

Optimización de la carga de ganado y el manejo del pastoreo

P. DE V. BOOYSEN

Universidad de Natal. Pietermaritzburg. República de Africa del Sur

RESUMEN

En este trabajo se presenta un método para determinar la carga de ganado y el sistema de manejo de pastoreo que coincida con el óptimo económico del sistema de producción. Se definen las características del pastoreo continuo (PC), del pastoreo de utilización intensiva (PUI) y del pastoreo de producción intensiva (PPI), y se dan las ecuaciones para determinar la carga de ganado que produce mayor beneficio y la ecuación que da el beneficio. Todo ello se aplica a dos tipos de pastizales: una comunidad cespitosa y una de hierbas amacolladas y altas, haciéndose un gráfico que relaciona carga de ganado por hectárea y producción animal por unidad animal. En cada tipo de pastizal es distinto el sistema de pastoreo que proporciona la producción máxima. Para los dos tipos de pastizal se hace una tabla con la carga de ganado que produce el beneficio económico máximo para cada uno de los tres sistemas de pastoreo bajo distintas circunstancias económicas de estas tres variables: precio de la tierra, de la unidad animal y del producto obtenido.

INTRODUCCIÓN

Probablemente es cierto que dentro de cualquier sistema pasto/suelo/clima, la carga de ganado y el sistema de pastoreo son los dos factores que tienen más influencia, tanto en el *output* biológico como en el beneficio económico. Además, ambos factores están sujetos directamente a la decisión del hombre. Como todos los sistemas de producción ganadera tienen un incentivo económico, es preciso disponer de un método para la determinación de la carga de ganado y sistema de manejo del pastoreo que coincida con el óptimo económico del sistema de producción. Esta comunicación intenta proporcionar tal método.

MODELO DE CARGA DE GANADO

JONES y SANDLAND (1974) han revisado recientemente los modelos publicados sobre las relaciones entre carga de ganado y producción animal. Sin embargo, estos dos autores proponen una relación lineal entre la carga de ganado y la ganancia por unidad animal (UGB). En la fig. 1 se presentan los modelos de MOTT (1960), PETERSEN, LUCAS y MOTT (1965), CONIFFE, BROWN y WALSHE (1970) y JONES y SANDLAND (1974) (fig. 1).

En esta comunicación no se intenta comparar estos modelos. Para nuestro propósito se aceptará el modelo de JONES y SANDLAND (1974). Sin embargo, el argumento que se desarrolla aquí no depende de la validez de este modelo ni de la de ningún otro. De hecho, parece poco probable que se mantenga la linealidad a cargas de ganado muy bajas, pero la experiencia sugiere que los óptimos económicos no están en este área. Sin embargo, el autor prefiere aceptar el modelo lineal a cargas de ganado mayores. En esta región estará probablemente el óptimo económico. ¿Cómo se puede determinar esta carga de ganado óptima de la mejor manera? La respuesta intuitiva a esta pregunta es que si la extensión del terreno es limitada y de alto precio con relación a los animales, la carga de ganado económicamente óptima estará en la vecindad del máximo del modelo de carga de ganado-producción/Ha. Por otra parte, si el terreno no está limitado y los animales se valoran altos en relación con éste, el óptimo se encontrará cerca del máximo del modelo de carga de ganado-producción/U.A. (unidad animal). El sistema de producción más práctico puede no estar descrito tan precisa y netamente en términos de limitación económica y probablemente queda en un lugar entre estos dos extremos. Esta comunicación se propone presentar un método para determinar con más precisión la carga de ganado económicamente óptima.

TRES FILOSOFÍAS PARA EL MANEJO DEL PASTOREO

Aunque se considera que hay más de tres sistemas de manejo de pastos y muchas formas de aplicarlos, para el objeto de esta evaluación sólo se considerará el pastoreo continuo (PC) y dos formas de pastoreo de rotación (PR), pastoreo de utilización intensiva (PUI) y pastoreo de producción intensivo (PPI) (BOOYSEN, 1969).

El *pastoreo continuo* se define como el tipo de manejo donde los animales que pastan se sitúan en el prado en una sola parcela en cuanto la hierba alcanza el estado de desarrollo apropiado para el pastoreo, al principio de la estación de crecimiento, y permanecen en la parcela durante un período de tiempo largo, normalmente todo el período del año durante el que el prado es apto para el pastoreo (BOOYSEN, 1967). El número de animales puede ser constante (carga constante) o puede variar de acuerdo con la velocidad de crecimiento del pasto (entradas y salidas) (WHEELER y col., 1973), pero siempre hay algunos animales en la parcela mientras es apta para el pastoreo. En términos de producción animal el objetivo del pastoreo continuo es poner a los animales frente a todo el alimento disponible. La cantidad de hierba disponible por cada animal dependerá de la carga de ganado aplicada, pero dentro de todas estas limitaciones los animales tienen libre acceso al pasto disponible; por lo tanto, las limitaciones en la cantidad y en la calidad son mínimas.

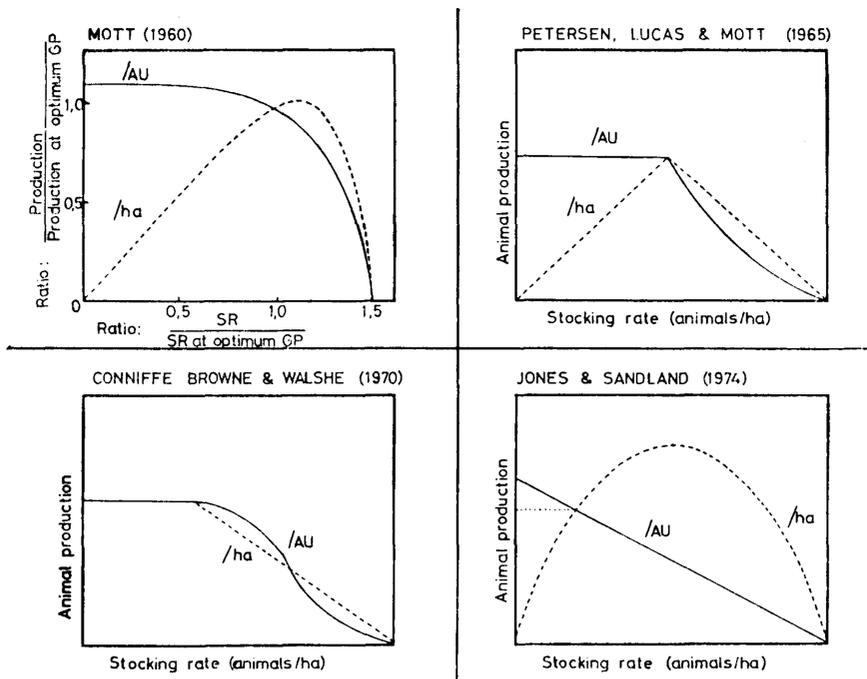


FIG. 1.—Modelos de MOTT (1960); PETERSEN, LUCAS y MOTT (1965); CONNIFFE, BROWN y WALSHE 1970, y JONES y SANDLAND (1974), para las relaciones entre la carga de ganado (CG) y la producción animal por Ha. y por unidad animal (U.A.); P.P. (presión de pastoreo). (Según JONES y SANDLAND, 1974)

El *pastoreo rotacional* requiere que el prado en consideración se divida en cierto número de parcelas. Debe haber, al menos, una más que grupos de animales. Los animales se disponen para pastar en las parcelas, en rotación (BOOYSEN, 1967). En el *pastoreo de utilización intensiva* se intenta que los animales consuman todo el material disponible en una parcela antes de pasar a la siguiente. En términos de producción animal el objetivo del PUI es permitir (forzar) a los animales a la utilización del mayor porcentaje posible de hierba a su disposición, y así disminuir el rechazo del forraje. Normalmente, se razona que el aumento de la utilización da como resultado un aumento del número de animales (carga de ganado), o sea, un aumento en uno de los componentes de la productividad. Otra forma de pastoreo rotacional es el *pastoreo de producción intensiva*. En este caso la hierba sólo se pastorea ligeramente antes de pasar a la parcela siguiente. Aquí el objetivo es dejar el área con suficiente vegetación residual para asegurar la rápida continuación del crecimiento de las plantas entre pastoreos, con lo cual se puede maximizar la producción vegetal. En términos de producción animal, este método proporciona alimento para gran número de animales debido a un alto rendimiento vegetal, y a altos rendimientos animales, porque la cantidad y calidad de la ingestión no están restringidas al intentar llegar a la utilización completa. En este aspecto, el PPI es semejante al PC. Sin embargo, el PPI se propone al-

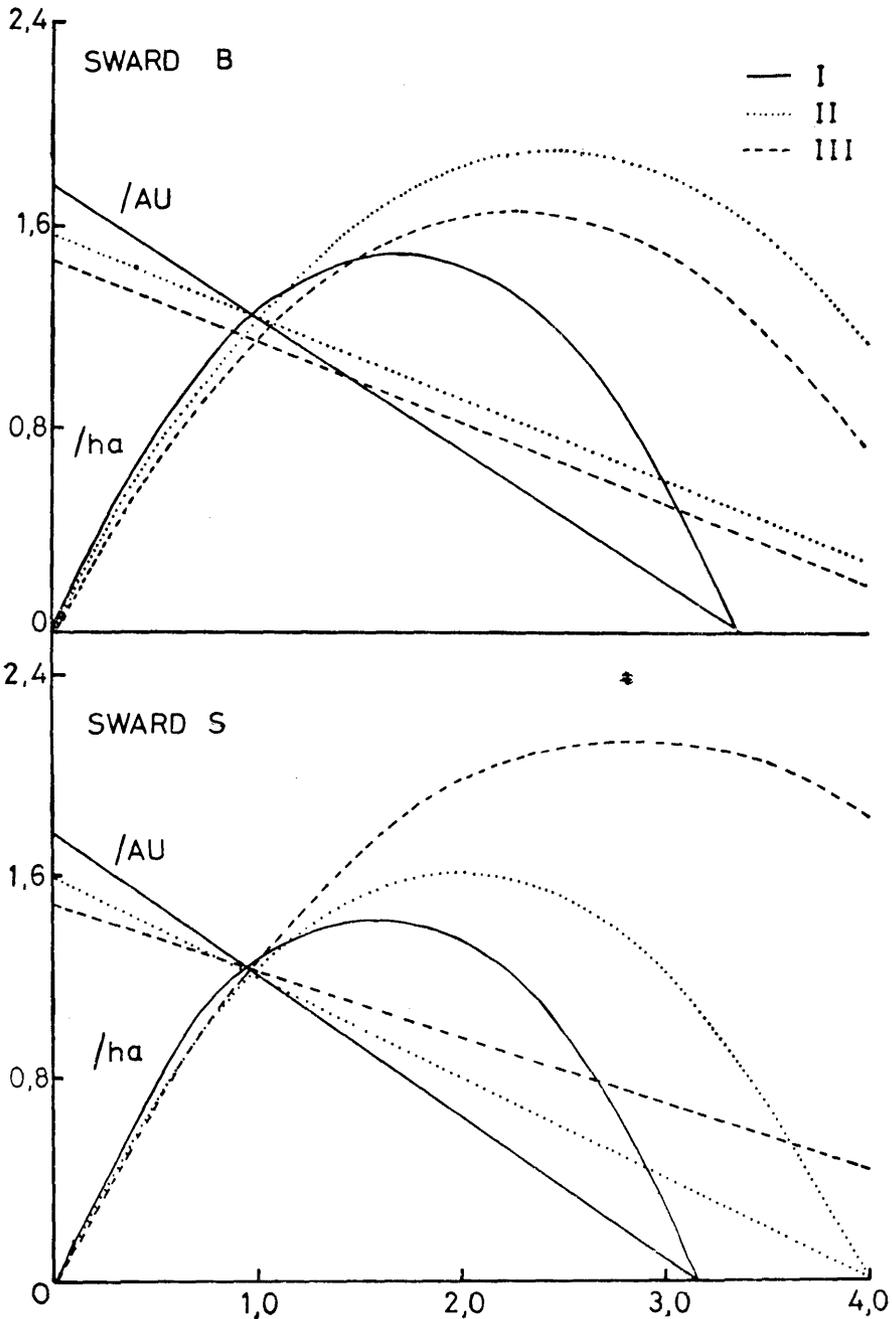


FIG. 2.—Las relaciones entre la carga de ganado y la producción (por Ha. y U.A.) de dos tipos de pasto y tres sistemas de manejo de pastoreo. Hierba B = pasto de especies erguidas, hierba S = pasto de especies cespitosas, PC = pastoreo continuo, PPI = pastoreo de producción intensiva, PUI = pastoreo de utilización intensiva, Ha = hectárea, UA = unidad animal

canzar una utilización del prado más uniforme y proporciona un rebrote muy rápido de todas las plantas del prado, que lleva, a su vez, a una mayor producción vegetal y potencialmente, a una mayor carga de ganado.

¿Qué forma de explotación debe aplicarse para maximizar la producción animal? La producción animal máxima, ¿significa que la ganancia es mayor?; si no es así, ¿qué sistema de explotación da un beneficio máximo? Estas preguntas describen el dilema del ganadero. A causa de las variaciones en la estructura de precios, los sistemas ganaderos y de producción de pastos son casi infinitas, no hay una sola respuesta. Sin embargo, intentaremos explicar los hechos sobresalientes y proporcionar el medio de contestar a la pregunta en cada situación.

EL ÓPTIMO ECONÓMICO

En cualquier sistema de producción de pastos, los costes de producción se pueden clasificar convenientemente en relación con: I) el precio del terreno; II) el coste de su mejora; III) el precio de los animales; IV) los costes anuales de la producción (fertilizantes, suplementos alimenticios, etc.). El beneficio del sistema es función de la producción total del ganado y del precio en el mercado de sus productos. Como la mayoría de los sistemas de producción de pastos se refieren en la práctica a un terreno determinado, la producción total del sistema se puede expresar significativamente como producción/Ha. Como puede verse en la fig. 1, ésta es función tanto del número de animales como de su rendimiento. Ambos están sujetos a la decisión del hombre (el número de animales depende de la carga de ganado y sus rendimientos están incluidos por el manejo del pastoreo). El carácter rentable de la empresa está determinado, por lo tanto, directamente por decisiones sobre la carga de ganado y la explotación de pastos.

Mientras que se han empleado varios criterios para determinar los óptimos económicos, quizá sea usual considerar el máximo beneficio como tal. La teoría económica de las relaciones factor/producto para determinar el nivel de factor correspondiente al máximo beneficio está bien documentada. El nivel de factor correspondiente al punto de coincidencia de la "razón inversa del precio" y el producto físico marginal es el nivel óptimo del factor variable.

Dentro de un sistema particular de producción de pastos y de una filosofía de manejo del pastoreo, la carga de ganado (en U.A./Ha.) y el modelo de producción/Ha. pueden estar sujetos al análisis del factor/producto para determinar la carga de ganado más beneficiosa. Entonces, de acuerdo con el modelo de JONES y SANDLAND (1974).

$$p = bs - cs^2 \quad (1)$$

donde s = carga de ganado (U.G.B./Ha.) y p = producción (en Kg./Ha./día).

El producto físico marginal (PFM) es la variación de p con respecto a s , y se expresa así:

$$\frac{dp}{ds} = b - 2cs \quad (2)$$

El valor del producto marginal (VPM) es entonces el producto del PFM y el valor de éste por Kg. (r):

$$\frac{dp}{ds} r = br - 2 csr \quad (3)$$

El coste marginal (CM) es el asociado con el incremento de una unidad del factor variable. En este caso se toma como el interés sobre el precio de venta de una unidad animal más todos los costes variables asociados con el mantenimiento de un animal extra, y se expresa en base diaria (m). Se maximizarán los beneficios (o se minimizarán las pérdidas) cuando el VPM sea igual al CM, esto es, cuando

$$br - 2 csr = m \quad (4)$$

Para determinar ahora la carga de ganado que produzca mayor beneficio (o menor pérdida), se resuelve la ecuación (4) para S:

$$S = \frac{br - m}{2 cr} = S_0 \quad (5)$$

Este valor de S será la carga de ganado óptima (S_0), pero esto no significa que su adopción sea provechosa. El beneficio (o pérdida) de la empresa a cualquier carga de ganado se puede calcular por la siguiente ecuación:

$$y = ptr - i(h + d + as) - v \quad (6)$$

donde "y" es el beneficio (o pérdida) del sistema, "t" es el número de días de la estación de pastoreo, "i" es el interés normal del capital, "h" es el precio/Ha. del terreno, "d" es el coste de la mejora del terreno para la implantación del sistema de pastos, "a" es el coste de una unidad animal y "v" son los costes anuales de producción, como fertilizantes, suplementos alimenticios, etc.

Cuando se sustituye por S_0 en la ecuación (6), "y" representará el beneficio máximo o la pérdida mínima (esto es $y = y_m$).

APLICACIÓN

Los principios precedentes se aplican a cada uno de los prados no cespitosos (prados de tipo B) y de hierbas de crecimiento cespitoso (prados tipo S), porque se postula que el modelo básico de rendimiento animal/carga de ganado estará influido de diferente manera por el sistema de manejo en dependencia de la manera de crecimiento del pasto. Así no sólo cambiará la carga de ganado óptima, sino que puede ser necesario aplicar diferentes sistemas de manejo del pastoreo para alcanzar la optimización económica. Los modelos básicos de producción y la influencia del manejo son puramente hipotéticos (fig. 2).

En la fig. 2 se muestran las relaciones funcionales entre la carga de ganado y la producción tanto por U.A. como por Ha., para cada uno de los tres sistemas de manejo, tanto de la hierba B como de la S. Las funciones cuadrati-

cas para la producción expresadas en relación con la superficie son como sigue para los diferentes sistemas de manejo y tipos de prado:

Tipo S (Sod grasses)

PC	$p = 1,78 s - 0,56 s^2$
PPI	$p = 1,60 s - 0,40 s^2$
PUI	$p = 1,48 s - 0,26 s^2$

Tipo b (Bunch grasses)

PC	$p = 1,76 s - 0,52 s^2$
PPI	$p = 1,56 s - 0,32 s^2$
PUI	$p = 1,46 s - 0,32 s^2$

Las curvas de la fig. 2 muestran que la relación entre la carga de ganado y el rendimiento animal depende del tipo de pasto y método de manejo. En los dos tipos hipotéticos de prado descritos en la fig. 2, a cargas de ganado bajas, el PC da mejores rendimientos animales que el PPI, y éste, a su vez, mejores que el PUI. Esto ocurre a causa de que a cargas de ganado bajas hay abundancia de hierba en los sistemas de PC, y los animales pueden seleccionar. Bajo PPI los animales aún pueden seleccionar, pero la mayor competencia entre ellos hacia el alimento y su movimiento forzado hacen disminuir el rendimiento. El PUI reduce aún más el rendimiento de los animales, ya que en el proceso de intentar alcanzar una utilización uniforme y completa los animales se ven forzados a ingerir material menos aceptable, cuya disponibilidad disminuye paulatinamente. También se permite que el pasto madure demasiado antes del pastoreo, debido a la baja carga de ganado y el largo período de ausencia durante la rotación. Al aumentar la carga, las ventajas relativas de los sistemas de manejo cambian de manera distinta, según el tipo de pasto.

En el prado de tipo S, el PPI continúa siendo inferior a PC durante un amplio rango de carga de ganado, ya que la respuesta del crecimiento del pasto debida al pastoreo ligero (y, por lo tanto, la mayor cantidad de alimento disponible) es menos pronunciada en los prados cespitosos, los cuales tienen crecimiento ralo y grandes reservas de CHS en los estolones y rizomas. Sólo a cargas de ganado muy altas el PPI supera al PC debido al efecto beneficioso del intervalo entre el aprovechamiento que determina la velocidad de crecimiento. El PUI, por otra parte, pronto produce mejores rendimientos animales al aumentar la carga de ganado, y es marcadamente superior a cargas muy altas. Esto es así porque los prados amacollados, cuyas hojas crecen cerca del terreno proporcionan forrajes de alta calidad y crecen rápidamente incluso cuando se les pastorea con dureza y, al mismo tiempo, los animales ingieren un alto porcentaje de este forraje de buena calidad.

En el prado de tipo B, el PPI pronto supera al PC al aumentar la carga de ganado, porque el pastoreo ligero y el área foliar residual tienen un efecto marcado en el aumento de la velocidad de crecimiento y, por lo tanto, los animales disponen de más material para el PUI, ya que la calidad disminuye marcadamente con la altura del limbo y la velocidad de crecimiento es menor al eliminar el limbo más alto.

La carga de ganado óptima (S_o) se calcula para cada una de las funciones de producción descritas en la fig. 2 por medio de la ecuación (5) para una

CUADRO NUM. 1

LA CARGA DE GANADO OPTIMA (S_o) Y EL BENEFICIO RESULTANTE (Y_m) PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE PASTO Y TRES SISTEMAS DE MANEJO BAJO DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS ECONOMICAS

TIPO DE PASTO Y SISTEMA DE MANEJO	h = R 100/Ha. a = R 150/UA r = R 0,50/Kg.		h = R 100/Ha. a = R 300/UA r = R 0,50/Kg.		h = R 500/Ha. a = R 300/UA r = R 0,50/Kg.		h = R 500/Ha. a = R 300/UA r = R 0,60/Kg.	
	S_o (UA/Ha.)	Y_m (R/Ha.)						
<i>Gramíneas S</i>								
PC	1,44	43,14	1,29	23,79	1,29	— 16,21	1,34	8,34
PPI	1,79	52,95	1,58	29,25	1,58	— 10,75	1,65	16,78
PUI	2,52	85,78	2,20	52,78	2,20	12,78	2,31	48,74
<i>Gramíneas B</i>								
PC	1,53	48,32	1,37	27,77	1,37	— 12,23	1,43	13,60
PPI	2,18	73,45	1,91	44,80	1,91	4,80	2,00	37,42
PUI	2,02	54,65	1,76	28,25	1,76	— 11,75	1,85	16,66

h = coste del terreno.
a = coste de una unidad animal.
r = precio del producto.
S = gramíneas cespitosas.
B = gramíneas no cespitosas.

variedad de terrenos y precios de los animales y de los productos. En cada caso, se usa la ecuación (6) para calcular la productividad de la empresa (cuadro 1).

Sobre la base de los hipotéticos modelos de rendimiento animal descritos en la fig. 2 para cada tipo de pasto, el cuadro 1 revela que el PUI es la forma de manejo más rentable en prados cespitosos, mientras que el PPI da los mayores rendimientos en el pasto de crecimiento erecto. En cada caso la rentabilidad varía dentro de amplios límites en dependencia del terreno y los costes de los animales y precios de los productos.

Es concebible que para un tipo particular de pasto puede haber razones biológicas que impidan el uso del sistema de manejo que proporcione la carga de ganado óptima y necesite la adopción de cualquier otro. Se puede calcular la carga de ganado óptima y nivel de rentabilidad de cualquier sistema siempre que se conozca la relación básica carga de ganado/rendimiento animal para el mismo.

Aunque los ejemplos de esta comunicación no ilustran ese punto es bastante probable que un cambio en las circunstancias económicas cause un cambio en el sistema de manejo y en la carga de ganado óptima para cada tipo de pasto particular. Por lo tanto, un sistema de manejo no es necesariamente el más rentable en todas las situaciones para un tipo en particular.

CONCLUSIÓN

La determinación de la relación entre la producción animal y la carga de ganado proporciona el medio de determinar la carga óptima y el nivel de rentabilidad más alto para cualquier situación en el manejo de pastos. La caracterización de estas propiedades implica la comparación de métodos de manejo y proporciona una base económica para las decisiones en la explotación. La considerable influencia de pequeños cambios de la carga de ganado en la rentabilidad hacen que sea importante establecer el manejo y carga óptima.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los doctores N.M. TAINTON, S. PEARSONS y al Sr. M.A. TARR, las valiosas sugerencias y consejos recibidos en el curso de nuestras reuniones relacionadas con este tema.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BOOYSEN, P. de V., 1967: *Grazing and grazing management terminology in Southern Africa*. Proc. Grassld. Soc. Stg. Afr. 2, 45-57.
- (2) BOOYSEN, P. de V., 1969: *An analysis of the fundamentals of grazing management systems*. Proc. Grassld. Soc. Sth. Afr. 4, 84-91.
- (3) CONNIFFE, D.; BROWN, D., y WALSH, M.J., 1970: *Experimental design for grazing trials*. J. Agric. Sci., Camb. 74, 339-342.
- (4) JONES, R.J., y SANDLAND, R.L., 1974: *The relation between animal gain and stocking rate*. J. Agric. Sci., Camb. 83, 335-342.
- (5) MOTT, G.O., 1960: *Grazing pressure and the measurement of pasture production*. Proc. 8th Intern. Grassld. Congr. 606-611.

(6) PETERSEN, R.G.; LUCAS, H.L., y MOTT, G.O., 1965: *Relationship between rate of stocking and per animal and per acre performance on pasture*. Agronomy Jour. 57, 27-30.

(7) WHEELER, J.L.; BURNS, J.C.; MOCHRIE, R.D., y GROSS, H.D., 1973: *The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments*. Emp. 2. Exp. Agric. 41, 2-28.

ECONOMIC OPTIMIZATION OF STOCKING RATE AND GRAZING MANAGEMENT

SUMMARY

A method for determining the stocking rate and the range management system which concurs with the optimum economical production system, is showed in this report. The characteristics of continuous grazing (PG), high utilization grazing (PUI) and high production grazing (PPI) are definite, and the equations for determining the stoking rate for producing the maximum economical profit and the equation of this profit, are exposed also. These concepts and equations are applied on two types of pasture: a bunch grass pasture and a sod grass pasture. A graph makes connections between stoking rate per hectare and livestock production per animal unit. Into every type of pasture is different the system of grazing management for maximum livestock production. For the two types of pasture is made a table with the stocking rate which produces the maximum economic profit in every one of the three management systems under different economic circumstances of these three variables: land cost, cost of an animal unit and product price.