

La evaluación de pasturas mediante experimentos de pastoreo y su relación con los sistemas de producción

M.
Víctor Mares* M.
Raul R. Vera**
Héctor Hugo Li Pun***

Resumen

El objetivo del presente trabajo es discutir si la investigación enfocada a los sistemas de producción puede aplicarse a la evaluación de pasturas tropicales.

Varias razones justifican la adopción de este enfoque. Una de ellas es la necesidad de considerar los sistemas de producción pecuaria como destinatarios finales de las nuevas pasturas surgidas del proceso de investigación. No es suficiente, por tanto, la adecuada caracterización de la adaptación de nuevas especies a un medio dado, sino que se deben especificar también las características de los sistemas de producción, las restricciones biológicas y socioeconómicas que ellos imponen, y el proceso de análisis. Este último requiere de metodologías de investigación adicionales que trasciendan las habitualmente utilizadas en la experimentación biológica con pasturas.

Se argumenta también que existen diferencias cualitativas y cuantitativas entre la situación puramente experimental y las condiciones de los sistemas reales de producción. Al respecto se citan ejemplos de la literatura y se sugiere la necesidad de evaluar las pasturas, ya integradas a los sistemas de producción reales, como una etapa adicional de la investigación.

Se mencionan también las numerosas y complejas interacciones que ocurren entre los componentes de los sistemas pecuarios; una consecuencia de aquéllas es la dificultad de anticipar el efecto de la introducción de nuevas

* Ing. Agr., M.S., CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Agrónomo, Programa de Pastos Tropicales, CIAT, Cali, Colombia.

*** Agrónomo, CIHD, Lima, Perú.

ANALIZADA - OAI 06 791 4822

tecnologías en dichos sistemas, hecho que favorece la inclusión, en el proceso de investigación, de una etapa destinada a evaluar las pasturas en el contexto de los sistemas.

Por último, se discute como estudio de un caso la estrategia seguida en los Llanos Orientales de Colombia, haciendo énfasis en las etapas de análisis de los sistemas vigentes, en el flujo de investigación hacia la estación experimental comparado con el que ocurre fuera de ella, en el uso de modelos y, finalmente, en el estudio del proceso de adopción de nuevos cultivares.

Introducción

El esquema de evaluación del germoplasma adaptado a los diferentes ecosistemas tropicales incluye la realización de experimentos en las cuatro fases descritas en varios documentos (Toledo, 1982; Paladines y Lascano, 1983). Dos de estas fases, los ensayos regionales C y D (ERC y ERD), involucran a los animales en su metodología. En los ERC se evalúa la respuesta de la pastura a la presencia del animal que actúa como defoliador, como agente mecánico por medio del pisoteo, y como agente de recirculación de elementos minerales entre la planta y el suelo. En los ERD se evaluará el efecto de la pastura sobre el animal, efecto estimado a través de la productividad que se expresará, por ejemplo como incremento de peso vivo o como producción de leche, por unidad animal y por unidad de área. Los objetivos de estos ensayos son, por un lado, la determinación del comportamiento de una pastura en relación con un determinado sistema de manejo y, por otro, el diseño de un sistema de manejo que satisfaga mejor los requerimientos de las pasturas estudiadas.

El resultado de este proceso es generalmente una correspondencia entre la pastura y un sistema de manejo. Es decir, se produce, para los fines de la extensión rural, una pastura capaz de persistir y de expresar su potencial productivo si el manejo que encuentra en la práctica —o sea, en la situación real de los sistemas de producción— corresponde al utilizado o diseñado en la experimentación. Para asegurar mejor la transferencia de esa tecnología, se produce un paquete que incluye la pastura y su manejo recomendado, es decir, el mismo manejo aplicado o diseñado en la experimentación. Un primer caso supone esperar que el manejo real utilizado por los ganaderos se asemeje al que se emplea en las condiciones experimentales; lo ideal sería que este manejo experimental se basara en el conocimiento del manejo real. No hay evidencia de que así ocurra en la mayoría de los casos y es probable que se manifieste generalmente una tendencia a la optimización del manejo por parte del experimentador. El caso alterno supone la propuesta al productor de adoptar una pastura y un manejo correspondiente cuya operatividad a nivel de la finca no estaría demostrada.

El presente documento llama la atención sobre la necesidad de que el proceso de evaluación de pasturas se haga dentro del contexto de los sistemas de producción, y de que la fase de los ERD esté fuertemente alimentada tanto por el conocimiento de los sistemas reales como por el manejo y los elementos de juicio utilizados por el productor en la toma de decisiones. Consecuentemente, y a diferencia de varios de los trabajos presentados anteriormente, este documento no es una revisión exhaustiva de técnicas experimentales sino más bien una exposición de principios que han sido considerados relevantes en la práctica. Por ello, en su última parte se describen los principios de diverso orden que han guiado la evaluación de pasturas en los Llanos Orientales de Colombia y se detalla el proceso de evaluación como ejemplo de la puesta en práctica de aquellos principios.

Por qué evaluar pasturas en los sistemas de producción?

El enfoque de investigación utilizado hasta ahora por la RIEPT busca desarrollar e introducir pasturas adecuadas a un ecosistema determinado; se considera necesario ir un poco más allá, y buscar el desarrollo y el ensamblaje de pasturas apropiadas a un agrosistema determinado. El primer caso supone una adaptación ecológica; el segundo significa la adaptación a condiciones que abarcan más que las puramente ecológicas. Humphreys (1980) ha señalado que en la búsqueda de mejores pasturas no es suficiente considerar la adaptación ecológica per se, sino que es necesario considerar la adaptación a los sistemas de producción donde se integrarán las pasturas ensambladas. Esto significa que el proceso metodológico de la investigación en pasturas orientada según un enfoque de sistemas, requiere la previa identificación de los agroecosistemas y de los sistemas de producción: ambos serán los receptores de las pasturas ensambladas mediante las fases anteriores.

Las razones que hacen necesaria, en último término, la evaluación de nuevas pasturas —o de cualquier otra nueva tecnología— dentro de las condiciones de los sistemas de producción, se pueden resumir así:

- Los resultados finales del proceso de evaluación de pasturas se van a integrar a sistemas de producción donde las restricciones que determinan el manejo permanecerán más o menos constantes, por lo menos en el corto plazo. Por tanto, además de investigar donde encajarán las pasturas, es necesario validar su comportamiento en el sistema.
- Existen diferencias entre la situación experimental y las condiciones reales en los sistemas de producción.
- La representatividad y la extrapolación de los resultados experimentales parecen ser limitadas.

Sistemas de producción: destino del proceso de ensamblaje de pasturas

En varios documentos relacionados con los experimentos de pastoreo y con la evaluación de pasturas se subraya la necesidad de que la experimentación se haga teniendo en mente un sistema de producción en particular (Morley y Spedding, 1968). También se ha reconocido que en la investigación sobre el ensamblaje de germoplasma forrajero en pasturas, así como en la evaluación de estas pasturas en términos de producto animal, se considere la relación o correspondencia entre las técnicas de manejo empleadas en la evaluación y aquéllas que se aplicarán en el sistema de producción animal en que se adopte la pastura propuesta (Toledo, 1983). Este mismo documento indica, además, que la respuesta a la pregunta ¿qué germoplasma encaja en determinado sistema de producción? requiere de información sobre dos aspectos: el primero es la caracterización agronómica del germoplasma forrajero y su adaptación ecológica; el segundo es el del sistema de producción que acogerá, en la práctica, las nuevas pasturas. La primera clase de información se satisface con la investigación biológica y la experimentación; la segunda puede requerir de procedimientos complementarios que, tal como sugiere Morley (1981a), incluirían encuestas y estudios de casos. Estos procedimientos complementarios aunque han sido utilizados en casos como en el Proyecto ETES (Vera y Seré, 1985) no forman parte hasta ahora de la metodología de la RIEPT. En consecuencia, se corre el riesgo de ignorar la naturaleza del sistema para el cual se estarán ensamblando las pasturas, y su modo de actuar.

La descripción de un sistema objetivo debe incluir los siguientes elementos:

- los recursos;
- las entradas y salidas del sistema;
- los índices técnicos y biológicos;
- el proceso de toma de decisiones y la función objetivo del productor.

Varios de estos aspectos, en particular los recursos y la función objetivo del productor, determinan el manejo real.

Los recursos del sistema, que deben ser definidos, se refieren no sólo a la infraestructura productiva inmediata —como la extensión de la finca, el número de animales, las instalaciones y elementos similares— sino también a aquellos aspectos básicos del ecosistema que determinarán su potencial productivo, tales como el suelo, la precipitación, y otros. Estos aspectos ecológicos se han considerado en la metodología de la RIEPT, no así, o sólo ligeramente, los de la infraestructura productiva.

Otro grupo de recursos, generalmente no considerados, son los recursos externos al sistema, como la disponibilidad y el costo del crédito, los canales

de asistencia técnica que difundan los resultados de la investigación, los mercados y, en general, el entorno socioeconómico. Muchos de estos factores, aunque no sean propiamente tecnológicos, influyen sobre las decisiones de manejo del productor. Por ejemplo, en una situación de inestabilidad de precios y mercados y de alto costo del capital, es probable que los productores estén más interesados en la diversificación de la explotación y en el manejo de sistemas extensivos, que en el incremento de la inversión y en la especialización asociados —uno y otra— a sistemas de manejo más intensivo como serán los requeridos por ciertas pasturas. En este sentido es interesante notar la opinión de McCosker y Emerson (1982) de que la mayoría de las fincas en ciertas regiones de Australia, que no adoptaron el muy recomendado *Stylosanthes humilis*, se encuentran hoy en mejor situación financiera que aquéllas que lo introdujeron en sus sistemas de producción. Los requerimientos de manejo de dicha leguminosa condujeron a un incremento en el uso de infraestructura sin que los retornos económicos fueran suficientes para pagar las inversiones realizadas. Por otra parte, *S. humilis* estaba disponible en Australia desde principios de la década del sesenta, pero sólo hacia el final de dicho período se desarrolló la tecnología que permite sembrarla con aeroplano, reduciendo así el costo de su establecimiento. No obstante, la economía de esa mejora del sistema fue examinada sólo por McLintock en 1970 (Davidson, 1974) y se estimó entonces que sólo ofrecería bajas tasas internas de retorno y un flujo de caja dudoso.

La discusión anterior arroja una conclusión obvia: más que un fracaso tecnológico, lo que ocurrió fue un fracaso de la comunicación entre los investigadores en pasturas y los economistas; éstos evaluaron el proceso demasiado tarde, cuando la nueva especie ya se había difundido. Los problemas planteados por la falta de persistencia de la leguminosa bajo las condiciones de manejo de las fincas, contribuyeron a agravar las dificultades económicas de las fincas mencionadas. La persistencia, como atributo de la pastura, puede tener profundas consecuencias desde el punto de vista económico, como lo demuestran los análisis (Figura 1) realizados para los Llanos Orientales de Colombia (CIAT, 1982).

Situación experimental y condiciones reales: diferencias en los sistemas de producción

Parece existir una diferencia fundamental entre el manejo de las pasturas en condiciones experimentales y ese manejo en la situación real de los sistemas de producción. Esa diferencia se resume en el grado de complejidad de las interacciones y en el grado de flexibilidad de ambos manejos. Mott (1983) señala que el ganadero puede aplicar muchos sistemas de manejo, entre ellos una combinación de pastoreo continuo y pastoreo rotacional que incluye una

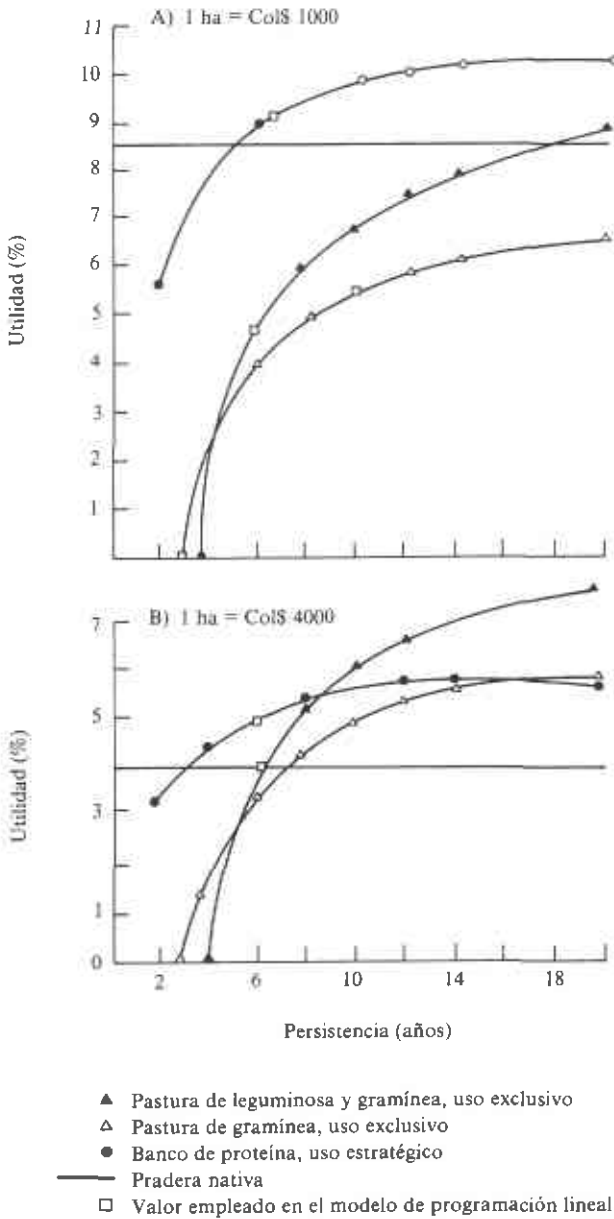


Figura 1. Efecto de la persistencia de la pastura en la rentabilidad de la producción de carne vacuna (actividades de cría, levante y ceba) en dos niveles de precio de la tierra: A) y B). Las estrategias mixtas, como la cría en pastos naturales y la ceba en pasturas mejoradas, se han omitido para simplificar las figuras.

multitud de variaciones en cuanto a los períodos de pastoreo, a los períodos de descanso y a las cargas animales. Si bien se acepta que estas variaciones ocurren entre fincas diferentes dentro de un sistema de producción, es también posible que ocurran dentro de una misma finca, como respuesta a variaciones entre años, entre épocas, entre potreros y entre diversas situaciones de mercado, de natalidad, de disponibilidad de mano de obra y de otros factores socioeconómicos y biológicos.

En condiciones experimentales, es posible que el manejo diseñado por el investigador no coincida con el manejo real; éste responde probablemente a diferentes elementos de juicio y el productor continuará aplicándolo a las nuevas pasturas. Morley (1981b) señala que el productor, cuyos objetivos son medulares para cualquier decisión que se tome, es el conductor del sistema, y que el manejo de los sistemas de pastoreo es mucho más complejo que la simple aplicación de técnicas tales como el pastoreo rotacional. Gardner (1983) señala que, aunque es deseable la evaluación de pasturas mediante el pastoreo, podría suceder que los resultados esperados no se alcanzaran a menos que el manejo experimental del pastoreo fuese realista.

En la mayor parte de los experimentos de pastoreo se incluyen, como tratamientos, tres factores importantes del manejo: la carga animal (o mejor aún, la presión de pastoreo), el período de ocupación, y el período de descanso. Como alternativa pueden emplearse o bien valores fijos o bien valores cambiantes de estos factores a lo largo del período experimental, manteniendo constantes, en ambos casos, otros aspectos del manejo tales como el nivel de utilización de insumos para el cual se ha seleccionado el germoplasma. El primer caso constituiría un sistema rígido y el segundo un sistema flexible de manejo que, probablemente, es una mejor aproximación al manejo real. Sin embargo, aun el más flexible de los sistemas experimentales de manejo puede ser una limitada aproximación a un sistema real. El manejo real, si bien es un evento determinístico en cuanto obedece a las decisiones tomadas por el productor, surge de una serie de eventos probabilísticos, como el clima, las variaciones entre un año y otro, los cambios en los precios, las condiciones de mercado, la disponibilidad de alimentos o de tierra suplementaria, las ventas y compras realizadas, y otros eventos.

De la discusión anterior se desprende que el manejo real es flexible y además probabilístico, caracteres que dificultan su simulación en los experimentos físicos. Así, en los ensayos de pastoreo hay muchas variables de difícil, o imposible, control que rara vez se cuantifican; si los niveles de carga en un experimento se incrementan, por ejemplo, la disponibilidad y el uso del forraje se hacen progresivamente más críticos cuando aumenta la presión de pastoreo. Dada esta situación, factores tales como el manejo del pastoreo, la conservación del forraje, la alimentación suplementaria, y el calendario de operaciones pueden influir de manera creciente sobre los resultados (Morley y

Spedding, 1968). Obviamente, es posible esperar grandes variaciones entre una pastura y otra en respuesta a estas variables de manejo; también se puede especular que la adaptación de especies del género *Brachiaria* a muy variados manejos sea tal vez una de las razones importantes de su rápida adopción en las sabanas de América tropical aun antes de producirse la necesaria información experimental que apoyara esa decisión.

La mayoría de los experimentos de pastoreo se orientan a determinar el máximo retorno económico y la máxima productividad animal por unidad de superficie. Sin embargo, cabe la posibilidad de que estas metas, asumidas por el experimentador, no sean la función objetivo del productor, sobre todo de aquellos productores de limitados recursos que aplican sistemas diversificados y cuyas metas pudieran estar más relacionadas con la minimización del riesgo y con el retorno respecto a otro factor de la producción, como p. ej. la mano de obra. Por otro lado, algunos atributos de la pastura, como la persistencia, pueden ser más importantes que la maximización del retorno económico y de la productividad, e incluso pueden ser antagonistas de estos objetivos. Más aún, es posible que la percepción que el productor tenga de los atributos de las nuevas pasturas —por ejemplo, de su persistencia— sea decisiva en el proceso de adopción. Este hecho puede ser importante aun en sistemas de producción semiintensivos, en los cuales es posible postular la rotación regular de pastos y cultivos que, obviamente, convertiría la larga duración de una pastura en una característica no esencial. Sin embargo, este no es, aparentemente, el caso del piedemonte en los Llanos Orientales de Colombia (Hansen, en impresión) donde al cultivo del arroz sigue generalmente el establecimiento de las pasturas, sin que haya intención declarada, en muchos productores, de retornar al cultivo agrícola en el mismo potrero.

Una importante manifestación de la flexibilidad de los sistemas reales son las adaptaciones espontáneas que ocurren en respuesta a la disponibilidad de recursos y de tecnología nuevos. Así, cuando las nuevas pasturas se someten a prueba en estos sistemas, es posible que surjan opciones de utilización no anticipadas hasta entonces. Por ejemplo, Cotsell (1956) encontró en regiones de Nueva Gales del Sur, Australia, que el mejoramiento de las pasturas permitía a los productores cambiar de la producción de lana con ovinos castrados, comprados fuera de la región, a la producción de corderos propios y de lana en rebaños de cría. Igualmente, cuando se comenzaron a evaluar asociaciones de gramíneas y leguminosas en los Llanos Orientales de Colombia se decidió, partiendo del conocimiento previo de los sistemas existentes, que el uso prioritario de la asociación debía corresponder al hato de cría y al levante de hembras de remplazo. Dos o tres años después se hizo evidente que dichos pastos permitían la ceba de novillos para el mercado, actividad preferida por los productores porque, según análisis económicos, es la más rentable (CIAT, 1984b). Esta actividad, sin embargo, es estacional por lo cual el sistema puede aún evolucionar hacia un uso alternado de la ceba y de la

utilización 'estratégica' por parte de todo el hato de cría o de algunas categorías del mismo.

Es posible también que la nueva tecnología emplee recursos hasta entonces subutilizados. Ocurre así cuando los nuevos pastos favorecen el ordeño en regiones donde hasta entonces no se practicaba, permitiendo una utilización más completa del capital y de la mano de obra disponibles (Davidson, en impresión). Un ejemplo más: el aprovechamiento de la fertilidad residual, después del cultivo del arroz, para introducir especies forrajeras cuyos requerimientos nutricionales son de tal naturaleza que sin esa fertilización hubiera sido imposible introducir las (Vera y Seré, 1985). Este enfoque, según parece, permite la retroalimentación de la actividad comercial hacia el proceso de investigación, y sugiere nuevas hipótesis que deberán ser materia de experimentación.

La complejidad de la situación real es tal que será prácticamente irreproducible bajo condiciones experimentales; se sugiere, por tanto, aprovechar esa situación real para la evaluación final del germoplasma. Esa complejidad hace además necesario un mejor conocimiento del manejo real del sistema objetivo, que sirva de base al manejo experimental. Este último aspecto es quizás de vital importancia en la evaluación de las leguminosas forrajeras. Los productores de la faja tropical en América Central y del Sur están familiarizados con el manejo de las gramíneas, en las cuales han centrado el desarrollo de sus sistemas de producción. Sin embargo, en el manejo de las leguminosas en pastoreo les falta aún mucho por aprender (Jones, 1983). En efecto, la adopción y el uso de cultivares de leguminosas forrajeras en el trópico americano no sólo debe afrontar el problema técnico de su adaptación sino también el efectivo desconocimiento, por parte de los eventuales usuarios, de las ventajas y limitaciones de esas especies.¹

Por ejemplo, en el manejo real practicado por los productores en Panamá, se halló una clara inclinación a eliminar de los potreros de *Panicum maximum* las leguminosas nativas, aun valiéndose de herbicidas (CATIE, 1983), resultado que afortunadamente no han conseguido. Esta actitud negativa hacia las leguminosas naturales que se debe, en parte, a razones diferentes de las relacionadas con su valor nutricional, se ha extendido a las leguminosas introducidas, dificultando su aceptación. La experiencia australiana con leguminosas tropicales, que acumula ya más de 20 años, parece coincidir en la apreciación de este problema (Tothill et al., 1984).

1. Ferguson, J. E. Comunicación personal.

Resultados representativos y extrapolables de los experimentos de pastoreo

Una condición necesaria para poder extrapolar los resultados experimentales de los ensayos de pastoreo es que éstos hayan sido obtenidos en condiciones que representen la situación real a la cual se aplicarán. Las diferencias entre los experimentos y el manejo real pueden limitar esa representatividad. Si bien existe alguna evidencia de que factores como el tamaño de los potreros (Elliott, 1966; Southcott, Roe y Turner, 1962) y el número de animales en el ható (Southcott, Roe y Turner, 1962) no afectan significativamente los resultados del desempeño animal ni la incidencia de parásitos internos. Esta situación tiene obviamente un límite y es posible imaginar que la heterogeneidad de los hatos comerciales y de las áreas mayores de pastoreo pueda, además de aumentar la varianza de las observaciones, inducir respuestas en pastos y animales que no aparezcan en los experimentos. La duración del período experimental es otro factor que puede introducir errores; experimentos de pastoreo de menos de dos años no dan, a veces, indicaciones sobre efectos de largo plazo como los cambios ocurridos tanto en la estructura, la estabilidad o la fertilidad del suelo como en la composición botánica, en el estado fitopatológico, y en los requerimientos nutricionales de la pastura (Morley y Spedding, 1968).

Al extender los resultados experimentales a la situación real se tropieza con un hecho: en las fincas, los nuevos pastos se integrarán con otros recursos forrajeros y con técnicas de manejo en una escala mayor, frecuentemente, que la usada a nivel experimental, y estarán sujetos tal vez a algunas restricciones (capital, mano de obra, habilidad gerencial) que no los afectan en la estación experimental. Es posible también que la nueva tecnología, una vez incorporada al sistema de producción, cambie sustancialmente los componentes de éste; por ejemplo, en algunos sistemas de doble propósito la introducción de *Leucaena* sp. elimina o reduce, en ocasiones, la necesidad de conservar el forraje por medios tradicionales (como heno o ensilaje). Tales cambios pueden ser deseables si, por ejemplo, aumentan las ganancias, o indeseables si elevan el nivel de riesgo (Addison y Rickert, 1984). Por su parte, los nuevos pastos pueden requerir insumos diferentes de los tradicionales; se necesitarían, por ejemplo, inoculantes para leguminosas en regiones donde no hay historia o experiencia previa de su uso. En este caso específico, la nueva tecnología genera demandas que obviamente exceden la capacidad del productor individual para satisfacerlas. La introducción de nuevos pastos puede alterar también el uso de otros recursos, como la mano de obra, y crear eventualmente conflictos con otros subsistemas como por ejemplo con las actividades agrícolas de la finca.

La controversia sobre técnicas experimentales como el sistema de quitar y poner (put and take) enseña que la generalización de los resultados de la

experimentación debe contar con las características de las fincas. En los experimentos, el manejo se aplica generalmente a un área cultivada con la pastura en prueba; en la práctica, en cambio, se pueden dar dos situaciones diferentes:

- Toda la unidad productiva, que generalmente es pequeña, está cubierta con un solo tipo de pastura y se maneja como un sistema cerrado con cargas y rotaciones fijas: así actúa el prototipo lechero del CATIE.
- El área de pastura cultivada es una fracción del área total como en la unidad familiar del CIAT, donde interactúan todas las pasturas de la unidad.

En este último caso, aunque el sistema sea cerrado y mantenga su carga constante durante largos períodos de tiempo, la fracción de pasto cultivado puede manejarse con cargas y rotaciones variables. En el primer caso, los resultados experimentales obtenidos mediante el uso de un sistema de quitar y poner no serían aplicables, mientras que en el segundo sí podrían serlo. Interesaría entonces conocer de antemano a qué sistema y tipo de finca se orienta la investigación.

La extrapolación de los resultados de la experimentación agrícola ha sido cuestionada (Davidson y Martin, 1968) porque se hacen recomendaciones basadas en la suposición de que los rendimientos obtenidos por los productores tendrán una estrecha correlación con los resultados experimentales, aun cuando esta correlación no haya sido establecida. La información publicada por Davidson y Martin (1968) indica que, tratándose del producto animal, los rendimientos logrados en las fincas como respuesta a cambios introducidos en el manejo y la tecnología no aumentan tan rápidamente como los rendimientos experimentales. En un caso específico en Nueva Zelanda, el coeficiente de regresión de la producción real sobre la experimental —el cual representa una proporción de un resultado experimental que los finqueros podrían obtener— fue 0.52 para la grasa de la leche, 0.48 para la producción de carne por hectárea, y 0.38 para la natalidad de corderos. De igual modo, las críticas hechas a la corta duración del efecto causado en la producción animal por las pasturas basadas en ciertas leguminosas, en Australia, después de dos décadas de investigación (McCosker y Emerson, 1982), señalan el alto riesgo de formular recomendaciones y proponer la extensión de los resultados experimentales a las fincas comerciales, suponiendo que en éstas se obtendrán resultados semejantes a los de la estación experimental. En contraposición, la alternativa explorada por el programa CIAT/ICA en los Llanos Orientales de Colombia, que consiste en exponer las mejores pasturas posibles a diferentes manejos en fincas cooperadoras y hacer luego el respectivo estudio de casos, ha dado tan buenos resultados que fue decisiva en el reciente lanzamiento de una nueva leguminosa.

La validez científica de los ensayos en que se prueba la tecnología en las fincas ha sido criticada por las frecuentes dificultades que presenta su análisis estadístico, particularmente cuando dichas fincas se escogen y no se toman al azar. Sin embargo, esa prueba se considera sólo como un paso más en el proceso de evaluación.

Evaluación de pasturas en fincas, parte del proceso de investigación

La estrategia probada por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT en los Llanos Orientales de Colombia es un proceso de múltiples etapas, que integra esencialmente dos propuestas diferentes (Menz y Knipscheer, 1981):

- a. El método analítico clásico para desarrollar la experimentación bajo un completo control del investigador ('top-down research').
- b. El método reciente que, fundado en los sistemas de producción, se destina a ajustar con mayor precisión la tecnología a las necesidades del productor. Este método, por sí solo, corre el riesgo de perder su valor de extrapolación si se vuelve demasiado específico.

La Figura 2 ilustra la secuencia de los pasos posibles que comprende la evaluación de pasturas. Esta secuencia no es estrictamente sucesiva: hay en ella varios grados de superposición y tiene bastante en común con el esquema sugerido por Byerlee et al. (1982) para cultivos agrícolas. Esos pasos son los siguientes:

1. El estudio y *el diagnóstico dinámico de los sistemas* de producción prevalentes en la región de interés, con el propósito no sólo de comprender cualitativa y cuantitativamente su funcionamiento sino de identificar las posibles interacciones entre los componentes de esos sistemas. Paralelamente se analizan las condiciones del marco socioeconómico, incluyendo los objetivos del productor, porque condicionan frecuentemente la existencia misma de los sistemas de producción. Ambos ejercicios han permitido identificar el posible papel que una tecnología basada en el uso de pasturas asociadas desempeñaría en los sistemas de ganadería extensiva de las sabanas de América tropical (Vera y Seré, 1985). En general, esta etapa del proceso no sólo permite identificar el papel que las nuevas especies forrajeras deben cumplir, sino que provee también objetivos claros y relevantes para todo el proceso de evaluación del nuevo germoplasma.
2. *La evaluación de pasturas* a nivel experimental que se realiza tanto en estaciones experimentales como en fincas de productores colaboradores. La metodología y las etapas de evaluación no requieren explicaciones

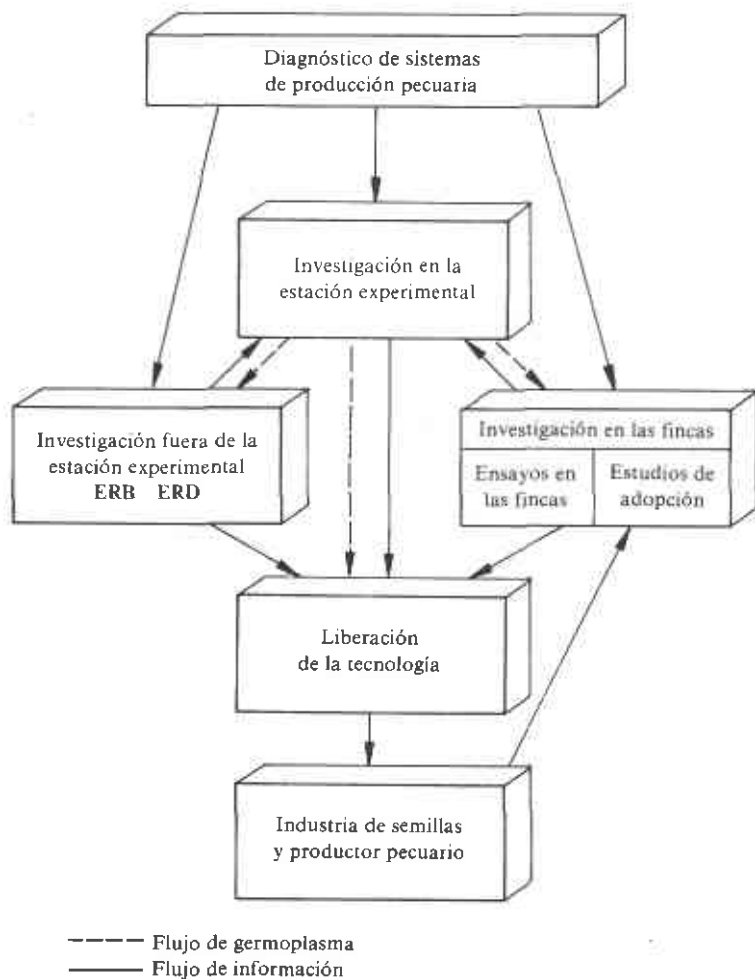


Figura 2. Proceso de evaluación de las pasturas sembradas seguido por CIAT/ICA en los Llanos Orientales de Colombia.

detenidas pues han sido objeto de anteriores reuniones de trabajo de la RIEPT. Sin embargo, es necesario señalar que, en los estudios de fincas, éstas proporcionan un sitio para realizar experimentos, y se puede exponer el material en prueba a nuevas y diversas condiciones ambientales. Estas pruebas no constituyen todavía una inclusión de la nueva pastura en el sistema de la finca. Se reconoce, sin embargo que este tipo de experimento en las fincas, muy viable con cultivos, es de difícil realización cuando se investiga en producción animal por el considerable grado de interferencia con el sistema. En fincas pequeñas es éste un objetivo casi

imposible; en fincas muy grandes de manejo extensivo, como las de los Llanos colombianos, ha sido posible lograr que un productor cooperador ceda parte de su finca para un ensayo de pastoreo.

3. Las nuevas pasturas —cuando hay alguna información experimental sobre ellas— *se introducen en fincas* colaboradoras con el propósito de examinar cómo se incorporan al sistema de producción y qué impacto tienen sobre éste, tanto en términos biológicos como económicos. Esta etapa del proceso permite también examinar la persistencia de las nuevas pasturas en condiciones comerciales, evaluar el desempeño de las mismas tanto bajo regímenes de fertilización como, en general, de manejo subóptimo (desde el punto de vista ecológico), y exponer el material experimental a un rango de condiciones más amplio que el de la estación experimental. En este paso, a diferencia del anterior, hay participación activa tanto de la finca como del productor. Es decir, no sólo se proporciona en ella un sitio experimental, sino que el sistema acoge la pastura en estudio y la prueba dinámicamente, generando información tanto biológica —que será complementaria de la experimental— como económica y aquella concerniente a la reacción del productor. En este paso es esencial la continua interacción entre los investigadores en pastos y los especialistas en sistemas e investigadores en ciencias sociales, a fin de que se preserven los objetivos identificados en el paso 1.
4. La información generada en las pruebas en fincas está sujeta a *análisis económico*, al cual incorpora ella diversos supuestos sobre persistencia, desempeño, estrategias alternas de uso y otros. El mecanismo adecuado para desarrollar este tipo de análisis son los modelos matemáticos de simulación que representen adecuadamente la estructura y el funcionamiento de los sistemas de interés (Juri, Gutiérrez y Valdés, 1977; Nores y Estrada, 1979; Monteiro Gardner y Chudleigh, 1981; Brockington et al., 1983). Se ha puesto en duda ocasionalmente el papel de la simulación en el estudio y formulación de modelos, porque se arguye que las preguntas hechas para el análisis de sistemas o los cambios sugeridos al sistema bajo estudio son tan sencillos que un economista o un agrónomo con experiencia pueden resolverlos sin la ayuda de modelos simulados (Simmonds, 1984). Esta opinión emerge fundamentalmente de la experiencia derivada de los cultivos anuales. Sin embargo, cuando los cambios perseguidos provocan alteraciones del sistema en años sucesivos, cuando existen numerosas interacciones entre componentes o subsistemas, o cuando los cambios propuestos son de mayor envergadura, se crea inevitablemente una situación mucho más compleja e imposible de resolver mediante la experiencia o la intuición.

Al contrario de lo que ocurre con los cultivos anuales, en los cuales es posible realizar experimentos relativamente pequeños donde se compara

un gran número de combinaciones factoriales de las variables de manejo, los experimentos de pastoreo con más de cuatro o seis tratamientos son, en general, imposibles. Esta situación se torna aún más limitante en las comparaciones de los sistemas de producción; por esta razón se propone el uso de modelos de simulación para reducir, en una etapa inicial, el gran número de variables de manejo, de recursos, de estrategias de uso, y de otros factores que pueden investigarse. En una etapa posterior se establecerán, si es necesario, experimentos de campo con aquellos sistemas identificados como los más prometedores.

Alternativamente, los mismos modelos pueden contribuir al diseño y selección de unidades o módulos de producción, que no impliquen comparaciones de sistemas sino sólo la validación de una o de muy pocas alternativas (CIAT, 1984a). Esta última opción —módulos demostrativos usualmente bajo el control de una estación experimental— no representa aún los sistemas reales pero tiene particular utilidad en los estados iniciales del desarrollo de los *nuevos* sistemas de producción, cuya existencia es aún conceptual (Menz, 1980). De esta forma, uno o varios modelos físicos validan el modelo conceptual, en tanto este último generalice el modelo físico (Brockington, 1982).

5. Satisfechas las etapas anteriores de evaluación y validación, están dadas las condiciones para que los cultivares liberados tengan probabilidad de ser adoptados con éxito. Sin embargo, el *proceso de adopción* merece ser estudiado y documentado, pues suministra información adicional sobre el desempeño de los nuevos materiales forrajeros y sobre la percepción que de ellos tengan los productores. Es posible, como lo ha demostrado un estudio reciente sobre la adopción de *Andropogon gayanus* (CIAT, 1984b), identificar las prácticas de manejo y de otro tipo que no hayan sido anticipadas en el proceso de evaluación previo. Por último, el conjunto de informaciones así obtenidas aporta una estimación del impacto que hace, a nivel regional o nacional, el producto de la investigación.

La metodología de investigación que actualmente utiliza la RIEPT parece ajustarse al paso 2 (evaluación de pasturas) de la secuencia descrita. A la luz de esta exposición, es deseable ampliar la metodología para que incluya y realce los otros pasos (3 a 5) que son ensayados por el CIAT y —con objetivos un tanto diferentes— por otras instituciones (CATIE, 1983) dentro de sus programas de investigación en producción animal enfocados hacia los sistemas de producción.

Conclusión

Aparentemente, ya es real la necesidad de aumentar la efectividad y la relevancia de la investigación orientada a producir mejores pasturas que

eleven la productividad de los sistemas de producción animal en las regiones tropicales. El esfuerzo y los logros de la RIEPT son encomiables. Sin embargo, es plausible la propuesta de que la metodología de evaluación del germoplasma forrajero que se integrará como pastura, sea complementada con evaluaciones finales no estrictamente académicas; éstas se harán en las fincas de productores cooperadores representativos tanto del sistema de producción como de las circunstancias a las cuales se destinarán las pasturas ensambladas. Hay, en efecto, un consenso sobre esta necesidad. Se requiere también la adopción de un proceso investigativo estrechamente relacionado con la metodología de investigación en sistemas de producción.

Stobbs (1977) sostiene que las interacciones entre la pastura tropical y los animales que la pastorean no pueden analizarse e interpretarse adecuadamente — con el fin de establecer principios generales— solamente con los experimentos de pastoreo en que se comparan cargas. El mismo autor sugiere que se aplique el concepto del *manejo integral*, que añade a los pastos y animales el manejo de la situación y la interacción con su circunstancia. En este sentido parece conveniente integrar al finquero al proceso de evaluación de las nuevas pasturas.

Referencias

- Addison, K.B. y Rickert, K.G. 1984. Models of feed systems for growing cattle in sub-coastal Southern Queensland. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 15:11-23.
- Brockington, N.R. 1982. Diálogo 3. En: Seminario sobre Sistemas en Investigación Agropecuaria. IICA, Zona Sur, Montevideo, Uruguay. p. 165-171.
- ; González, C.A., Veil, J.M.; Vera, R.R.; Teixeira, N.M. y de Assis, A.G. 1983. A bioeconomic modelling project for small-scale milk production systems in South-East Brazil. Agric. Systems 12:37-60.
- Byerlee, D.; Harrington L. y Winkelmann, D.L. 1982. Farming systems research: Issues in research strategy and technology design. Amer. J. Agric. Econ. 64:897-904.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1983. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche. Proyecto CATIE-BID, informe técnico final 1979-1983. Departamento de Producción Animal, Turrialba, Costa Rica.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Programa de Pastos Tropicales; informe anual 1982. Cali, Colombia. 302 p.
- . 1982. Manual para la evaluación agronómica; Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Toledo, J.M. (ed.). Cali, Colombia. 162 p.

- . 1983. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación. Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). Cali, Colombia. 186 p.
- . 1984a. Programa de Pastos Tropicales; informe anual 1982. Cali, Colombia. 362 p.
- . 1984b. Programa de Pastos Tropicales; informe anual 1983. Cali, Colombia. 388 p.
- CotSELL, J.C. 1956. Sheep investigations at Shannon nutrition station with special reference to strategic stocking. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 1:24-32.
- Davidson, B.R. Economic aspects of small scale ranching on improved pastures in the Colombian Llanos. CIAT, Cali, Colombia. (En impresión.)
- . 1974. Economics of agricultural development in Northern Australia. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 10:332-339.
- . y Martin, B.R. 1968. Experimental research and farm production. *Agric. Econ. Res. Rep. no. 7.* University of Western Australia Press, Perth. 68 p.
- Elliott, N.M. 1966. The effect of paddock size on animal production. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 6:177-178.
- Gardner, A.L. 1983. Evaluación por corte y por pastoreo en parcelas pequeñas: comparación de resultados. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación. CIAT, Cali, Colombia. p. 107-120.
- Hansen, E. Land management and phosphorus fertilizer use among upland rice farmers in Meta, Colombia; executive summary of research. Technical working paper. IFDC. (En impresión.)
- Humphreys, L.R. 1980. Deficiencies of adaptation of pasture legumes. *Trop. Grassld.* 14(3):153-158.
- Jones, R.J. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación. CIAT, Cali, Colombia. p. 131-148.
- Juri, P.; Gutiérrez, N.F. y Valdés, A. 1977. Modelo de simulación por computador para fincas ganaderas. CIAT, Cali, Colombia. (Mimeografiado.)
- McCosker, T.H. y Emerson, C.A. 1982. The failure of legume pastures to improve animal production in the monsoonal dry tropics of Australia: A management view. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 14:337-340.
- Menz, K.M. 1980. Unit farms and farming systems research: The IITA experience. *Agric. Systems* 6:45.
- . y Knipscheer, H.C. 1981. The location specificity problem in farming systems research. *Agric. Systems* 7:95-103.

- Monteiro, L.A. Gardner, A.L. y Chudleigh, P.D. 1981. Beef production in the Cerrado region of Brazil. *Wild. Anim. Rev.* p. 37-44.
- Morley, F.H.W. 1981a. *Options in pasture research.* *Trop. Grassld.* 15(2):71-84.
- . 1981b. Management of grazing systems. En: Morley, F.H.W. (ed.). *Grazing Animals.* Elsevier Sci. Pub., Amsterdam. 411 p.
- y Spedding, C.R.W. 1968. Agricultural systems and grazing experiments. *Herb. Abstr.* 38(4):279-287.
- Mott, G.O. 1983. Evaluación de germoplasma forrajero bajo diferentes sistemas de manejo del pastoreo. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación.* CIAT, Cali, Colombia. p. 149-164.
- Nores, G.A. y Estrada, R.D. 1979. Evaluación económica de sistemas de producción de carne de res en los Llanos Orientales de Colombia. En: Tergas, L.E. y Sánchez, P.A. (eds.). *Producción de pastos en los suelos acidos de los trópicos.* CIAT, Cali, Colombia. p. 347-362.
- Simmonds, N.W. 1984. The state of the art of farming systems research; a report to the World Bank.
- Southcott, W.H., Roe, R. y Turner, H.N. 1962. Grazing management of native pastures in the New England region of New South Wales, II. The effect of size of flock on pasture and sheep production with special reference to internal parasites and grazing behaviour. *Aust. J. Agric. Res.* 13:880-893.
- Stobbs, T.H. 1977. Short term effects of herbage allowance on milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen fertilized tropical grass pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:892-898.
- Toledo, J.M. 1983. Ensamblaje de germoplasma en pasturas: problemática de experimentación. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación.* CIAT, Cali, Colombia. p. 1-10.
- Tothill, J.C. et al. 1984. Australian savannas. *Int. Savanna Symp.* Brisbane, Australia. (Resumen.)
- Vera R.R. y Seré R., C. 1985. Los sistemas de producción pecuaria extensiva del trópico sudamericano: Brasil, Colombia y Venezuela; análisis comparativo. En: Vera R.R. y Seré R., C. (eds.). *Sistemas de producción pecuaria extensiva; Brasil, Colombia, Venezuela.* CIAT, Cali, Colombia. p. 431-450.