

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

MONOGRAFIA TECNICO-CIENTIFICA

VOLUMEN 1

NUMERO 3

CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APOTRERAMIENTO

*TAMAÑO Y FORMA DE POTREROS*

JUAN GASTO C.  
ROBERTO ARMIJO T.  
ROBERTO NAVA C.



Diciembre, 1975  
SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

---

MONOGRAFIA TECNICO-CIENTIFICA      VOLUMEN 1      NUMERO 3

---

CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APOTRERAMIENTO  
TAMAÑO Y FORMA DE POTREROS

JUAN GASTO C.  
ROBERTO ARMIJO T.  
ROBERTO NAVA C.

DICIEMBRE, 1975  
SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

## INDICE

	Página
INTRODUCCION .....	137
FUNDAMENTOS .....	145
VALORES CALCULADOS .....	153
Superficie y perímetro .....	153
Forma y perímetro .....	155
Número de divisiones .....	159
Capacidad sustentadora .....	167
CONCLUSIONES .....	172
RESUMEN .....	173
SUMMARY .....	175
BIBLIOGRAFIA .....	176

## CALCULO DE LA EFICIENCIA DE APOTRERAMIENTO TAMAÑO Y FORMA DE POTREROS °

Juan Gastó C. \*

Roberto Armijo T. \*\*

Roberto Nava C. \*\*\*

### INTRODUCCION

El progreso de la ganadería en regiones áridas debe venir acompañado de la construcción de las estructuras materiales que permita hacer el mejor uso del recurso natural, simultáneamente con conservar los bienes renovables de cada región (Gastó y Gastó, 1970). Dentro de este panorama es necesario hacer grandes inversiones económicas y de trabajo para el desarrollo de construcciones que permitan de una manera eficiente y simple manejar el pastizal. Entre estas mejoras debe destacarse a algunas, tales como el alambre de púa, inventado por Joseph Glidden y patentado en 1867, y otras de desarrollo más reciente, que son en la actualidad de uso común.

La mayor proporción del esfuerzo que debe realizar el ganadero, al desarrollar ranchos con el propósito de producir ganado o sus subproductos se concentra en tres rubros principales, que son:

el valor de la tierra en sí,

el costo de inversión del ganado mismo y

la construcción de cercas y otras infraestructuras que permitan manejar y distribuir eficientemente el ganado (Zertuche, 1973; Porras, 1973).

---

° Proyecto del Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac.  
\* Ing. Agrónomo, M.S., Ph.D. Profesor de Ecología y de Manejo de Pastizales. Div. Ciencia Animal UAAAN.  
\*\* Físico-Matemático, M.S. en Ciencias. Profesor de Física y Matemáticas. Div. Ingeniería UAAAN.  
\*\*\* Ing. Agrónomo. Profesor de Climatología e Investigador en Ecología y Pastizales. Div. Ingeniería. UAAAN.

El tema sobre el cual se centra el presente trabajo es, la determinación de algunas de las características que deben tener las cercas, especialmente en condiciones de pastizales extensivos, con el objeto de maximizar su eficiencia y minimizar su costo.

La cosecha de la fitocenosis, con implementos mecánicos o por animales, no sólo retira una fracción de la productividad sino que además produce efectos laterales benéficos o perjudiciales, que son en sí agentes causales que concluyen por provocar cambios posteriores de estado en el sistema (Blaser, 1966). La importancia del apotreramiento ha sido discutida ampliamente en un número considerable de trabajos relacionados con el manejo del ganado y del pastizal. Cualquier comentario que se haga sobre este tema no puede ser exagerado, ya que los beneficios que se obtienen de un apotreramiento adecuado son muy amplios, y resultaría difícil programar diseños de manejo sin antes contar con un medio eficiente y económico de regular la distribución del ganado. Uno de los atributos principales que se persigue lograr es una mejor distribución del ganado y uniformidad de la intensidad de utilización del pastizal, de acuerdo a su capacidad, en las áreas susceptibles de ser utilizadas. Ello se logra a través de la concentración del ganado en potreros homogéneos, en lo que respecta a sitios de pastoreo, grado de pendiente y otras características ecotópicas y biocenósicas.

El proceso de cosecha de tejido vivo de biocenosis permanentes es en extremo complejo, siendo el efecto sobre el estado del sistema difícil de predecir. La simulación es una técnica útil en la predicción del efecto de la cosecha sobre la biocenosis cosechada y de ésta sobre el cosechador (Wright y Dent, 1969). El apotreramiento adecuado de los pastizales permite regular la carga animal y el momento de utilización,

y ajustarla al uso que sea compatible con las características de conservación, con lo cual se logra optimizar la productividad de materia seca de la fitocenosis. Además de los aspectos ya aludidos, relacionados con el manejo del ganado y de la fitocenosis, es posible regular el consumo de manera de obtener un mejor aprovechamiento del forraje. El apotreramiento del pastizal, con fines de regular y de mejorar su consumo y utilización, permite separar entre las diversas especies, razas, clases y tipos de ganado de manera de controlar en cada unidad de pastoreo a los grupos de animales que puedan hacer el mejor uso de éste y mantener las condiciones de manejo y utilización del pastizal que sean más favorables para esta interacción entre la zoocenosis, la fitocenosis y el ecotopo.

La tasa de crecimiento de la fitocenosis debe estar sincronizada con la tasa de cosecha (Lorenz y Rogler, 1973; Hormay y Talbot, 1961; Troughton, 1957). Las modalidades de cosecha varían con la especie animal, raza, edad, clase de ganado, época del año, tiempo de permanencia, estructura de la fitocenosis, fertilidad del suelo, precipitación y otras características. Cuatro parámetros, que pueden ser regulados con un apotreramiento adecuado, definen en un alto grado la acción del pacimiento o ramoneo del animal, y son: la intensidad de utilización, la frecuencia de utilización, la época del año, y la proporción de órganos y tejidos utilizados (Hormay, 1970; Pearson y Whitaker, 1974; Mueggler, 1972; Sanchez, 1975; Crider, 1955).

El desarrollo de pastizales de propósitos especiales es una de las herramientas más poderosas en el progreso de la ganadería. No es posible, en las condiciones ambientales macroclimáticas donde la precipitación y temperatura fluctúan grandemente, tanto a través del año como de un año a otro, hacer una ganadería eficiente sin disponer de praderas de

propósitos especiales. Estos pastizales permiten mejorar las condiciones de flexibilidad de la carga animal y ajuste a las condiciones de sequía o pluviosidad a que se encuentre sometido el ecosistema ganadero. Dentro de esta categoría de pastizales es necesario desarrollar fitocenosis de utilización estacional, tales como: invernadas, veranadas y otras que se ocupen durante períodos muy definidos del año. El objetivo de estos pastizales es complementar la disponibilidad de forraje proveniente de los pastizales de propósitos generales que presentan curvas muy marcadas de crecimiento y de receso durante las diversas estaciones del año. No es posible desarrollar pastizales de propósitos especiales si no se dispone de un mecanismo excluyente del ganado que permita mantenerlos rezagados, especialmente durante la época de abundancia de producción de los pastizales de propósitos generales. Es por ello, que es necesario apotrerar, con el objeto de construir una exclusión temporal que se mantenga como tal hasta el momento en que las circunstancias estacionales hagan oportuna su utilización. Dentro de esta categoría de pastizales de propósitos especiales debe considerarse al pastoreo diferido, que consiste en postergar la utilización de algún sector o pastizal con el objeto de ser pacidos con posterioridad.

Una enorme proporción de los pastizales en general, y de los de la zona árida en particular, han sido sometidos durante períodos prolongados de tiempo a una sobreutilización y mal manejo, que ha conducido finalmente a su degradación, llegando a extremos fluctuantes entre rangos muy amplios, que van desde el incipiente hasta el intensivo, llegando incluso a la destrucción total de la fitocenosis y en algunos casos también del suelo. Es necesario recuperar a muchos de estos pastizales. En algunos casos se ha pensado que, la forma más eficiente y rápida de hacerlo, es a través de la resiembra, tal como ocurre en los medios abióticos más favorables, como

son las regiones que disponen de una mayor precipitación y de suelos más profundos y de mejor calidad. En la región árida y semi-árida, donde existe una gran superficie de pastizales, sus posibilidades de regeneración por medio de la resiembra son sólo limitadas, pues se circunscriben a los mejores ambientes, los cuales sólo cubren un porcentaje muy pequeño de la superficie total de los agostaderos. En la mayoría de los casos es necesario recurrir a una regeneración natural coadyuvada por técnicas mecánicas, químicas y pirocás, además del control del manejo y utilización del pastizal, el que a su vez es regulado por el hombre. Ello constituye una manera de estimular sucesiones ecológicas progresivas que conduzcan finalmente hacia etapas sucesionales avanzadas, que se caractericen por tener estructuras biocenóticas y ecotópicas más favorables y que, además, se encuentren, en lo posible, en una etapa de disclimax cercana al óptimo.

El pastoreo rotativo ha sido mencionado como una de las herramientas más poderosas para conjugar la regeneración de pastizales con la productividad. En general, esta técnica de manejo se caracteriza por tener un período breve de utilización seguido de períodos más prolongado de rezago. Ello permite que la planta almacene reservas de carbohidratos no estructurales, que posteriormente utiliza para iniciar su proceso de rebrote. Fuera de ello, el pastoreo rotativo, especialmente en fitocenosis de zonas áridas y semi-áridas, permite maximizar la productividad de semilla y de otros órganos productivos a través de un mejoramiento de las condiciones ambientales necesarias para la floración y la maduración del fruto.

A través del manejo del ganado, es posible modificar los horizontes superficiales del suelo por medio del pisoteo, especialmente donde se concentran los sitios de germinación de las poblaciones que constituyen la biocenosis, de manera

de favorecer el establecimiento de las plantas deseables, simultáneamente con enterrar la semilla y situarla en condiciones mas favorables para su germinación y establecimiento. Al mismo tiempo, al aumentar la presión de pastoreo sobre la biomasa en pie, se reduce la competencia de la vegetación ya existente, con lo cual se desocupa una parte de la capacidad sustentadora de manera que pueda ser ocupada por las nuevas plantas o poblaciones que ingresen al ecosistema. Lo dicho anteriormente puede conducir a un cambio de la productividad del pastizal, simultáneamente con una alteración de la composición botánica a través del cambio de las especies y de su calidad, lo cual se conjuga en su modificación del valor nutritivo del forraje producido y de la productividad de materia seca digestible. La magnitud de este cambio puede ser muy variada de acuerdo a la zona, a las características edáficas, a las características originales del pastizal, al tipo de animal que se emplee, a la fertilización y a muchas otras. Es necesario, en cada caso, calcular o estimar el beneficio que pueda lograrse debido a un mejor apotreramiento que pudiera hacerse en un determinado lugar y momento.

El esfuerzo de apotreramiento está íntimamente relacionado con los beneficios que de éste se puedan obtener, lo cual debe ser cuantificado en cada caso. No es posible dar normas generales de apotreramiento, las cuales aunque pudieran producir un aumento de la productividad fueran excesivamente costosas para un determinado pastizal y sobrepasar los beneficios que se pudieran lograr con este mayor esfuerzo de apotreramiento. El fracaso del apotreramiento debido a una mala concepción de éste o a una mala aplicación de los fundamentos teóricos sobre los cuales se sustenta, conduce a una destrucción del recurso natural. El empeoramiento de las condiciones ecosistémicas conduce a una degradación del pastizal, que cuando alcanza su grado máximo, termina por hacerse irreversible.

Cuando, luego de haber examinado detenidamente las características y condiciones generales del sector de pastizal que se desea apotrerar, se concluye que es necesario proceder a realizar esta operación, se debe entonces definir detalladamente las características que debe tener esta estructura que se ha concluido que es positiva para la operación ganadera. Surgen entonces varias preguntas y es necesario responder con anterioridad a la planificación definitiva.

La primera de ellas es definir el tamaño que debe tener cada una de estas divisiones. Muchas consideraciones deben hacerse al tomar esta decisión, alguna de las cuales no es posible que sean consideradas en el presente trabajo, en el cual sólo se incluye las relaciones que existen entre el tamaño del potrero y su perímetro.

Otro de los aspectos que es necesario considerar es el número de potreros que debe tenerse. Supuestamente, en general, un aumento en el número de unidades hace más fácil la operación de manejo y más eficiente la productividad del pastizal. Debe considerarse que el número óptimo está relacionado con el tamaño total del predio y a su vez con el tamaño de cada una de las unidades. En el presente trabajo se discute la relación que existe entre el número de potreros con el perímetro de éstos o esfuerzo de apotreramiento. Una tercera consideración es optimizar la forma del potrero en relación a las características del sitio y a la reducción del esfuerzo de apotreramiento. Otros dos aspectos, que deben ser considerados y que no se discuten en el presente trabajo, son los materiales y características que deben tener las cercas que se construyan en cada caso (Medina, 1973; Hohn, 1970; de Alba, 1972). Este tema es de por sí muy amplio y debe de ir aparejado con estudios económicos detallados, por lo cual no es posible incluirlos en el presente estudio (de Alba, 1974; Henderson, 1966; McNamee y Kinne, 1967; Osborn, 1970; Porrás, 1973; O'Brien, 1954; Longhurst et al., 1962 y Messner, Dietz

y Garret, 1973). Finalmente, es necesario estudiar la ubicación de cada uno de los potreros. Este aspecto de problema, de tanta importancia y trascendencia en la planificación de ranchos ganaderos, tampoco se discute en el presente trabajo, el cual deberá ser tratado en estudios posteriores.

El problema del apotreramiento es un problema de mucha embergadura que debe ser resuelto en cada caso, considerando explícitamente las condiciones particulares que se presenten. El objetivo del presente trabajo sólo es presentar algunas relaciones generales entre el tamaño del potrero el número de potreros, su forma y su incidencia en el tamaño del perímetro o costo de apotreramiento.

Al variar cualquiera de estos parámetros, el tamaño del perímetro varía abruptamente y en una proporción mayor que la que a menudo ocurre al variar los costos de los materiales que se emplean y del trabajo que se requiera para su ejecución. Es por ello, que se pretende discutir y presentar aquí un panorama más claro que contribuya a esclarecer algunos de los problemas que frecuentemente encuentran los ganaderos y profesionales al planificar este tipo de construcciones.

Las situaciones ideales que se presentan en este trabajo, no ocurren en la práctica, pero la tendencia general de variación de estos parámetros en relación al esfuerzo es constante y análogo a los resultados presentados en este estudio.

## FUNDAMENTOS

El estudio corresponde a la ejecución de cálculos teóricos donde se relacionan las características de tamaño y forma de los potreros con las necesidades de cercas. Los estudios principales que permiten determinar el costo de apotrerramiento son los siguientes:

1. Relación entre la superficie del potrero y el perímetro de la cerca,
2. Relación entre la forma del potrero y su perímetro,
3. Relación entre el número de divisiones de una superficie determinada y las necesidades de cerca,
4. Relación entre la capacidad sustentadora del pastizal y el costo de apotrerramiento por unidad animal, y
5. Comparación de materiales y técnicas en la construcción de cercas.

Los cuatro primeros estudios aparecen en el present-trabajo en tanto que el último ha sido ejecutado con anterioridad por otros autores, tales como de Alba (1974); Morre et al., (1968) y otros ya citados.

Los cálculos realizados en el presente estudio se basan en consideraciones geométricas del círculo, rectángulo y cuadrado, así como en las relaciones existentes entre los perímetros y áreas. A continuación se detallan las relaciones básicas utilizadas.

Los lados de un rectángulo cualquiera (Figura 1) están dados por  $x, y$ , pudiéndose expresar su perímetro ( $P$ ) y su área ( $A$ ) como:

$$P = 2(x + y)$$

$$A = x \cdot y$$

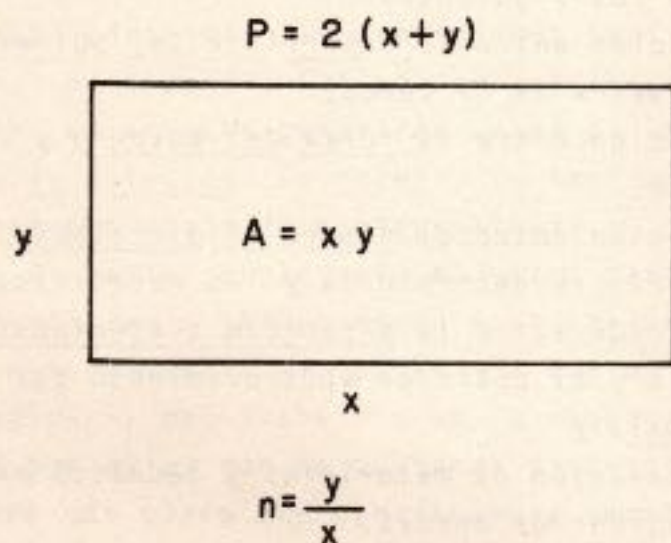


FIGURA I. RECTANGULO ARBITRARIO SEÑALANDO LA RELACION  $n$  ENTRE LOS LADOS.

El cociente del perímetro y área,  $P/A$ , indica la longitud de la cerca utilizada por unidad de superficie cercada.

Dado que en términos generales se podría afirmar que una cerca presta servicios bilaterales, ya que divide dos áreas diferentes, las necesidades de cerca fueron luego calculadas en la mitad del valor determinado, ya que cada mitad debe ser costeada por cada uno de los potreros contiguos. En base a lo anterior, se puede escribir las ecuaciones anteriores como:

$$P = x + y \quad (1)$$

$$A = x \cdot y \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) pueden expresarse como funciones de una variable y un parámetro si se define "n" como:

$$n = \frac{y}{x}$$

$$x \geq 1 \text{ ó } y = n \cdot x,$$

pudiéndose escribir las ecuaciones (1) y (2) de la manera siguiente:

$$P = x(n + 1) \quad (3)$$

$$A = n \cdot x^2 \quad (4)$$

Cabe hacer notar que en el caso,  $n = 1$ , corresponde al de un potrero cuadrado y su perímetro y área estaría dado por (3) y (4) substituyendo por n el número 1.

Al combinar las ecuaciones (3) y (4) en una sola expresión, permite analizar la relación general entre los parámetros  $P$ ,  $A$  y  $n$ . Efectuando la anterior, resulta la siguiente expresión (Figura 2):

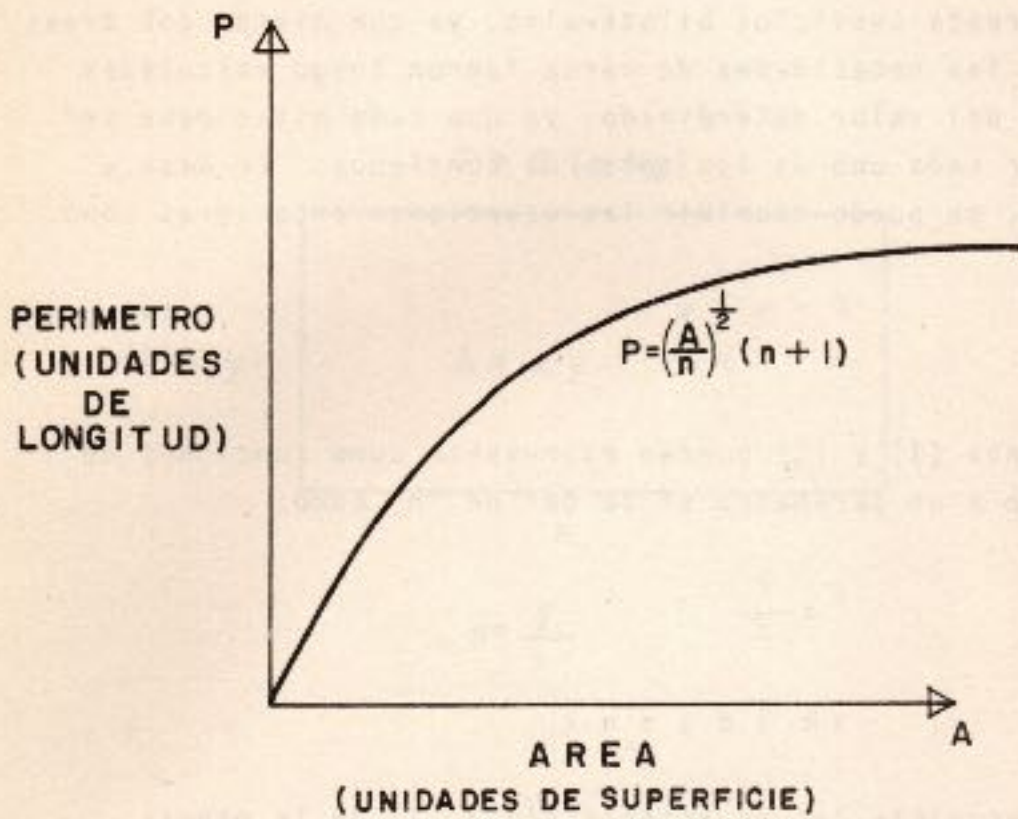


FIGURA 2. RELACION PARABOLICA ENTRE EL PERIMETRO Y EL AREA

$$P = (A/n)^{1/2} (n + 1); n \geq 1 \quad (5)$$

A partir de la expresión (5) se puede considerar los siguientes casos:

Caso 1. Dado una relación  $n$  fija, la variación diferencial del perímetro  $P$  con respecto al área  $A$ , está dado por (Figura 3):

$$\frac{dP}{dA} = (M/A)^{1/2}; M = \frac{n+1}{\sqrt{n}}; n \geq 1 \quad (6)$$

Este caso corresponde a la forma continua de la relación entre el perímetro de la cerca y la superficie del potrero.

Caso 2. Dada un área  $A$  fija, la variación diferencial del perímetro con respecto a  $n$ , está dado por (Figura 4):

$$\frac{dP}{dn} = 1/2\sqrt{A} \left( \frac{1}{n^{1/2}} - \frac{1}{n^{3/2}} \right); n \geq 1 \quad (7)$$

Este caso corresponde a la forma continua de la relación entre el perímetro de la cerca y la forma del potrero.

Para cualquier tamaño de potrero, la relación que existe entre el rectángulo, con valores de  $n$  diferentes, es proporcionalmente igual. En el presente estudio se calculó el porcentaje de aumento del perímetro al variar la proporción de los lados del rectángulo, tomándose como base de comparación potreros circulares de igual superficie. Los resultados se presentan en porcentaje de aumento del perímetro. La relación utilizada para el perímetro del círculo ( $P_c$ ) fue:

$$P_c = 2\sqrt{\pi A}, \text{ con } A \text{ representando el área del potrero.}$$

En la tercera y última parte del estudio, se relaciona el número de divisiones de una superficie determinada con sus necesidades de cerca. Para ello se estudió superficies de terreno fluctuantes desde 1.0 ha hasta 50,000 ha y

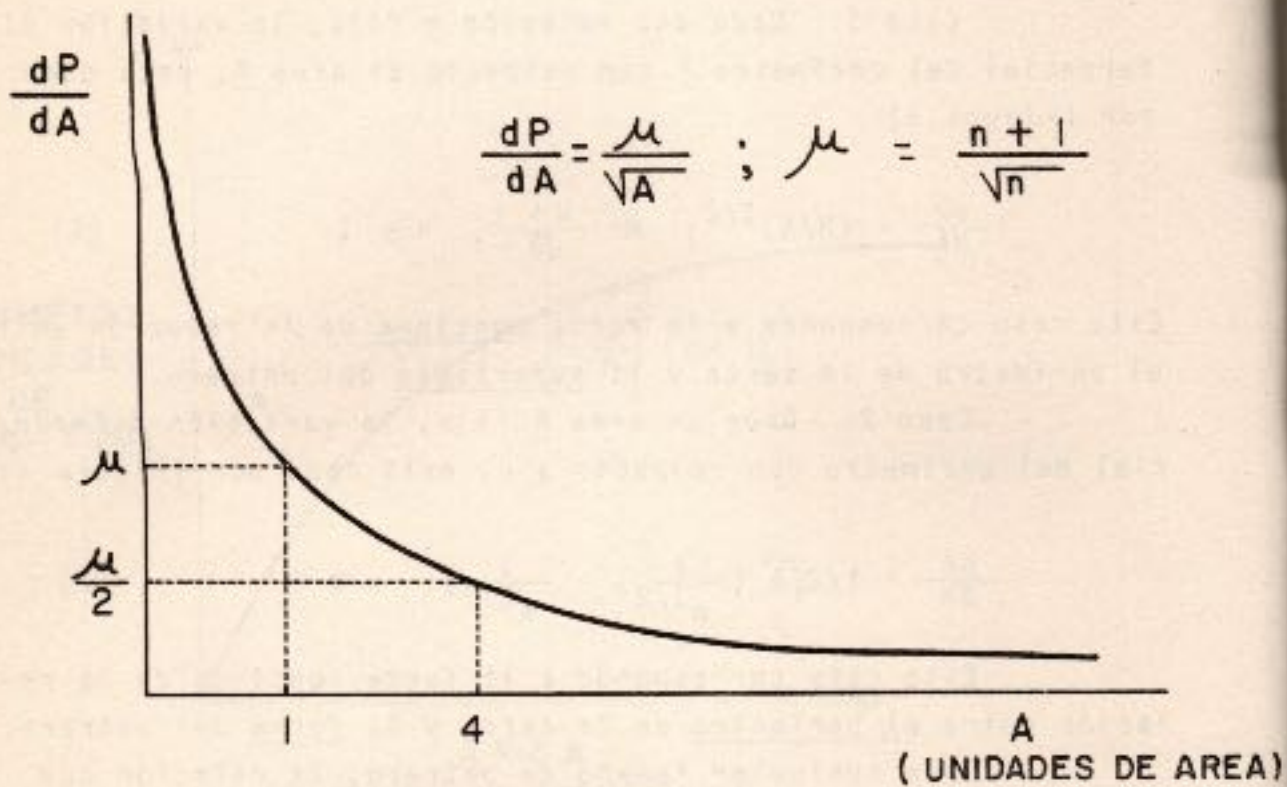


FIGURA 3. VARIACION DIFERENCIAL DEL PERIMETRO CON RESPECTO AL AREA , PARA n CONSTANTE.

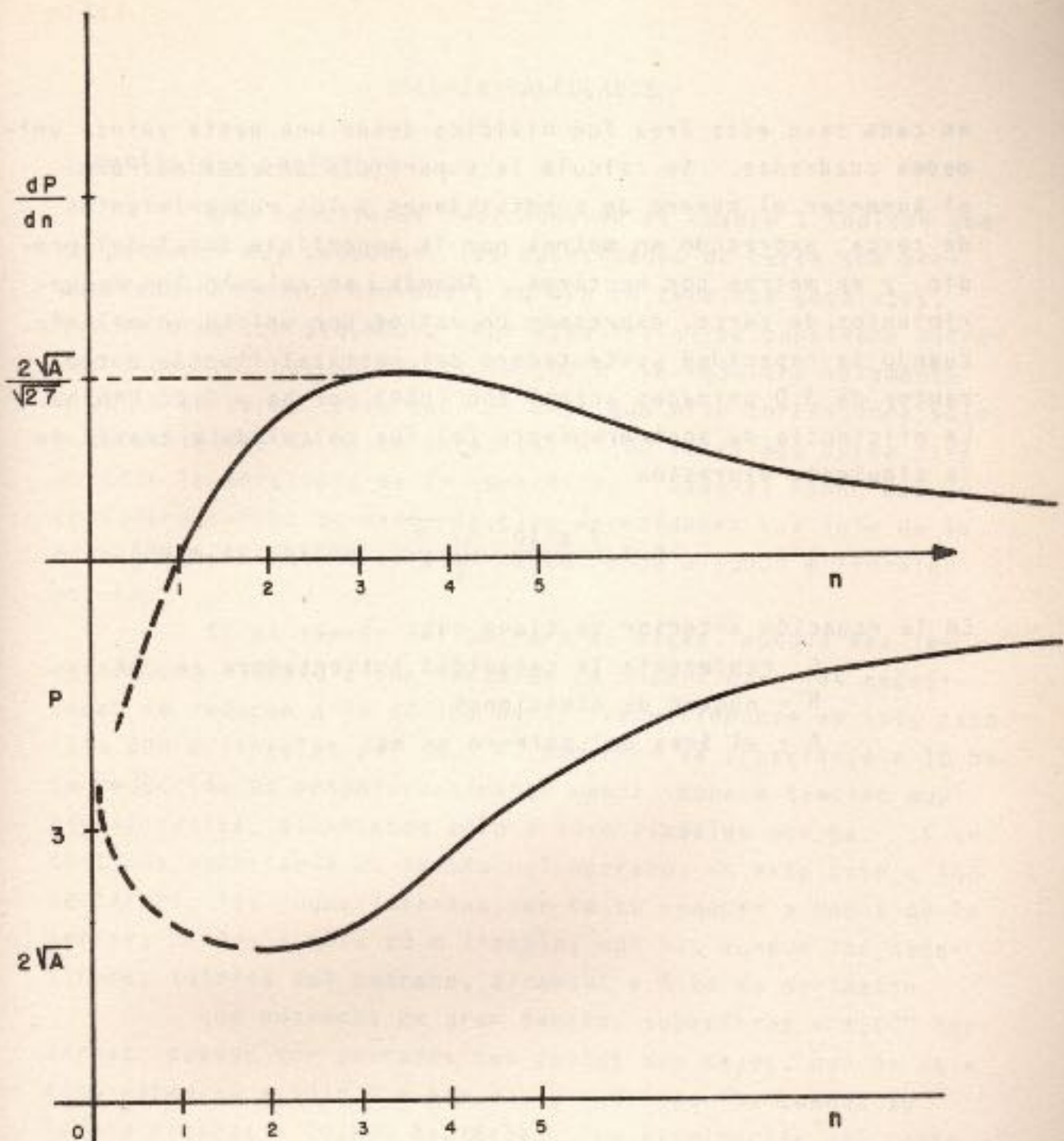


FIGURA 4. VARIACION DIFERENCIAL DEL PERIMETRO CON RESPECTO A LA PROPORCION  $n$  DE LOS LADOS DEL RECTANGULO, PARA UNA AREA DADA (SUPERIOR) Y RELACION GENERAL ENTRE EL PERIMETRO Y  $n$  (INFERIOR).

en cada caso esta área fué dividida desde una hasta veinte unidades cuadradas. Se calculó la superficie de cada potrero al aumentar el número de subdivisiones y los requerimientos de cerca, expresado en metros por la superficie total del predio, y en metros por hectárea. Además, se calculó los requerimientos de cerca, expresado en metros por unidad animal año, cuando la capacidad sustentadora del pastizal fluctúa entre rangos de 3.0 unidades animal año (UAA) por ha y 0.02 UAA/ha. La eficiencia de apotreramiento (e) fue calculada a través de la siguiente expresión:

$$e = \frac{2 \times 10^2}{C} \sqrt{\frac{N}{A}}, \text{ medida en m/UAA.}$$

En la ecuación anterior se tiene que:

C representa la capacidad sustentadora en UAA

N = número de divisiones

A = el área del potrero en ha.

## VALORES CALCULADOS

Superficie y perímetro

Los resultados indicados en el cuadro 1 indican que en potreros muy pequeños, las necesidades de cerca son proporcionalmente muy elevadas; aunque en términos absolutos, los valores son pequeños. Por ejemplo, si se considera potreros de 0.01 ha, es decir, de  $100 \text{ m}^2$  se requiere solamente 0.04 km de cerca, pero dado el caso que ello corresponde sólo a un centésimo de ha se necesitaría 100 veces más cerca para dividir la totalidad de la superficie. Dado el hecho que se considera cercas de medierfa, las necesidades son sólo de la mitad del perímetro, lo cual corresponde a 2,000 m lineales por ha.

Si el tamaño del potrero se eleva, aunque sea levemente, por ejemplo a una hectárea de superficie, las necesidades se reducen a la décima parte, requiriéndose en este caso sólo 200 m lineales por ha. Al aumentar la superficie a 10 ha, la reducción es proporcionalmente menor, aunque también muy significativa, alcanzando sólo a 63 m lineales por ha. Si se continúa aumentando el tamaño del potrero, en este caso a 100 hectáreas, los requerimientos por ha se reducen a menos de la tercera parte, a sólo 20 m lineales por ha, aunque las necesidades totales del potrero, alcancen a 4 km de perímetro.

Los potreros de gran tamaño, superiores a 1,000 hectáreas, pueden ser cercados con costos muy bajos, que en este caso alcanzan a sólo 6 m por ha, y a 2 m por ha cuando su tamaño alcanza a 10,000 hectáreas. La disminución del costo de apotreramamiento en superficies mucho mayores que éstas, tal como si se pretendiera hacer potreros de 100,000 ha, su costo de apotreramamiento bajaría sólo levemente, a 1.0 por ha.

Cuadro 1. Necesidades de cercas en potreros cuadrados de superficie variable.

Superficie potrero	Perímetro del potrero	Mitad del perímetro del potrero	Cociente perímetro-superficie del potrero	Cociente mitad del perímetro-superficie del potrero
ha	----- km -----		----- n/ha -----	
0.01	0.04	0.02	4000	2000
0.02	0.06	0.03	2800	1400
0.05	0.09	0.04	1788	894
0.10	0.13	0.06	1265	632
0.25	0.20	0.10	800	400
0.50	0.28	0.14	566	283
0.75	0.35	0.17	462	231
1.00	0.40	0.20	400	200
2.00	0.56	0.28	283	141
3.00	0.69	0.35	231	115
4	0.80	0.40	200	100
5	0.89	0.45	179	89
6	0.98	0.49	163	81
7	1.06	0.53	151	75
8	1.13	0.57	141	70
9	1.20	0.60	133	66
10	1.26	0.63	126	63
15	1.54	0.77	103	51
20	1.79	0.89	89	44
30	2.19	1.09	73	36
40	2.53	1.26	63	31
50	2.83	1.41	56	28
60	3.11	1.56	52	26
70	3.35	1.67	48	24
80	3.53	1.79	45	22
90	3.80	1.90	42	21
100	4.00	2.00	40	20
200	5.66	2.83	28	14
300	6.93	3.46	23	11
400	8.00	4.00	20	10
500	8.94	4.47	17	8
600	9.80	4.90	16	8
700	10.59	5.29	15	7
800	11.31	5.66	14	7
900	12.00	6.00	13	6
1000	12.65	6.32	13	6
2000	17.89	8.94	9	4
3000	21.91	10.95	7	4
4000	25.30	12.65	6	3
5000	29.28	14.14	6	3
6000	30.98	15.49	5	3
7000	33.47	16.73	5	2
8000	35.77	17.89	4	2
9000	37.95	18.97	4	2
10000	40.00	20.00	4	2
20000	56.57	28.28	3	1
30000	69.28	34.64	3	1
40000	80.00	40.00	2	1
50000	89.44	44.72	1	1
60000	97.98	48.99	2	1
70000	103.83	51.92	2	1
80000	113.14	56.57	1	1
90000	120.00	60.00	1	1
100000	126.52	63.26	1	1

Los resultados presentados anteriormente indican que en la planificación del apotreramiento de predios agrícolas, debe tenerse presente que mientras mayor es el tamaño del potrero, menor es proporcionalmente su costo de apotreramiento (Figura 5), aunque en superficies muy elevadas, la tasa de disminución se reduce. Ello es de principal importancia en las zonas áridas, donde la productividad del pastizal es frecuentemente muy baja y, por consiguiente, la incidencia del costo de apotreramiento en relación a otros costos es proporcionalmente superior al de las zonas más productivas.

#### Forma y perímetro

Los resultados presentados en el cuadro 2 indican las necesidades de cercas en potreros circulares, cuadrados y rectangulares de varios tamaños, que fluctúan entre 1 y 10,000 ha. Cualquiera que sea el tamaño del potrero, el menor perímetro se presenta con la forma circular, ya que este diseño es el que minimiza el contorno (Figura 6). En la práctica, sin embargo, no es posible establecer potreros contiguos que presenten esa misma forma, por lo cual dentro de las alternativas ideales que es posible diseñar se discuten el cuadrado de lados iguales y el rectángulo de lados desiguales, donde la proporción de longitud de los lados varía desde el mínimo de 1:1 hasta 1:32, situación en que el potrero ya presenta una forma excesivamente irregular en relación a lo que es posible ejecutar en el terreno. Se ha incluido, sin embargo, una alternativa tan extrema con el objeto de poder analizar la tendencia general de estos cambios.

Debe reconocerse, sin embargo, que en la naturaleza generalmente no se presentan condiciones favorables como para establecer formas geométricas tan regulares como lo son



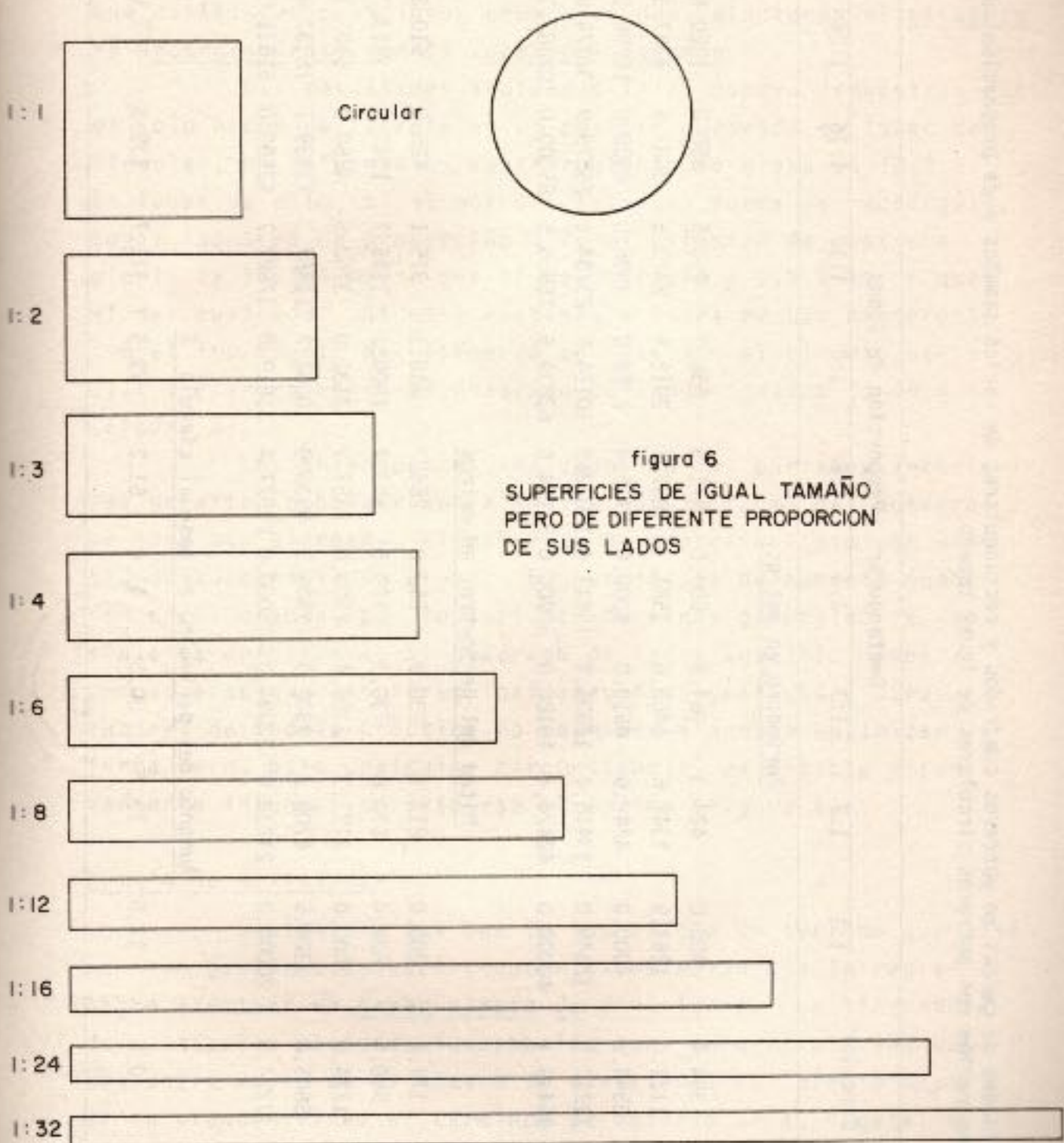


figura 6  
 SUPERFICIES DE IGUAL TAMAÑO  
 PERO DE DIFERENTE PROPORCION  
 DE SUS LADOS



el círculo o el rectángulo. El objetivo de presentar esta información no es, poder comparar solamente estas formas sino que establecer principios generales que relacionen el esfuerzo de apotreramiento con la forma del potrero.

Los resultados indicados en el cuadro demuestran que el solo hecho de establecer un potrero cuadrado en lugar de circular, el esfuerzo de apotreramiento se eleva en 12,8 %. En lugar de ello, si el potrero toma una forma de rectángulo, cuyos lados es de proporción 1:2, el esfuerzo de apotreramiento es 19,7 % mayor que el del círculo y 6,9 % mayor que el del cuadrado. Si este rectángulo fuera de una proporción 1:6 el incremento del esfuerzo en relación al círculo sería 61,2 % y en relación al cuadrado de lados iguales de 48,8 % (Figura 7).

Los antecedentes indicados en los párrafos anteriores permiten concluir que a medida que la forma del potrero se hace más alargada, el esfuerzo de apotreramiento por unidad de superficie se eleva. El porcentaje de aumento puede ser considerable, por lo cual, en términos generales es conveniente aproximarse al cuadrado de lados iguales. Debe reconocerse que las irregularidades fisiográficas y otras razones de índole práctica no permiten a menudo optimizar la forma pero, bajo cualquier circunstancia, es posible y conveniente intentar aproximarse al óptimo (Figura 8).

#### Número de divisiones

Cualquiera que sea la superficie de terreno que dispone un ganadero deseará conocer el esfuerzo que le representa efectuar un mayor número de divisiones. La literatura de pastizales presenta información que, en general, indica que entre mayor es el número de divisiones del predio mayor es su productividad en términos de materia seca, vegetal o de ganado. Desgraciadamente, muy difícilmente se presentan

figura 7

RELACION ENTRE LA PROPORCION DE LONGITUD DE LOS LADOS DE POTREROS RECTANGULARES DE IGUAL SUPERFICIE Y EL PORCENTAJE DE AUMENTO DEL PERIMETRO DE CERCA, TOMANDO COMO BASE 0 AL PERIMETRO DEL CIRCULO.

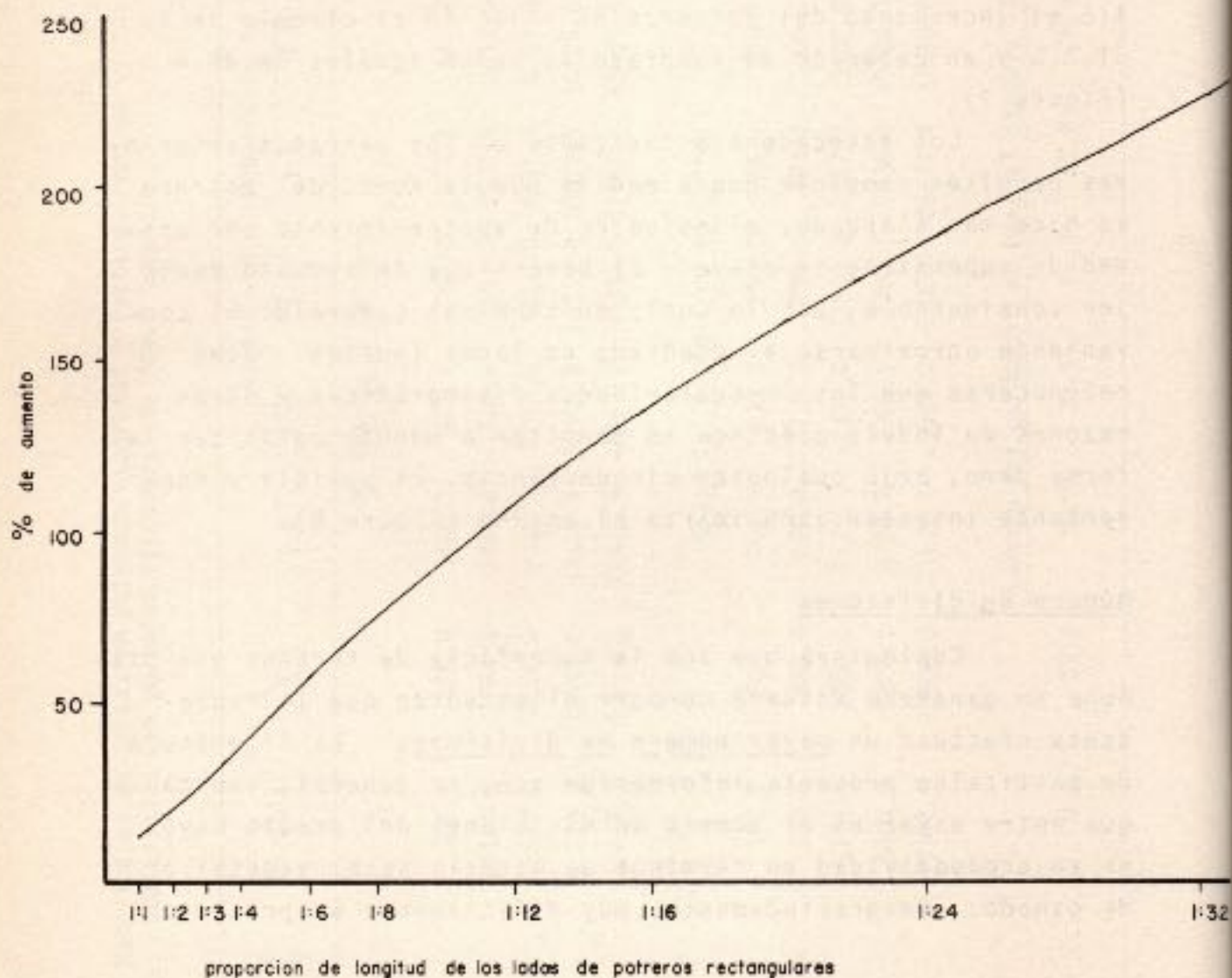
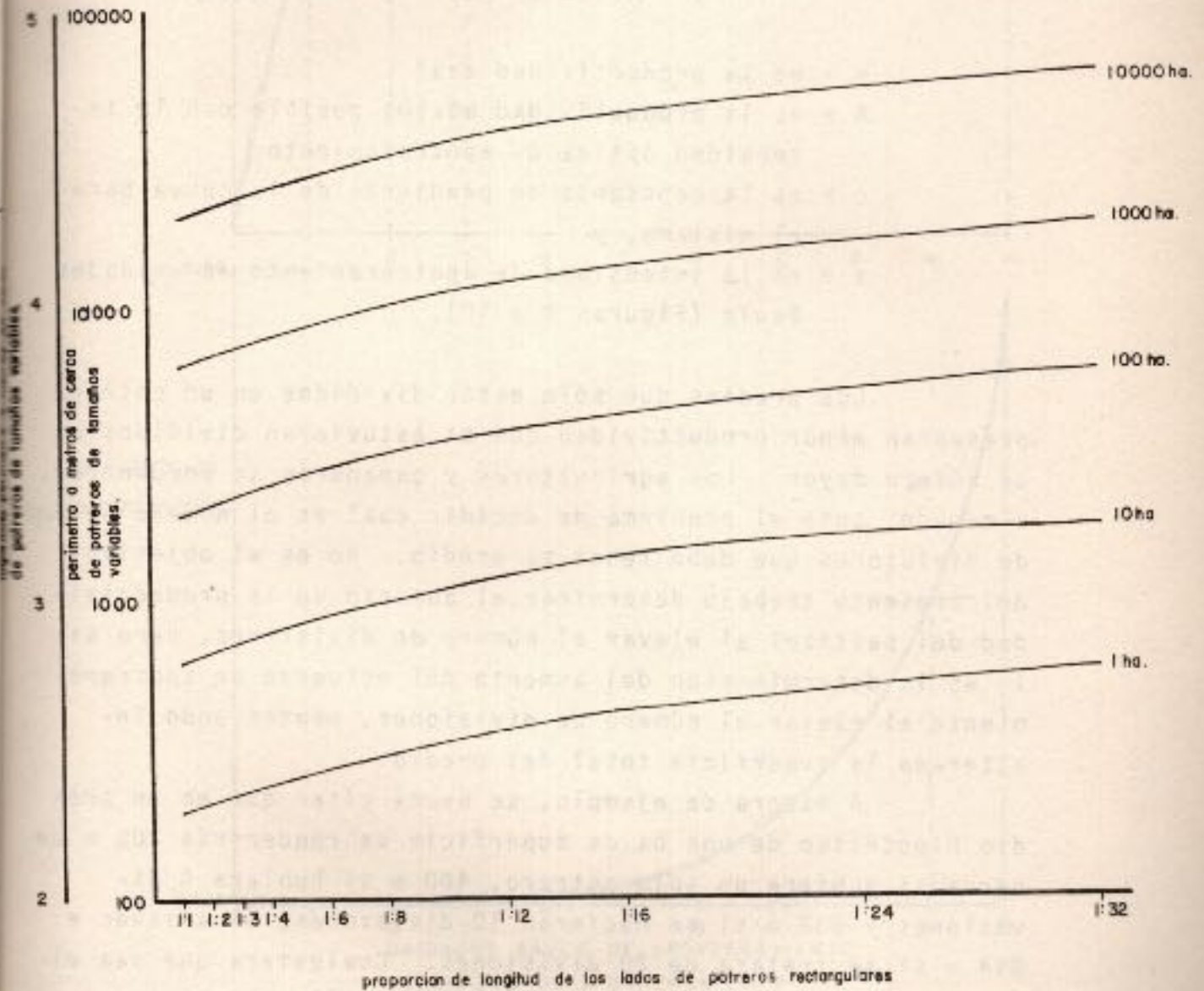


figura 8

RELACION ENTRE LA PROPORCION DE LONGITUD DE LOS LADOS DE POTREROS RECTANGULARES Y LA LONGITUD DE LA CERCA DE POTREROS DE SUPERFICIES VARIABLES.



valores cuantitativos de la función matemática que defina la relación que existe entre el número de potreros y el aumento de la productividad. Esta función, posiblemente corresponde a una ecuación del tipo de incrementos decrecientes o ley de Mitcherlich que establece lo siguiente:

$$y = A(1 - e^{-cs}) \quad \text{donde,}$$

y = es la productividad real

A = es la productividad máxima posible con la intensidad óptima de apotreramamiento

c = es la constante de pendiente de la curva para el sistema, y

s = es la intensidad de apotreramamiento en unidades Baule (Figuras 9 y 10).

Los predios que sólo están divididos en un potrero presentan menor productividad que si estuvieran divididos en un número mayor. Los agricultores y ganaderos se encuentran, a menudo, ante el problema de decidir cual es el número óptimo de divisiones que debe tener su predio. No es el objetivo del presente trabajo determinar el aumento de la productividad del pastizal al elevar el número de divisiones, pero sí lo es la determinación del aumento del esfuerzo de apotreramamiento al elevar el número de divisiones, manteniendo inalterada la superficie total del predio.

A manera de ejemplo, se puede citar que en un predio hipotético de una ha de superficie se requeriría 200 m de cerca si hubiera un solo potrero, 400 m si hubiera 4 divisiones y 632 m si se hicieran 10 divisiones, alcanzando a 894 m si se tratara de 20 divisiones. Cualquiera que sea el costo por metro lineal de cerca, la inversión necesaria para

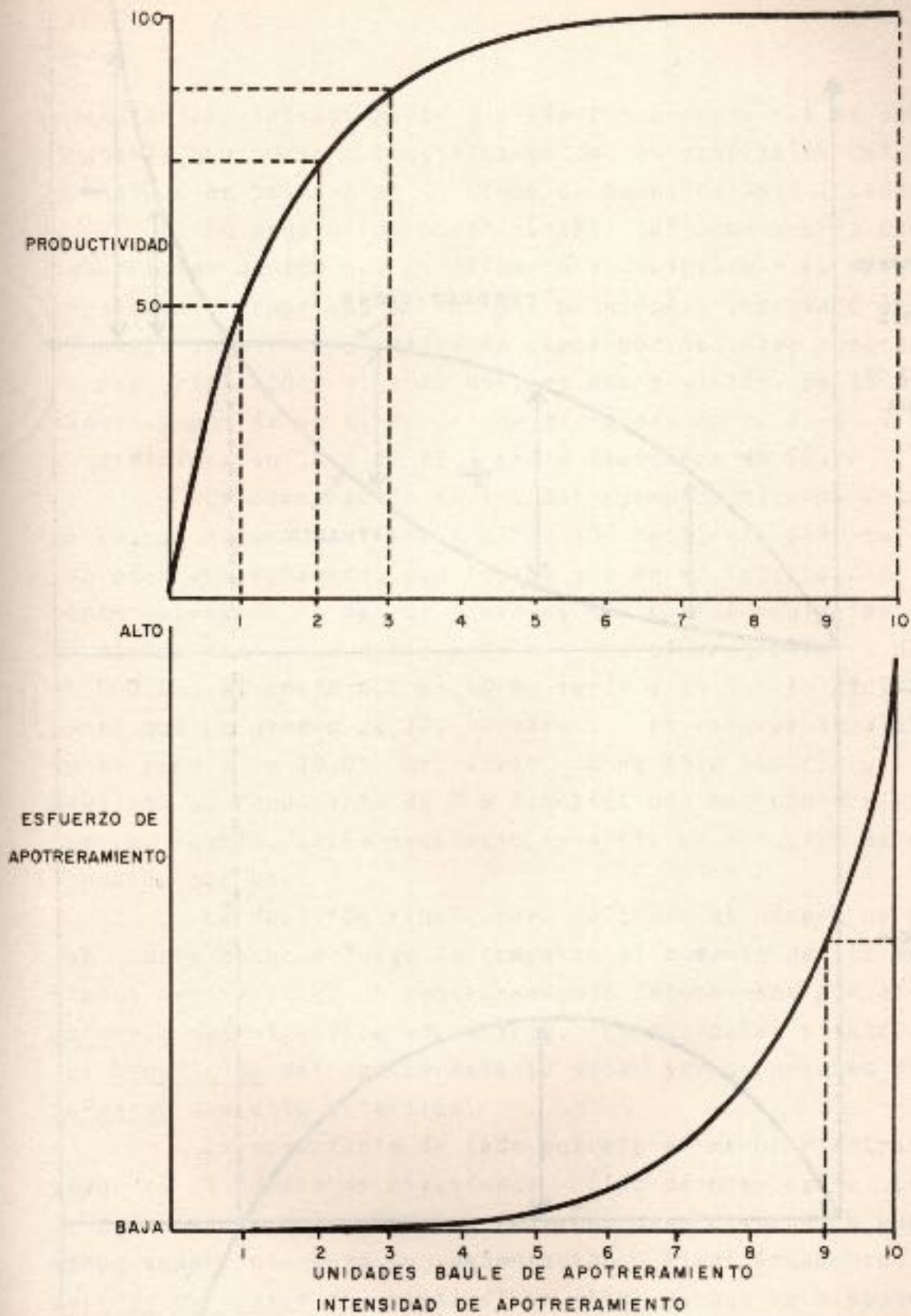


FIGURA 9.- ESQUEMA HIPOTETICO DE LA RELACION ENTRE LA INTENSIDAD DE APOTRERAMIENTO, LA PRODUCTIVIDAD Y EL ESFUERZO DE APOTRERAMIENTO.

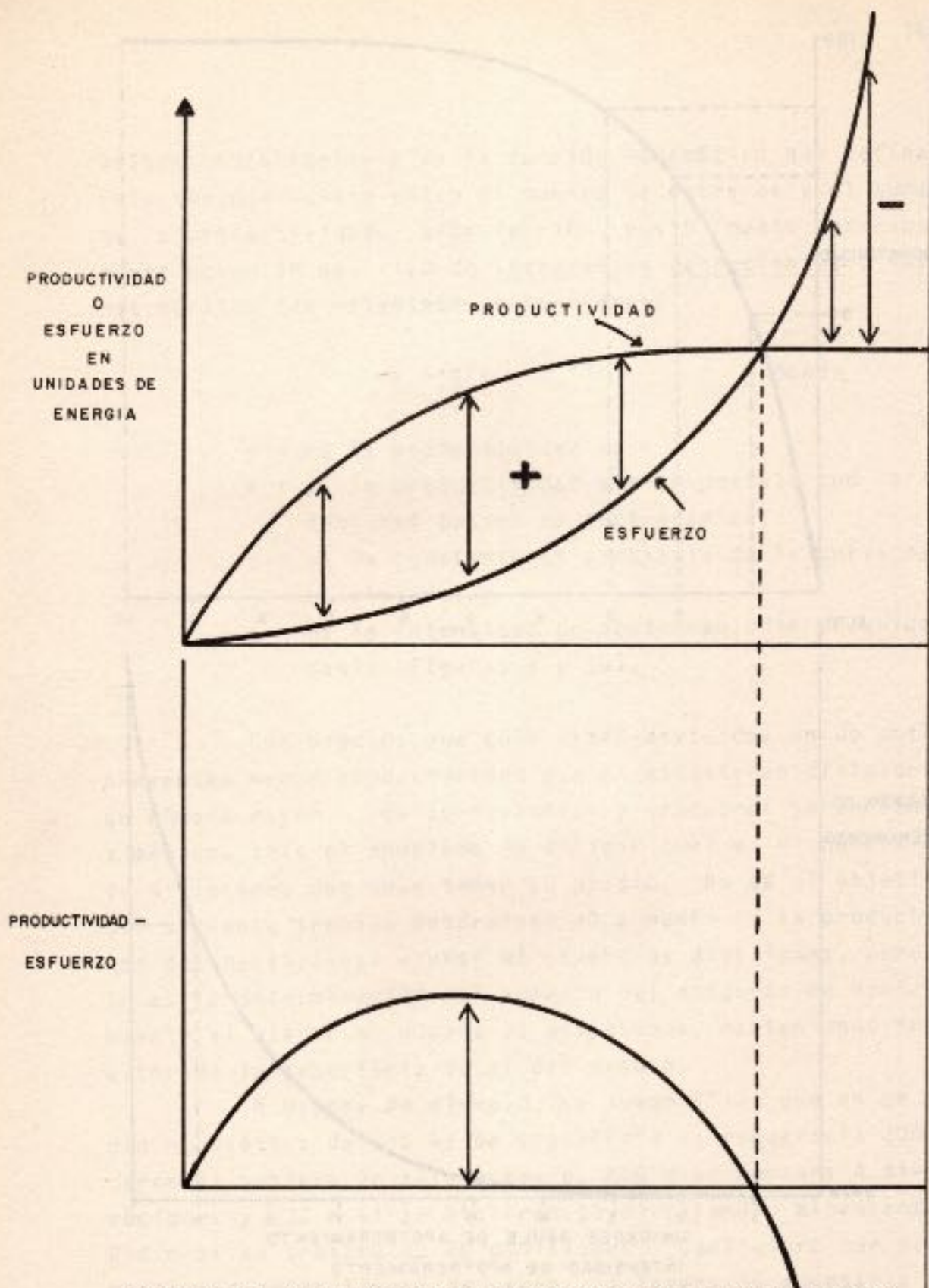


FIGURA 10.- SUPERPOSICION HIPOTETICA DE LAS FUNCIONES PRODUCTIVIDAD Y ESFUERZO INDICANDOSE LA REGION CON DIFERENCIAS POSITIVAS Y NEGATIVAS (superior) Y CURVA RESULTANTE DE LAS DIFERENCIAS (inferior).

ejecutar esa infraestructura sería tan elevada que es poco probable que pudiera justificarse en los pastizales del árido, o incluso en pastizales de riego de buena calidad (Cuadro 3).

En predios de mayor tamaño, tal como ocurre con superficies de 100 ha, el esfuerzo de subdividir es proporcionalmente menor que en los mas pequeños. Expresado en términos de metros lineales de cerca por hectárea apotrera se requeriría 20 m si sólo hubiera una división, de 40 m lineales por ha si el predio se dividiera en 4, de 63.2 si se dividiera en 10 y de 89.4 si se dividiera en 20.

La comparación de los dos ejemplos citados anteriormente, el de una hectárea y el de 100 hectáreas permite establecer una relación, que indica que en el segundo caso el costo expresado en metros lineales por ha fué equivalente a la décima parte que en el primero. Si el predio fuera de 10,000 ha, el costo por hectárea sería a su vez la décima parte que un predio de 100 hectáreas. En valores absolutos, en el predio de 10,000 hectáreas, donde sólo hubiera una división se requeriría de 2 m lineales por ha, con 4 divisiones, en cambio, sería necesario invertir un esfuerzo de 4 m lineales por ha.

La decisión final, para calcular el número de potreros debe hacerse luego de comparar el aumento de los beneficios derivados de un apotreraamiento determinado con el esfuerzo que significa ejecutarlo. En cualquier situación, los beneficios del apotreraamiento deben ser superiores al esfuerzo que ello significa.

La superficie de cada potrero es menor mientras mayor es el número de divisiones. Ello permite que el tiempo de permanencia del ganado se reduzca, pues dispone de una menor superficie para su sustentación. Simultáneamente, el período de rezago del pastizal se eleva ya que se dispone de mayor número de potreros para ser utilizados en el lapso que

Cuadro 3. Necesidades de cercas en predios de superficie fija al variar el número de potreros o divisiones de forma cuadrada: superficie de cada una de las divisiones, necesidades de cercas de cada división y necesidades totales de cercas del predio.

Superficie del predio	Número de potreros o divisiones	Superficie de cada potrero	Longitud de la necesidad de cerca de cada potrero	Suma de las longitudes de cercas de todos los potreros	Necesidades de cerca por unidad de superficie
ha	Unidades	ha	----- m -----		m/ha
1	1	1.0	200.0	200.0	200.0
	2	0.5	141.4	282.8	282.8
	4	0.25	100.0	400.0	400.0
	6	0.167	81.7	490.2	490.2
	10	0.100	63.2	632.0	632.0
	15	0.067	51.7	775.5	775.5
	20	0.050	44.7	894.0	894.0
10	1	10.0	632.5	632.5	63.2
	2	5.0	447.2	894.4	89.4
	4	2.5	316.2	1264.9	126.5
	6	1.667	258.2	1594.3	154.9
	10	1.000	200.0	2000.0	200.0
	15	0.667	163.3	2450.0	245.0
	20	0.500	141.4	2828.4	282.8
100	1	100.0	2000.0	2000.0	20.0
	2	50.0	1414.2	2828.4	28.3
	4	25.0	1000.0	4000.0	40.0
	6	16.667	816.5	4899.0	49.0
	10	10.000	632.5	6325.0	63.2
	15	6.666	516.4	7746.0	77.5
	20	5.000	447.2	8944.0	89.4
1000	1	1000.0	6324.6	6324.6	6.3
	2	500.0	4472.1	8944.2	8.9
	4	250.0	3162.3	12649.2	12.6
	6	166.67	2582.0	15492.0	15.5
	10	100.0	2000.0	20000.0	20.0
	15	66.67	1633.0	24495.0	24.5
	20	50.00	1414.2	28284.0	28.3
10000	1	10000.0	20000.0	20000.0	2.0
	2	5000.0	14142.0	28280.4	2.8
	4	2500.0	10000.0	40000.0	4.0
	6	1666.7	8165.0	48990.0	4.9
	10	1000.0	6325.0	63250.0	6.3
	15	666.7	5164.0	77460.0	7.7
	20	500.0	4472.0	89440.0	8.9
50000	1	50000.0	44720.0	44720.0	0.89
	2	25000.0	31620.0	63240.0	1.26
	4	12500.0	22360.0	89440.0	1.79
	6	8333.0	18256.0	109539.0	2.19
	10	5000.0	14142.0	141420.0	2.83
	15	3333.0	11546.0	173190.0	3.46
	20	2500.0	10000.0	200000.0	4.00

corresponde a la rapidez de avance del ganado en el pastizal. Ello puede traer como consecuencia un aumento de la productividad o beneficio para el agricultor, beneficio que no puede ser inferior al costo de ejecutar esas divisiones, que en el caso de predios muy pequeños son excesivos.

Los valores absolutos de esfuerzo por unidad de superficie apotrera, disminuyen gradualmente al aumentar el tamaño del predio, y aumentan al elevarse el número de divisiones de éste. Es por ello que en las zonas áridas o en cualquier otra donde la productividad del pastizal sea reducida no es posible pensar en organizar predios ganaderos de superficies reducidas (Figura 11).

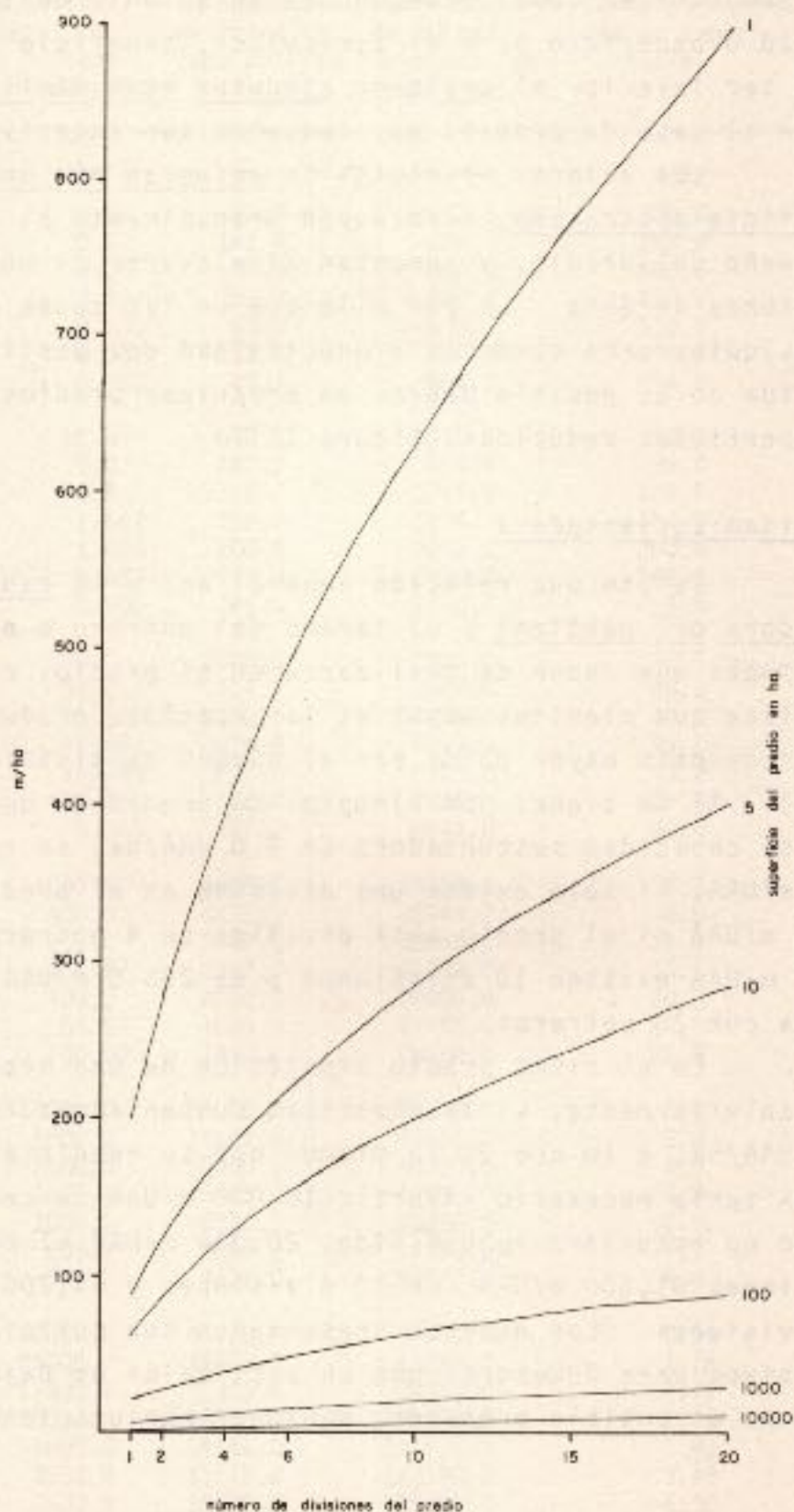
#### Capacidad sustentadora

Existe una relación general entre la capacidad sustentadora del pastizal y el tamaño del potrero o número de divisiones que deben realizarse en el predio, relación que establece que mientras mayor es la capacidad productiva de la fitocenosis mayor puede ser el número de divisiones (Cuadro 4). Si se tiene, por ejemplo, un predio de una hectárea, con una capacidad sustentadora de 3.0 UAA/ha, se requiere de 66.7 m/UAA, si sólo existe una división en el predio; de 133.3 m/UAA si el predio está dividido en 4 potreros; de 210.7 m/UAA existen 10 divisiones y de 298.0 m/UAA cuando se cuenta con 20 potreros.

En el mismo predio hipotético de una hectárea, citado anteriormente, si la capacidad sustentadora fuera de 0.02 UAA/ha, o lo que es lo mismo, que se requiriera de 50 ha/UAA sería necesario invertir 10,000 m/UAA de cerca si el predio no estuviera subdividido, 20,000 m/UAA al haber 4 subdivisiones 31,600 m/UAA con 10 divisiones y 44,700 m/UAA con 20 divisiones. Los números presentados son suficientemente expresivos para demostrar que en pastizales de baja productividad no es posible pretender mantener explotaciones ganaderas

figura 11

RELACION ENTRE EL NUMERO DE DIVISIONES DE VARIOS TAMAÑOS EN HECTAREAS Y ESFUERZO DE APOTREMIAMIENTO EN METROS LINEALES POR HA.



Cuadro 4. Necesidades de cercas por unidad animal año (UAA) en predios de superficie fija y capacidad sustentadora variable, al incrementarse el número de potreros o divisiones.

Superficie del predio	Número de potreros o divisiones	Capacidad sustentadora del pastizal. UAA/ha							
		3.0	2.0	1.0	0.5	0.25	0.1	0.05	0.02
ha	unidades	m/UAA							
1	1	66.7	100.0	200.0	400.0	800.0	2000	4000	10000
	2	94.3	141.4	282.8	565.6	1131.2	2828	5656	14140
	4	133.3	200.0	400.0	800.0	1600.0	4000	8000	20000
	6	163.4	245.1	490.2	980.4	1960.8	4902	9804	24510
	10	210.7	316.0	632.0	1264.0	2528.0	6320	12640	31600
	15	258.5	387.8	775.5	1551.0	3102.0	7755	15510	38775
20	298.0	447.0	894.0	1788.0	3376.0	8940	17780	44700	
10	1	21.0	31.6	63.2	126.5	253.0	632.5	1265.0	3160.0
	2	29.8	44.7	89.4	178.5	357.8	894.4	1788.8	4470.0
	4	42.2	63.2	126.5	253.0	506.0	1265.0	2530.0	6225.0
	6	51.6	77.4	154.9	309.8	619.6	1549.0	3098.0	7745.0
	10	66.7	100.0	200.0	400.0	800.0	2000.0	4000.0	10000.0
	15	81.7	122.5	245.0	490.0	980.0	2450.0	4900.0	12250.0
20	94.3	141.4	282.8	565.6	1131.2	2828.0	5656.0	14140.0	
100	1	6.7	10.0	20.0	40.0	80.0	200.0	400.0	1000.0
	2	9.4	14.0	28.3	56.6	113.2	283.0	566.0	1415.0
	4	13.3	20.0	40.0	80.0	160.0	400.0	800.0	2000.0
	6	16.3	24.5	49.0	98.0	196.0	490.0	980.0	2450.0
	10	21.1	31.6	63.2	126.4	252.8	632.0	1264.0	3160.0
	15	25.8	38.7	77.5	155.0	310.0	775.0	1550.0	3875.0
20	29.8	44.7	89.4	178.8	357.6	894.0	1788.0	4470.0	
1000	1	2.1	3.2	6.3	12.6	25.3	63.2	126.5	316.0
	2	3.0	4.5	8.9	17.9	35.8	89.4	178.9	445.0
	4	4.2	6.3	12.6	25.3	50.6	126.5	253.0	630.0
	6	5.2	7.7	15.5	31.0	62.0	154.9	309.8	775.0
	10	6.7	10.0	20.0	40.0	80.0	200.0	400.0	1000.0
	15	8.2	12.3	24.5	49.0	98.0	245.0	490.0	1225.0
20	9.4	14.1	28.3	56.6	113.10	282.80	565.6	1415.0	
10000	1	0.67	1.00	2.00	4.00	8.00	20.00	40.00	100.00
	2	0.94	1.41	2.83	5.66	11.32	28.30	56.60	140.00
	4	1.33	2.00	4.00	8.00	16.00	40.00	80.00	200.00
	6	1.63	2.45	4.90	9.80	19.60	49.00	98.00	245.00
	10	2.11	3.16	6.32	12.64	25.28	63.28	126.40	315.00
	15	2.58	3.87	7.75	15.50	31.00	77.50	155.00	385.00
20	2.98	4.47	8.94	17.88	35.76	89.40	178.80	445.00	
100000	1	0.30	0.45	0.89	1.78	3.56	8.90	17.80	44.50
	2	0.42	0.63	1.26	2.52	5.04	12.60	25.20	63.00
	4	0.60	0.89	1.79	3.58	7.16	17.90	35.80	89.50
	6	0.73	1.04	2.19	4.38	8.76	21.90	43.80	109.50
	10	0.94	1.41	2.83	5.66	11.32	28.30	56.60	141.50
	15	1.15	1.73	3.76	6.92	13.84	38.60	69.20	173.00
20	1.93	2.00	4.00	8.00	16.00	40.00	80.00	200.00	

de pequeño tamaño ni efectuar un gran número de subdivisiones.

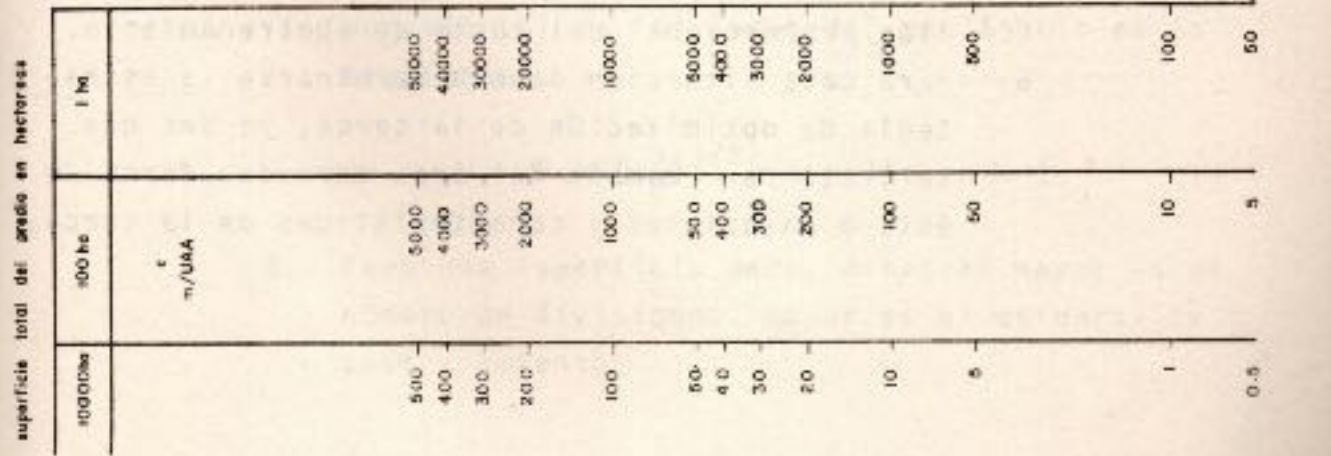
En predios ganaderos de gran tamaño, aunque la capacidad sustentadora sea reducida, el costo por UAA se reduce considerablemente. Al igual que en el ejemplo citado anteriormente, con un predio de 100 hectáreas se requiere la décima parte de m lineales de cerca por UAA, y en uno de 10,000 ha se requiere la décima parte que en el de 100 (Figura 12).

UAA	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo
100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
200	500	500	500	500	500	500	500
300	333	333	333	333	333	333	333
400	250	250	250	250	250	250	250
500	200	200	200	200	200	200	200
600	167	167	167	167	167	167	167
700	143	143	143	143	143	143	143
800	125	125	125	125	125	125	125
900	111	111	111	111	111	111	111
1000	100	100	100	100	100	100	100
2000	50	50	50	50	50	50	50
3000	33	33	33	33	33	33	33
4000	25	25	25	25	25	25	25
5000	20	20	20	20	20	20	20
6000	17	17	17	17	17	17	17
7000	14	14	14	14	14	14	14
8000	13	13	13	13	13	13	13
9000	11	11	11	11	11	11	11
10000	10	10	10	10	10	10	10

RELACION ENTRE EL NUMERO DE DIVISIONES Y LOS REQUERIMIENTOS DE CERCA POR UAA PARA PREDIOS DE VARIOS TAMAÑOS Y CAPACIDADES SUSTENTADORAS FLUCTUANTES ENTRE 0.02 UAA/Ha, Y 3.0 UAA/Ha

$$e = \frac{2 \times 10^2}{C} \sqrt{\frac{N}{A}}$$

- e = eficiencia en m/UAA
- C = capacidad sustentadora en UAA
- N = número de divisiones de igual tamaño
- A = área total del predio



número de divisiones del predio

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

1. A medida que el tamaño del área cercada disminuye, la longitud de la cerca se eleva en una proporción mayor que la disminución del tamaño. Desde el punto de vista del esfuerzo por unidad de superficie es más conveniente por lo tanto programar potreros de mayor tamaño.
2. Las formas de áreas que se aproximan al círculo son más eficientes en la relación (P/A) que existe entre el perímetro (P) y la superficie (A), que las formas rectangulares alargadas u otras morfologías irregulares.
3. Para una superficie dada, mientras mayor es el número de divisiones, mayor es el esfuerzo de apotreramiento por unidad de superficie.
4. En ecosistemas de mayor capacidad sustentadora, los costos de apotreramiento por unidad animal año (UAA) son menores que en circunstancias análogas, pero en ecosistemas de menor capacidad productiva. Por lo tanto, la elevación de la capacidad sustentadora significa una disminución proporcional del costo de apotreramiento.
5. Para cada situación debe determinarse la estrategia de optimización de la cerca, ya sea que se trate de: tamaño del área cercada, forma de ésta o materiales y características de la cerca.

## RESUMEN

En el presente estudio se discute algunas de las características que deben tener las cercas ganaderas con el objeto de optimizar su eficiencia y minimizar su costo. En la primera parte del estudio se analiza teóricamente los fundamentos que definen las funciones entre el área y el perímetro en superficies rectangulares. En la segunda parte del estudio se calcula y ejemplariza estas relaciones, en condiciones ideales. Los factores estudiados son los siguientes: área, forma, número de divisiones, capacidad sustentadora, y su relación con el esfuerzo de apotreramiento.

Las conclusiones alcanzadas en este trabajo son las siguientes:

1. A medida que el tamaño del área cercada disminuye, la longitud de la cerca se eleva en una proporción mayor que la disminución del tamaño.
2. Las formas que se aproximan al círculo son más eficientes en la relación que existe entre el perímetro y la superficie  $(\frac{P}{A})$  que las formas rectangulares alargadas u otras morfologías irregulares.
3. La ecuación general que establece la relación entre el perímetro (P), el área (A) y la proporción (n) de los lados del rectángulo es la siguiente:

$$P = \left(\frac{A}{n}\right)^{1/2} (n + 1); \quad n \geq 1$$

4. Para una superficie dada, mientras mayor es el número de divisiones, mayor es el esfuerzo de apotreramiento.

5. En ecosistemas de mayor capacidad sustentadora los costos de apotreramiento por unidad animal-año son menores que en circunstancias análogas, pero en ecosistemas de menor capacidad productiva.
6. Para cada situación debe determinarse la estrategia de optimización de la cerca, ya sea que se trate de: tamaño del área cercada, forma de ésta o materiales y características de la cerca.

## SUMMARY

Some of the attributes of the farm fences for livestock are discussed in the present paper to reduce their cost and increase their efficiency. In the first part of this paper the equations which relate the fence length and shape with the area are presented, as well as their relative cost. In the second part of this study some fencing examples under ideal conditions are given. Size of the area fenced, as well as its shape, number of divisions and animal carrying capacity are analyzed in relation to the fencing cost.

The results presented in this paper allows us to conclude that:

1. As the size of the area fenced is reduced, the length of the fence increases at a larger rate than the size reduction.
2. Circular and square fields of equal area are more efficient than the rectangles, in the fencing cost per unit area. As the length of the rectangle increases the efficiency diminishes.
3. The general equation which relates the perimeter ( $P$ ), the area ( $A$ ) and the sides proportion ( $n$ ) of the rectangle is:

$$P = \left(\frac{A}{n}\right)^{1/2} (n + 1); \quad n \geq 1$$

4. For a given size, as the number of divisions increases, the fencing cost also increases.
5. Under similar conditions, the fencing cost per animal unit is reduced as the carrying capacity increases.
6. In general, the specific strategy for optimizing the system should be defined in terms of: field size, shape, materials and its construction design.

## BIBLIOGRAFIA

- Alba, J. de. 1974. Tecnología del cerco ganadero. Rev. Mexicana Prod. Animal. 6: 3-62.
- Blaser, R.E. 1966. Efecto del animal sobre la pastura. pp 1-25. En: O. Paladines (ed.) Empleo de animales en investigaciones sobre pasturas. IICA. Zona Sur. Montevideo, Uruguay.
- Crider, F.J. 1955. Root-growth stoppage. U.S. Dept. Agric. Soil. Cons. Serv. Bull. 1102. Washington, D.C.
- De Alba, J. 1972. La línea divisoria. El surco 77(6): 20-21.
- Gastó C., J. y J. Gastó C. 1970. Uso de la tierra. El Campesino. Abril: 34-50. Santiago, Chile.
- Henderson, G.E. 1966. Planning farm fences. Amer. Ass. Agric. Engineering and Vocational Agric. 34p.
- Hohn, C.M. 1970. Buenas ideas for ranch equipment. New Mexico Sta. Univ. Coop. Ext. Service Circ. 420.
- Hormay, A.L. 1970. Principles of rest-rotation grazing and multiple-use land management. U.S. Dept. Agric. Forest Service. Training Test 4(2200) 26p.
- Hormay, A.L. y M.W. Talbot. 1961. Rest-rotation grazing - A new management system for perennial bunchgrass ranges. U.S. Dept. Agr. Prod. Res. Rep. 51. 43p.
- Longhurst, G.A., M.B. Jones, R.R. Parks, L.W. Newbauer y M.W. Cummings. 1962. Fences for controlling deer damage. Calif. Agric. Exp. Sta. Ser. Circ. 514. 15p.
- Lorenz, R.J. y G.A. Rogler. 1973. Growth rate of mixed prairie in response to nitrogen and phosphorus fertilization. J. Range Manage. 26: 365-368.
- McNamee, M.A. y E.A. Kinne. 1967. Pasture and range fences. Mount. States Region. U.S.D.A. Wyo. 32p.
- Medina M., J. 1973. Las cercas eléctricas y algo mas. El surco. 78(2): 22-23.
- Messner, H.E., D.R. Dietz y E.Ch. Garret. 1973. A modification of the slanting deer fence. J. Range Manage. 26: 233-235.

- Mueggler, W.F. 1972. Influence of competition on the response of bluebunch wheatgrass to clipping. *J. Range Manage.* 25: 88-92.
- Osborn, W.L. 1970. Fencing. Bull. 411. New Zealand Dept. Agric. Wellington. 20p.
- Pearson, H.A. y L.B. Whitaker. 1974. Forage and cattle responses to different grazing intensities on southern pine ridge. *J. Range Manage.* 27: 444-446.
- Porrás M., E. 1973. Pinchazos vs. resistencia pasiva. *El surco.* 73(1): 14-15.
- Sanchez M., A. 1975. Influencia de la frecuencia de defoliación sobre el bioma radical de dos zacates: gigante (*Leptochloa dubia*) y buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Pastizales* 6(2): 2-6.
- Throughton, A. 1957. The underground organs of herbage grasses. Bull. 44. Comonw. Bur. Past. Fld. Crops. Farnham Royal: Commonw. Agric. Bur. 163p.
- Wright, A. y J.B. Dent. 1969. The Australian application of simulation techniques to the study of grazing systems. *Aust. J. Agric. Economics* 13: 144-153.
- Zertuche, R. 1973. Porqué pagar mas si cuesta menos. *El surco.* 78(1): 20-21.