproximadamente 30 novillos para levante y engorde, bajo las condiciones de una zona cañera.

Los resultados obtenidos en este ensayo demuestran que el forraje fresco de yuca se puede suministrar favorablemente a los rumiantes y puede competir con otras fuentes de proteína vegetal. No se observaron signos de toxicidad de HCN u otros efectos adversos al suministrar a los animales yuca fresca recién cortada.

Las futuras investigaciones en esta área se deben orientar hacia la determinación de la calidad del forraje de yuca y su utilización eficiente, en diversas etapas del sistema de producción de ganado de carne.

SALUD ANIMAL

INTRODUCCION

El Grupo de Salud Animal está conformado por la Unidad de Patología Animal y la Unidad de Microbiología Animal, las cuales tienen como objetivo el desarrollo de programas de medicina preventiva para el ganado de carne, con énfasis en la interacción compleja entre las enfermedades y la nutrición. Con base en lo anterior, se continuaron los estudios sobre epidemiología de la tripanosomiasis y leptospirosis, y sobre los aspectos económicos de las enfermedades del ganado de carne.

Con el fin de complementar estos trabajos, se iniciaron estudios sobre los perfiles metabólicos del ganado Cebú. Este estudio está contribuyendo al conoci-

to del complejo patológico-nutricional denominado "secadera"

TRIPANOSOMIASIS

(*TRYPANOSOMA VIVAX*, *T. EVANSI*)

Algunos trabajos de tesis, realizados por estudiantes, dieron resultados de gran importancia; estas investigaciones se extenderán otro año con la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Centro Internacional de Medicina (ICM), la Universidad de Antioquia y el London School of Hygiene and Tropical Medicine.

La especie *T. vivax* es un agente patógeno importante transmitido por la mosca tsetse bajo las condiciones del continente africano. Durante este siglo

también se ha comprobado, en varias ocasiones, su presencia en todos los países latinoamericanos del litoral Atlántico, entre Panamá y la desembocadura del río Amazonas, en Brasil. También se ha constatado su presencia en las dos islas de las Indias Occidentales, en el mar Caribe: Guadalupe y Martinica. Sin embargo, las referencias que se encuentran en la literatura no guardan conexión; además, la ausencia de un medio serológico para su diagnóstico ha retardado las investigaciones en diversas áreas básicas como son: la confirmación de que el tripanosoma es idéntico a la especie *T. vivax* transmitida por la mosca tsetse de Africa; la determinación de la verdadera distribución geográfica de la infección en América; la definición de la prevalencia e incidencia dentro de su distribución geográfica; la identificación de las formas de transmisión en América, en ausencia de la mosca tsetse; la investigación de la posibilidad de un ciclo selvático de transmisión, y la estimación de la importancia económica de la infección.

En 1973, un becario de la Unidad de Patología Animal del CIAT estableció una prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes PIAF para confirmar la presencia del parásito. Durante 1976, otro estudiante hizo algunas modificaciones a esta técnica y aplicó dicha prueba a las condiciones del Valle del Cauca en Colombia, en donde se presentan casos clínicos asociados con los tripanosomas. Se concluyó que la infección es endémica en la totalidad del Valle, hecho que anteriormente no se conocía. No se determinó cuál es el medio de transmisión pero se establecieron las características del vector. Se demostró que los aspectos clínicos de la enfermedad tienen un importante impacto económico para los ganaderos individuales. Se observaron condiciones similares a las que se presentan en Africa con la mosca tsetse. Sin embargo, existe bastante confusión en relación con el diagnóstico de la tripanosomiasis, anaplasmosis y babesiosis.

Estos resultados brindaron la base para realizar una amplia investigación. Se preparó un lisado a partir de un aislamiento colombiano el cual se envió al London School of Hygiene and Tropical Medicine para hacer el análisis de sus patrones enzimáticos y para compararlo con los aislamientos procedentes de Africa. Los resultados obtenidos de pruebas serológicas, realizadas en 197 fincas de ocho departamentos de Colombia, indicaron la posibilidad de que el tripanosoma sea endémico en todas las regiones tropicales de Colombia en donde existe la industria ganadera. También, se obtuvieron muestras de suero de Brasil, Ecuador, El Salvador y Paraguay, y se espera recibir muestras de Costa Rica, Panamá y Perú. Estas muestras se utilizarán para investigar la posibilidad de una distribución geográfica más amplia de la que ya se conoce hasta el momento. Sin embargo, la interpretación de estos resultados requiere su confirmación mediante la prueba PIAF bajo condiciones de campo. Se comprobó que no hay posibilidad de fluorescencia cruzada que confunda la presencia de anaplasmosis, babesiosis o de *T. evansi*, pero, *T. theileri* y toxoplasmosis deben llegar hasta su comprobación final como causas potenciales de diagnóstico errado. La utilización de esta prueba, bajo las condiciones de Colombia, pareciera ser confiable para el diagnóstico de *T. vivax* a nivel de hato.

El Centro Internacional de Medicina de Cali está colaborando en la búsqueda de un vector y en la preparación de una lista de artrópodos que atacan al ganado en fincas en las cuales ocurre la transmisión de esta enfermedad.

Aun cuando *T. evansi* no es un patógeno importante para el ganado en América del Sur, las epidemias de esta enfermedad en equinos puede obstaculizar severamente el manejo del ganado bovino en las fincas. Se consideraba anteriormente que la epidemiología de la infección sólo incluía animales domésticos. Las evidencias

obtenidas en 1975 indican que la capibara o chiguiri (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es un roedor salvaje de los Llanos de Colombia que aloja a los tripanosomas. En 1976, un becario del CIAT demostró que, mediante el uso de una técnica de reproducción asexual y una prueba de aglutinación en tarjeta, los aislamientos obtenidos de perros, caballos y capibaras en la misma localidad, eran antihigiénicamente similares.

LEPTOSPIROSIS

Algunos trabajos hechos anteriormente (Informe Anual del CIAT, 1975) mostraron que el 63,5 por ciento de los animales en los Llanos Orientales de Colombia presentaban reacciones serológicas positivas a diversas especies de *Leptospira*. Los tipos más prevalentes fueron *L. hardjo* y *L. sejroe*; *L. hardjo* produjo un mayor número de reacciones fuertes (1:400 o más).

Con el fin de ampliar estos estudios se seleccionó un hato de una de las fincas que estaba bajo observación, debido a sus elevadas tasas de aborto y a la alta prevalencia de la leptospirosis. El hato está formado por 100 vacas reproductoras y siete toros que pastorean en 400 hectáreas de sabana nativa, con suplemento de sal y harina de hueso. La finca está situada a 65 kilómetros de Puerto López, en la carretera que conduce a Puerto Gaitán, en el departamento del Meta.

El principal objetivo de este estudio fue el de obtener más conocimientos acerca de la patogénesis, epidemiología y efecto sobre la productividad de varios tipos de *Leptospira* y a la vez, desarrollar un método práctico de medicina preventiva.

En la prueba inicial para comprobar infecciones de *Leptospira* se encontró un 70,5 por ciento de reactores de uno o más serotipos. El suero se examinó para comprobar la presencia de 15 serotipos diferentes que se presentan en el ganado; las especies más prevalentes fueron *L.*

hardjo y *L. sejroe*. Las mayores titulaciones (reacciones más fuertes) fueron de *L. hardjo*. Se hicieron dos muestreos adicionales de suero y se examinaron mediante la prueba de aglutinación al microscopio (PAM), con cepas estándar obtenidas en el Centro Panamericano de Zoonosis, de Buenos Aires. El Cuadro 34 presenta el número de

Cuadro 34. Vacas del hato experimental en los Llanos, que registraron abortos durante un período de 10 meses, y sus titulaciones a *Leptospira hardjo*.

Vacas (no.)	Abortos (no.)	Titulación a <i>L. hardjo</i>
1	1	200
2	1	800
3	2	100
4	1	50
5	2	50
6	2	50
7	1	0*
8	1	50
9	2	1.600
10	2	100
11	2	100
12	1	400
13	1	100
14	1	100
15	1	50
16	1	400
17	1	200
18	1	0*
19	2	200
20	1	200
21	1	1.600
22	1	200
23	1	1.600
24	1	0*
25	1	100
26	2	400
27	1	800
28	1	100
29	1	0*
30	1	800

* Cuatro vacas en las cuales no se encontraron anticuerpos en la sangre.

animales de este hato con reacciones a *L. hardjo* en comparación con el número de abortos constatados en cada animal. Los anticuerpos de *L. hardjo* se utilizan como indicadores para rastrear* a patógenos de la infección, en virtud de que este serotipo se cita en la literatura como el más patogénico para el ganado, en regiones del mundo similares a los Llanos Orientales de Colombia.

Se hizo la necropsia a seis animales con altas titulaciones serológicas (1:800) de *L. hardjo*. Todos los animales presentaron lesiones visibles en los riñones, caracterizadas por áreas necróticas en el cortex, y en los lóbulos atrofiados de los riñones. Cuando se observaron en el microscopio, las lesiones mostraron una nefritis crónica intersticial compatible con la leptospirosis. Se aisló una cepa de *Leptospira* de estas vacas y la bacteria aislada está en proceso de clasificación y tipificación.

Las pruebas de funcionamiento del riñón pueden proporcionar un medio para determinar la evolución de la enfermedad. Se utilizaron cuatro pruebas clínico-patológicas. Ocho vacas del hato de ensayo, las cuales presentaron altas titulaciones de *Leptospira*, fueron

* Se ha dado a la palabra "rastrear" un significado equivalente a "trace" o "monitor" en inglés. N. del E.

sometidas a prueba para determinar la gravedad específica y pH de la orina, y nivel de creatinina en el suero sanguíneo. Los resultados se compararon con los obtenidos en vacas con bajas titulaciones. Los promedios que se presentan en el Cuadro 35 muestran una menor gravedad específica en las vacas infectadas. En este caso, el riñón no puede concentrar la orina suficientemente, y en consecuencia, la gravedad específica se reduce. El nivel de creatinina es otro parámetro que también se utiliza para medir el funcionamiento de los riñones; aumenta, cuando se deteriora el funcionamiento del riñón. La determinación del nivel de creatinina en el suero sanguíneo parece ser una prueba confiable de diagnóstico, debido a que no se afecta por el catabolismo de la proteína de la dieta o por el ejercicio. El grupo de animales con altas titulaciones de *Leptospira*, presentó valores ligeramente altos de creatinina en el suero.

A pesar de que el hato está activamente infectado con *Leptospira* (21 animales presentan titulaciones de *L. hardjo* de 1:400 o más), no todos los animales con titulaciones dignificativas presentaron abortos en los últimos 10 meses (Cuadro 34). Es más, se registraron abortos en vacas que no tienen anticuerpos de *Leptospira* que se puedan comprobar. Esto podría significar que los animales infectados con *Leptospira* no siempre abortan y que también se presentan en el hato abortos

Cuadro 35. Comparación de parámetros en el suero sanguíneo y orina, de vacas del hato experimental en los Llanos, con diferentes titulaciones de *Leptospira*.

	Vacas (no.)	Promedio de titulaciones de <i>L. hardjo</i>	Orina*		Creatinina en el suero sanguíneo**
			Gravedad específica	pH	
Animales con altas titulaciones	8	800	1.008	6,28	2,36
Animales con bajas titulaciones	8	50	1.019	6,42	2,00

* Promedio de 3 muestras (días consecutivos)

** Promedio de 2 muestras tomadas con 10 semanas de diferencia.

debido a otras causas desconocidas. Valdría la pena investigar la interacción existente entre la nutrición y las afecciones patológicas bajo tales circunstancias. Los perfiles metabólicos (los cuales se discuten más adelante en esta sección), pueden ser útiles para este propósito.

Sería útil conocer el patrón de transmisión de la leptospirosis para diseñar una medida de medicina preventiva para su control. Los roedores salvajes alojan, comunmente, organismos de *Leptospira*. Se capturaron 80 roedores salvajes en un bosque al cual tiene acceso el hato experimental de 100 vacas y se hicieron cuatro aislamientos de *Leptospira*, mediante cultivos de tejidos del riñón. Se hicieron tres aislamientos de *Leptospira*, encontrados en *Proechymis* sp. (rata espinosa), que se clasificaron como *L. australis** y uno en *Caluromys philander*, que se clasificó como *L. tarassovi*. El ganado de esta finca presenta reacciones serológicas significativas a *L. hardjo* y *L. sejroe*. En consecuencia, si los animales salvajes no son diseminadores o portadores de las mismas especies de *Leptospira* que afectan al ganado bajo las condiciones de las sabanas bajas, probablemente la bacteria se perpetúa a través del ganado portador. Esta hipótesis abre la posibilidad de controlar la diseminación de la infección mediante el tratamiento de los animales portadores. Además, si la leptospirosis es la causa principal de los abortos, la productividad se podría aumentar reduciendo la tasa de infección de la enfermedad. En este hato, se están ensayando dos medidas de medicina preventiva para su aplicación inmediata. A los animales del hato se les asignó uno de los siguientes grupos de tratamiento: a) un grupo de 35 vacas es tratado con antibióticos; b) un grupo de 35 vacas es vacunado con tipos específicos; y c) un grupo testigo de 30 vacas no recibió tratamiento.

* El Centro de Zoonosis de Buenos Aires confirmó estas clasificaciones.

El primer grupo se trató con estreptomycinina para reducir la excreción de organismos de *Leptospira* a través de la orina de los animales portadores reduciendo así el peligro de contagio; se aplicaron dos dosis con un intervalo de 12 semanas. La aplicación de la segunda dosis se programó para fines del año 1976.

El segundo grupo de animales se trató con una vacuna comercial que contiene los tipos *L. pomona*, *L. hardjo* y *L. grippotyphosa*. No existen vacunas comerciales que incluyan las especies de *Leptospira* que prevalecen en las sabanas tropicales.

El haber logrado aislar *Leptospira* del ganado afectado indica la posibilidad de producir infecciones experimentales y de adelantar un estudio más detallado sobre la patogénesis, patogenicidad y evolución de la enfermedad, bajo condiciones controladas.

FIEBRE AFTOSA

Aspectos económicos de su control

Se continuaron los estudios sobre el impacto económico de la fiebre aftosa en el ganado de carne. Se inició un proyecto en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), con el fin de obtener datos de campo confiables que se puedan utilizar para medir el impacto económico de la fiebre aftosa y los beneficios de la inversión en su control. La metodología desarrollada en colaboración con el grupo de Economía del CIAT, utilizará los datos colectados para dar orientación a las instituciones nacionales en planeación de futuras estrategias de control. Los datos se están colectando en una zona de la región de Urabá, departamento de Antioquia, Colombia; también, se diseñó una encuesta para una región del departamento de Córdoba (Sección de Economía en este capítulo).

En las sabanas de tierras bajas tropicales de América Latina, se están haciendo esfuerzos para aumentar la producción de carne con un costo mínimo. Sin embargo, algunas de las tecnologías mejoradas y de las nuevas prácticas de manejo ayudan a limitar aún más la producción, y pueden introducir factores "escondidos" que ponen en peligro la salud metabólica de los animales, agravando el efecto general de debilitamiento ocasionado por agentes nocivos que no siempre son de mucha importancia cuando la nutrición es adecuada. Se espera que el estudio de los perfiles metabólicos sea una herramienta valiosa para rastrear el estado de salud de los animales a nivel de hato, como también para predecir y diagnosticar la naturaleza de los problemas existentes.

Los perfiles metabólicos rastrean o determinan la eficiencia de la ración alimenticia para efectos de obtener una buena producción y se basan en la evaluación de parámetros clínicos sanguíneos. La esencia conceptual del método radica en el hecho de que el desequilibrio entre el consumo y la producción se refleja en concentraciones anormales de metabolitos claves en la sangre, lo cual conduce a un desequilibrio fisiológico y a una condición de enfermedad. La prueba del perfil metabólico (PPM)* utiliza los parámetros clínicos sanguíneos en un sistema analítico combinado, basado en la identificación de las anomalías patológicas en las desviaciones estadísticas de la media de la población.

El Experimento I sobre Sistemas de Hatos que se llevó a cabo en Carimagua, brindó oportunidad para ensayar el método en ganado de carne. Bajo este concepto, la PPM se está utilizando en vacas reproductoras de raza Cebú para seguir el desarrollo de situaciones patológicas críticas que surgen de diversas

prácticas de manejo y de suministro de insumos para producir carne.

Debido al diseño original del experimento, no fue posible medir simultáneamente los efectos de la suplementación mineral y de la calidad de la pradera sobre los perfiles metabólicos. Para superar esta dificultad y para los propósitos del análisis estadístico, los hatos se dividieron en dos grupos principales. El grupo 1 comprende cuatro hatos que pastorean en pastos naturales (identificados con los números 2, 3, 4, 5) con los cuales se midió el efecto de la suplementación mineral. El grupo 2 comprende seis hatos con suplementación mineral (4, 5, 6, 7, 8, 9) los cuales midieron el efecto de la calidad de la pradera. También se tomaron en cuenta los efectos del estado de lactancia entre y dentro de los grupos. El hato 1 tiene el sistema convencional de manejo y sirve como testigo negativo. El comportamiento del ganado bajo condiciones naturales medido en términos de la producción y la reproducción, se tomó —en el diseño original del Experimento I sobre Sistemas de Hatos— como base para medir el efecto de las prácticas mejoradas de manejo utilizadas en los otros hatos. Se está analizando el efecto del estado reproductivo de las vacas sobre los parámetros sanguíneos y sobre peso y los aumentos de peso. En el modelo de ensayo se incluyen cuatro estados reproductivos de las vacas: a) en lactancia y preñadas; b) secas y preñadas; c) en lactancia y sin preñar, y d) secas y sin preñar. En el capítulo sobre Biometría de este Informe Anual, se presentan más detalles del diseño experimental de los perfiles metabólicos en el Experimento I sobre Sistemas de Hatos.

Como ejemplo del mecanismo analítico del ensayo, se presentan en el Cuadro 36 los valores medios comparativos para los perfiles metabólicos, peso y aumento de peso, en diferentes praderas y bajo tratamiento con minerales. Los muestreos se hicieron en junio y agosto de 1976.

En ambos meses, el tipo de pradera

* Payne y otros. Compton (1970).

Cuadro 36. Valores medios, comparativos de los perfiles metabólicos, peso y aumentos de peso bajo diferentes variables, independientes de la distribución del hato. Experimento I sobre sistemas de Hatos en Carimagua (junio-agosto, 1976).

Tratamiento	Hato	Mes 1976	No. de vacas	Parámetros sanguíneos														Aumento de peso (kg)
				Hemato-crito (%)	Glucosa (mg/100 ml)	Urea (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Ca (mg/100 ml)	Mg (mg/ml)	Na (meq/litro)	K (meq/litro)	Proteína total (g/100 ml)	Albumina (g/100 ml)	Globulina (g/100 ml)	Hemoglobina (g/100 ml)	Peso (kg)		
Ternero	1	Junio	26	37,42	67,18	29,12	3,26	10,62	2,48	137,01	5,73	7,99	2,64	5,35	14,17	324,08	10,92	
		Agosto	26	43,15	76,73	29,38	2,92	10,78	2,26	140,13	5,63	8,45	2,48	5,97	14,58	311,65	-12,42	
Minerales (grupo 1)	2,3	Junio	63	34,16	93,11	36,51	3,93	10,34	2,14	150,63	6,34	7,40	2,66	4,74	14,53	322,03	19,35	
		Agosto	63	42,35	77,37	28,33	2,08	10,57	2,16	137,66	5,61	8,14	2,60	5,55	15,59	311,62	-9,38	
Sal + minerales	4,5	Junio	64	32,68	59,38	30,95	4,53	9,50	2,25	147,98	6,54	7,65	2,75	4,91	13,45	338,33	20,53	
		Agosto	64	41,41	81,18	19,84	4,51	10,91	2,41	141,07	5,21	8,39	2,52	5,86	14,11	334,39	-2,25	
Pradera (grupo 2)*	4,5	Junio	64	32,68	59,38	30,95	4,53	9,50	2,25	147,98	6,54	7,65	2,75	4,91	13,45	338,33	20,53	
		Agosto	64	41,41	81,18	19,84	4,51	10,91	2,41	141,07	5,21	8,39	2,52	5,86	14,11	334,39	-2,25	
Pasto natural + pasto gordura	6,7	Junio	68	34,59	67,00	34,46	4,68	9,48	1,98	148,36	5,99	7,80	2,67	5,12	13,43	337,44	31,38	
		Agosto	67	43,24	77,39	14,68	5,41	10,38	2,24	146,29	5,55	8,19	2,57	5,64	14,63	337,87	-0,25	
Pasto gordura	8,9	Junio	61	32,13	48,79	29,40	6,34	9,64	1,76	151,71	6,05	6,96	2,46	4,45	13,33	312,36	23,44	
		Agosto	61	42,95	68,03	12,63	5,55	11,15	2,38	141,06	5,42	8,00	2,41	5,59	14,47	308,15	-4,21	
Suplementación (cañón seco)**																		
Ninguna	3,5,6,8	Junio	126	32,89	64,96	34,07	4,66	9,69	2,09	149,93	6,42	7,48	2,66	4,82	13,61	321,73	19,00	
		Agosto	126	42,03	73,24	17,73	4,16	10,53	2,35	136,91	5,39	8,01	2,50	5,50	14,42	312,76	-8,15	
Urea + melaza	2,4,7,9	Junio	130	33,92	69,32	31,72	5,03	9,78	1,97	149,35	6,04	7,43	2,22	4,80	13,74	333,86	20,65	
		Agosto	129	42,29	78,18	19,95	4,62	10,95	2,24	146,13	5,49	8,34	2,54	5,80	14,96	333,78	-19,10	
Destete	2 - 9	Junio	219	33,36	67,29	33,12	4,86	9,72	2,03	150,25	6,27	7,43	2,63	4,79	13,67	324,55	24,41	
		Agosto	217	42,38	76,39	19,30	4,42	10,75	2,30	141,83	5,47	8,18	2,54	5,63	14,68	321,38	-2,50	
Precoz	2 - 9	Junio	37	33,78	66,54	31,46	4,82	9,85	2,05	145,73	5,98	7,64	2,66	4,97	13,73	347,68	20,30	
		Agosto	38	43,18	74,42	16,35	4,38	10,73	2,28	140,34	5,33	8,23	2,43	5,80	14,83	332,82	-12,26	

* DMS entre los valores medios a niveles de 0,01 y 0,05
 ** Desde diciembre, 1975 hasta marzo, 1976

afectó diversos parámetros sanguíneos. Se determinaron diferencias significativas en el hematocrito en los niveles de glucosa, urea, fósforo, albúmina y hemoglobina.

En junio, los valores medios de hematocrito, glucosa y urea fueron significativamente más altos en los hatos que pastorearon praderas de pastos naturales + pasto gordura (números 6, 7), en comparación con los que sólo pastorearon praderas nativas (4,5) ($P < 0,01$) y pasto gordura (8,9) ($P < 0,01$). En contraste, para el mismo mes, los valores medios de fósforo en el suero sanguíneo fueron superiores en los animales que pastorearon praderas de pasto gordura, en comparación con los que pastorearon pastos naturales + pasto gordura ($P < 0,01$) y pasto natural sólo ($P < 0,01$). Los niveles de albúmina para el mismo mes fueron más altos en los animales que pastorearon praderas de pastos naturales y pastos naturales + pasto gordura, en comparación con los que sólo pastorearon pasto gordura ($P < 0,01$). En términos generales, este parámetro siguió la misma tendencia de la urea, con la cual se relaciona cercanamente en virtud de que ambos reflejan el consumo de proteínas.

En agosto, que es un mes muy seco en los Llanos, los niveles medios de urea y albúmina en el suero sanguíneo fueron significativamente más altos ($P < 0,01$) en los hatos que pastorearon praderas de pastos naturales (4,5), en comparación con los de pasto gordura (8,9). Para el mismo mes, los valores de hematocrito y de hemoglobina fueron más altos ($P < 0,01$ y $P < 0,05$, respectivamente) en el ganado que pastoreó pastos naturales + pasto gordura (6,7), en comparación con los animales que sólo pastorearon praderas nativas. Los niveles medios de glucosa, los cuales posiblemente siguen la misma tendencia de la urea y albúmina, fueron más altos en los animales que pastorearon praderas nativas con pasto gordura, en comparación con el ganado que sólo pastoreó praderas de pasto gordura ($P < 0,01$). Los niveles medios

de fósforo en el suero sanguíneo, siguieron siendo más altos ($P < 0,01$) en aquellos animales que pastorearon praderas de pasto gordura (8,9), en comparación con los de las praderas nativas.

El Cuadro 36 presenta el efecto de la suplementación mineral sobre los perfiles metabólicos de los hatos que pastorearon sabanas nativas. En junio, los valores medios de hematocrito, glucosa, urea, calcio y hemoglobina, fueron más altos ($P < 0,01$) en los hatos 2 y 3 sin suplemento, en comparación con los hatos 4 y 5 que recibieron suplementación mineral. Sin embargo, los valores medios de fósforo fueron más altos ($P < 0,01$) en los hatos 4 y 5 que recibieron suplemento, en comparación con los hatos 2 y 3 que no recibieron minerales.

En agosto, los niveles medios de urea, potasio y hemoglobina fueron más altos ($P < 0,01$) en los hatos 2 y 3 sin minerales, en comparación con los hatos 4 y 5 con suplemento mineral. Al igual que en junio, los niveles medios de fósforo fueron más altos ($P < 0,01$) en los hatos 4 y 5 con minerales. Los niveles de magnesio y globulinas también tuvieron valores medios más altos ($P < 0,01$) en los hatos 4 y 5, en comparación con los hatos 2 y 3. La interpretación de estos resultados preliminares se debe hacer cuidadosamente, puesto que se requieren muchos más estimativos. Es muy importante disponer de datos anuales que reflejen los cambios estacionales de la calidad y cantidad de forraje.

Como se indicó el año pasado (Informe Anual del CIAT, 1975), la condición conocida como "secadera" es un problema muy importante que se presenta en las sabanas de tierras bajas tropicales de Colombia y posiblemente, en regiones similares productoras de ganado de carne en otros países de América Latina. De las 37 fincas incluidas en la encuesta hecha el año pasado en los Llanos, 13 (35 por ciento) informaron que en ellas existía esta condición. La opinión que comparten los

médicos veterinarios que trabajan en los Llanos, es que el estrés nutricional, en los animales portadores de anaplasmosis, ocasiona el recrudecimiento de la infección clínica. Otras infecciones y enfermedades parasitarias, como la leptospirosis, tripanosomiasis y babesiosis, también se han involucrado como factores que contribuyen al complejo. La mayoría de los casos de secadera se presenta en vacas de 3 a 11 años de edad, con un promedio de 5,5 años. Los animales afectados caminan con dificultad, sufren de ataxia y anemia severa y frecuentemente mueren por inanición.

La desnutrición es un problema muy difundido en el ganado de las sabanas álicas tropicales de Colombia y de otros países debido al bajo valor nutricional de los pastos naturales, especialmente, durante la estación seca. Los animales con un bajo nivel de nutrición presentan constantemente un equilibrio metabólico delicado. Este equilibrio se trastorna fácilmente por cambios en el consumo de nutrimentos y en la producción. En los Llanos, el estrés ocasionado por el parto y la lactancia es de tal magnitud (como se ha observado repetidamente en las vacas del experimento sobre Sistemas de Hatos), que el equilibrio metabólico de los animales se trastorna totalmente, si no se les suministra un insumo nutricional adecuado, antes y después del parto. Los animales entran en un estado de desequilibrio el cual, eventualmente puede conducir a la secadera.

Los datos obtenidos hasta la fecha mediante la aplicación de la PPM al Experimento I sobre Sistemas de Hatos, apoyan la hipótesis de que la condición es ocasionada por la desnutrición y que frecuentemente conduce a la inanición y muerte de los animales.

Si, como se cree, la secadera en los Llanos se debe a un bajo nivel nutricional y al estrés ocasionado por la lactancia en las vacas, la tasa de nacimientos de las vacas Cebú de la región es importante para

entender mejor este complejo. Si las tasas anuales de nacimientos en los Llanos oscilan entre 42 y 52 por ciento se puede deducir que las hembras en edad de reproducción no estarán en cualquier momento sujetas al estrés de la preñez o al estrés de la lactancia. Esta debe ser la explicación que se puede aplicar a los informes de casos de secadera que aparecen entre grupos de vacas, aparentemente sanas, todas bajo el mismo régimen de manejo.

LA ANAPLASMOSIS Y LA BABESIOSIS: DOS ENFERMEDADES MUY IMPORTANTES DE LA GANADERIA TROPICAL.

De noviembre de 1975 a noviembre de 1976, el programa de trabajo del Grupo de la Universidad de Texas A&M radicado en CIAT y financiado por la Agencia Estaounidense para el Desarrollo Internacional, se orientó hacia el diseño de medios más eficientes y económicos para controlar las enfermedades del ganado, ocasionadas por hemoparásitos en el trópico. Las actividades de investigación se concentraron en los siguientes puntos: a) desarrollo de un método de diagnóstico más práctico; b) epizootiología de las enfermedades ocasionadas por hemoparásitos; c) evaluación de sistemas de inmunización para el control de la anaplasmosis y babesiosis, y d) adiestramiento.

Desarrollo de un método para diagnosticar infecciones de babesia

Se desarrolló una prueba rápida de aglutinación de latex (RAL) para diagnosticar infecciones con *Babesia argentina*. A pesar de que la prueba de fijación del complemento (FC) y la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (PIAF) se utilizan rutinariamente como pruebas de diagnóstico de infecciones de *Babesia* en el ganado, es necesario desarrollar una prueba más rápida y confiable para comprobar la presencia de estas infecciones.

La prueba de aglutinación, la cual utiliza partículas de latex (0,82 micrones de diámetro) sensibilizadas con antígenos de *B. argentina*, probó ser un método efectivo para diagnosticar *B. argentina* en infecciones naturales y artificiales. En la Figura 28 se ilustran las reacciones visuales de la prueba.

En las infecciones experimentales de *B. argentina*, las primeras reacciones observadas de aglutinación positiva coincidieron con la aparición de parasitemias. Se observaron reacciones positivas en suero que se había almacenado durante 18 meses y al cual se le conocía su reacción positiva. Los animales con infecciones naturales de *B. argentina*, que se determinaron mediante el frotis sanguíneo y con la prueba PIAF y la prueba FC, también presentaron reacciones a la prueba RAL.

Se comprobó la presencia de anticuerpos a *Babesia* en muestras de sangre seca, al ser éstas sometidas a la prueba PIAF. Se confirmó que el secamiento de la sangre en papel de filtro se puede utilizar como fuente de anticuerpos a la infección de *Babesia* en el ganado. Se observó buena correlación entre la titulación de anticuerpos de muestras duplicadas de suero y de sangre seca tomada de animales infectados con *Babesia*. La utilización de muestras de sangre seca para la prueba PIAF es más practica y económica, que la utilización de

muestras de suero para diagnosticar la babesiosis bovina bajo condiciones de campo en el trópico.

La prueba FC y la PIAF se utilizaron para determinar la respuesta de los anticuerpos de *Babesia* en terneros, antes y después de la ingestión de calostro de vacas inmunes a la babesiosis, en comparación con la respuesta de los anticuerpos de terneros artificialmente infectados con *Babesia*. La habilidad de FC y PIAF para encontrar anticuerpos en el calostro, fue muy similar. Durante la primera semana de vida, las titulaciones serológicas fueron positivas para *B. bigemina* y *B. argentina* y persistieron hasta 20 semanas. Se considera que la protección de los terneros contra la babesiosis clínica, se debe a los anticuerpos presentes en el calostro de vacas inmunes.

Epizootiología

Durante el año, se obtuvieron datos adicionales acerca de la prevalencia de la anaplasmosis y babesiosis entre los hatos de ganado de carne y de leche en el Valle del Cauca de Colombia. Estos datos, junto con los resultados de estudios epizootiológicos anteriores realizados en la región de la costa norte y en los Llanos Orientales de Colombia, se presentan en el Cuadro 37. La alta prevalencia de reactivos indica que la anaplasmosis y la babesiosis son

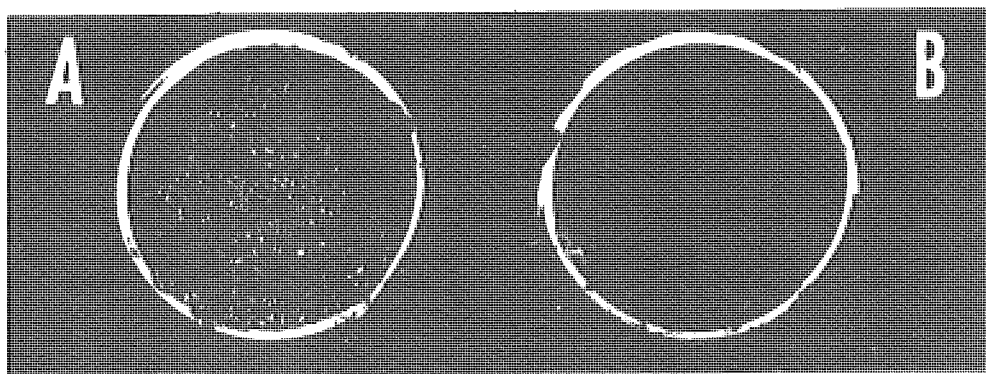


Figura 28. Patrón de aglutinación observado en la prueba rápida de aglutinación de látex para diagnóstico de la infección con *Babesia argentina*. (A) Reacción positiva con suero de un animal infectado con *B. argentina* y (B) reacción negativa con suero de un animal no infectado.

Cuadro 37. Prevalencia y rango de reactivos de Anaplasma y Babesia en Colombia, expresado en porcentaje.

Regiones	Especies		
	<i>A. marginale</i>	<i>B. bigemina</i>	<i>B. argentina</i>
Costa del Caribe	93 (63-100)	77 (56-90)	ND*
Llanos Orientales	72 (18-91)	59 (38-92)	12 (0-43)
Valle del Cauca (ganado lechero)	62 (16-98)	60 (24-94)	44 (12-69)
Valle del Cauca (ganado de carne)	63 (0-89)	23 (0-58)	26 (0-75)
Total	72 (0-100)	55 (0-90)	19 (0-75)

* No disponible.

endémicas en las principales áreas productoras de ganado de carne de la costa norte y Llanos Orientales, como también en el Valle del Cauca. El amplio rango de reactivos entre los hatos de estas áreas endémicas, indica que existe una gran población de ganado nativo no infectado y en consecuencia, susceptible, esta indicación comprueba la afirmación hecha por algunos ganaderos de que la anaplasmosis y en menor grado, la babesiosis, están entre las principales enfermedades del ganado en estas regiones.

Inmunización contra anaplasmosis y babesiosis

El procedimiento de inmunización, aplicando la dosis mínima infectiva, se evaluó el año pasado utilizando estabilizados almacenados en una cuba con hielo seco a -60°C . Con base en la observación de que los organismos pierden su viabilidad después de ocho meses de almacenamiento, se prepararon nuevos estabilizados y se almacenaron en nitrógeno líquido a -196°C . Los estabilizados se titularon con diferentes diluciones, dosis y forma de inoculación, con el fin de encontrar el método más práctico para su utilización bajo condiciones de campo.

Se sometió a prueba la infectividad de diluciones seriadas (con concentraciones que variaban de 10 a 10 unidades) de estabilizados de *Anaplasma marginale*.

Programa de Ganado de Carne

Todas las diluciones fueron infectivas al inyectarlas por vía intravenosa (IV) y subcutánea (SC), con excepción de la dilución 10^{-3} al administrarla por vía SC. Se observó una correlación directa entre la cantidad de inóculo y la respuesta de los anticuerpos, pero las reacciones clínicas se observaron con mayor frecuencia cuando se utilizaron las mayores diluciones. Con el fin de encontrar un método práctico, se escogió la dilución 10^{-2} administrada por vía SC, para la inmunización de los animales en fincas comerciales.

Los estabilizados de *Babesia* se utilizaron sin diluir y con diluciones de 10 partes hasta 10^{-2} . La dilución 10^{-2} sólo fue infectiva para el estabilizado de *B. argentina*. Las inoculaciones de los estabilizados por vía SC no dieron resultados consistentes para el caso de ambas especies de *Babesia*. Las diluciones 10^{-1} , administradas por vía IV, dieron respuestas más uniformes sin que se presentaran reacciones clínicas severas y fueron adoptadas para inmunizar a los animales en fincas comerciales. En el Cuadro 38 se presentan las respuestas hematológicas y serológicas de las diluciones actualmente utilizadas en el campo.

Intentos para atenuar la infectividad de *Babesia argentina*

Debido a que algunos de los animales utilizados en anteriores experimentos de

Cuadro 38. Media de los resultados de la respuesta hematológica y serológica de la titulación de estabilizados que se han almacenado en nitrógeno líquido.

Organismos*	Dilución	Dosis/ forma de aplicación **	Animales infectados/ totales utilizados	Incubación de parasitemia (días)	Máximos valores de parasitemia	Máxima titulación FC	Disminución del hematocrito	Animales tratados (no.)
<i>Anaplasma marginale</i>	10 ⁻²	2cc/S.C.	10/10	28	2,5	1/80	-9%	6/10
<i>Babesia bigemina</i>	10 ⁻¹	2cc/IV	10/10	7	0,9	1/40	-7%	2/10
<i>Babesia argentina</i>	10 ⁻¹	2cc/IV	6/6	15	0,01	1/20	-4%	1/6

* El estabilizado de *A. marginale* contenía 1,2 x 10⁶ organismos/ml. El estabilizado de *B. bigemina* contenía 2 x 10⁶ organismos/ml. El estabilizado de *B. argentina* contenía 4 x 10⁶ organismos/ml.

**SC = subcutánea; IV = intravenosa.

campo sufrieron reacciones severas por infección de *B. argentina*, se hicieron intentos para atenuar la patogenicidad del aislamiento existente mediante el método descrito por Callow y Mellors, en Australia. Con este propósito, se utilizan 12 terneros esplenectomizados. Se utilizó un grupo de 10 terneros para evaluar la vacuna, en comparación con una vacuna no atenuada. Después de su exposición a las condiciones de campo, se encontró que todos los animales presentaban resistencia a la infección natural transmitida por garrapatas de la especie *Boophilus microplus*.

Se inmunizaron en el campo diversos grupos de terneros con esta cepa obtenida por inoculación seriada de terneros esplenectomizados. Ninguno de los terneros requirió un tratamiento específico. La información obtenida hasta el momento indica que hubo cierto grado de alteración. Es necesario hacer más evaluaciones bajo

condiciones de laboratorio y de campo, antes de considerar esta cepa como atenuada.

Programa de inmunización en el campo

En ocho fincas comerciales de ganado lechero y ganado de carne, localizadas en el Valle del Cauca, se está evaluando la factibilidad y economía del sistema de inmunización contra la anaplasmosis y babesiosis, basado en el procedimiento de la dosis mínima infectiva. Hasta el momento, se han incluido en el experimento 285 terneros; la mitad recibió vacuna y la otra mitad se utilizó como testigo. Después de la vacunación de los animales se hicieron muestreos de sangre y mediciones de peso en cada grupo, con el fin de determinar la respuesta a la vacunación bajo condiciones de campo. La evaluación del programa de inmunización aún se lleva a cabo en siete fincas. En las Figuras 29 y 30 se presentan

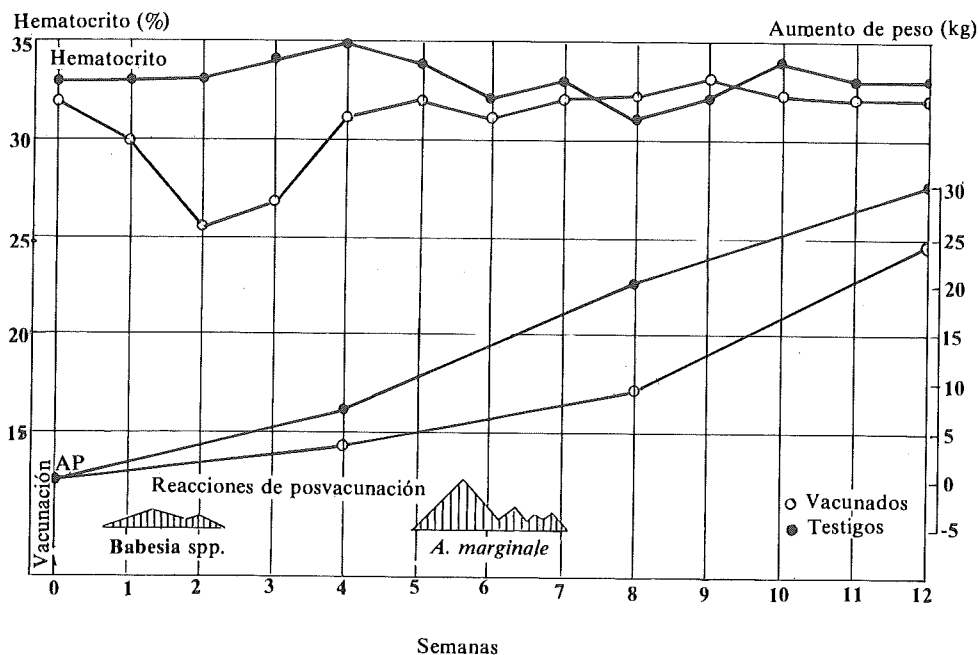


Figura 29. Efecto de la vacunación contra *A. marginale* y *Babesia* spp. y sus relaciones con el nivel de hematocrito y los aumentos de peso (AP) en 16 terneros, antes de ser expuestos a condiciones de campo (finca San Julián).

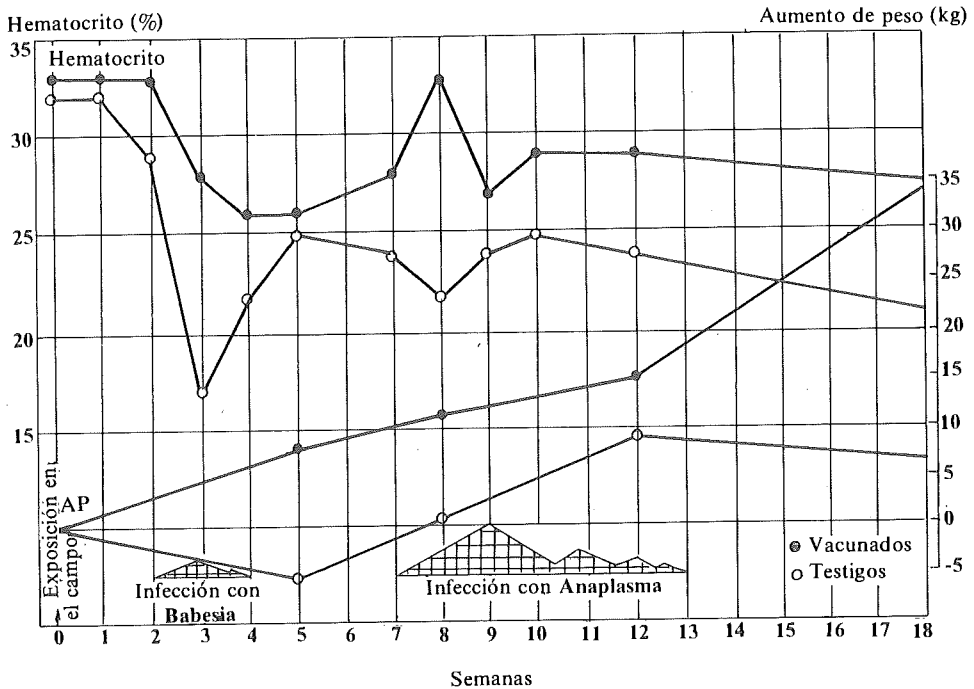


Figura 30. Efecto de la exposición de 16 terneros a la infestación de garrapatas de la especie *Boophilus microplus*, infectadas con *Babesia* spp. y *A. marginale* sobre el nivel de hematocrito y los aumentos de peso (AP), bajo condiciones de campo (finca San Julián).

los resultados preliminares obtenidos en una de las fincas.

Esta finca es representativa de las ganaderías localizadas en las áreas marginales de las Cordilleras Andinas y del Valle del Cauca. Las vacas y los terneros sin destetar se mantienen en praderas libres de garrapatas a alturas superiores de los 2.200 metros. Al destetar los terneros, se trasladan a los valles de menor altitud infestados de garrapatas, en donde han ocurrido pérdidas severas de terneros destetados, debido a la anaplasmosis y babesiosis (información suministrada por algunos ganaderos).

Para su inmunización, se seleccionó un grupo de 20 terneros cruzados de 7 a 8 meses de edad, de los cuales uno murió. Los terneros se pesaron y se dividieron en dos grupos, con base en la similitud de su peso corporal. Uno de los grupos de 11

terneros se inmunizó, en tanto que el segundo grupo de nueve terneros se dejó sin inmunizar como testigo. Al concluir el período de posinmunización, no se observó una diferencia significativa entre los aumentos de peso de los terneros inmunizados y los terneros del grupo testigo (Figura 29).

Después de la recuperación de la inmunización, los 19 terneros restantes fueron expuestos a infecciones de campo. Entre la segunda y tercera semana, después de su exposición a las condiciones de campo, los terneros testigo comenzaron a presentar signos agudos de babesiosis. Para la tercera semana, el hematocrito de los testigos había disminuido en un promedio de un 15 por ciento. Todos los terneros testigo recibieron un tratamiento específico contra la babesiosis. Los terneros inmunizados desarrollaron baja parasitemia de *Babesia* y pequeñas dis-

minuciones en su hematocrito pero no requirieron tratamiento.

Todos los terneros, inmunizados y testigos, desarrollaron parasitemias evidentes de *Anaplasma* durante la séptima semana después de su exposición a las condiciones de campo. Todos los terneros testigo y algunos de los inmunizados, requirieron un tratamiento específico contra la anaplasmosis.

Al final del período de exposición de campo (18 semanas), los terneros inmunizados obtuvieron un aumento promedio de peso de 27 kilogramos más por cabeza en comparación con los terneros testigo, diferencia que es estadísticamente significativa (Figura 30).

Proyecto colaborativo sobre inmunización contra anaplasmosis

Se estableció un proyecto colaborativo entre la Universidad de Illinois, la Universidad de Texas A&M, el ICA y el CIAT para la evaluación de métodos de inmunización contra la anaplasmosis bovina; este proyecto había sido discutido y aprobado durante una reunión celebrada por grupos colaboradores en marzo de 1976, en la sede del CIAT. El proyecto se inició en julio, con 130 terneros de la raza Normanda en la Estación Experimental de Tibaitatá, del ICA, localizada cerca de Bogotá (2.600 metros de altura; temperatura media de 14°C). Los terneros se examinan periódicamente y se investigan diversos parámetros para establecer información básica, antes de aplicar los procedimientos de inmunización a comienzos de 1977. Los métodos de inmunización empleados serán evaluados bajo condiciones de campo en una zona en donde la anaplasmosis es endémica, cuando los terneros se trasladen a la Estación Experimental de Turipaná, del ICA, localizada cerca de Montería, departamento de Córdoba (50 metros de altura; temperatura media de 27°C).

LA ACAROLOGIA EN LA TRANSMISION DE ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS

Las actividades de la Unidad de Acarología CIAT se adelantan, como un proyecto especial, con la financiación del Ministry of Overseas Development del Reino Unido.

En los continentes que tienen áreas tropicales se han registrado pérdidas severas en la producción pecuaria, debidas a infestaciones de garrapatas. En el Continente Americano, aproximadamente el 70 por ciento de la población de ganado se encuentra en zonas infestadas con garrapatas (entre 32°N y 32°S de latitud, con unos pocos focos hasta latitudes de 35°). Las garrapatas no sólo son vectores importantes de enfermedades hemoparasitarias sino que también reducen los aumentos de peso y además, afectan el comportamiento del hospedante, en términos de producción y de reproducción, a través de sus efectos parasíticos directos. Las garrapatas transmiten toda clase de agentes infecciosos conocidos (protozoarios, rickettsias, hongos, bacterias, espiroquetas y virus) e infestan batracios, reptiles, aves y mamíferos.

En 1976, el programa de investigación sobre acarología se concentró en hacer estudios de identificación y distribución de garrapatas, transmisión de enfermedades y ecología sobre el hospedante y sobre el ciclo de transmisión de enfermedades en el cual participa el hospedante. Las actividades de difusión de la información y de adiestramiento se integraron con los trabajos de investigación.

La unidad colaboró en la identificación de garrapatas colectadas en 45 especies de aves, las cuales se atraparon en la Estación Experimental de Carimagua, como parte de un estudio no relacionado con el CIAT. Un punto de especial interés es el hecho de que las aves migratorias que se encuentran en Colombia, pueden introducir nuevas

especies de garrapatas y/o enfermedades que afectan al hombre y/o a los animales.

Identificación y distribución de las garrapatas

Se amplió la lista de especies de garrapatas que tenía como base de referencia la Unidad de Acarología del CIAT para incluir 32 hospedantes y 23 especies de garrapatas. Los Llanos Orientales de Colombia, constituyeron la principal área de colección; se hicieron recolecciones menos amplias en la costa norte de ese país y los departamentos colombianos de Valle del Cauca, Tolima y Cundinamarca. La colección de garrapatas se utiliza con gran frecuencia para el adiestramiento de becarios en taxonomía.

Transmisión de enfermedades

La creencia común de que la garrapata de la especie *Boophilus microplus* es el principal transmisor de *Anaplasma marginale*, no tiene apoyo sólido en las evidencias experimentales. Después de hacer una serie de ocho ensayos sobre transmisión de *Anaplasma* por *B. microplus*, se encontró que la única forma eficaz de transmisión de *A. marginale* es por transferencia de la infección de un estadio a otro del desarrollo de las garrapatas en un hospedante (transestadios) y por la transferencia de la infección a otros hospedantes a través de los estadios de desarrollo de las garrapatas (intraestadios). La transmisión transovárica (transferencia de la infección a través del huevo de las garrapatas a la siguiente generación) no fue nunca observada durante estos ensayos. En el campo, la transmisión intraestadial por *B. microplus* entre animales, sólo sería posible si las prácticas de manejo permitieran la aposición cercana de los animales. Este tipo de transmisión mecánica sería más factible con garrapatas que requieren de dos a tres hospedantes para completar su ciclo de vida; *B. microplus* requiere sólo uno.

Ecología de las garrapatas sobre y fuera del hospedante

Un becario candidato al doctorado continuó el estudio ecológico de las garrapatas de importancia económica a la industria ganadera colombiana. Este trabajo hace énfasis en tres áreas del mejoramiento del control de garrapatas: a) la disponibilidad de datos ecológicos locales para lograr una mayor eficiencia de la aplicación tradicional de acaricidas químicos; b) poner mayor atención a los mecanismos, evaluación y utilización del ganado con resistencia natural a las garrapatas; y c) la necesidad continua de desarrollar técnicas revolucionarias de control biológico de garrapatas.

Los estudios de incidencia natural estacional de *B. microplus* en ganado *Bos taurus* y *B. indicus* sin tratamiento con acaricidas, cubrieron 17 de los 20 meses del programa (cuatro estaciones secas y tres lluviosas) en el Valle del Cauca. El número de garrapatas que parasitan el ganado en épocas específicas del año se comparó con el número, supervivencia y longevidad de las garrapatas criadas en recipientes de campo (sin parasitar ganado) entre los 1.000 metros (enzoótica) y los 2.500 metros (epizoótica), bajo condiciones controladas. Las garrapatas no parasitarias fueron limitadas geográfica y estacionalmente (época del año) por la inhibición del desarrollo de los huevos ocasionada por la baja temperatura y más adelante, por la estación, por el desecamiento de los huevos y larvas. La tolerancia del ganado a distintos niveles de infestación de garrapatas, bajo diversas condiciones ambientales, se observó concurrentemente, mediante el rastreo de los cambios en los niveles de hemoglobina y valores del hematocrito del ganado infestado en el campo y del ganado experimental con altos y bajos niveles nutricionales e infestaciones artificiales hechas una sola vez o varias. Los efectos de los hemoparásitos y endoparásitos se eliminaron, en gran medida, por la

utilización controlada de drogas. A pesar de que la buena nutrición aumentó la resistencia y tolerancia del ganado a las garrapatas, los niveles relativamente bajos de infestación de garrapatas, aún ocasionaron disminuciones significativas en los valores sanguíneos.

En los estudios de campo, en corrales y en establos, se determinó que existen ciertas regiones del cuerpo del ganado en las cuales las poblaciones de *B. microplus* son más altas. Las garrapatas migran hacia estas regiones, sea cual sea el sitio en que se coloquen las larvas; su distribución se asocia con distintos regímenes de temperatura en la superficie de la piel. En consecuencia, sobre las garrapatas puede operar una presión microambiental, además de la resistencia inmunológica del hospedante. Actualmente, este trabajo se enfoca hacia la determinación de posibles tasas diferenciales de mortalidad de garrapatas en diversas regiones del cuerpo del hospedante, debido a factores microclimáticos y de densidades de población de garrapatas, en una región dada, para procurar su alimento.

Por atracción diferencial, las garrapatas pueden mostrar alternativa o adicionalmente su preferencia por diversas regiones del cuerpo para su establecimiento en la piel. Se iniciaron estudios preliminares para determinar la validez de este concepto de "predilección por sitios de alimentación", que pudieran tener *B. microplus* y *Anocentor nitens* en bovinos y equinos; se pondrá mayor énfasis en estas investigaciones en los primeros meses de 1977. Este comportamiento de las garrapatas podría tener un potencial aprovechable utilizando las fases de prealimentación de las garrapatas las cuales son más vulnerables y así aumentar su mortalidad parasítica.

Algunos ganaderos en Colombia han indicado que los animales que pastorean pasto gordura (*M. minutiflora*) presentan menores niveles de infestación de garrapa-

tas en comparación con el ganado que pastorea en otras praderas nativas o de pastos mejorados. En un ensayo preliminar, hecho durante la estación seca, se colocaron 40.000 larvas de *B. microplus* en la base de las plantas de pasto gordura. Transcurridos 34 días, todas las larvas murieron en tanto que el testigo de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) presentaba garrapatas viables aún después de 10 semanas, cuando el ensayo había concluido. Este ensayo se está repitiendo durante la estación lluviosa; además, se ha propuesto el establecimiento de un ensayo, a escala de prueba de pastoreo, para complementar los datos preliminares existentes y adicionar las observaciones obtenidas sobre una posible interacción entre las garrapatas, gramíneas y el ganado en pastoreo. El ideal sería poder observar la relación garrapata/vaca/gramínea en un mínimo de dos estaciones completas (dos lluviosas y dos secas), con el fin de observar los cambios en la población de garrapatas, en los aumentos de peso del ganado y en la durabilidad de las praderas. También sería ventajoso comparar diversas praderas mejoradas y diferentes especies nativas, como testigo.

Difusión de información sobre acarología

El personal de la Unidad se reunió con 50 visitantes aproximadamente, los cuales tenían interés en los problemas relacionados con las garrapatas. Se preparó una serie de 78 diapositivas a color y en blanco y negro para facilitar el estudio de garrapatas (esta serie fue complementada con una narración y comentarios en español). Se amplió el cubrimiento de la revisión de literatura (Informe Anual del CIAT, 1975) para incluir la distribución geográfica, hospedantes e investigadores en relación con 200 especies de garrapatas de la región faunística neotropical.

COOPERACION INTERNACIONAL

Se desarrolló un proyecto colaborativo con la Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuaria (EMBRAPA), en la estación experimental localizada en Campo Grande, Mato Grosso, en el occidente brasileño. El objetivo de este proyecto era determinar la prevalencia de cinco enfermedades importantes en la región, la cual está bajo el control directo del Centro Nacional de Ganado de Carne. La información obtenida se utilizará como base en la planeación de futuras investigaciones en el área de salud animal. Se diseñó y adelantó un estudio colaborativo entre el grupo de salud animal de EMBRAPA y las unidades de Biometría y de Salud Animal del CIAT.

Se tomaron muestras de 620 animales procedentes de 62 fincas. Este tamaño de muestra permite determinar estimativos de prevalencia de enfermedades con un nivel de confiabilidad del 95 por ciento. La prevalencia promedio de hemoparásitos

fue significativamente menor que las cifras que se habían dado para los Llanos Orientales de Colombia. Con relación a las enfermedades de la reproducción, la media de prevalencia de la leptospirosis (72,8 por ciento) es similar a la encontrada en los llanos colombianos; se requieren todavía más investigaciones acerca de la importancia de esta enfermedad en el comportamiento reproductivo.

El personal del CIAT estudió los resultados de esta investigación con el equipo de ganado de carne que trabaja en Campo Grande, y se hicieron recomendaciones para desarrollar futuras actividades de investigación en el área de salud animal. También, se sugirieron algunas prácticas de manejo y se están discutiendo futuros proyectos colaborativos, los cuales incluyen actividades de adiestramiento.

ECONOMIA

Durante 1976, la labor del grupo de Economía del Programa de Ganado de Carne se concentró en tres áreas: a) evaluación económica de distintas alternativas en el control de fiebre aftosa, y b) el comportamiento productivo de la industria ganadera en Colombia; y c) evaluación económica de los sistemas de producción en los Llanos Orientales de Colombia, y de los factores internos y externos a la finca que condicionan la adopción de tecnologías.

EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS EN EL CONTROL DE FIEBRE AFTOSA

Como parte de la metodología desarrollada en colaboración con Salud Animal y Biometría, en 1975 se diseñó y se informó acerca de un modelo epidemiológico de aftosa para zonas endémicas. Este modelo simula la incidencia anual y prevalencia de la fiebre aftosa a

largo plazo, mediante la aplicación de procesos estocásticos de semi-Markov.

Objetivos

Sobre la base del modelo epidemiológico mencionado, durante 1976 se desarrolló una metodología que permite evaluar distintas alternativas que van desde no controlar la enfermedad, pasando por distintos grados de intensidad de vacunación y finalmente, erradicación. Se pretende así determinar un nivel óptimo de control para una región o país, desde el punto de vista económico.

Igualmente, el modelo permite evaluar las "externalidades" que se presentan en el control de la fiebre aftosa, por ser una enfermedad altamente contagiosa. El nivel óptimo de control (u óptimo privado) resulta inferior al óptimo social, ya que cada productor sólo considera en su

decisión los beneficios internos a su finca, subestimando el beneficio total que de hecho se logra al reducir la probabilidad de contagio a las restantes fincas. Este último beneficio constituye lo que se denomina "externalidad".

Con el fin de obtener resultados que permitan verificar la validez y factibilidad de la metodología, se eligió la costa norte de Colombia como región de estudio. Dicha zona es relevante no sólo por su importancia ganadera, sino también por su ubicación estratégica como zona limítrofe con el área libre de aftosa (Panamá, hacia el norte).

Metodología

Con el fin de estimar las pérdidas económicas ocasionadas por aftosa se formularon (en lenguaje FORTRAN para su uso en computador) dos modelos microeconómicos en los que se simula el desarrollo y producción del hato y el flujo de caja de fincas ganaderas. Uno es para fincas de cría y el otro para actividades de levante y/o ceba. Las pérdidas económicas consideradas fueron las siguientes: morbilidad, mortalidad prematura y costo de recursos adicionales requeridos en el manejo de animales enfermos. Dichas pérdidas se midieron como la diferencia entre el flujo de ingreso a través del tiempo de las fincas con la enfermedad y sin ella. El beneficio de cada nivel de control corresponde a la reducción que se logra en las pérdidas económicas ocasionadas por la enfermedad. A su vez, la comparación de costos y beneficios de cada alternativa de control permite estimar la estrategia óptima desde el punto de vista económico.

En ambos modelos, el punto de partida es un hato estabilizado cuyos parámetros de producción reflejan la tecnología disponible en la región.

Modelo de cría

El ingreso bruto anual del hato es-

tabilizado sin aftosa se determinó a partir de las ventas de vacas de desecho, del número y peso de los terneros a la venta, y de la producción de leche por vaca. El ingreso neto se obtuvo deduciendo los gastos variables. Considerando un brote de aftosa, para la obtención del flujo de ingresos brutos de la finca a través del tiempo, se utilizaron los valores de morbilidad (medida por su incidencia) y aumentos en mortalidad estimados mediante el modelo epidemiológico. Estos valores dependen tanto del nivel de vacunación de la finca como del nivel de vacunación de la región. De esta manera, en el año del brote de aftosa, a cada animal enfermo se asociaron nuevos parámetros de producción tales como: menor producción de leche, menor natalidad, menor peso de terneros y vacas de cebsa vendidos en ese año, y mayores gastos de manejo. El modelo también contempla los cambios ocurridos en el tamaño y composición del hato tanto en el año de brote como en periodos futuros. La variable de decisión utilizada para retornar al tamaño y composición del hato de prebrote es el número de terneras retenidas en la finca para remplazos ya que no se pueden adquirir fuera de la finca por el riesgo de reintroducción de la enfermedad. La cantidad de terneras disponibles para remplazo está limitada por la tasa de natalidad existente*.

Modelo de levante y/o cebsa

En las fincas de levante y/o cebsa, el ingreso neto se estimó en forma mensual en base a la información sobre edad y peso de los novillos flacos a la compra, una curva de peso promedio según la edad, la tasa de mortalidad media, los precios de venta y de compra, y los gastos medios por novillo. La edad y peso de venta de los novillos se determinó maximizando el valor actualizado del ingreso neto esperado. Para los cálculos de ventas y compras por finca

* Este supuesto a nivel de finca, permite generalizar sus conclusiones a nivel regional, en donde la actividad de adquisición para remplazo es limitada.

se supuso que dichas transacciones se efectúan continuamente durante el año*. Con el fin de generar el flujo de ingreso de la finca con aftosa, se utilizaron los datos de morbilidad y mortalidad ocasionados por la enfermedad, y la curva de peso por edad con la enfermedad**. El modelo calcula la nueva edad óptima de venta de los animales enfermos cuando no es posible remplazarlos inmediatamente por animales sanos debido a la cuarentena que se impone a las fincas con brote. El componente demográfico del modelo de simulación proyecta subsecuentemente el desarrollo del hato, en el que los animales sanos se venden a una edad y los enfermos a otra. El flujo de ingreso con fiebre aftosa se proyectó hasta el mes en el que salió del hato el último animal afectado.

* Este supuesto a nivel de finca, permite generalizar los resultados a nivel regional.

**Los parámetros de producción con aftosa fueron extraídos de: Proyecto de Sanidad Animal - Combate de la Fiebre Aftosa y Control de la Brucelosis, Documento No. 16, ICA noviembre de 1970.

Resultados obtenidos

A continuación se presentan los resultados de simulación obtenidos con el modelo hasta el momento, para una población bovina de aproximadamente 4,4 millones de cabezas que corresponden a un hato estabilizado. Estas cifras son equivalentes al tamaño aproximado del hato total del departamento de Córdoba en la costa norte de Colombia.

En el Cuadro 39 se presentan los resultados de morbilidad y en el Cuadro 40 los de mortalidad anual por fiebre aftosa en el largo plazo para cada nivel de vacunación en la finca, a diferentes niveles de vacunación regional, obtenidos en base al modelo epidemiológico.

Los resultados obtenidos a nivel de finca fueron llevados a nivel regional mediante ponderación de los mismos según la proporción de la existencia total que representa cada tipo de finca.

En el Cuadro 41 se presentan los costos y beneficios privados y sociales anuales, a nivel regional en una situación de

Cuadro 39. Morbilidad anual a largo plazo ocasionada por la fiebre aftosa, en función del nivel de vacunación en la finca y en la región* (porcentajes).

Nivel de vacunación en la finca (%)	Nivel de vacunación en la región (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	19,0	17,7	16,3	15,1	14,1	12,2	10,6	5,5	4,7	3,3	2,5
10	18,2	16,4	15,2	14,1	13,2	11,5	10,0	5,3	4,5	3,1	2,3
20	16,6	15,1	14,0	13,0	13,1	10,6	9,3	4,9	4,3	3,0	2,2
30	15,1	13,7	12,7	11,9	11,1	9,7	8,5	4,5	3,9	2,7	2,1
40	13,5	12,3	11,4	10,7	10,0	8,8	7,7	4,1	3,6	2,5	1,9
50	11,6	10,6	9,9	9,2	8,7	7,7	6,7	3,7	3,2	2,2	1,7
60	8,9	8,2	7,7	7,2	6,8	6,0	5,3	3,0	2,6	1,8	1,4
70	5,4	5,0	4,8	4,5	4,3	3,8	3,4	2,0	1,7	1,2	1,0
80	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,2	1,1	0,8	0,6
90	1,17	1,12	1,08	1,05	1,01	0,95	0,9	0,6	0,54	0,41	0,33
100	0,162	0,159	0,157	0,155	0,153	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08

* Se refiere al cubrimiento anual promedio, con 3 ciclos de vacunación.

Cuadro 40. Mortalidad anual a largo plazo ocasionada por la fiebre aftosa, en función del nivel de vacunación en la finca y en la región (x 1.000).

Nivel de vacunación en la finca (%)	Nivel de vacunación en la región (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	4,75	4,42	4,07	3,77	3,51	3,05	2,65	1,37	1,17	0,82	0,62
10	4,18	3,77	3,49	3,24	3,02	2,64	2,3	1,2	1,03	0,72	0,53
20	3,48	3,16	2,94	2,73	2,54	2,22	1,94	1,03	0,89	0,62	0,46
30	2,87	2,6	2,41	2,25	2,1	1,85	1,61	0,85	0,74	0,52	0,40
40	2,02	1,84	1,71	1,6	1,5	1,32	1,15	0,62	0,54	0,37	0,28
50	1,16	1,06	0,98	0,92	0,86	0,77	0,67	0,37	0,32	0,22	0,17
60	0,62	0,57	0,54	0,5	0,47	0,42	0,37	0,21	0,18	0,13	0,10
70	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,1	0,09	0,06	0,05
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

equilibrio de largo plazo, para distintos niveles de vacunación. Se supone un costo unitario anual de control constante e independiente de la escala de vacunación. Puede observarse que los beneficios netos anuales a nivel social adquieren su valor máximo al 90 por ciento de vacunación, siendo ésta por ende la estrategia óptima de

vacunación. Cabe destacar que dados los supuestos adoptados, la estrategia de vacunación a nivel privado resulta sensiblemente inferior (60 por ciento) (Cuadro 41, columna 3). Esta diferencia debida a la presencia de externalidades, justifica acción gubernamental y/o campañas de control.

Cuadro 41. Costos y beneficios anuales, privados y sociales, correspondientes a diferentes niveles de vacunación, en la costa norte de Colombia* expresados en millones de Col \$, 1975.

Nivel de vacunación	Costos anuales (1)**	Beneficios brutos privados (2)	Beneficios netos privados (3) = (2) - (1)	Beneficios brutos sociales (4)	Beneficios netos sociales (5) = (4) - (1)
0	-	(430,1)***	(430,1)	(430,1)	(430,1)
10	11,5	35,2	23,7	64,4	52,9
20	22,9	61,9	38,9	122,3	99,4
30	34,4	85,5	51,1	173,0	138,6
40	45,8	110,4	64,5	220,7	174,8
50	57,3	122,4	65,1	274,2	216,9
60	68,8	135,8	67,0	323,2	254,4
70	80,3	85,7	55,4	386,6	306,3
80	91,7	85,4	-6,3	404,1	312,4
90	103,2	65,8	-37,3	415,8	312,6
100	114,7	54,0	-60,6	421,5	306,8

* Con una población bovina total de 4.410.372

** Se supone que no hay discrepancias entre costos privados y sociales. Se utilizó un costo de vacunación por cabeza de \$25/año.

*** Esta es la pérdida anual por aftosa estimada para una situación endémica, según supuestos adoptados.

Para analizar lo que ocurría en materia de estrategias óptimas frente a aumentos en el costo unitario de vacunación, se evaluaron los beneficios netos a costos 50 y 100 por ciento superiores al costo unitario supuesto originalmente. En ambos casos la estrategia privada bajó al 40 por ciento en tanto que la social bajó al 70 por ciento de vacunación*.

Cabe anotar que, debido a la ausencia de información primaria confiable, los resultados de simulación se basan en datos de fuentes secundarias, y en datos provenientes de otros países adaptados a las condiciones de la costa norte de Colombia. Por ello, los resultados presentados deben ser interpretados con cautela. A efectos de obtener resultados válidos para dicha región y dado lo específico que son los parámetros epidemiológicos en cada región particular, durante el corriente año se firmó un convenio con el ICA tendiente a obtener la información primaria relevante en las regiones de Urabá y Córdoba (costa norte de Colombia). Dicho convenio involucra las disciplinas de Salud Animal, Biometría y Economía del CIAT, y los departamentos de Economía, Producción Pecuaria y Biometría del ICA. El objetivo es comparar las pérdidas por aftosa bajo dos niveles de vacunación y proyectar los costos y beneficios de controlar aftosa a otros niveles de vacunación. Con este propósito se seleccionó una muestra de fincas en Urabá, actualmente sin aftosa en las que se están efectuando mediciones periódicas. Además, se están realizando mediciones paralelas en fincas donde se han presentado brotes de aftosa. Se diseñó también un muestreo de predios en la región de Córdoba con el fin de determinar la frecuencia de brotes, las tasas de ataque y de letalidad con aftosa. Este estudio ya se

ha iniciado previéndose completarlo durante 1977.

Como etapas siguientes de la investigación, se plantea la evaluación económica de estrategias alternativas tales como erradicación a través de matanza y la secuencia vacunación-erradicación.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA GANADERA EN COLOMBIA

Continuando con el estudio de la industria ganadera colombiana, se evaluó el comportamiento de las existencias y sacrificios de vacunos durante el período 1940-1975.

En Colombia, la carne vacuna es el producto que tiene mayor ponderación en la canasta familiar, representando entre el 10 y el 12 por ciento del presupuesto familiar a nivel obrero. Durante el período 1940-1975 el consumo por habitante varía de acuerdo a los ciclos de matanza, observando una tendencia ligeramente decreciente. Ello se debe a que los aumentos en producción fueron compensados por aumentos en la población y en las exportaciones.

La información disponible en la actualidad no parece ser suficiente para el diseño de una política económica tendiente a lograr aumentos significativos en la producción. Ello requiere un esfuerzo por identificar, y en lo posible cuantificar las relaciones económicas fundamentales que permitan anticipar los efectos de diversas variables e instrumentos de política económica sobre el comportamiento de la inversión y venta de ganado, y sobre el consumo de carne. Este trabajo intenta dar un paso en esa dirección.

Una vez calculadas las series de inventarios por edad y sexo para el período 1940-1975, se construyó un modelo de oferta, demanda, e inventarios en el que se incluyen variables económicas tales como precios del ganado, precios de cultivos, ingreso disponible y variables de políticas —tales como reforma agraria, crédito y

* Tal sería el caso, por ejemplo, si los costos por animal vacunado en la campaña antiaftosa de Urabá fueran cargados a los costos privados de la vacunación.

control de precios—. Este modelo permite cuantificar e identificar los parámetros fundamentales en el contexto de corto plazo. El mismo está basado en modelos teóricos desarrollados para explicar el comportamiento de productores ganaderos, aplicados con éxito en trabajos similares para Argentina, Brasil y Chile.

Resultados preliminares

En líneas generales, los resultados del modelo econométrico están de acuerdo a lo esperado en el modelo teórico. La función

de demanda agregada de vacuno es relativamente inelástica respecto a precio y a ingreso.

El comportamiento de los precios en las funciones de oferta (matanza) está de acuerdo a lo esperado en el corto plazo en cuanto a signo y magnitud. A nivel agregado la matanza de hembras reacciona inversamente a precio (Figura 31). Esto implica que al subir el precio del ganado los productores retienen vientres para generar mayor oferta en el futuro, y en consecuencia sus ventas disminuyen en el corto plazo.

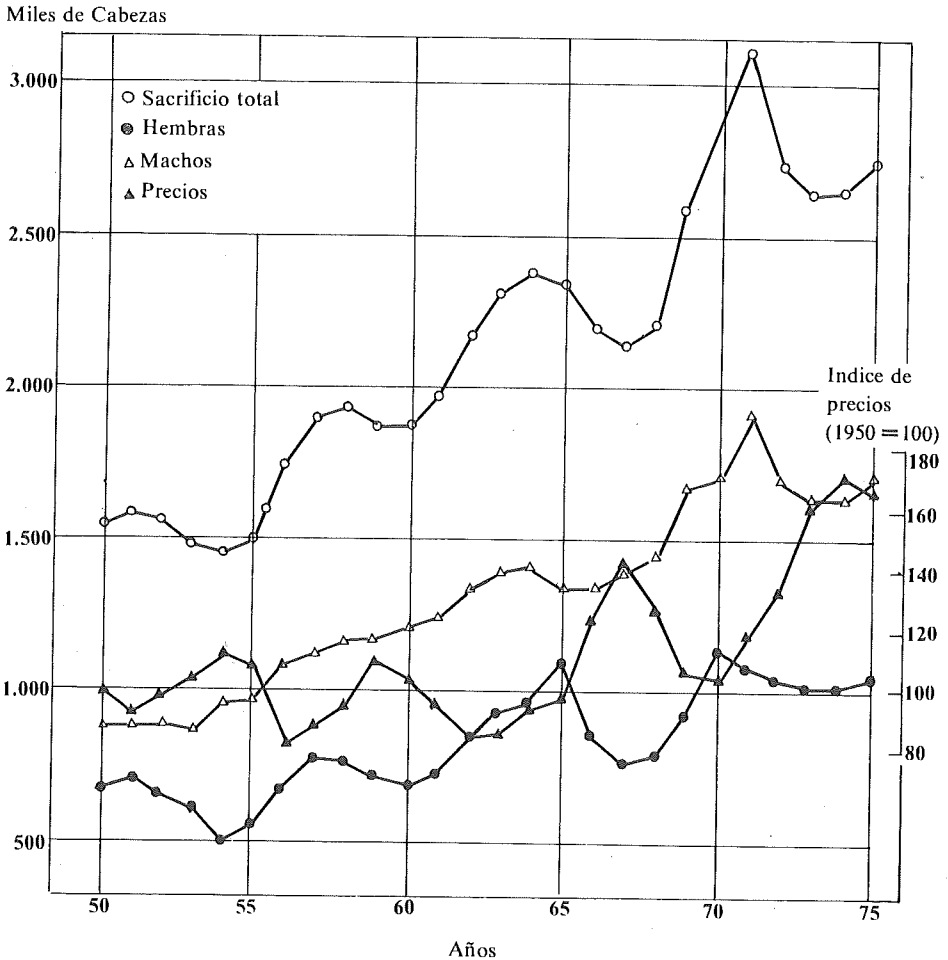


Figura 31. Sacrificios, incluyendo no registrados, y exportaciones en pie, y precios reales del ganado de carne en Colombia, 1950-1975.

Dichos resultados son consistentes con el comportamiento observado en los inventarios de ganado frente a variaciones en los precios. Así, las elasticidades precios de los inventarios poseen signo positivo, indicando que al subir los precios crecen los inventarios tanto de hembras como de machos.

Por otra parte, al subir los precios esperados de los cultivos (algodón, arroz, maíz y frijol), se observa una disminución en los inventarios.

El comportamiento de los precios de la leche en las funciones de oferta de corto plazo, e inventarios, indica que al subir los precios de la leche las ventas de hembras disminuyen, aumentando consecuentemente las existencias de hembras reproductoras.

La variable crédito concedido por la Caja Agraria y el sistema bancario en general, no mostró influencia significativa sobre la oferta y los inventarios ganaderos, pese a que se ensayaron rezagos de uno a cinco años. Sin embargo, los créditos de los Fondos Ganaderos y los otorgados por Ley 26 resultaron significativos ($P < 0,01$) en la función de inventario de hembras*.

El control de precios, expresado como variable binaria, no resultó significativa ni en las funciones de matanza ni en las funciones de demanda. Puede suceder que el control de precios esté ya reflejando en las series de precios del ganado al por mayor; de ahí que la variable artificial usada para captarlo no resulte significativa. A nivel de consumidor, los controles de precios generalmente han sido inoperantes, luego no se esperaba significancia estadística.

Se considera que, en general, los valores estimados de los parámetros fundamentales en las funciones de oferta y demanda,

* Nótese que los créditos de Fondos Ganaderos y por Ley 26 son créditos supervisados.

sus respectivas elasticidades de corto plazo, representan una primera aproximación a su verdadera magnitud y signo*.

SISTEMAS DE PRODUCCION EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Un problema serio para evaluar el posible impacto y las restricciones para la adopción de tecnología existente, es el relativo desconocimiento de los actuales sistemas de producción en las sabanas pobres.

El objetivo de este estudio es caracterizar la región respecto a: 1) los actuales sistemas de producción; 2) los factores internos a la finca (recursos naturales, manejo, etc.) y externos a la misma (política de crédito, precios, abastecimiento de insumos) que representan restricciones actuales para la adopción de tecnología; 3) la economía de prácticas específicas —uso de minerales, destete temprano y uso de praderas mejoradas— que representen interrogantes prioritarios en el programa de investigación de CIAT.

El estudio se realiza en la región de influencia de Carimagua, y tiene por objeto profundizar y documentar con datos

* Es preciso señalar que el modelo solo mide efectos de corto plazo; lo que representa una limitación ya que como se sabe, muchos de los efectos de la política económica se manifiestan a mediano y largo plazo. Así mismo, se excluyó el contrabando por carecer de bases para estimarlo. Aspectos de clima quedaron igualmente excluidos por dificultades para elaborar un buen índice de clima. En Colombia, la escasez de pastos ocasionada por sequías, puede implicar una seria restricción en la producción ganadera resultando en variaciones en la matanza. Estos y muchos otros aspectos macroeconómicos de la ganadería colombiana quedan aún sin dilucidar.

empíricos los resultados obtenidos en trabajos previos (Informe Anual del CIAT, 1975).

En base a estudios agrológicos, climáticos y de vegetación natural realizados por FAO y a mapas viales, se seleccionó una zona de 300.000 hectáreas. El censo de las fincas de la región se obtuvo de fotografías aéreas y oficinas de catastro, complementado con reconocimiento en el terreno. Los principales criterios para la selección de fincas fueron: a) escala de operación b) localización, especificada en base a la existencia de vías de comunicación y a la distancia a los centros de comercialización de insumos y productos; c) orientación —cría o ceba— y d) uso de minerales.

De un total de 200 fincas que cumplían con las condiciones típicas (suelos pobres y menos del 20 por ciento en tierras bajas), se seleccionaron 16 fincas, analizando hasta ahora seis de ellas en detalle, como los primeros contactos en la zona. A cada una de las fincas escogidas se espera realizar visitas mensuales durante 18 meses, habiendo comenzado en abril de 1976. Hasta el momento se han estudiado los recursos naturales, se ha numerado el ganado, se han llevado registros mensuales durante 6 meses, pesando el ganado con el fin de medir distintos parámetros tecnológicos.

Los principales factores externos a la finca que se analizan son: precio del ganado, costo de transporte, grado de utilización (costo de oportunidad) de tierras con pastos naturales en zonas cercanas (pie de monte) y, en general, factores externos que inciden en el grado de intensificación, especialización y localización de la ganadería en la zona. Los principales factores internos a la finca se agruparon en: a) recursos naturales —tamaño de la finca, proporción de tierras altas y bajas, calidad de suelo, tipo de sabana o de pasto— e infraestructura; b)

prácticas de manejo —división, rotación y capacidad de carga de los potreros, control de quemas, prácticas sanitarias, numeración, uso de minerales, destete precoz, forma de transporte, edad y época de venta—; c) producción —natalidad, mortalidad, aumentos de peso, época de entore, pérdida de peso—; d) gastos e ingresos —valor de compra y venta de insumos y productos, jornales—.

Observaciones preliminares

Las principales observaciones obtenidas hasta el momento indicarían que:

- a) Existe una especialización bien marcada de la zona de pie de monte en ceba y de la zona de sabana en cría. En el año de 1975 se extrajeron del departamento del Meta 131.459 cabezas de ganado gordo —retén de Bogotá—, de los cuales solo 3.000 cabezas provenían de la región de sabanas —retén de Puerto López—. Por este último retén pasaron más de 30.000 reses flacas, para ser engordadas en el pie de monte.
- b) Para las tierras más fértiles del pie de monte existe tecnología poco intensiva en capital —control de malezas, rotación de potreros— que aumenta la capacidad de carga sin reducir los aumentos de peso diario por animal.
- c) Para la zona de sabana el precio del transporte por camión ha crecido aproximadamente en 10 y 25 por ciento real en los dos últimos años respectivamente. El costo por animal/kilómetro desde Villavicencio (pie de monte) a Bogotá es cerca de la mitad del costo por kilómetro en el llano.
- d) Se observó un movimiento de ganado

- de las tierras de sabana a las tierras del mismo dueño en el pie de monte, con mayor capacidad de carga. Durante 1976, tres de las seis fincas, trasladaron en promedio el 30 por ciento de sus animales. Bajo condiciones normales de producción estas fincas no deberían extraer más del 15 por ciento de sus animales. Ninguna de las fincas estudiadas reportan una extracción uniforme en los últimos 3 años.
- e) En ninguna de las tres fincas que han obtenido crédito, la institución prestamista ha aceptado como garantía la tierra de sabana donde se realiza la inversión.
- f) Las cuatro fincas que han realizado labores con maquinaria (siembra de pasto, represas, carreteras) han utilizado maquinaria que los mismos dueños emplean en otras empresas o tierras —pie de monte—.
- g) En la zona y próximos a las fincas analizadas, existen colonos con buenas tierras —monte o bajo— que han sembrado pastos mejorados y que cobran un pastaje sensiblemente inferior al de otras zonas (\$45 a \$80/res/mes).
- h) En promedio la población ganadera es más baja que la posible a nivel de sabana. La capacidad promedio encontrada fue de 5,5 ha/animal en la época de verano y 7,1 ha/animal para la época húmeda.
- i) En las tres fincas donde se realiza destete el promedio de edad de los animales destetados fue de 12 meses con variaciones entre 7 y 15 meses, dependiendo del tamaño y estado de cada ternero.
- j) La suplementación con minerales durante tres años permitió a una finca elevar el porcentaje de pariciones a 62 por ciento reduciendo considerablemente los abortos. Sin embargo, la lenta recuperación de las vacas lactantes aumentó sensiblemente el número de animales “enterrados” e impedidos de salir de las aguadas por debilitamiento. Así durante 1976 las muertes por enterramiento representaron un 6 por ciento del stock de vientres en dicha finca.
- k) El promedio de peso de las vacas lactantes en condiciones de sabana suplementadas con minerales es de 273 kilos en la época húmeda (pesadas a los seis meses de haber empezado las lluvias). Se encontraron variaciones entre 210 y 400 kilos. El peso promedio de las novillas al encontrarse con el toro fue de 235 kilos con valores extremos de 210 y 286 kilos.
- l) En 1976, el precio promedio de venta de los animales cebados en el llano fue aproximadamente de \$14/kilo mientras que el precio promedio de novillos y novillas flacas fue de \$16 kilo. El precio promedio de las vacas de cría fue de \$18/kilo aproximadamente.

Hipótesis de trabajo

Las observaciones realizadas hasta el momento sugieren las siguientes hipótesis de trabajo:

- a) Mientras existan las condiciones actuales —bajo costo de oportunidad del pasto en la zona de pie de monte y de alto costo de transporte por camión en la sabana— existirá una tendencia a la especialización del pie de monte en ceba y de la sabana en cría.

El bajo costo de oportunidad del pasto en la época húmeda en el pie de monte hace que exista una gran

demanda por ganado flaco. Ello explicaría las diferencias encontradas entre el precio del animal flaco y gordo. También hace posible que a muchos ganaderos les convenga trasladar, de la sabana a tierras mejores en el pie de monte, un número de animales mayor que la producción anual sin importarles que en esa misma época la sabana tenga una capacidad de carga máxima. Esto pareciera deberse, en el caso de los novillos, a la mayor ganancia de peso diario que obtienen los mismos en el pie de monte (600 contra 350 gramos), y en el caso de las vacas, a razones de facilidades de manejo; explicando el por qué se observan las fincas en la sabana con menor carga en la época húmeda que en la época seca.

A pesar de ellos se observa en el pie de monte una carga animal inferior a su receptividad, lo que a su vez explicaría el lento proceso de adopción de tecnología disponible —de bajo costo y fácil adopción— que se observa en dicha zona.

El costo de transporte por camión ha subido en términos reales en los dos últimos años, lo cual hace que el precio del ganado gordo en cada localidad sea cada vez más dependiente de los costos de transporte. El ganado flaco es transportado mediante arreo, representado erogaciones en efectivo sensiblemente inferiores. Ello contribuye a la especialización del pie de monte en ceba y de la sabana en cría.

- b) El bajo valor (precio) de las tierras en sabana limita las posibilidades de usarla como garantía en crédito para el caso de tecnologías intensivas en capital; por ejemplo, uso extensivo de pastos mejorados. Ello a su vez restringe la posibilidad de su adopción, aun bajo el supuesto de que fueran rentables.

- c) La adopción de prácticas mejoradas de manejo en forma aislada —uso de minerales, división de potreros, y destete precoz—, no parecen presentar en las tierras de sabana, una gran diferencia en productividad sobre el sistema nativo. En las fincas analizadas, el destete se realiza en promedio a los 12 meses, que es casi la edad en que ocurre en condiciones naturales. El uso de minerales parece estimular sólo un grupo de vacas, las cuales entrarían en una producción superior a la biológicamente recomendable en condiciones de alimentación en sabana, pudiendo contribuir a la muerte de las más productivas, debido al debilitamiento por el parto y la lactancia.

En relación al uso de minerales, las diferencias encontradas con los resultados experimentales en Carimagua (Proyecto sobre Sistemas de Hatos, Experimento I) parecen deberse a la edad, estado inicial y composición del plantel de vientres. Así, el hato experimental estuvo compuesto originalmente por novillas de primer parto con un peso de apareamiento promedio de 280 kilogramos mientras que el promedio observado en la muestra fue de 235 kilogramos por novilla*. La sabana nativa está sujeta a quemas mientras que la experimental no; en 1975 dos de las seis fincas observadas sufrieron quemas accidentales del 50 y 100 por ciento de la superficie respectivamente. Si bien los minerales resultaron en mayor preñez, las quemas accidentales aumentaron sensiblemente el número de abortos por alimentación deficiente de las novillas de primer

* La diferencia es aún mayor si se tiene en cuenta que las novillas experimentales fueron pesadas al comienzo de la época húmeda, mientras que las de la muestra de fincas fueron pesadas dos meses más tarde.

parto. Asimismo, mientras la provisión de agua a los hatos experimentales es mediante pozo, en la realidad de la sabana las únicas fuentes de agua son los bebederos naturales. Ello aumenta sensiblemente el riesgo de muerte por

enterramiento de los vientres debilitados por el parto y lactancia.

Durante 1977, se continuará recogiendo información a efectos de evaluar algunas de estas hipótesis, y sobre parámetros de producción relevantes.

ADiestRAMIENTO

En 1976, un grupo de 12 internos posgraduados recibió adiestramiento individual en las áreas generales de salud animal, pastos y forrajes y manejo de hatos ganaderos. El período promedio de adiestramiento fue de siete meses para un total de 84 días-hombre. Estos becarios se seleccionaron en diversos países para su adiestramiento avanzado y así, prepararlos mejor para realizar las responsabilidades de investigación a su cargo, en las instituciones nacionales respectivas.

Siete becarios para estudio se encuentran trabajando para optar al título de maestría; tres completaron sus estudios académicos y adelantan sus proyectos de tesis en las diversas disciplinas del Programa de Producción de Ganado de Carne; los otros cuatro se encuentran en diversas universidades completando sus estudios académicos y se espera que adelanten sus tesis de investigación en la sede del CIAT.

Siete becarios especiales (los cuales permanecen en la sede del CIAT, durante tres meses o menos) recibieron adiestramiento a corto plazo aprendiendo técnicas específicas de investigación o de análisis en las diversas disciplinas.

Se organizó un curso corto en epidemiología de enfermedades del ganado el cual tuvo una duración de dos meses; fue supervisado en el campo por miembros del equipo de ganado de carne, como parte de un curso organizado y financiado por el Centro Panamericano de Zoonosis. La mayor parte del curso en el CIAT consistió en un reconocimiento de enfermedades del ganado de carne en el municipio de Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca, Colombia. El trabajo de campo se realizó con la colaboración de la Secretaría de Agricultura del Cauca, el Fondo Ganadero del Valle, la Caja Agraria, el ICA y ganaderos privados.

El objetivo del curso fue enseñar un método sistemático para coleccionar e interpretar datos biológicos fundamentales en una zona de fincas ganaderas de carne; luego, los participantes del curso podrán esbozar una descripción precisa de la situación de las enfermedades en el área. Con base en informaciones generales de la zona, proporcionadas por las instituciones colaboradoras, los siete becarios (dos de Brasil y los demás de Chile, Honduras, República Dominicana, México y Guatemala) se dividieron en grupos que hicieron reconocimientos de campo en 35 fincas.

Se tomaron muestras de sangre de 20 animales de los hatos más pequeños (menos de 120 cabezas) y de 40 animales de los hatos más grandes (500-2.500 cabezas). Se muestreó un total de 750 animales que representan una población de 12.401 cabezas. Se llenó un cuestionario para cada una de las fincas con el fin de obtener datos sobre parámetros de producción y de nutrición. Las muestras de suero se analizaron en el laboratorio para comprobar la presencia de hemoparásitos y de enfermedades de la reproducción. Al concluir el curso de dos meses, los becarios organizaron un día de campo en una de las fincas ganaderas. Presentaron los resultados preliminares que habían obtenido y discutieron con los ganaderos los posibles medios de mejorar la producción de ganado de carne en la región.

Los datos obtenidos de los cuestionarios y de los análisis de laboratorio se están analizando y se utilizarán no sólo para hacer una evaluación de los estudiantes, sino también como guía para establecer regímenes de medicina preventiva en experimentos que se espera realizar próximamente en esta región.

Ocho asociados en investigación visitantes completaron sus tesis de investigación, como fase final de sus programas de doctorado. Todos los candidatos son patrocinados por otras organizaciones; sin embargo, el CIAT cubre algunos de los costos directamente relacionados con la investigación.

Debido a la ausencia de financiación para proyectos especiales no fue posible ofrecer, en 1976, un curso para especialistas en producción de ganado de carne; sin embargo, se está organizando un curso para un grupo, integrado principalmente por becarios de Guatemala, el cual se iniciará en enero de 1977. La primera fase del curso, cuya duración será de tres meses, se realizará en la sede del CIAT; la fase de campo posterior, con una duración de siete meses, se realizará bajo la

supervisión del personal del CIAT en ganaderías privadas de Guatemala.

Se hicieron dos visitas al Ecuador para prestar asistencia al personal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el diseño y organización de un curso de producción de ganado de carne para la región costanera de ese país; ahí se proyecta establecer programas de adiestramiento para técnicos de diversos niveles que trabajan en el sector pecuario.

Durante 1976, se brindó adiestramiento a médicos veterinarios en dos disciplinas especializadas: a) diagnóstico serológico y control de la anaplasmosis y la babesiosis, y b) acarología.

En la primera disciplina, se continuó con el adiestramiento de médicos veterinarios, procedentes principalmente de América Latina. Se hizo especial énfasis en los avances recientes en el diagnóstico serológico y control de la anaplasmosis y babesiosis. Nueve profesionales recibieron adiestramiento en la sede del CIAT: dos norteamericanos de la Universidad de Texas A&M, aspirantes a títulos avanzados y siete latinoamericanos que estaban recibiendo adiestramiento de posdoctorado en hemoparasitología, como internos posgraduados. Los profesionales latinoamericanos provenían de Colombia, Perú, Brasil y República Dominicana. Se recibieron solicitudes de adiestramiento en hemoparasitología, de los gobiernos de Ecuador, Venezuela y Argentina.

En la segunda disciplina, la Unidad de Acarología del CIAT colaboró en el adiestramiento de cinco médicos veterinarios, un candidato al grado de Ph.D. y dos becarios especiales. También, se cooperó en los cursos de adiestramiento sobre Producción Pecuaria en Técnicas de Laboratorio.

En el capítulo sobre Adiestramiento y becarío adiestrado en el Programa de Conferencias del Informe Anual se presentan varios cuadros, con detalle de cada Sistema de Producción de Ganado de Carne.