

Evaluación económica de la producción de carne en el trópico bajo pastoreo y con aplicación de nitrógeno*1/

RUBEN DARIO ESTRADA**, OSVALDO PALADINES**

ABSTRACT

*An economic analysis based on the Internal Rate of Return to capital investment (IRR) is presented for cattle fattening systems in the Cauca Valley of Colombia on pangola grass. (*Digitaria decumbens*) irrigated and fertilized with nitrogen. The analysis includes price ratios between nitrogen and finished cattle and between feeder stock and finished cattle. From the analysis it would not seem economical to increase production above 860 kg of liveweight/ha/year with stocking rates above 5 animals/ha and the application of more than 168 kg N/ha/year.*

For a given level of nitrogen applied, variations in the IRR were less affected by the relative price of nitrogen than by the price ratio between finished cattle and feeder stock. At low relative N/cattle prices the differences in IRR due to the level of fertilizer applied and stocking rates were small while at high relative prices differences were up to 100

Price of land and the opportunity cost of capital had a relatively small effect on IRR.

Introducción

PARA incrementar la producción de carne en zonas tropicales de América, existen dos alternativas: incorporar más superficie a la producción de pastos o aumentar la productividad de las praderas ya existentes. La distancia al mercado y las condiciones de acceso a las fincas en áreas recién incorporadas, hacen de la segunda alternativa una solución factible para la ceba de novillos en pastoreo, en áreas con condiciones estructurales favorables

La rotación de potreros, el riego y la fertilización han sido tradicionalmente usados para aumentar la productividad, pero existe poca información sobre pastos tropicales que permita analizar en forma sistemática sus efectos en la producción de carne y la rentabilidad de dichas prácticas en el largo plazo

En Australia, Mitchell *et al.* (3) analizaron, por un método de comparación de presupuestos, los resultados obtenidos por Bryan y Evans (1) en el engorde de novillos en pangola con la aplicación de 168 kg y 448 kg de N/ha/año a la introducción de leguminosas tropicales. Las tasas internas de retorno fueron bajas, entre 4, 5 y 2,6 por ciento para los sistemas con N y 2,8 por ciento para el sistema con leguminosas. Posteriormente Firth *et al.* (2) recalcularon el análisis económico basando sus operaciones en el precio ventajoso del ganado en el año 1973. Las tasas internas de retorno subieron a 11,3, 12,9 y 9,7 por ciento para los tres sistemas anotados anteriormente. En todos los casos los autores hacen notar la inversión elevada necesaria para establecer sistemas comerciales de engorde intensivo y el largo período de tiempo necesario para amortizar la inversión inicial (15-18 años en el mejor de los casos)

El objetivo de este trabajo es analizar la interacción de factores tanto técnicos como económicos para determinar la carga animal y el nivel de fertilización más adecuado en la ceba de novillos en pastoreo. Hasta el presente, los resultados económicos que se ofrecen a los productores en zonas tropicales son rígidos respecto a los efectos sobre la rentabilidad de variaciones en los

* Recibido para publicación 23 de mayo 1979

1/ Los autores agradecen la colaboración del Ing. Adolfo Gordillo y las valiosas sugerencias de los Dres. Eugenia de Rubinstein y Gustavo Nores

** Economista Agrícola y Zootecnista del Programa de Ganado de Carne CIAT, respectivamente, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1.—Coeficientes técnicos de 12 sistemas de engorde en pasto pangola y fertilizados con nitrógeno.

Sistema	Tratamiento		Producción de Carne por:		
	N	Carga	Hectárea	Novillo	Kg N*
	Kg/ha/año	UA/ha	kg/año		
I A	168	4,2	758	182	2,56
B	168	5,0	860	172	3,18
C	168	5,8	845	145	3,09
II A	332	5,0	790	158	1,42
B	332	5,8	880	151	1,70
C	332	6,7	947	142	1,91
III A	500	5,8	915	157	1,17
B	500	6,7	980	147	1,30
C	500	7,5	1072	143	1,48
IV A	672	6,7	1107	166	1,16
B	672	7,5	1012	135	1,02
C	672	8,3	1224	147	1,34

* Descartando la producción de un sistema tradicional sin fertilizar, una carga de 2UA/ha. y una producción de 330 kg/ha/año

precios relativos de insumos y productos. En estas condiciones resulta recomendable analizar el impacto económico obtenido (en diferentes sistemas de pastoreo biológicamente estables) mediante la simulación de variaciones en los precios relativos de insumos y productos.

Determinación de los coeficientes técnicos.

Los coeficientes biológicos considerados son el resultado de un experimento realizado en el Valle del Cauca, Colombia (4) por un período de cuatro años, establecido para medir el efecto de la fertilización nitrogenada, el riego y la rotación de potreros en la producción de carne en una pradera de pasto pangola. El experimento fue manejado semejando una explotación comercial. Los animales fueron sometidos a rotaciones de seis potreros con cinco días de pastoreo y veinticinco días de descanso. Después de cada pastoreo los potreros fueron fertilizados y regados cuando la precipitación natural no fue suficiente. El peso inicial de los novillos fue de 270 kg y éstos se destinaron al sacrificio cuando su peso alcanzó los 440 kg.

En el Cuadro 1 se presentan los coeficientes técnicos obtenidos, para los cuatro niveles de nitrógeno y las tres cargas de pastoreo correspondientes.

Metodología

Para medir la viabilidad económica de estas tecnologías intensivas en capital, se utilizó el criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR)*. Se calcula con base en el flujo de efectivo descontado. Para el cálculo se utilizó un modelo computerizado (CIATNETO) que determina la tasa interna total, marginal y el valor presente neto para diferentes tasas de interés.

Para simular el flujo de gastos e ingresos se ajustaron los costos por hectárea considerando una explotación comercial de 100 ha y un horizonte del proyecto de doce años. El costo del riego y los gastos de manejo y administración permanecieron constantes (en términos reales a precios de 1977) en todos los niveles de fertilización y de carga animal.

En la simulación del engorde duró un año y los novillos tuvieron peso inicial de 300 kg. El peso final de los animales varió de acuerdo al sistema utilizado.

Los principales costos considerados por inversiones y gastos figuran en el Cuadro 2.

Inversión en la siembra de pasto (US\$ 108/ha). Se consideró una siembra tradicional con una arada y dos rastilladas y siembra de una tonelada y media de material vegetativo por hectárea. En la simulación se consideró una productividad constante (por 12 años) sin aplicaciones de fertilizantes diferentes al nitrógeno. Los resultados experimentales por cuatro años indican que no es necesaria la aplicación de otros fertilizantes para mantener la productividad del pasto en estos suelos. Sin embargo en muchas áreas del trópico americano la utilización de altos niveles de nitrógeno puede derivar en deficiencias de potasio que deben ser corregidas, siendo por lo tanto necesario tomarlo en cuenta para el análisis económico.

Inversión en cercas, corrales y casa (US\$ 156/ha). La inversión promedio por hectárea fue estimada en sumas iguales por concepto de: (a) cercas, bebederos y saladeros, (b) corrales, y (c) vivienda para administrador y vaqueros. La duración promedio de estas inversiones fue de doce años, con reparaciones del 60 por ciento del valor cada seis años.

Inversión en el equipo de riego (US\$ 94/ha) Se considera un equipo de riego por cañón con un caudal de 1 000 galones por minuto, y una duración de seis años. Se repara el equipo cada tres años por un valor del 20 por ciento de la inversión inicial.

Gastos en manejo y administración (US\$99/ha/año). Se contratan dos vaqueros y un administrador general.

* La TIR es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de ingresos netos futuros. Se podría decir que es el beneficio económico anual expresado como porcentaje de la inversión inicial. Es un método de análisis económico utilizado para seleccionar proyectos de inversión que presentan un diagrama de ingresos y costos similares con la misma duración de proyecto. Este método es especialmente útil cuando se hacen inversiones iniciales que contribuyen a la producción en varios períodos de tiempo y cuando no se tiene un criterio claro para determinar la productividad de la inversión de cada período como en el caso de los cultivos anuales.

Cuadro 2.—Inversión inicial* por ha para cada sistema alternativo **

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado					
	0.4			0.8		
	Total	Ganado	Fertilizante	Total	Ganado	Fertilizante
	US\$	Porcentaje		US\$	Porcentaje	
I A***	1630	65,0	3,2	1682	63,1	6,2
B	1850	69,5	3,8	1903	67,5	5,5
C	2071	72,4	2,5	2123	70,5	4,9
II A	1902	67,6	5,4	2005	64,0	10,3
B	2112	70,9	4,8	2222	67,3	9,3
C	2346	73,1	4,4	2449	70,0	8,4
III A	2175	68,9	7,1	2339	64,0	13,3
B	2398	71,5	6,5	2562	66,9	12,1
C	2619	73,6	5,9	2783	69,2	11,2
IV A	2460	69,7	8,5	2669	64,0	15,6
B	2680	71,9	7,8	2890	66,7	14,8
C	2902	73,7	7,2	3112	68,8	14,2

* Es el capital comprometido hasta que se recibe el primer ingreso por venta de ganado (un año) y comprende la inversión en siembra de pastos, cercas, equipo de riego, corrales y los gastos de manejo, administración y fertilizante.

** En el sistema tradicional la inversión total fue de US\$ 854 de los cuales el 56% estaba representado en ganado.

*** Para la caracterización de cada sistema referirse al Cuadro 1.

El salario promedio de los vaqueros es de US\$ 1 039 por año considerando las prestaciones sociales. La remuneración al administrador es de US\$ 7.792 anuales incluyendo en este valor el mantenimiento de un jeep o camioneta y los gastos directos de administración.

Gastos en agua para riego (US\$ 78/ha/año). Se consideró la aplicación de diez riegos anuales con una lámina de 20 cm por riego. El costo de US\$ 0,39 por 100 metros cúbicos incluye los gastos de amortización del pozo y del equipo de succión.

Gastos en sales y salud animal (US\$8,73/UA/año). El tratamiento preventivo de sanidad animal comprende: un vermífugo, cuatro vacunas contra aftosa, doce baños garrapaticidas y una vacuna contra carbón, por un precio total de US\$ 3,12/año/novillo. Cada animal consume 18 kg de sal mineralizada.

Gastos en ganado para engorde y fertilizante nitrogenado. El gasto en estos insumos está relacionado directamente con el precio del ganado gordo (US\$ 0,78 /kg en pie) y depende del precio relativo de ganado flaco/gordo y del precio relativo del nitrógeno/ganado gordo.

Resultados y discusión

En los Cuadros 3, 4 y 5 se presenta el desempeño de los diferentes sistemas de ceba de novillos. Los resultados son analizados utilizando los criterios del TIR, inversión de capital e ingreso neto por hectárea.

Fertilización Nitrogenada.

Los sistemas con aplicaciones de 168 kg/N/ha fueron los más rentables para precios relativos nitrógeno/ganado gordo superiores a 0,4; sin embargo a esta relación no existió una diferencia tan importante entre los sistemas propuestos. A una relación de precios de 0,4 la diferencia máxima entre niveles de fertilización es de cinco puntos en la TIR, diferencia que se aumenta hasta trece puntos para una relación de precios de 1:1.

En los casos de bajo precio relativo del nitrógeno, importa menos la eficiencia física del sistema medida en términos de carne producida por kilo de nitrógeno (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias en rentabilidad a bajos precios relativos solo son del orden de 20 por ciento (Cuadro 4, 5 y 6). A altos precios relativos del nitrógeno los sistemas se deberían seleccionar

Cuadro 3.—Años necesarios para el pago de la inversión inicial en los diferentes sistemas alternativos a/

	0,4 Ingreso Neto Ha/año		Pago de la Inversión Inicial	Ingreso Neto Ha/año 0,8		Pago de la Inversión Inicial d/
	Máximo b/	Mínimo c/		Máximo b/	Mínimo c/	
	US\$		Años	US\$		Años
I Ae	262	91	8	210	39	8
B	314	143	7	262	91	8
C	275	104	8	225	-55	9
II A	208	36	10	106	-64	17
B	252	80	9	148	-20	13
C	278	106	9	171	3	14
III A	226	54	9	62	-106	32
B	252	101	10	62	-85	35
C	296	124	9	132	-39	19
IV A	288	116	9	77	-90	29
B	187	18	15	-25	-184	-6
C	309	137	9	98	-70	27

a/ En el sistema tradicional el ingreso neto ha/año máximo y mínimo corresponden al US\$ 182 y US\$ 82 respectivamente y requiere 8 años para el pago de la inversión inicial.

b/ El flujo máximo corresponde a los meses en que no se realizan inversiones.

c/ El flujo mínimo corresponde a los meses donde se realizan inversiones en equipo de riego y reparación de construcciones.

d/ Número de años para el pago de la inversión inicial se determina cuando la diferencia entre la inversión inicial y la sumatoria de los flujos netos anuales (sin descontar por una tasa de interés) es cero.

e/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

f/ La sumatoria de los gastos es mayor que la de los ingresos.

por su eficiencia para utilizar el nitrógeno, presentándose variaciones en las TIR de hasta de 100 por ciento (Cuadro 6, relación de precios de 1:1).

Dentro del mismo nivel de fertilización la estabilidad en la TIR debida a cambios en los precios relativos del nitrógeno está relacionada directamente con el porcentaje de la inversión total destinado a la fertilización (Cuadro 2). Los niveles bajos de fertilización (168 kg/N/ha) no representan una inversión en fertilización superior al 10 por ciento de la inversión total por hectárea para relaciones de precio de nitrógeno/ganado inferiores a 1,2. En estas condiciones, variaciones grandes en el precio relativo del nitrógeno sólo afectan una proporción pequeña de la inversión inicial que, al ser ponderada por la inversión total, representa pequeñas variaciones en la tasa interna de todo el sistema. En los niveles altos de fertilización (672 kg/N/ha) y para precios relativos del nitrógeno/ganado inferiores de

1,2, la inversión en fertilizante es superior al 20 por ciento de la inversión total por ha. Variaciones de 0,4 a 1,0 en el precio relativo del nitrógeno/ganado representaron variaciones de 30 y 80 por ciento en la tasa interna de retorno para los Sistemas I y IV, respectivamente.

Carga Animal

Cuando el precio por kilogramo de ganado flaco es superior al precio por kilogramo de ganado gordo, existe una escasez relativa de animales flacos. En tal caso, la eficiencia para producir carne por kilo de nitrógeno o por ha. puede no ser el criterio para lograr la mayor rentabilidad. En el Sistema IV (672 kg/N/ha), la carga de 6,7 UA/ha (A) tiene una producción de carne por ha y por kilogramo de nitrógeno (1, 107 y 1,16, respectivamente, Cuadro 1) inferior a la carga

Cuadro 4—Tasa interna de retorno^a al capital para la relación de precios ganado flaco/gordo de 1. Valores ajustados por inflación a precios constantes^b.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0.4	0.6	0.8	1.0
	Porcentaje			
I A/c	21,2	19,2	17,2	15,2
B	22,6	20,9	19,2	17,5
C	19,2	17,7	16,2	14,7
II A	16,2	12,9	9,6	6,3
B	17,8	14,8	11,8	8,8
C	18,2	15,4	12,6	9,8
III A	16,2	11,6	7,0	1,4
B	16,6	12,5	8,4	4,3
C	17,8	13,6	9,4	5,2
IV A	17,8	13,0	8,2	3,4
B	13,0	8,5	4,0	0,5
C	17,2	12,6	8,0	3,4

a/ Las tasas internas de retorno se especifican en términos reales, en consecuencia $i = TIR + P + TIR \cdot P$ en donde, i , TIR y P representan la tasa anual de interés nominal, la tasa interna de retorno real y la tasa de inflación respectivamente

b/ El sistema tradicional presentó una TIR de 10.86 para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad el TIR aumenta a 18.1.

c/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

de 8,3 UA/ha (C) 1,224 y 1,34) sin embargo la rentabilidad es mayor en la carga más baja (Cuadro 6) por tener una mayor productividad por novillos (166 contra 147).

Cuando el precio por kilogramo del ganado flaco es bajo, siendo éste un recurso abundante, los sistemas con mayor número de animales tienen ventaja en términos de TIR, importando más la producción por ha y por kilo de nitrógeno que la producción por animal. En el sistema analizado anteriormente, los resultados son completamente opuestos cuando la relación de precios de ganado flaco/gordo es de 0,9 (Cuadro 5) La carga de 8,3 UA/ha presenta una mayor rentabilidad y una mayor estabilidad ante variaciones del precio relativo del nitrógeno. Este resultado se debe a la mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno, a la mayor producción de carne por ha y a la menor proporción de la inversión en nitrógeno.

Valor de la Tierra

Al analizar alternativas de engorde de novillos que son diferentes en la densidad de uso de la tierra es necesario determinar la sensibilidad de los resultados económicos a diferentes precios de la tierra. A medida que aumenta el precio de la tierra y se utiliza un sistema ahorrador de la misma, los tratamientos con mayor producción por hectárea y por kilo de nitrógeno se vuelven relativamente más rentables siempre y cuando la valorización de la tierra sea inferior a la rentabilidad del tratamiento. En el Cuadro 7 se muestra el efecto que produce en la TIR el valor de la tierra y su valorización. Diferencias de cinco puntos en la TIR (Sistemas IB y IIC), cuando no se contabiliza el precio de la tierra ni su valorización se reducen a un punto cuando el valor de la tierra es de US\$ 3100/ha.

Generalmente el valor de la tierra está en relación directa con su valorización; de tal forma que no es justo comparar los resultados de los sistemas para diferentes precios de la tierra y la misma valorización. Si analizamos los resultados teniendo en cuenta esta consideración vemos que la rentabilidad de los mejores sistemas es estable a diferentes precios de la tierra para

Cuadro 5—Tasa interna de retorno al capital para la relación de precio de ganado flaco/gordo de 0,9. Valores ajustados por inflación a precios constantes^a.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0.4	0.6	0.8	1.0
	Porcentaje			
I A/b	29,3	27,1	25,0	22,1
B	31,4	29,5	27,6	25,7
C	28,1	26,6	25,2	23,8
II A	29,6	23,5	17,4	11,3
B	26,4	23,2	20,0	16,8
C	26,8	24,0	21,2	18,4
III A	24,7	19,7	14,8	9,9
B	25,3	20,8	16,4	12,0
C	26,7	22,4	18,1	13,8
IV A	26,3	21,0	15,7	10,4
B	21,7	16,7	11,7	6,7
C	26,3	21,7	17,1	12,5

a/ El sistema tradicional presentó una TIR de 17,68% para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad la TIR aumenta a 28,7%

b/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

Cuadro 6.—Tasa interna de retorno al capital para la relación de precio de ganado flaco/gordo de 1:1. Valores ajustados por inflación a precios constantes^a.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0,4	0,6	0,8	1,0
	Porcentaje			
IA/b	13,7	11,9	10,1	8,3
B	14,9	13,3	11,7	10,1
C	11,3	9,9	8,5	7,1
II A	8,7	5,6	2,6	0,4
B	10,0	7,2	4,5	1,8
C	10,4	7,7	5,0	2,3
III A	8,6	4,4	0,2	—
B	8,8	4,2	—	—
C	9,7	5,4	1,2	—
IV A	10,1	5,5	1,0	—
B	5,2	0,2	—	—
C	9,2	4,2	—	—

a/ El sistema tradicional presentó una TIR de 5,44% para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad la TIR aumenta a 9,18%

b/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1

los ámbitos de valorización de la tierra críticos (inferiores a la rentabilidad del tratamiento).

Costo de Oportunidad del Capital

El criterio de la TIR supone que todos los beneficios y costos recirculan en el sistema de flujos con una rentabilidad igual a la TIR. Para muchos de los productores este puede no ser el caso, de tal manera que el costo de oportunidad del capital del productor afecta el ingreso neto por ha. (por costo de oportunidad se entiende la rentabilidad que pueda tener el capital cuando se invierte en otras actividades). El costo por tanto depende parcialmente de la habilidad comercial del productor.

Cuando el costo de oportunidad del capital del productor es cero o muy bajo importa más la productividad por ha. que la productividad por animal. A medida que aumenta el costo de oportunidad, los tratamientos más eficientes en términos económicos se ubican entre la máxima productividad por ha. y la máxima productividad por animal. A costos de oportunidad de 2 por ciento el ingreso por ha. es alto y no existe diferencia en los ingresos por ha. (Cuadro 8) de los sistemas considerados. A costos de 12 a 14 por ciento el ingreso por ha. es bajo, incluso negativo en la mayoría de los sistemas.

Conclusiones

—Para seleccionar el método más eficiente de engordar novillos en pastoreo, los parámetros biológicos de producción de carne por ha., por novillo o por kilo de nitrógeno, no son indicadores que en forma individual permitan adoptar la decisión económicamente acertada.

Cuadro 7.—Sensibilidad de los resultados económicos con respecto al precio de la tierra y su valorización.

Precio de la tierra	IB			Sistemas						IVA		
	Valorización de la tierra			IIC			IIC			Valorización de la tierra		
	0	4	8	0	4	8	0	4	8	0	4	8
US \$	Porcentaje											
0	15,0	15,0	15,0	10,5	10,5	10,5	9,7	9,7	9,7	10,1	10,1	10,1
519	11,7	12,5	13,4	8,6	9,3	10,0	8,1	8,7	9,4	8,4	9,1	9,7
1038	9,6	10,9	12,4	7,2	8,5	9,7	6,9	8,1	8,6	7,1	8,3	8,9
1550	8,1	9,9	11,8	6,3	8,4	9,5	6,1	7,5	8,1	6,2	7,7	8,3
2077	7,0	9,2	11,3	5,5	8,3	9,3	5,4	7,1	7,6	5,5	7,3	7,8
2597	6,2	8,6	10,9	4,9	8,3	9,2	4,8	6,8	7,2	4,9	6,9	7,4
3116	5,5	8,1	10,6	4,5	8,3	9,1	4,4	6,5	6,9	4,4	6,7	7,1

a/ Por valorización de la tierra se entiende la rentabilidad de la inversión en tierra como un bien, medida en porcentaje de aumento de su valor en términos reales, independientemente de la actividad en que es utilizada.

Cuadro 8—Sensibilidad de los resultados económicos respecto al costo de oportunidad del capital del productor (relación precio nitrógeno/ganado de 0,4). Valores ajustados por inflación a precios constantes.

Costo Oportunidad del capital/a	Sistema			
	IB	IIC	IHC	IVA
% Anual	Ingreso Neto/ha US\$			
2	227	197	201	199
4	190	150	149	150
6	153	103	97	100
8	116	56	44	52
10	79	9	8	2
12	42	-37	-60	-46
14	5	-84	-113	-95

a/ Por costo de oportunidad del capital se entiende la rentabilidad real que puede tener el dinero del productor en actividades diferentes a la analizada.

—Los criterios económicos de la TIR e ingreso neto por ha. necesariamente no llegan a la misma selección entre los sistemas.

—Las fluctuaciones en los precios relativos de nitrógeno/ganado gordo y de éste con respecto al ganado flaco hacen que la rentabilidad varíe sustancialmente.

—A precios bajos relativos del nitrógeno/ganado las diferencias económicas entre los sistemas se reducen a pesar de que el valor absoluto de la rentabilidad varía sustancialmente para las diferentes relaciones de precio de ganado flaco/gordo.

—El porcentaje de la inversión inicial en nitrógeno determina la estabilidad de la TIR ante la variación en los precios relativos del nitrógeno.

—Para las alternativas más económicas dentro de cada nivel de fertilización la introducción del factor valor de la tierra y su valorización en el tiempo, no representó un cambio en el orden económico a pesar de que TIR bajó apreciablemente.

—Al medir la sensibilidad de la TIR respecto al costo de oportunidad de capital, el ordenamiento económico de los sistemas no varió a pesar de que el ingreso neto por ha. se redujo de US\$ 206 a US\$ 5 para

cambios de doce puntos en la TIR. De ahí, que no se puedan recomendar ni imponer "recetas" a los productores sino que éstos, en función de sus propios costos de oportunidad, elegirían entre las alternativas provistas.

—Dadas las condiciones del experimento que sirvió de base para este estudio, y para los precios existentes, las aplicaciones de nitrógeno superiores a 168 kg/ha con una carga de 5 UA, resultaron en general en un menor retorno al capital.

—Para precios relativos de nitrógeno/ganado superiores a 0,8, el sistema tradicional presentó mejores resultados económicos (TIR) sin importar el nivel de fertilización ni la relación de precios de ganado flaco/gordo.

Resumen

Basándose en la producción de carne durante cuatro años en una rotación de pasto pangola (*Digitaria decumbes*) regado y fertilizado con cuatro niveles de nitrógeno (168-332-500-672 kg/N/ha) y pastoreado cada uno con tres cargas animales, se hizo una evaluación económica determinando la tasa interna de retorno y su sensibilidad a diferentes precios relativos del nitrógeno respecto al ganado gordo (0,4 a 1,6) y del ganado gordo respecto al ganado flaco (0,9 a 1,1). Se evaluó la estabilidad de las cargas más económicas por nivel de fertilización con respecto al precio de la tierra, al ingreso neto por ha. al flujo de efectivo y al tiempo de pago de la inversión inicial. El flujo de gastos e ingresos de cada nivel tecnológico se ajustó considerando una explotación comercial de 100 ha y un horizonte del proyecto de doce años.

No parece económico aumentar la producción de carne por encima de 860 kg/ha/año con aplicaciones de nitrógeno superiores a 168 kg/N/ha/año y una carga de 5 UA/ha. Este sistema presentó la mejor rentabilidad ante diferentes variaciones en los precios relativos de insumos y productos, el mejor flujo de ingresos por ha y el menor tiempo de pago de la inversión inicial. La superioridad de este sistema se mantiene mientras el precio de la tierra sea inferior a US\$ 3.100/ha y el costo de oportunidad del capital sea superior al 2 por ciento anual.

Para cada nivel de fertilización las variaciones en rentabilidad debidas a diferencias en la carga animal fueron menos importantes que las debidas a cambios en el precio relativo del ganado flaco/gordo. A bajos precios relativos de nitrógeno/ganado las diferencias entre los sistemas son poco significativas mientras que a altos precios relativos existen diferencias hasta de 100 por ciento en la tasa interna de retorno en función del uso de nitrógeno, carga animal y precios relativos de ganado flaco/gordo. En cada nivel de fertilización la carga animal económicamente óptima resultó poco sensible a cambios en los precios relativos del nitrógeno, al valor de la tierra y al costo de oportunidad del capital del productor.

Literatura citada

1. BRYAN, W.W., EVANS, T.A. A comparison of beef production from nitrogen fertilized pangola grass and from pangola grass-legume pasture. *Tropical Grasslands* 5 (2): 89-98. 1971.
2. FIRTH, J.A., BRYAN, W.W., EVANS, T.A. Updated budgetary comparisons between pangola grass/legume pasture and nitrogen fertilized pangola pasture for beef production in the Southern Wallum. *Tropical Grasslands* 8 (1): 25-32. 1974.
3. MITCHEL, T.E., BRYAN, W.W., EVANS, T.R. Budgetary comparison between pangola grass/legume pastures and nitrogen fertilized pastures for beef production in Southern Wallum. *Tropical Grasslands* 6 (3): 177-190. 1972.
4. PALADINES, O. y FORERO, O. Producción de carne en pasto pangola con riego y fertilización nitrógena. Memoria VI Reunión de ALPA. La Habana, Cuba 1977 (Compendio).

Notas y Comentarios*Trampa para depredador de abejas*

El mayor enemigo de la abeja cortadora de hojas de la alfalfa (un insecto útil al hombre), *Megachile pacifica* (F.), es el escarabajo *Trichodes ornatus* Say, cuyos voraces hábitos alimenticios cuestan millones de dólares cada año a los productores de semilla de alfalfa. Esta plaga enfrenta ahora un entrapamiento letal este año de parte de algunos investigadores de los Estados Unidos (*Agricultural Research* vol. 26, N° 12).

Las abejas *Megachile* son uno de los mejores y más útiles polinizadores de la alfalfa. Los *Trichodes* son depredadores que depositan sus huevos en los nidos de las abejas. Las larvas de los escarabajos son algo grandes y una de ellas puede consumir hasta 20 larvas de abejas.

En 1977, los productores de semilla de alfalfa perdieron sólo en el estado de Washington 6 millones de dólares a causa del escarabajo *Trichodes*. Estos también son un problema en Idaho, Utah y Oregon. Los plaguicidas que se usan actualmente en la producción de semilla de alfalfa no matan a los *Trichodes*, de tal manera que los agricultores tienen que alquilar personas para que permanezcan todo el día espantando a los escarabajos de los refugios para abejas que se construyen en medio de los campos de alfalfa.

El entomólogo Harry G. Davis, del Science Education Administration del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en Yakima, Washington, ha desarrollado una trampa con un cebo atrayente, que captura y mata a los escarabajos adultos sin causar daño a las abejas.

La trampa es un artefacto simple y fácil de mantener. La parte principal es un recipiente cilíndrico de polietileno. En el fondo está una placa que emite vapor insecticida. Alrededor de la boca del recipiente hay unos agujeros rodeados por una falda que permite pasar a los escarabajos pero no a las abejas. Un embudo grande se coloca sobre la placa. En el centro de la tapa del recipiente hay un tapón impregnado en un cebo de olor dulce.

La trampa está atada a una estaca de un metro de altura, situada fuera del refugio de abejas. Los escarabajos (tanto machos como hembras) entran por los huecos debajo de la falda, se deslizan por el embudo, y son matados por la placa insecticida.

El fenilacetato ciclohexilo fue la sustancia que atraía al *Trichodes*. En 16 trampas colocadas alrededor del refugio para las abejas en un campo de semilla para alfalfa, se capturaron 35 768 escarabajos en 7 semanas y 3135 se capturaron en una sola trampa en 6 días. (*Environmental Entomology* Vol. 8, N° 2. 1979).

En los campos en los que Davis probó sus trampas en la campaña de 1977, se atraparon más de 250 000 escarabajos. En un refugio se colectaron 30 000, incluso 18 000 hembras capaces de producir suficientes larvas para consumir 9 millones de abejas. Davis calcula que sean suficientes 2 a 4

trampas por refugio, y que el atrayente puede ser reemplazado sólo una o dos veces durante los tres meses críticos (junio a agosto) de la época de postura de las abejas.

Las trampas prometen ser útiles para programas tanto de control como de estudios de poblaciones de *Trichodes* en las zonas de producción de semilla de alfalfa.

Lucha entre ratas y plantas venenosas

Un ejemplo único de "carrera de armamentos" entre animales y plantas ha sido recientemente descubierto por D.R. King, A.J. Oliver y R.J. Mead del Agricultural Protection Board y la Universidad de Australia Occidental. Al igual que con la evolución de cepas de bacterias resistentes a antibióticos, esta competencia nos da una oportunidad de estudiar la microevolución en marcha (*Australian Journal of Zoology*, vol. 26, p. 699).

La carrera armamentista se está llevando a cabo entre varias especies vegetales, y animales tales como *Trichosurus vulpecula* (una especie de zarigüeya) y la rata del matorral (*Rattus fuscipes*) de las llanuras de Australia Occidental. El arma involucrada es el veneno monofluoroacetato de sodio. Este veneno natural es usado mucho como plaguicida contra vertebrados y es usualmente altamente tóxico. Sin embargo, algunas poblaciones de animales en Australia muestran una extraordinaria tolerancia hacia el veneno, mucho más allá de cualquiera "variabilidad biológica" esperada.

Una población de uno de estos animales, la rata del matorral, mostró una DL 50 (la dosis de veneno letal a la mitad de una población) unas 30 veces más alta que la de la rata "normal", y esto intrigó al equipo australiano.

Les aplicaron varias dosis a varias ratas y le siguieron la pista al veneno. Encontraron que las ratas eran expertas en desfluorinar el veneno, convirtiéndolo en una fuente inocua de energía. Así, como los niveles del veneno nunca se elevan en la sangre, las ratas sobrevivían con facilidad. Aunque este estudio respondía el "cómo", dejaba abierta la cuestión del "porqué" y la respuesta de ella iba a venir de una planta.

Creciendo en la localidad de estas poblaciones resistentes hay una pocas especies vegetales que son nutritivas, abundantes y muy suculentas, comparado con el áspero matorral al lado del que crecen. No tienen ninguna protección física y parecen una fuente ideal de alimentos, excepto porque contienen concentraciones letales del veneno fluoroacetato, muy por encima de lo necesario para matar a un herbívoro pequeño "normal". Pero los contenidos de veneno no son suficientes para matar a las razas adaptadas de las ratas del matorral y sus colegas, que puede tomar hasta el 10 por ciento de su alimento de la planta y sobrevivir.

En un verano seco esta capacidad para consumir lo que es un alimento letal puede significar la diferencia entre la vida y la muerte. Parece, entonces, como si las plantas y animales han evolucionado paralelamente; las plantas elevando sus niveles tóxicos, mientras que los animales, tratando de pastarlas hasta la extinción, han elevado su capacidad de anular el arma.