

SB  
199  
P31



<sup>o</sup>  
METODOS PARA LOS ESTUDIOS SOBRE

UTILIZACION DE LAS PRADERAS /

<sup>o</sup>  
Osvaldo Paladines  
//

Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIAT - 1972



donacion (1972) 244-1972

## I. INTRODUCCION

La cadena de producción ganadera que comienza con la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas en el suelo, el agua de lluvia o riego <sup>(us)</sup> termina beneficiosamente para el hombre hasta cuando ese potencial de elementos químicos y energéticos son finalmente cosechados en forma de productos de consumo para el hombre. McDonald (1), indica que la producción de los ruminantes implica esencialmente la transformación de elementos nitrogenados de las plantas en proteínas animal. Se puede agregar que hasta cuando esa proteína animal ha sido producida, el proceso de transformación suelo-planta-animal carece de valor y de hecho de importancia para el hombre.

La evaluación de las praderas debe por tanto llegar al uso del transformador final y sujeto de cosecha, el animal. Más aún, no solo debe emplearse al animal como elemento de transformación sino que debe hacerse en el marco mismo de su explotación habitual con las condiciones que prevalecerán en el Sistema Producción del cual formará parte.

Otras formas de información obtenidas en medios aislados, foráneos y bajo condiciones ecológicas o de manejo extrañas al medio serán teóricas y cuando mejor ilustrativas, pero verdaderamente demostrativas.

Vale decirlo en la introducción de éste capítulo; el investigador debe decidir si busca información utilizable, aplicable directa y sustancialmente a la explotación ganadera o si explota campos más esótericos del conocimiento, al plantearse un problema y buscar el método experimental para encontrar su solución. Cabe a cada investigador, localizado en su medio ambiente decidir lo que debe hacer.

En este capítulo se tratará de resumir el conocimiento disponible al autor, sobre los métodos para medir la capacidad de producción de las praderas con animales en pastoreo.

## II. DEFINICION DEL OBJETIVO DEL EXPERIMENTO.

Solamente la presentación clara, concisa y ordenada de una pregunta merece una respuesta de la misma naturaleza.

Lo mismo se puede decir del planteamiento de una pregunta al nivel experimental (expresión de objetivos) para escoger el método y obtener la respuesta buscada (resultados).

En los experimentos de pastoreo es, si se desea, más importante plantearse claramente los objetivos del experimento, antes, mucho antes, de proceder con la selección del diseño, método experimental y localizarlo en el campo. La razón adicional, que acrecienta su importancia, es el costo elevado y la magnitud física de los experimentos de pastoreo. El investigador, generalmente, no puede repetir un experimento de pastoreo, si las conclusiones son dudosas o confusas. El costo es demasiado alto y la paciencia institucional demasiado corta para permitirselo.

Particularizando en los experimentos de pastoreo debemos definir el o los objetivos en los siguientes términos:

- 1) Que información se desea obtener;
- 2) A que medio ecológico deben aplicarse los resultados.
- 3) Dentro de que Sistema de Producción se emplearán los resultados obtenidos.

Se reconoce sin embargo que hay tres categorías de objetivos en los cuales se puede plantear un experimento de pastoreo:

Investigación de capacidad óptima de producción, investigación de la capacidad de la producción adecuada a las condiciones de la explotación e investigación de la capacidad de producción de las praderas como parte de un sistema integral de producción.

La primera decisión del investigador será localizar su proyecto de investigación dentro de una de estas categorías, y en su concepto elaborar los objetivos específicos del experimento. Hacerlo, ayudará a esclarecer lo que a veces puede parecer confusión de objetivos.

### III. ALGUNOS PRINCIPIOS DEL MANEJO DE PRADERAS.

Se ha creído necesario incluir una sección corta en la cual se presenten una serie de ideas sobre los fundamentos técnicos de las prácticas de manejo de las praderas. por considerarse que así el estudiante tendrá una idea más ordenada de porque el investigador necesita usar los animales en sus experimentos de evaluación de praderas y del porque de las limitaciones impuestas a estos experimentos .

Dentro de las prácticas de manejo que tienen influencia en la productividad de las praderas las siguientes son las de mayor influencias: carga animal sistema de pastoreo, largo del período de descanso en la rotación y conservación del forraje.

Hay que reconocer, que a pesar de lo mucho que se ha escrito sobre el manejo de las praderas y la buena cantidad de conocimientos acumulados sobre la forma como actúa cada uno de los factores del crecimiento y utilización de los pastos, no se ha conseguido aún definir normas de naturaleza general que dentro de la práctica ganadera puedan ser aplicadas provechosamente y con carácter predicativo. Como lo hace notar Morley (1966) en su discusión de las teorías sobre manejo de las praderas, aún reconociendo y aceptando los conceptos de conservación de un índice óptimo de área foliar, conducente a un óptimo de producción de materia seca y a la determinación del número ideal de animales que debe conducir la pradera, la verdad fría y clara para el productor es de que generalmente cuenta con una área definida (limitada) y un número definido (creciente) de animales para alimentar y que ese número de animales no puede en términos prácticos variar para ajustarse a la disponibilidad de forraje compatible con el índice óptimo de área foliar (Davidson y Philips, 1965) si se considera que la disponibilidad de forraje es el resultado de la interacción entre el crecimiento del pasto, el número de animales y el consumo del pasto por esos animales. El crecimiento del pasto (la variable más importante cuantitativamente) depende de las condiciones del clima (irradiación, lluvia) de muy difícil, sino imposible, control por el productor.

El trabajo de Blaser (1966) revisa en forma muy comprensible las implicaciones fisiológicas inherentes a los factores que se estudiarán aquí, su relación con el mantenimiento de un índice óptimo de área foliar y el efecto que estos tienen sobre el crecimiento de la pradera. Una discusión más completa sobre las relaciones del índice de área foliar y la productividad de las praderas se pueden encontrar en la revisión de Brown y Blaser (1968).

El enfoque de esta discusión será entonces más hacia lo que sucede con la producción animal al variar los factores de carga, sistema de pastoreo y conservación. El estudiante puede referirse a un buen número de publicaciones sobre los efectos de la carga animal (Huli et al., 1965, Speeding et al, 1967) los trabajos de McMaekan y Walshe (1963), a la discusión de la literatura publicada por Wheeler (1962) para estudiar el efecto del sistema de manejo sobre la producción animal, desafortunadamente, el autor no ha encontrado trabajos a largo plazo de pastoreo de praderas tropicales en varios sistemas de manejo. Se menciona el experimento de Grof y Harding (1970) sobre pasto Guinea (Panicum maximum) el cual tuvo solo dos años de duración.

Si todo lo demás es constante, la producción animal por unidad de área debe estar estrechamente relacionada con la disponibilidad de forraje. La relación indudablemente mejorará a medida que la disponibilidad se exprese en términos de los elementos netos de utilización por el animal. Así, la relación se expresa mejor en términos de materia seca digerible que como materia seca y mejor aún como energía neta disponible, porque lo que ésta relación implica es una relación más clara aún entre la cantidad de forraje disponible y el consumo de este forraje por los animales y otra ulterior entre la cantidad de forraje consumido y la productividad animal.

Para condiciones de pastoreo continuo, Arnold, Dudzinski (1966), encontraron que el consumo de forraje por ovejas jóvenes disminuía cuando la disponibilidad de materia seca por hectárea bajaba de 1,200 a 1,400 kg. Una cifra similar fué encontrada por Willoughby (1959) en ovejas y Johnston Wallace y Kenedy (1944) en bovinos. Gomez y Gardner (1971) encontraron en la Argentina una relación asintótica similar a las anteriores con el punto de depresión en la ganancia de peso por animal entre 1,300 y 2,000 kg. de materia seca disponible por hectárea.

Parece evidente que la relación entre disponibilidad de forraje y consumo o ganancia de peso, según sea el caso se describe por medio de una curva asintótica cuyo eje comienza en un punto variable. Según algunos factores que se discutirán enseguida. La figura III-1 demuestra la relación general.

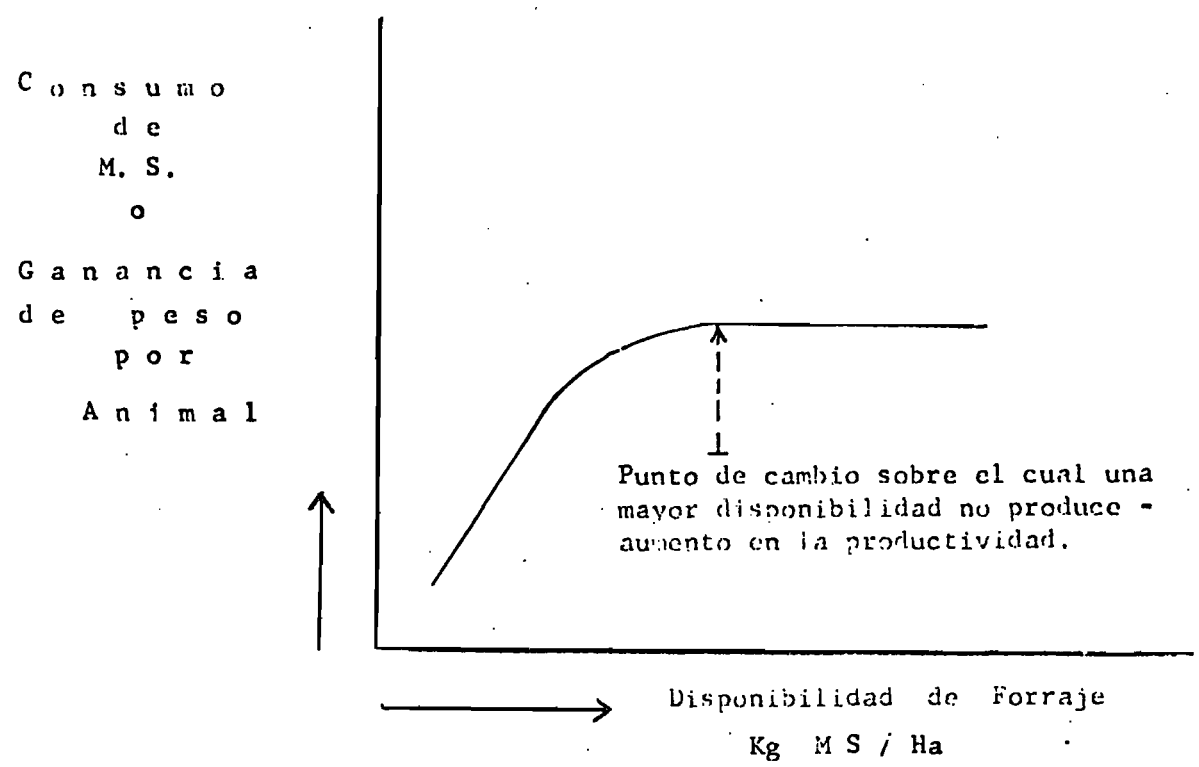


Figura III.1

Relación General Entre Disponibilidad De Forraje Y Producción Por Animal.

La ganancia por animal (o el consumo por animal) en el punto de cambio de la curva estará dado para condiciones de buen manejo de animal por lo que se puede considerar el tope genético de producción. Arnold y Ludzinski (1966) encontraron indicación de que el consumo de materia seca a igual disponibilidad de forraje fue mayor en ovejas Border Leicester x Merino que en ovejas de igual peso y estado fisiológico de la raza Corriedale.

Los mismos autores encontraron que ovejas en la lactancia consumían más forraje que ovejas secas o preñadas no lactantes en todos los niveles de disponibilidad de forraje, es decir, que la lactancia crea un nuevo tope de consumo individual el cual se manifiesta en todos los niveles de forraje disponibles. Estas variables de consumo por raza y estado fisiológico dan indicación de que el aprovechamiento del forraje será diferente cuando el tope de producción se eleva por alguna razón específica.

En la discusión precedente se ha hablado de la relación entre materia seca disponible por hectárea y consumo o ganancia de peso estando implícito que por tratarse de pastoreo continuo, el control de la disponibilidad de forraje se hizo variando el número de animales mantenidos por hectárea.

La productividad por individuo no puede estar estricta y conceptualmente relacionada con la disponibilidad de forraje por hectárea, sino con la cantidad de forraje disponible por individuo por día y con la oportunidad que el animal tiene de hacer uso de ese forraje puesto a su disposición. La relación resultante con la disponibilidad por hectárea es el producto del número de animales por la productividad individual.

En el campo técnico, la relación entre forraje disponible por animal y consumo o ganancia de peso por animal, debe estar representada por una curva asintótica similar a la figura III.1 (Mott, 1960, Petersen *et al.* 1965) la cual indique un aumento progresivo (lineal) en el consumo de forraje a medida que aumente la disponibilidad, hasta un punto máximo de consumo sobre el cual los aumentos sucesivos de forraje disponible no puedan causar aumento en el consumo. La localización de este punto dependerá de muchos factores propios del animal y de la pradera.

Las relaciones entre carga animal y productividad de las praderas está representada por las curvas propuestas por Mott, (1966) y Petersen *et al.* (1965). La figura III.2 presenta esta relación, la cual ha sido comprobada experimentalmente en muchas oportunidades.

Estas relaciones constituyen la fuente más importante de entendimiento sobre la productividad que se obtiene de las praderas. Su significado es el siguiente:

- 1.- Considerando primero el efecto de la carga animal sobre la ganancia por individuo se observa que la ganancia es máxima en algún punto de carga bajo (número bajo animales por hectárea) se observa además, que esta se mantiene al mismo nivel a medida que la carga aumenta hasta un punto en el cual la ganancia por individuo empieza a disminuir linealmente con aumentos sucesivos de carga. En páginas anteriores interpretamos la misma relación en función de la cantidad de forraje disponible y el consumo por animal. Mott (1960) ha sugerido que la relación debe ser descrita más bien entre Presión de Pastoreo y Rendimiento animal, antes que entre carga y rendimiento animal. Su definición de Presión de Pastoreo es el número de kilogramos de M. S. del forraje presente por individuo pastoreando.

Ganancia de Peso Por Individuo Kg/día.

Ganancia de Peso Por Unidad de área Kg/Ha./día.

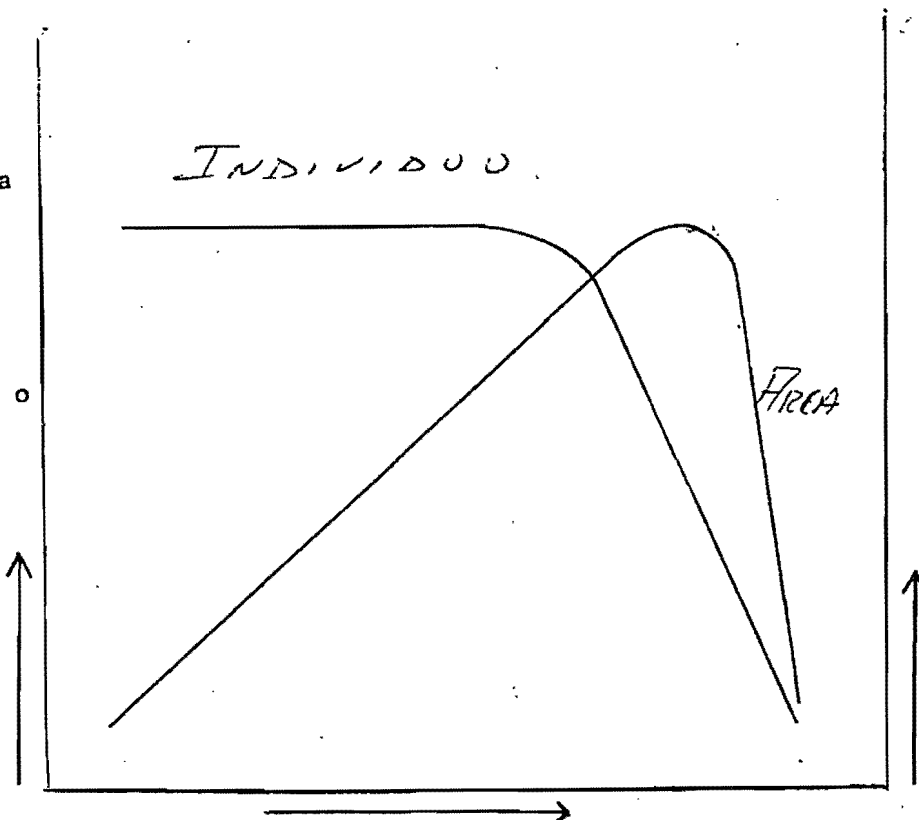


Figura III.2 Relaciones Generales Entre Carga Animal Y Ganancia De Peso Por Individuo Y Por Unidad De Arca. Adaptado De Mott (1960).

Evidentemente la Presión de Pastoreo define mejor que la carga animal las relaciones pero se tropieza con el problema en la práctica, que la Presión de Pastoreo, en un potrero que soporta un cierto número de animales por un período de tiempo, cambia de día a día y podría decirse que de minuto a minuto, y es en esa manera incomprensible para el productor e inaplicable. Es cierto, sin embargo, que el productor hace un juicio sobre presión de pastoreo, cuando decide el número de animales que ha de poner en un potrero en un momento dado, aún más, ejerce el mismo tipo de juicio cuando decide sobre el número de animales que puede mantener en su finca a través del año, pues mentalmente balancea lo que él estime que la pradera es capaz de rendir contra lo que en su experiencia ese tipo de pradera es capaz de soportar en número de animales.

2.- El efecto de la carga animal sobre la producción por unidad de área se define por un aumento lineal en el rendimiento a medida que aumenta la carga hasta un punto en que la disponibilidad de forraje por individuo impuesto por el número de éstos es tal que la ganancia obtenida por cada animal es demasiado pequeña para ser compensada por el número de animales. La forma precipitada en que la curva de rendimiento baja después de el punto máximo se puede deber en parte a que según lo sugieren algunos trabajos experimentales (Lambourne and Reardon, 1963, Arnold et al., 1965, Paladines et al., 1971) el requisito de mantenimiento aumenta cuando los animales están sometidos a carga elevadas.

La relación expuesta nos indica que en la práctica, la obtención de la mayor ganancia de peso por individuo es incompatible con el mayor rendimiento de productos animales por hectárea. Como se observa gráficamente en la figura III-2 el punto de carga animal en el cual la ganancia por hectárea es má-

*ximo, es bastante más alto q' e punto de gana máxime por individuo.*

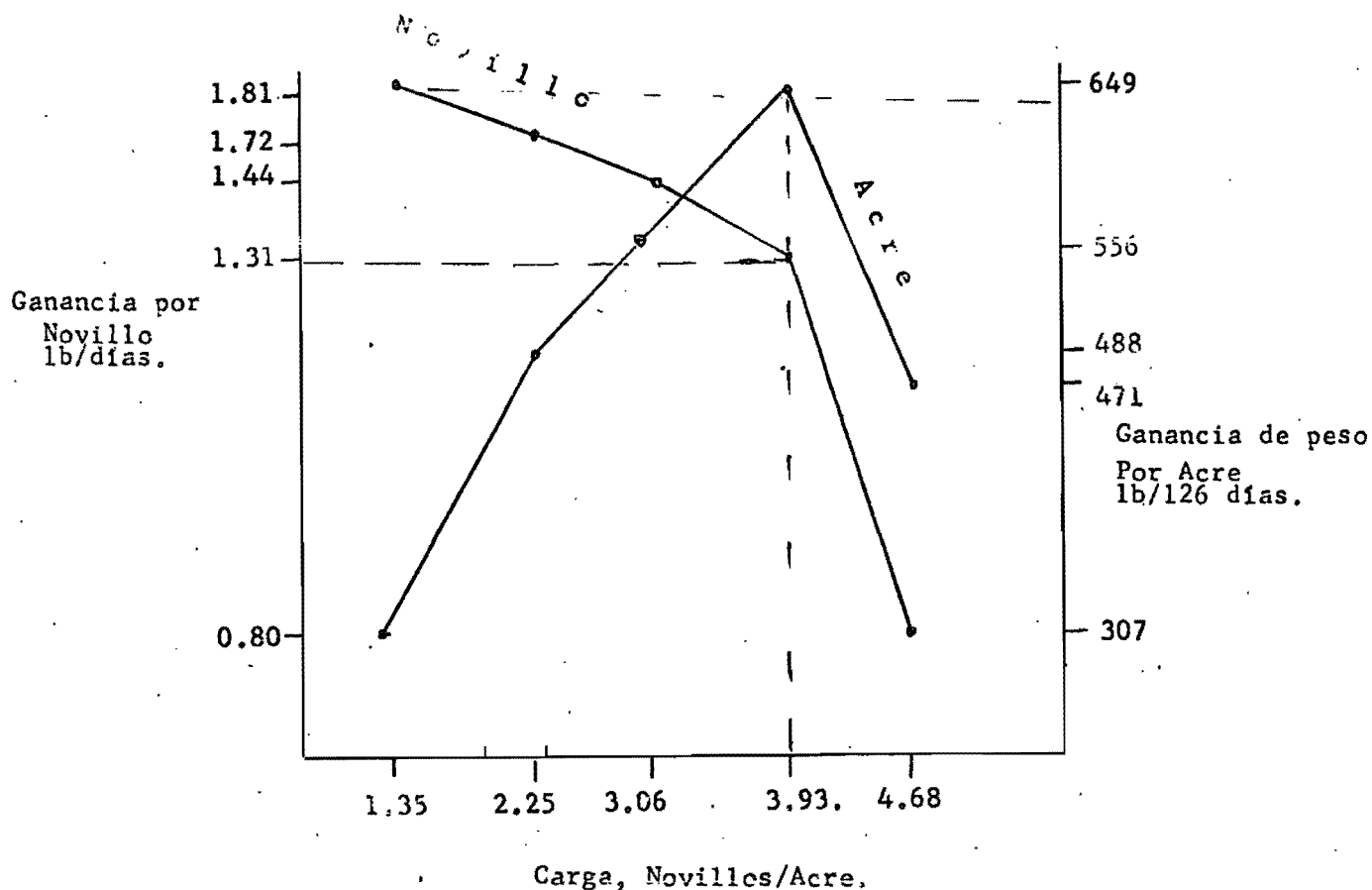


Figura 111.3 Relaciones Entre Carga Animal Y Ganancia De Peso Por Novillo Y Por Acre. Adaptado De Hull et al. 1961.

La decisión práctica sobre el número de animales que se deberán colocar por unidad de área es una muy difícil pero que deberá tomar en cuenta la relación discutida. Del trabajo de Hull et al. (1961) se ha preparado la figura III-3 que representa en práctica la relación propuesta por Mott, (1960).

Este ejemplo se empleará para discutir la línea de decisión que este tipo de información ofrece:

1.- De los resultados obtenidos no se puede decidir si es que en la carga de 1.35/acre se había llegado ya al punto en que la disponibilidad de forraje no limitaba el crecimiento por individuo. Por la forma de la curva se puede deducir que tal vez estaba aún en ese punto, por lo menos muy cerca. La respuesta a esta interrogante no tiene ninguna importancia práctica porque a ese nivel de carga es de esperar que aún si la ganancia por animal aumentaba, de todas maneras la producción por acre sería demasiado baja para que tenga valor práctico. Si resulta interesante hacer la observación de que en términos de engorde práctico de novillos, la carga a emplearse debe estar por sobre el punto de ganancia máxima que, entre otras cosas es el punto en que la disponibilidad del forraje no limita la ganancia por individuo.

2.- El punto máximo de producción por acre se obtuvo con la carga de 3.93 novillos por acre. En esta carga, la ganancia por novillo fue aproximadamente 70% de la ganancia máxima por novillo. El productor deberá



contrapesar su ganancia económica neta cuando considera factores como el tiempo extra que debe mantener a los animales en la pradera para llevarlos a peso de mercado.

Una última observación parece pertinente en este momento con relación a la carga animal a emplearse en forma práctica. La curva de relación entre carga y ganancia por hectárea indica que rápidamente luego de obtener la ganancia máxima comienza un declive precipitado. Esta situación conoce intuitivamente al productor encontrándose por esto que él emplea invariablemente cargas que están bastante por debajo del máximo, evitándose así el riesgo de la destrucción de su pradera, pero por otro lado perdiendo una ganancia adicional que en muchos casos puede ser importante.

Merley y Spedding (1968) han puesto en duda la necesidad de determinar la carga animal óptima, indicando que la ganancia neta por unidad de área tiende a ser asintótica con relación a la carga animal. A pesar que los autores no substantian su afirmación con datos experimentales, parece ser que si bien tal vez no asintótica, por lo menos la respuesta económica puede ser menos marcada que la respuesta biológica, en otras palabras, que cuando se relaciona la carga con la ganancia neta, se obtiene un punto de ganancia máxima a una carga animal inferior a la de máxima ganancia de peso.

Se ha revisado el efecto que tiene la carga animal sobre la productividad de los animales y de la pradera. Tal vez debe mencionarse aquí que los resultados que se obtienen en base a tratamiento impuestos a un área pequeña de tierra podrían no ser válidos cuando se apliquen las mismas cargas a toda el área de una finca. McMeekan y Walsh (1963) montaron su experimentos en tal forma que cada grupo de animales de un tratamiento representará lo más cercano posible a un hato de vacas lecheras. En estas condiciones ellos encontraron que los mismos principios anotados anteriormente se mantenían, a mayor carga menos producción por animal y mayor por unidad de área. En este experimento en el promedio de cuatro años obtuvieron 9,132 y 8,094 lbs. de leche corregida al 4% por animal, en las vacas pastoreadas es carga baja y alta respectivamente y en el mismo orden 8,509 y 9,467 lbs. de leche por acre.

Spedding y colaboradores (1967) encontraron que la producción de lana por acre fue menor en rebaños completos de ovejas pastoreados en carga más livianas. En cinco años obtuvieron en promedio animal por acre 20.8 y 28.6 lbs. de lana sucia cuando pastorearon los rebaños en cargas de 3 y 4.5 ovejas madres por acre. La producción por oveja fué de 6.9 y 6.4 lbs. para las cargas baja y alta. La misma tendencia se encontró en el peso de la canal de los corderos pero el porcentaje de corderos despostados fue menor en la carga alta, de tal manera que la cantidad de dinero obtenida en las dos cargas por concepto de los corderos gordos fue igual. La cantidad de la canal fue también inferior en la carga alta.

También en explotaciones de ganado de carne se ha encontrado que la relación se mantiene. Creek (1970) presenta los resultados obtenidos en un grupo de hatos de Jamaica en los cuales la carga animal fue aumentando año a año por reducción del área disponible para pastoreo. Observaron que el peso al destete de los terneros disminuyó a medida que la carga animal aumentó. El rendimiento por hectárea lo expresa de dos maneras, como kilogramos destetados en el año y como medida relativa de los kilogramos destetados en el año.

La segunda consideración se debe a que el animal destetado en un año es el producto del servicio de tres años o más años antes. Como uno de los efectos del aumento de la carga irá reducir el porcentaje de nacimientos, el destete de un año en particular es el resultado de una eficiencia reproductiva de por lo menos dos años antes, la ganancia por hectárea de un año en particular deben ser corregida por la disminución en la reproducción de ese año.

La Producción por hectárea corregida sigue la misma tendencia propuesta por Mott. (1960).

La revisión de los pocos trabajos disponibles nos hace pensar que las relaciones biológicas estudiadas al nivel experimental para una función aislada, se mantienen en la misma relación cuando se aplican a los hatos o empresas comerciales.

Pasaremos ahora a considerar la forma en que la producción animal cambia de acuerdo al sistema de pastoreo que se emplea.

Hay una gran variedad de sistemas que se pueden emplear y es seguro que cada productor puede idearse alguna modalidad dentro de ellos. Hay dos grupos principales: Pastoreo Controlado y Pastoreo Incontrolado. Esencialmente el pastoreo incontrolado se ejerce en condiciones en que el hombre no regula con sus acciones en alguna forma el movimiento de los animales. En la práctica el pastoreo incontrolado se produce solamente en explotaciones de naturaleza muy extensiva.

Dentro de lo que llamamos pastoreo controlado podemos dividirlo en continuo y rotativo. La rotación del pastoreo puede ser de dos o más potreros. La más intensa de las rotaciones seguramente es el pastoreo en franjas de 8-12 horas empleado en países especializados en la producción de leche.

Otra variable que se puede introducir se refiere al manejo del área de pastoreo. En los sistemas tradicionales de rotación, se divide el área total en un número determinado de potreros y los animales entran y salen de esa área en un periodo de tiempo prefijado. En el pastoreo en franja existe la posibilidad de regular el área ofrecida a los animales de acuerdo al crecimiento del forraje.

Una variable adicional es el tiempo de descanso del potrero entre pastoreos. Cuando el número de potreros de la rotación es fijo, el periodo de descanso depende del periodo total fijado para la rotación. La figura III-4 presenta las curvas que relacionan el número de potreros asignados a la rotación y el periodo de descanso del potrero cuando el periodo completo de la rotación son 20, 40, 60 días. Obsérvese como el periodo de descanso disminuye. Logarítmicamente a medida que el número de potreros aumenta. Se puede observar también que el periodo de descanso varía grandemente cuando el número de potreros es bajo, siendo la diferencia más importante a medida que aumenta el periodo total de la rotación.

Estas curvas son útiles para ayudarnos a escoger el número de potreros para la rotación, en consideración a la longitud necesaria deseada, para el periodo de descanso y el costo adicional de construir cerca, bebederos, caminos, etc.

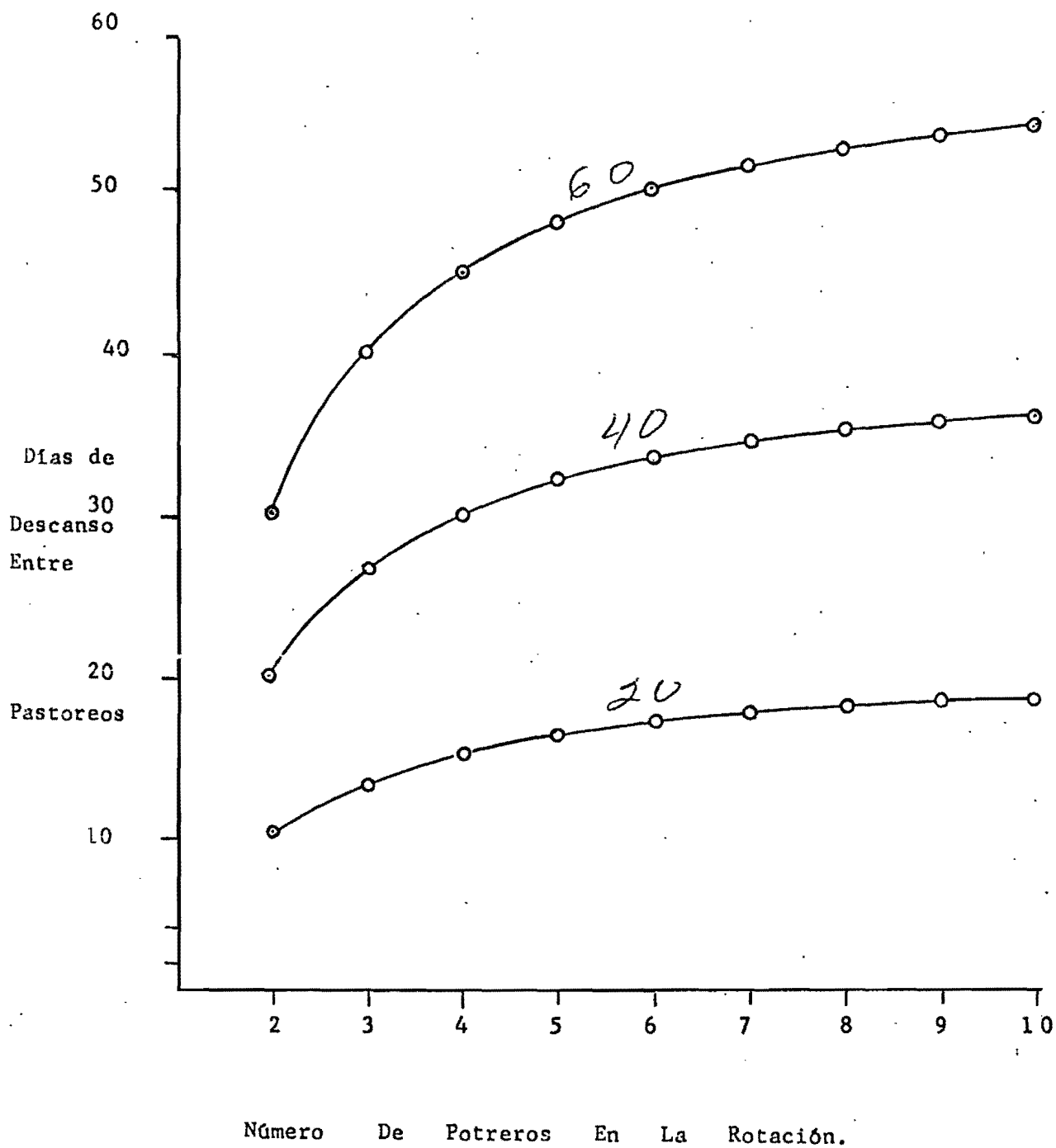


Figura III.4

Relación entre el número de Potreros en la Rotación y los Días de Descanso entre Pastoreos Cuando el Periodo total de la Rotación es de 20, 40, y 60 Días.

Entre las ventajas que se mencionan para el pastoreo rotativo sobre el sistema de pastoreo continuo son:

- 1.- Mayor producción animal por unidad de área.
- 2.- Mayor flexibilidad en el manejo de los animales compensando si es necesario para las diferencias en productividad entre potreros de la finca.
- 3.- Mayor facilidad para la conservación del crecimiento excesivo de forraje.
- 4.- Mejor empleo de los potreros evitando los efectos dañinos que el sobrepastoreo prolongado tiene sobre el suelo.

Posiblemente se pueden presentar muchas más razones que favorezcan al pastoreo rotativo sobre el continuo. Las cuatro anotadas son sin duda las más importantes. Dentro de estas cuatro y siguiendo la línea de pensamiento que tratamos de desarrollar en este trabajo, la primera es la más importante si a ella se agrega el concepto de que el aumento en la producción animal por unidad de área debe significar además un aumento en la ganancia neta por unidad de área y que esa ganancia debe mantenerse por tantos años como se mantenga la pradera. De la misma manera que al referirnos a la carga animal, en los sistemas de pastoreo se deben estudiar los efectos prolongados. La duración debe ser la misma que el productor puede y debe esperar que su pradera sobreviva y se mantenga en estado productivo.

Una polémica de larga duración se estableció sobre el verdadero afecto que tiene, sobre la producción animal, la rotación de potreros. Algunos trabajos publicados antes de 1956, habían creído demostrar que la rotación duplicaba en algunos casos el producto animal obtenido por la unidad de área. Sin embargo, McMeekan (1956) llamó la atención al hecho de que en todos los casos, se habían colocado más animales por unidad de área en los tratamientos de pastoreo rotativo y expresó su creencia de que el efecto de mayor productividad supuestamente obtenido con la rotación, se debía a la carga animal más alta utilizada en esos tratamientos. Presentó al mismo tiempo los resultados de una comparación hecha en Nueva Zelanda entre los dos sistemas de manejo, en vacas lecheras, en la cual no se encontró diferencia entre los sistemas porque en las dos se mantuvo sistemáticamente la misma carga.

Posteriormente, el mismo autor (McMeekan, Walsh 1963), extendió su investigación sobre el efecto de los sistemas de manejo, incluyendo dos cargas de vacas lecheras por unidad de área en cada sistema de manejo, encontrando que el efecto benéfico de la rotación se hacía más notorio en la carga alta. Sin embargo, el autor hace notar que a pesar del aumento debido a la rotación en la carga más alta, es más importante el aumento debido al aumento en la carga animal dentro de cada sistema de pastoreo, que el sistema de pastoreo. La producción por vaca siguió el sentido inverso, es decir, dentro de cada sistema, el aumento de la carga ocasionó una disminución importante en el rendimiento por animal, y entre sistemas, la rotación en la carga baja tuvo poco efecto en la producción individual pero un más importante en la carga alta.

La interacción entre sistema de pastoreo por carga animal ha sido reconfirmado en un buen número de trabajos posteriores y constituye ahora ya un hecho completamente aceptado. Debe anotarse que todos ellos se realizaron sobre praderas de clima templado, las cuales, por su hábito general de crecimiento poco erecto, macollante y en muchos casos importantes estolonífero o rizomatoso, son capaces de resistir el pastoreo intenso mucho mejor que las erectas tropicales.

El aspecto significativo de esto radica en la aplicación práctica que se puede dar a los sistemas de pastoreo en el conjunto de la empresa ganadera. Veamos los puntos que deben entrar en el análisis.

1.- Carga animal; por lo dicho antes, es el factor más importante. El ganadero comúnmente tiene tendencia (particularmente en ganado lechero) a mantener una carga baja en su explotación; lo hace porque sabe bien que la capacidad de carga de sus praderas varía mucho dentro del año y aún cuando tenga mucha agua de riego a su disposición, no será capaz de mantener una perfecta uniformidad de crecimiento del forraje. En esas condiciones prefiere desperdiciar algo de pasto en las épocas de mayor crecimiento para defender la sobrevivencia de la pradera.

2.- Riesgo. Sí, para obtener un beneficio significativo debemos aumentar la carga a niveles sobre los acostumbrados, para los cuales se conocen la mecánica segura de manejo, el factor riesgo aumenta notablemente. El productor, justificadamente, tiene muy en cuenta este factor cuando considera posibles cambios en el manejo de sus animales.

3.- Capacidad Administrativa. Se dijo en el punto anterior que generalmente el manejo de animales en carga de pastoreo bajas envolvía sistemas conocidos y tradiciones, se requiere una Capacidad Administrativa un poco más desarrollada para manejar un hato en carga superiores en las cuales las emergencias no están aseguradas por la abundancia de forraje.

4.- Inversión e interés del Capital invertido. El aumento en la carga animal implica aumento del número de animales en la explotación. Se puede aumentar la carga disminuyendo el área de la explotación y mantenimiento el mismo número de animales, pero esencialmente, se tendría lo mismo, pues, para el tamaño de la nueva explotación el número de animales aumentó. El aumento en el número de animales implica aumento de capital. La rotación requiere construcción adicional de cercas y bebederos para el ganado, esto significa un aumento en la inversión. Asociados con el aumento en el número de animales está también en la ampliación de las instalaciones de ordeño, almacenamiento de suplementos y corrales. Se debe finalmente considerar los aumentos de personal administrativo y de campo. Para climas templados, de lo que se ha obtenido en la literatura, se puede esperar no más de un 30% de aumento total debido a la carga más elevada que soporta la rotación. Contra estas cifras deben balancearse los aumentos en las inversiones y costos de producción.

La misma tendencia se puede esperar para el caso del pastoreo en franjas comparado con el continuo o rotativo de potreros fijos. En los casos en que el pastoreo de vacas lecheras en franjas no produjo aumento sobre el pastoreo rotativo (Freer, 1959; Foot y Line, 1960) se puede asumir que la carga

El mismo tipo de relaciones se han encontrado cuando se han comparado los sistemas de pastoreo en ganado de carne. (Hull et al., Conway, 1965)

Como se dijera en la introducción de este capítulo, el autor no conoce trabajos realizados en el trópico en que se compare la rotación con el pastoreo en franjas. Solamente se dispone para revisión la comparación realizada durante dos años por Grof y Harding (1970) en una mezcla de pasto Guinea (Panicum maximum) y (Centrosema rubescens), entre el pastoreo continuo y alterno (de dos potreros) con novillos. La conclusión a que llegan los autores es que en una carga de 1,4 novillos por acre (3,5/Ha.) todo el año, la productividad aumentó en 50 lb. por año/ acre con el pastoreo alterno. Una observación de interés constituye el hecho de que la mayor ventaja del pastoreo alterno se obtuvo en los meses de lluvia. Esto puede esperarse porque el pisoteo continuo y prolongado de los suelos tropicales húmedos en carga altas como la empleada por Grof y Harding (1970), causa gran material vegetal disponible para el pastoreo. La ventaja de cualquier rotación, bien puede ser, en la preservación de la textura del suelo y la vida del material vegetal que de lo contrario es pisoteado y desperdiciado completamente.

Tal vez cabe una generalización al respecto de la rotación de potrero, que nace de lo que se ha publicado hasta hoy. Hay un punto de la carga animal, para cada tipo de pradera y condición ecológica en que la rotación no tiene efecto benéfico sobre la producción animal. Al aumentar la carga llegará un momento en que este efecto es más y más notable. En el análisis económico, la validez de la rotación dependerá de cuán baja la carga se obtenga la respuesta a la rotación (con relación a las cargas comunes) y cuán altas sean las inversiones adicionales que se precisen para que el sistema trabaje adecuadamente.

Se puede esperar que en el trópico húmedo, la ventaja llegue a carga más baja por la morfología y naturaleza de crecimiento de las plantas y las condiciones de humedad del suelo, propenso al pisoteo excesivo.

Relacionado directamente con la rotación, está el efecto del período de descanso del potrero (entre dos pastores) sobre la producción de las praderas. Campbell (1967) discute en forma resumida la interacción entre la defoliación con los animales, el área foliar que permanece después del pastoreo y el período de descanso de la pradera con relación a la producción del pasto. En esa forma condensada radica realmente el gran problema del manejo de las praderas con los animales. Uno de los conceptos básicos sobre los cuales se basa el conocimiento del crecimiento de las praderas es el de que, si todo lo demás se mantiene constante, la velocidad de rebrote de las praderas depende del Índice de Área Foliar del rastrojo. El índice de Área Foliar (I.A.F.) se puede definir como la superficie de hojas activa presente por unidad de superficie del suelo y se supone que para cada especie vegetal existe un punto de este índice en que la síntesis de Hidratos de Carbono, y por ende del crecimiento de las plantas, es máximo. De acuerdo con este concepto entonces, la mejor utilización de la pradera se produciría cuando la remoción del forraje se realiza en las condiciones en que el I.A.F. ha ya pasado ligeramente su óptimo y la remoción de hojas no exceda el punto de I.A.F. mínimo en que la síntesis sea demasiado baja.

De acuerdo a éste concepto, se obtiene mayor crecimiento de la pradera, si los intervalos entre cortes son mayores (hasta antes de un punto máximo en que el I.A.F. haya sobrepasado su óptimo). Así mismo, idealmente los pastores deben ser rápidos y suficientes para reducir el I.A.F. al punto deseado y ser seguidos de período de descanso largo. Estos sistemas han sido comprobados en parcelas pequeñas para corte y pastoreo en que se han empleado ovejas como defoliadores.

Este elegante concepto de mantener un I.A.F. adecuado en las praderas, tropieza en práctica con el problema de que el productor cuenta con un área definida de campo y un número definido de animales que debe alimentar, de ese campo. Si la carga animal que mantiene el productor es demasiado baja, aparte del hecho de que la productividad por hectáreas será baja, permitirá la acumulación de material vegetal viejo o muerto sin utilidad para el animal, compitiendo por luz con el material verde. Si la carga animal aumenta el productor tiene la alternativa de mantener un período de descanso menor correspondiente con un período de ocupación menor de la pradera. Si quiere alargar el período de descanso para dar oportunidad de crecer más a la pradera antes de recibir los animales se producirá un alargamiento de período de ocupación de la pradera (Figura III-4) y el sobrepastoreo del área ocupada, lo cual ocasiona un I.A.F. del rastrojo demasiado bajo. En la práctica con cargas comunes para el tipo de pasto y región, se ha encontrado en ocasiones que el período de descanso más largo no favorece la producción animal (Creek and Nestie, 1965). La discusión que antecede pone de manifiesto la importancia de manejar la carga animal con mucho cuidado.

DE LOS EXPERIMENTOS  
IV. DISEÑO ~~ANÁLISIS ESTADÍSTICO~~

Conocidos y claramente determinados los objetivos, es necesario ahora definir como y con que se procederá a estudiar, al nivel experimental, las preguntas planteadas.

Por la magnitud física de los experimentos de pastoreo, es tendencia común tratar de reducir a un mínimo la superficie de pastos y el número de animales del experimento. Esta tendencia puede llevarse demasiado lejos, confundiendo el afán de realizar un experimento con el conocimiento objetivo de las magnitudes (tierra y animales) con las cuales se debe trabajar, para obtener resultados que tengan valor de predicción. Por ejemplo, si estamos localizados dentro de un valle de diez mil hectáreas de pasto Pangola y con una población de diez mil cabezas de ganado, no parecería razonable montar un experimento factorial de  $2 \times 3$  con dos niveles de fertilización y tres cargas animales, contando con doce animales y nueve hectáreas de pasto, si se pretende que los resultados obtenidos representen a las diez mil hectáreas de pasto Pangola del valle y a las diez mil cabezas de ganado. El investigador debe contener su impulso de montar pequeñas pruebas de pastoreo "aún cuando se sepa que son insuficientes", porque muy al contrario de lo que se espera, ahorrar dinero y esfuerzo, solamente estaría desperdiciando dinero y esfuerzo y algo que es muy grave, poniéndose en peligro de auto-engaño sobre la validez de sus resultados. Las expresiones son duras, pero me atrevo a asegurar que son ciertas.

#### 1.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Los diseños experimentales más empleados son de Bloques Completos al Azar y Parcelas Subdivididas.

Cada uno tiene su razón de ser.

La separación en bloques tiene como objeto eliminar las variaciones de calidad del suelo, de topografía o ambas que se encuentran casi invariablemente cuando se trata de superficies grandes de terreno.

#### A.- Pendientes y Terreno Accidentado.

El principio que actúa es el mismo. En caso de una pendiente se establece normalmente una gradiente de fertilidad desde las partes más bajas a las más altas. La humedad del suelo cambia en la misma medida. Es aconsejable en casos como este escoger bloques de terreno verticales a la pendiente.



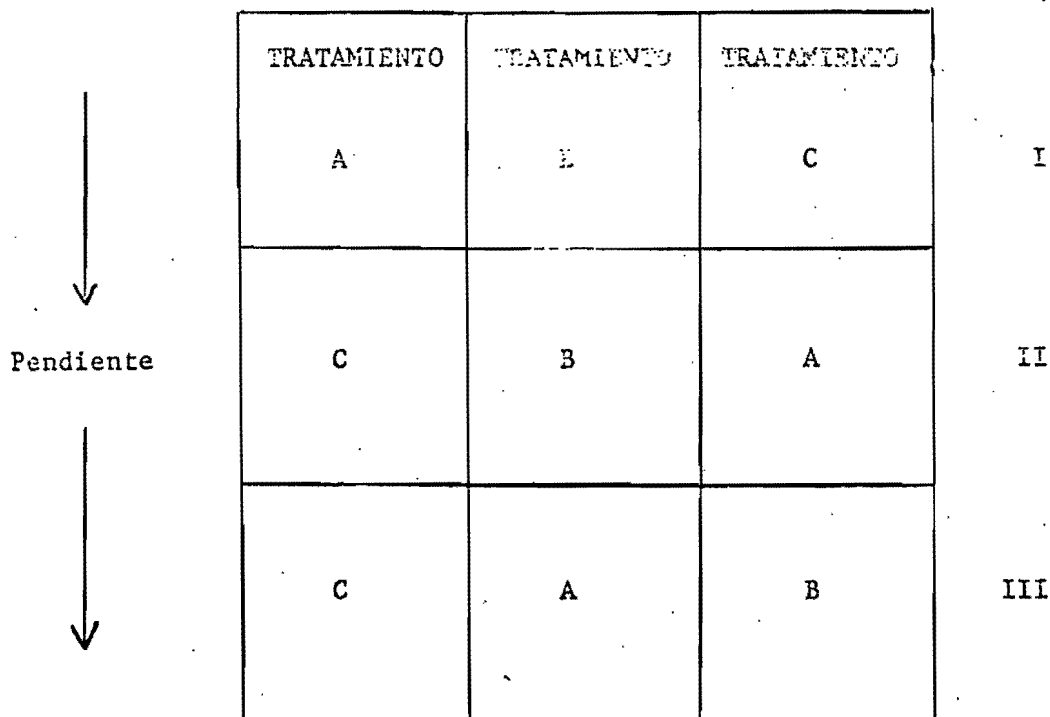


Figura No.IV.1.- Experimento de Tres Tratamientos con Tres Repeticiones Distribuidos en Eloquentes Completos al Azar de Acuerdo a la Pendiente del Terreno.

La Figura 1 demuestra la forma en que iría distribuido un experimento de acuerdo a la pendiente.

Los bloques, ni las parcelas tienen necesariamente que ser rectilíneas, es *preferible* acomodarlas de acuerdo a bloques de lados irregulares que sigan el contorno de fertilidad, de humedad, de accidentes del suelo.

Todavía existe la situación en que la falta de uniformidad del suelo y/o de los pastos sea tal que no permita formar bloques con parcelas contiguas de iguales condiciones de suelo y pastos. En este caso aún es deseable y posible formar bloques a pesar de que las parcelas del bloque estén distanciadas unas de otras. Si será necesario emplear los mejores medios objetivos para determinar que áreas y hasta donde estas son suficientemente uniformes para formar un bloque. Esta labor frecuentemente es larga y tediosa, pero imprescindible. En estos casos, los siguientes son los elementos de juicio empleados en su orden: composición botánica de la pradera, crecimiento de forraje (rendimiento a través del año), fertilidad, textura y estructura del suelo.

La Figura 2 presenta ejemplo de esta situación. A pesar de que el bloque 1 está constituido por parcelas en las tres localizaciones, continúa siendo un bloque porque los determinantes de la productividad, o sea los factores que afectan la producción, se mantienen uniformes en las parcelas del bloque. Que estén en una u otra localización (en distancias razonables) no influirá en su productividad.

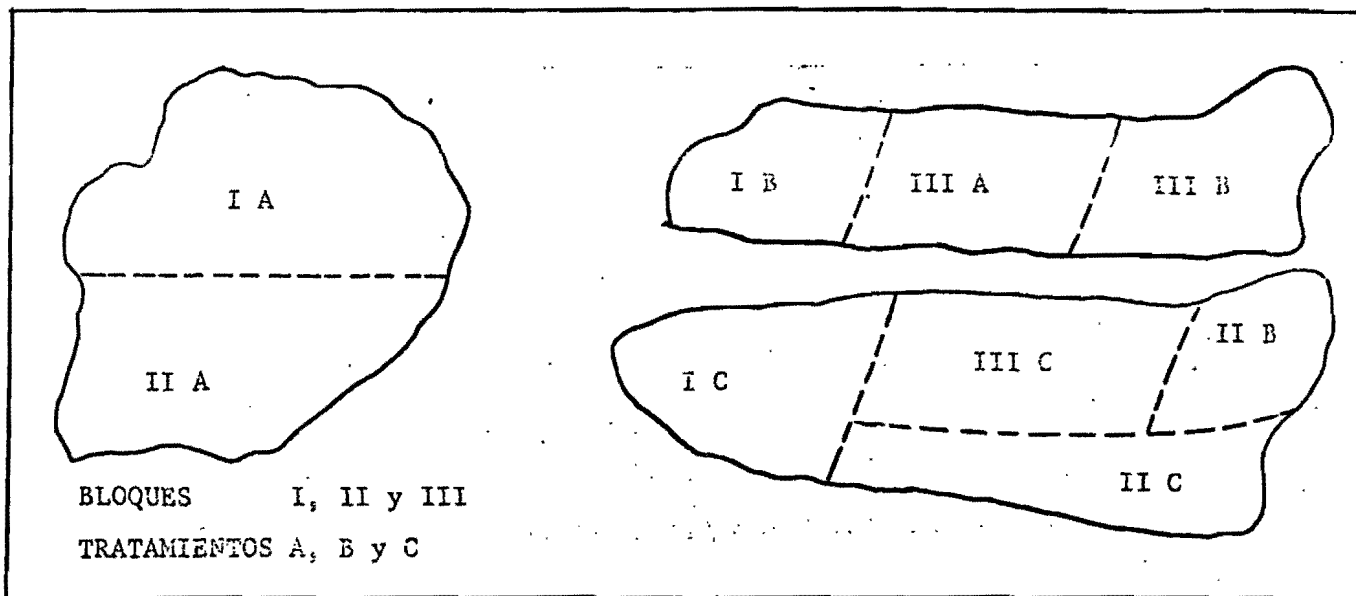


Figura No. IV 2. Distribución de un experimento de pastoreo de tres tratamientos y tres repeticiones en diseño de bloques completos al azar, cuando las parcelas que forman cada bloque no son contiguas. Adaptado de MOTT (1957)

B.- Tratamientos que deben ser aplicados a áreas grandes.

Tal es el caso de experimentos de riego, de fertilización, de control de enfermedades, plagas o malezas que se realizan por avión, y muchos otros en los cuales la aplicación del tratamiento a una sola parcela, dentro de un bloque no es factible, o complica demasiado las operaciones.

En este caso el experimento puede diseñarse en Parcelas subdivididas. Las parcelas mayores corresponden al tratamiento que se aplica en áreas grandes. Cada parcela mayor contendrá a su vez, distribuidos al azar, todos los niveles del otro factor. Un ejemplo se encuentra en la Figura 3. En este caso de un experimento factorial de  $2 \times 2 \times 3$  en el cual los factores son riego Vs. no riego, dos especies de pastos tropicales, Pangola (Digitaria decumbens) Vs. Pará (Brachiaria mutica). Se trata de compararlos en su capacidad de engordar novillos bajo tres cargas con tres repeticiones. Por conveniencia del manejo del experimento, se usan para las parcelas mayores el riego y para las sub-parcelas las combinaciones de especie de pasto y carga animal.

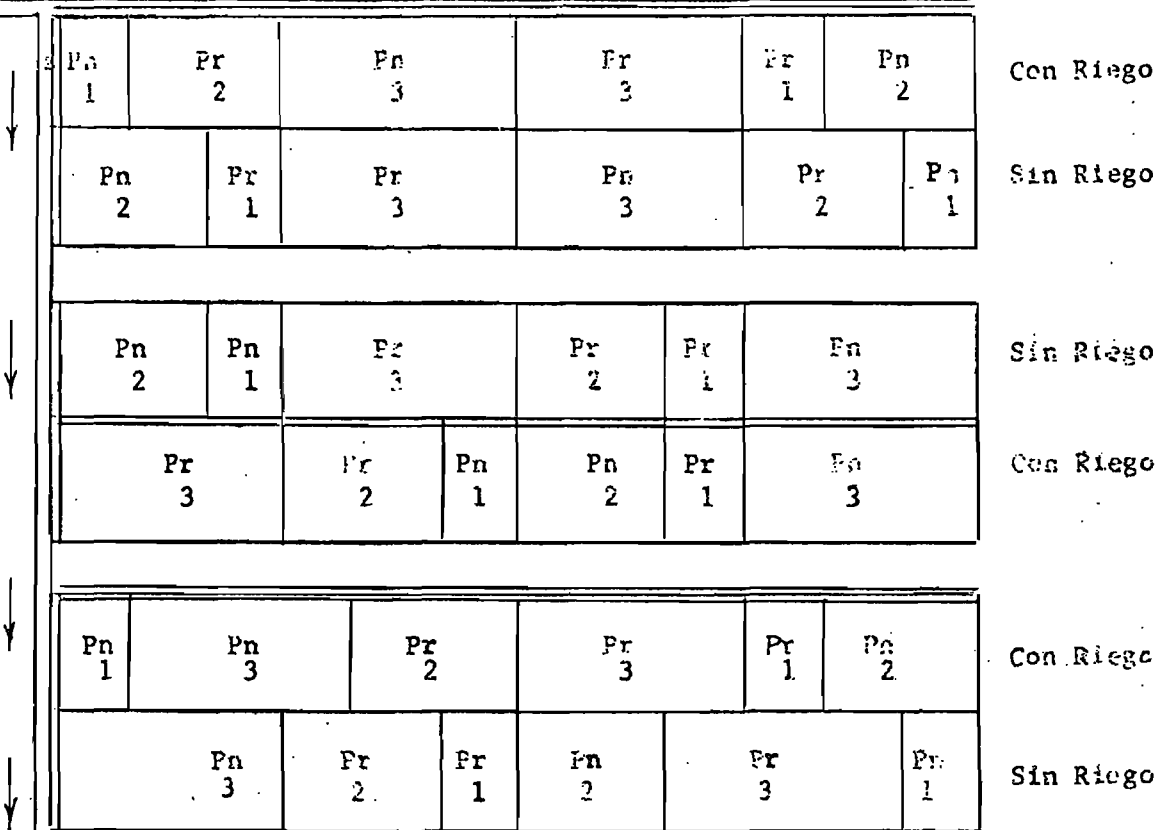


Figura No. IV. 3      Diseño de campo de un experimento de pastoreo distribuido en factorial de 2 x 2 x 3 y en parcelas sub-divididas, con tres repeticiones. Parcelas mayores: Riego. Sub-parcelas: PN 1,2, y 3 = Pangola en Cargas: 1,2, y 3. y PR 1,2, y 3 = Pará en Cargas: 1,2, y 3.

Este mismo ejemplo se puede emplear para describir la distribución de un diseño de Parcelas sub-divididas, en que las parcelas mayores serían los niveles de riego, las sub-parcelas las especies de forrajes y las sub-sub-parcelas, las cargas. Se podría escoger este diseño cuando se debe sembrar un área grande con cada especie y no sea factible la siembra en parcelas pequeñas. La Figura 4 presenta graficamente el diseño de campo para una de las tres repeticiones del experimento.

Tanto en un diseño como en el otro, las parcelas mayores se distribuirán al azar dentro de cada repetición o bloque, las sub-parcelas se distribuirán al azar dentro de cada parcela mayor y las sub-sub-parcelas al azar dentro de cada sub-parcela.

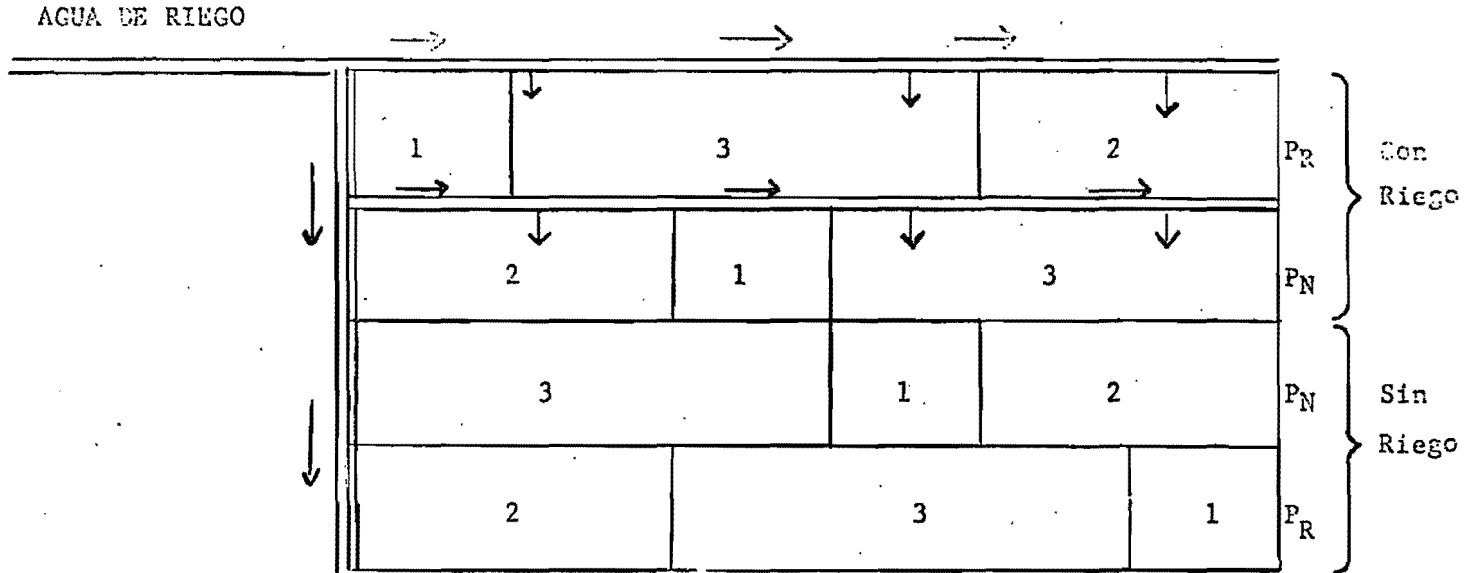


Figura No. IV.4 Diseño de campo del mismo experimento que la Figura 3 pero en parcelas sub-divididas. Parcelas Mayores: Riego. Sub-parcelas: Pará (PR) y Pangola (PN). Sub-sub-parcelas: cargas animal 1,2,3. Una sola repetición indicada.

Este diseño tiene estadísticamente el inconveniente de que la sensibilidad con que se prueba cada factor no es igual. Así, la sensibilidad es mayor para los factores que se distribuyen en las sub-subparcelas, menor para los de las sub-parcelas y menor aún para los factores de las parcelas mayores. En el ejemplo de las Figuras IV.3 y IV.4.

	Parcelas Sub-sub-divididas	Parcelas Sub-divididas
	Grados de Libertad	Libertad
BLOQUES	2	2
RIEGO	1	1
ERROR (A)	2	2
ESPECIE	1	1
RIEGO X ESPECIE	1	1
ERROR (B)	4	--
CARGA ANIMAL	2	2
RIEGO X CARGA	2	2
ESPECIE X CARGA	2	2
RIEGO X ESPECIE X CARGA	2	2
ERROR (C)	16	20
TOTAL	35	35

Comparativamente el efecto de riego (parcelas mayores) se prueba con 2 grados de libertad; el efecto de especie, subparcela en diseños de parcela sub-sub-divididas, con 4 grados de libertad. Nótese que en el efecto de especie la precisión sube a 20 grados de libertad, empleando el diseño de parcelas subdivididas. Carga animal (sub-sub-parcelas en el diseño de parcelas sub-subdivididas) se prueba con 16 grados de libertad, lo mismo que las interacciones dobles y triples. En el diseño más simple, todos estos efectos se miden con 20 grados de libertad. La gran diferencia entre los dos está en el grado de sensibilidad con que se prueba el efecto de especies (4 contra 20 grados de libertad).

Se puede demostrar que el error experimental "Promedio" de todas las comparaciones de tratamientos es el mismo en los dos diseños. El aumento en la precisión con que se miden los efectos de carga por ejemplo se hace a costa de la precisión con que se miden los efectos de las especies y más aún del riego, en el diseño de parcelas sub-subdivididas.

El mismo comentario se aplica a la comparación entre el empleo de un diseño de bloque completos al azar, contra parcelas subdivididas (Cochran and Cox, 1957). El error experimental promedio de todas las comparaciones es igual.

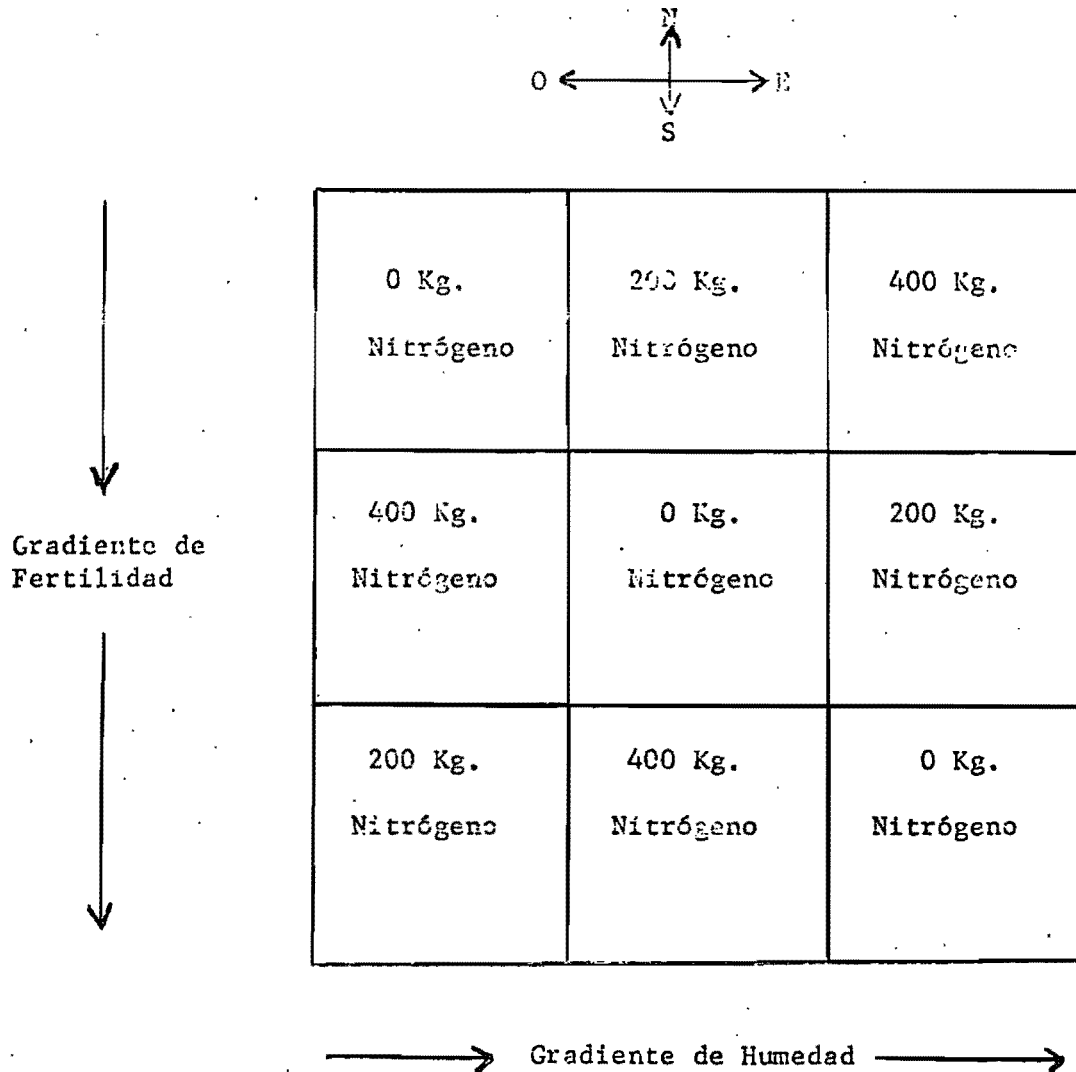
En el diseño de bloques al azar la precisión con que se miden los efectos de todos los tratamientos y sus interacciones es la misma, en el de parcelas subdivididas aumenta el de subparcelas a costo de las parcelas mayores. La decisión del uso de uno u otro depende de: 1) Condiciones físicas del experimento (facilidad de operación, distribución del campo, etc.) y 2) si se quiere mayor precisión en la prueba de un factor y sus interacciones, se puede asignar este a las subparcelas; pero debe recordarse, que está disminuyendo la precisión del factor asignado a las parcelas mayores.

### C.- Gradiente de producción en dos direcciones:

Menos empleado que los anteriores, pero útil en condiciones específicas es el uso del diseño "Cuadrado Latino". En este diseño existe una ordenación en la distribución de tratamientos dentro de columnas e hileras.

En pruebas de pastoreo se puede usar cuando existe marcada variación de la productividad de la pradera en dos direcciones. Un ejemplo se presenta en la Figura IV.5. En este caso la gran variación en fertilidad del suelo de Norte a Sur y la diferencia en disponibilidad de agua para el crecimiento de las plantas de Este a Oeste haría aconsejable el empleo del diseño de Cuadrado Latino. Nótese que cada columna del cuadrado contiene los tres niveles de fertilización y cada hilera contiene también. Esta "ordenación" en columnas e hileras hace posible medir estadísticamente y sacar de la variación del error, los efectos de fertilidad del suelo (columnas) y de humedad (hileras).

La restricción principal de este diseño está en que el número de repeticiones debe ser igual al número de tratamientos. En prueba de pastoreo esto pocas veces se cumple, porque como dijéramos antes, la magnitud física de ellas hace que el número de repeticiones sea pequeño.



**FIGURA IV.5** Distribución en el campo de un experimento de pastoreo, carga fija, para medir el efecto de tres niveles de Nitrógeno aplicado a la pradera. Diseño Cuadrado Latino 3 x 3.

Para aplicar este diseños preciso asegurarse que los efectos de columna y de hileras constituyan una fuente importante de variación, ya que al extraer los efectos de columna e hilera se pierden grados de libertad para el error. En el caso de un cuadrado de 2 x 2 ( 2 columnas, 2 hileras, y 2 tratamientos) no habrían grados de libertad para el error y la prueba de F del análisis estadístico no sería posible. En cuadrados de 3 x 3 y 4 x 4 los grados de libertad del error serían 2 y 6 respectivamente. Comparativamente en los mismos experimentos, en diseño de Bloques Completos al Azar, se obtendrían: 1 grado de libertad para el caso de 2 x 2; 4 para 3 x 3 y 9 para 4 x 4. Es decir, si la variación en una de las dos direcciones no es importante, es preferible emplear el diseño de Bloques Completos al Azar.

Este diseño es útil también en algunos tipos de investigaciones en los cuales los períodos de ocupación de la pradera son relativamente cortos y se repiten a través del tiempo. Por ejemplo, en un experimento en el cual se trate de medir el efecto de cuatro herbicidas aplicados en los cuatro trimestres del año calendario sobre cuatro estados de enmalezamiento de la pradera. La figura IV.6 representa la distribución de campo del experimento.

	Enero	Abril	Julio	Octubre
58	A	C	D	B
42	D	B	A	C
20	C	A	B	D
5	B	D	C	A

FIGURA IV.6 Distribución de tratamientos en un experimento para medir el efecto de cuatro herbicidas (A,B,C,D,) sobre la ganancia de peso de novillos pastoreando una pradera de Pasto Pará (*Braquiaria mutica*) enmalezada en forma desuniforme a través del año. Diseño Cuadrado Latino 4x4.

En este caso, las columnas están constituidas por los trimestres (estaciones) del año, las hileras por los estados de enmalezamiento de la pradera. Los cuatro herbicidas (A, B, C, y D) están representados en cada columna e hilera. Lógicamente en un experimento como este las praderas con diferentes estados de enmalezamientos no estarán juntas, pero de todas maneras puede organizarse en forma de un Cuadrado Latino.

En un experimento como este el diseño es útil, porque se puede medir y aislar separadamente los efectos de la época del año y del estado de enmalezamiento con el empleo de un número relativamente pequeño de parcelas. Claro está que no se podrá medir ningún tipo de interacción entre herbicidas y época del año, o herbicidas y estado de enmalezamiento o la interacción triple, porque el diseño asume que no hay interacción o si la hay no interesa. Si se quiere estudiar las interacciones se debe emplear de los diseños discutidos anteriormente.

## 2.- ERRORES DE DISEÑO

Hay algunos errores comunes de diseño los cuales deben resaltarse. Estos errores se deben no a fallas en el análisis estadístico, sino a la aplicación errada de principios.

El más común, en ganado lechero, es la aplicación del diseño de "Reversión" (Change-over Design) o "Doble Reversión" (Switch-Back Design), a la determinación de la capacidad productiva de las praderas.

Estos diseños, se emplean profusamente en los trabajos de alimentación de vacas lecheras y consiste en someter a una o varias vacas a una dieta determinada, normalmente la dieta básica, por un período de tiempo que fluctúa entre los 7 y 30 días, al finalizar este tiempo se somete a los mismos animales a la dieta experimental por otro período cuya duración fluctúa en el mismo rango. En el diseño de Reversión el primer período sirve como base de comparación para el período experimental. La Doble Reversión constituye una mejora sobre el anterior en el sentido de que trata de eliminar el declive normal constante en la producción de una vaca a medida que pasa el tiempo y luego de completados los primeros 60 - 90 días de producción (datos para ganado lechero Europeo, no necesariamente cierto para ganado criollo americano). En este diseño hay dos períodos básicos de similar duración, y entre los dos un período experimental. El promedio entre los dos períodos básicos debería ser una base más fuerte de comparación para el período experimental.

Los mismos diseños se aplican a pruebas de pastoreo en varias formas: a) comparación de una o más praderas (una de ellas sirve de parámetro de comparación, dieta básica), b) estudio del efecto de la suplementación de concentrados sobre la producción en praderas.

Antes de resaltar los errores de su aplicación a estudios sobre praderas es necesario decir que la aplicación de este diseño ha sido validamente criticado en el sentido de que, por tratarse de períodos cortos de alimentación, los efectos "residuales" de las dietas anteriores pueden ser tan altos que alteren totalmente los resultados. Evidencias recientes sobre la capacidad de las vacas lecheras para acudir a sus reservas energéticas del cuerpo para producir leche ponen esto muy de manifiesto (Flatt et al. 1963).

LA Aparte de este problema común a los diseños con períodos de corta duración, el empleo del diseño de Reversión, encuentra el problema de que las praderas constituyen un sistema biológico que está en cambio constante, de tal manera que se puede decir con seguridad que la pradera no será lo mismo la próxima semana que lo que fue esta semana. Un solo factor, ecológico como la lluvia puede cambiar la productividad de la pradera de un día para otro. El principio fundamental del diseño ha variado, al cambiar la productividad de la PRADERA a la cual se trabaja. La base de comparación no existe.

Cabe de una vez alargar el examen de los experimentos de pastoreo con vacas lecheras en los cuales se pretende medir a través de su producción la capacidad de producción de las praderas.

En primer lugar, la longitud del período experimental. La producción de una pradera es consecuencia del alcance de un complejo equilibrio biológico en el que participan como fuerzas de ajuste el suelo, la pradera, los animales.



el sistema de pastoreo, y el clima. Este equilibrio de ninguna manera se establece en corto tiempo. En vacas lecheras, en las cuales su capacidad de consumo de alimento cambia de acuerdo al estado de lactancia (Hutton *et al.*, 1964) el equilibrio es evidentemente más lento en adquirirse. Por lo tanto, periodos cortos no pueden indicar la capacidad de producción verdadera de una pradera.

En segundo lugar, el período de producción de la vaca. Monti y Tellechea (1965) encuentran que al no tomar en cuenta los primeros meses de lactancia de la vaca en las pruebas de pastoreo, se está desperdiciando un gran potencial de producción. Esto es cierto, si la vaca permaneció dentro de la pradera durante su tiempo de no-lactancia previa, porque de acuerdo a las observaciones de consumo de pasto hechas por Hutton (1964) y a los datos obtenidos en la vaca Lorna por Flatt *et al.* (1965), el consumo de alimento de las vacas lecheras (por lo menos aquellas buenas productoras) en los primeros dos meses de lactancia es demasiado bajo para mantener el nivel de producción que efectivamente se mantiene; esto quiere decir, que una buena parte de su producción durante estas semanas se deriva de los tejidos del cuerpo acumulados durante el período de disminución de producción y de vaca seca. Si las vacas se retiran de la pradera cuando secas, y se introducen después del parto, se introduce un elemento extraño a la pradera. Es lo mismo que si durante un tiempo se ofreciera a las vacas alimento extraño al experimento.

Estos argumentos y otros que no serán discutidos en este momento, llevan a la conclusión de que para una justa evaluación de la productividad de las praderas será necesario mantener el experimento por varios años y mantener a las vacas durante todo el período (años) del experimento, alimentándose a base de la pradera que se estudia.

Los comentarios hechos con relación a la longitud del período experimental de pastoreo en vacas lecheras, se aplica igualmente a cualquier otro tipo de animal. La objeción, como se dijo anteriormente tiene que ver con el tiempo necesario para que el sistema biológico altamente dinámico suelo-planta-animal adquiera un estado estable y tal vez permanente.

Un experimento de pastoreo con capones sobre pradera de falaris (Phalaris tuberosa) y trebol blanco (Trifolium repens) en el Uruguay (Kachele, comunicación personal) demuestra muy bien este punto. El experimento incluyó cuatro cargas: 10, 15, 20, y 25 capones por Ha., en pastoreo continuo. La pradera al comienzo del experimento fue dominada por trebol blanco. En el Cuadro IV.1 se resumen los resultados por año, en los cuatro años transcurridos del experimento.

Según esto se observa que la producción de lana/Ha. fue en el primer año superior con la carga de 25 capones. Antes del invierno del segundo año, la carga de 25 debió discontinuarse porque la pradera no fue capaz de mantener los animales con vida. En el segundo año, la carga de 20 animales produjo la mayor cantidad de lana por Ha.

En el tercer año, la carga de 15 animales por Ha. fue la superior. Es más, la composición botánica de la pradera de 20 animales había cambiado tanto que de una pradera de producción fundamental de otoño-invierno, se convirtió en una pradera dominada por pasto Bermuda (Cynodon dactylon), de verano. En el cuarto año, nuevamente el tratamiento de 15 animales/Ha. dió el más alto rendimiento de lana y se cree que ha logrado un equilibrio estable. Ahora bien, si el experimento se hubiera terminado a los 365 días, el análisis hubiera favorecido a la carga de 25 animales, si terminaba a los dos años hubiera favorecido a la carga de 20 animales, si el análisis se hacía luego de 3 ó 4 años favorecería a la carga de 15 animales. Los errores pudieron tener una magnitud tal que ciertamente, en caso de escoger y recomendar el empleo de 25 animales, hubiera sido preferible no haber

Cuadro 1.- Producción de Lana (Kg./Ha.) por Capones Pastoreando una Pradera de Falaris + Trebol Blanco con Cuatro Cargas (Kachele, Comunicación Personal).

Año	Carga Animal, Animales/Ha.			
	10	15	20	25
1966 *	46,5	66,5	82,0	97,0
1967	80,0	86,0	100,0	-
1968	79,0	95,0	71,0	-
1969	81,0	114,0	79,0	-

\* Junio a Diciembre (167 días).

Otro error frecuente se encuentra en experimentos que pretenden comparar sistemas de pastoreo. El error consiste en emplear cargas diferentes para cada sistema de manejo. McMeekan (1956) subrayó este error en algunas de las primeras comparaciones que se hicieron entre sistemas de pastoreo continuo y pastoreo rotativo. (Brundage and Petersen, 1952, Davis and Pratt, 1956).

La carga animal, repetimos una vez más, es uno de los factores de mayor influencia en la productividad de la pradera. Ciertamente la carga animal tiene un efecto que puede tener mucha mayor magnitud que el sistema de pastoreo. Por tanto si se adjudica una carga mayor a un sistema de pastoreo se medirá una mayor productividad que equivocadamente se adjudique al efecto del sistema de pastoreo. La única forma verdaderamente efectiva de medir el efecto de un sistema es emplear varias cargas para cada sistema dando oportunidad a cada uno de ellos de encontrar el nivel de pastoreo que mantenga el equilibrio antes anotado. Si el empleo de varias cargas no es factible, por lo menos se debería mantener la misma carga en todos los sistemas, entendiéndose que no se está midiendo la combinación óptima entre sistema y carga sino comparando los dos sistemas a un nivel de carga que bien puede no ser el más apropiado para uno de los sistemas.

La relación entre carga y sistema de pastoreo se ha esclarecido en los últimos años como resultado de investigaciones realizadas por McMeekan y Walshe (1963) y Conway (1963), quienes encontraron ventaja en el pastoreo rotativo sobre el

## V. DESCRIPCION DE METODOS

Se describen a continuación los métodos mas usados para medir la productividad de las praderas con animales:

- 1.- Método de la Unidad Efectiva de Alimento, comunmente conocido como Método de Quitar y Poner (Put and Take).
- 2.- Método de la Carga Fija.
- 3.- Método de la Carga Fija Estacional.

### 1.- Metodo de Carga Variable ó de la Unidad Efectiva de Alimento:

Las primeras <sup>urgencias</sup> ~~urgencias~~ que dieron origen a este método las hicieron Knott et al. (1934), pero ha sido Mott (1964, 1957, 1952) quien la ha descrito y popularizado.

El principio del método implica el ajuste periódico en el número de animales que pastorean la pradera para igualar la disponibilidad de forraje con el número de animales disponibles para consumirlo. El investigador selecciona un grupo de animales uniformes, los cuales deberán permanecer en la pradera constantemente por el periodo total de la prueba; a estos animales se denomina "testigos".

El número de animales testigos que se coloca en cada parcela es determinado calculando el número que ésta estará en capacidad de mantener permanentemente por la duración de la prueba o la etapa determinada de la prueba. Por ejemplo, seleccionando el número de novillos que la pradera será capaz de mantener hasta cuando estos alcancen los 450 Kgs. de peso, o seleccionando el número de vacas lecheras que podrá la pradera mantener en producción durante la estación de crecimiento del forraje.

La forma más efectiva y segura de determinar el número de testigos es calculando el número de animales que la pradera será capaz de mantener adecuadamente durante la época de menor crecimiento de forraje en el año. La producción de los animales testigos se acepta como una medida de la calidad del forraje disponible para los animales, ya que se asume que estos han tenido oportunidad de consumir forraje de la mejor calidad y en cantidad suficiente.

Para consumir el exceso de forraje que se presentará en épocas de mayor crecimiento debido principalmente al clima, será necesario ajustar la carga, aumentando, sobre el número de testigos, animales lo más parecidos a los testigos; a estos animales se les llama "Volantes" y son ellos los que dan el nombre de método de "quitar y poner" pues los "Volantes" serán quitados y puestos en la pradera, estrictamente de acuerdo a la disponibilidad de forraje.

El juicio sobre el número de animales que se quitan o ponen, debe ser basado en el mayor número posible de criterios objetivos para minimizar las subjetividad implícita en el método.

Los siguientes criterios pueden usarse:

- A.-Medida de la disponibilidad de forraje, expresada como kg. de Materia Seca o Materia Orgánica. La medida puede hacerse cortando una muestra representativa de la pradera, secando y pesando. Para determinar el número de animales a colocar se usa frecuentemente el valor de 15 Kg. de Materia Seca como la cantidad que debe disponer una vaca lechera cada día (Greenhalgh, 1970) otros emplean la cifra de 50 Kg. de pasto verde cuando no se dispone de estufas de secamiento.

En la mayoría de casos en que el pastoreo no es enteramente uniforme, el número de muestras por parcela que se debe cortar para obtener una muestra representativa, es tan alto que resulta impracticable.

Actualmente la tarea de muestreo puede simplificarse con el uso de algún instrumento electrónico capaz de medir automáticamente el rendimiento de la pradera<sup>1</sup>. Si bien esos medidores presentan problemas iniciales de calibración, aparentemente una vez lograda permiten la lectura rápida, automática, de un número grande de medidas de rendimiento, con las cuales se puede calcular un promedio más real.

- B.-Determinación del volumen disponible de materia seca digerible, materia orgánica digerible, energía digerible, o Nutrientes Digeribles Totales, por digestión in vitro de muestras al azar del forraje. El advenimiento de una serie de métodos rápidos de digestibilidad in vitro (Tilley and Terry, 1963, Van Soest and Moore, 1965) hacen esto posible.

Con los datos de energía digerible o metabolizable o N D T estimado y el uso de las Tablas de Requisitos Nutritivos de las diferentes especies de animales, se puede estimar el número de animales, de una condición determinada, que una pradera es capaz de mantener. Debe recordarse que la información de Requisitos de las Tablas se refiere a animales estratificados y que por tanto es preciso aumentar un porcentaje al requisito de mantenimiento por pastoreo. La determinación de este porcentaje no es fácil, ya que su magnitud esta influenciada por un número tan elevado de factores imposibles de definir claramente en una condición dada. Las estimaciones publicadas fluctúan entre menos de 10% (Coop and Hill, 1962, Grant, 1965) hasta 100% o más (Falasinas y Giergoff, 1967, Lambourne and Reardon, 1963, Corbett and Farrell, 1970). Por otro lado, la digestibilidad del forraje no es completamente independiente de la carga animal de tal manera que el dato de digestibilidad "in vitro" obtenido en muestras de forraje cortado no se puede repetir en todas las cargas y lo que es aún menos aceptable, la decisión sobre el número de animales que se va a emplear afectaría directamente el valor de digestibilidad. Puede finalmente argumentarse también que tampoco la medida de forraje disponible puede ser usada como criterio de juicio para determinar el número de "volantes" que deben quitarse o poner.

En primer lugar, la muestra que se corta representa una fracción, mayor o menor, de la cantidad de forraje verdaderamente disponible, dependiendo de la altura de corte sobre el nivel del suelo. Es seguro, que por lo menos en caso del pastoreo

<sup>1</sup> Basado en un diseño Neozelandés, la Compañía Custom Scientific Electronics Pty. Limited, 48 Annerley Road, Woolloongabba, Brisbane, Queensland 4102 Australia.

con ovinos, el operador no es capaz de cortar con una máquina, tan bajo como la oveja es capaz de arrancar el forraje. En segundo lugar, también la carga animal influye sobre la cantidad de forraje que el animal consume, y lo que es aún más importante su grado de influencia, no es constante en todas las cargas. En un estudio realizado en el Centro de Investigaciones Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay (Rojas, 1967), en que se midió el forraje disponible, digestibilidad y consumo de capones en pastoreo continuo en cuatro cargas animales, se encontró que el consumo de materia orgánica y disponibilidad de forraje estaban correlacionadas significativamente solamente en cargar animales en las cuales el crecimiento de los animales estaba limitado por la carencia de forraje, así, la correlación indicada fue de 0.64 para la carga de 25 capones/Ha. 0.40 para 20, 0.03 para 15, y 0.57 para 10 animales por hectárea. En caso de la carga más liviana, como era de esperar, por el exceso de forraje con relación al número de animales, la relación es negativa. Pero en la carga de 15 animales que a través de 4 años de estudio ha demostrado ser la más adecuada, no existe correlación entre consumo y disponibilidad de forraje.

Del análisis anterior, se tiene que concluir que en este momento no parece posible hacer uso del muestreo de la pradera para estimar el número más adecuado de animales que deben pastorear una pradera, para obtener un nivel de producción dado, y que por tanto, el investigador que emplee el método de "quitar y poner" debe aceptar la subjetividad asociada con la estimación visual de la capacidad de carga de la pradera.

Mott y Lucas (1952) discuten los siguientes tres métodos para calcular el rendimiento por hectárea a partir de los resultados obtenidos por el método de "quitar y poner"

- 1.- En que las unidades de medida son provistas por todos los animales que se emplearon en el experimento (testigos y volantes).

Con estos datos se calcula el producto de todos los animales por hectárea, el total de animal-días por hectárea y el rendimiento diario promedio por animal.

- 2.- Este método se diferencia del anterior en que el rendimiento de la pradera se calcula usando solamente el rendimiento de los animales testigos y usando los testigos y volantes para definir el número de animal-días empleados.

En este caso se calcula el número de animal-días por hectárea en la misma forma que para el método anterior, y se obtiene el rendimiento por hectárea como:

$$\text{Rendimiento por Hectárea} = \text{Animal-Días por Hectárea} \times \text{Rendimiento Promedio de los Animales Testigos.}$$

- 3.- En el tercer método, el rendimiento por hectárea se expresa como la cantidad de elementos nutritivos extraídos por los animales en el período determinado de tiempo. Como unidades de medida de los elementos nutritivos se puede usar cualquiera de aquellos para los cuales hay información suficiente sobre requisitos de los animales. Estos pueden ser, energía neta, energía metabolizable, nutrientes digeribles totales, unidades almidón, unidades forrajeras, etc.

Los tres métodos enunciados se explicarán en detalle usando un ejemplo extraído de los trabajos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Turipana, ICA, Colombia (Quintero et al., 1971)<sup>1/</sup> Los datos corresponden a los primeros 311 días de pastoreo, continuando el experimento en los años 1971 y 1972.

El experimento compara tres sistemas de controlar la maleza arbustiva en potreros de Pasto Pará, usando la ganancia de pesos de novillos como el parametro de evaluación. Los cuatro tratamientos empleados son: 1) testigo sin tratamiento, 2) destrucción de la maleza con machete. 3) aplicación de 6 litros de Tordon<sup>2/</sup> 101 por hectárea, 4) aplicación de 12 litros de Tordon 101 por hectárea. Todos los tratamientos se aplicaron una sola vez antes de introducir los animales en Febrero de 1970. El experimento fue establecido en diseño de Bloque Completos al Azar con cuatro tratamientos y dos repeticiones. Cada tratamiento contiene dos hectáreas, 8 por bloque y 16 en total.

Los animales son pastoreados en forma continua y se emplea el método de "Guijar y Poner" para ajustar el número de animales que pastorean. Los ajustes se hacen cada 28 días, coincidentes con el pesaje de los animales.

El número de animales que deberán pastorear cada tratamiento se determina midiendo el día anterior a la pesada el forraje disponible en cada tratamiento y adjudicando 50 Kgs. de pasto verde por cada animal. ~~En el Apéndice se mencionan los detalles de los cálculos para determinar el número de animales que pastorean en cada período de experimento, el cual puede servir como referencia.~~

En el Cuadro V.1 se presentan los resultados, divididos en tres períodos correspondientes a 311 días de pastoreo en 1970, del tratamiento de Tordon 101 a razón de 12 litros / hectárea.

En este grupo se usaron tres animales "testigos" durante todo el período, y siete "volantas" por números variables de días en cada período. Los animales No. 2, 12, 19, 20, y 23 aparecen en dos líneas del cuadro porque todos ellos comenzaron el primer período, saliendo del experimento luego para volver a ingresar, todo dentro del primer período. Nótese además que en los animales que permanecieron los 311 días en el experimento, el peso inicial del segundo período es el final del primero, y el inicial del tercero el final del segundo.

<sup>1/</sup>El autor agradece al Dr. Alvaro Castro, Jefe del Programa de Ganado de Carne del C.N.I.A. - Turipana - por proveer los datos y autorizar su uso en este trabajo.

<sup>2/</sup>Tordon 101, nombre comercial de herbicida.

CUADRO V.1. CAMBIOS DE PESO Y COMPUTO DE GANANCIA POR ANIMAL Y POR HECTAREA.  
EXPERIMENTO DEL CNIA - TURIPANA, ICA (QUINTERO ET AL., 1971), 311 DIAS DE PASTOREO

Novillo Número	PRIMER PERIODO II-10-70 A VI-4-70				SEGUNDO PERIODO VI-4-70 A IX-25-70				TERCER PERIODO IX-25-70 A XII-18-70				Ganancia Total Kg	Ganancia Diaria Kg
	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganan- cia Kg	Días de Pasto- reo	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganan- cia Kg	Días de Pasto- reo	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganan- cia Kg	Días de Pasto- reo		
3	280	320	40	114	320	387	67	113	387	399	12	84	119	0.382
Testigos 11	242	310	68	114	310	381	71	113	381	407	26	84	165	0.530
33	255	303	48	114	303	364	61	113	364	403	39	84	148	0.475
Totales			156	342			199	339			77	252	Prome- dio de	
Totales Acumulados							355	681			432	933	Testigos	0.463
Vo- lán- tes	2	188	235	47	59									
	2	235	250	15	27									
	12	280	320	40	59									
	12	330	332	2	27	332	399	67	113	399	436	37	84	
	14	-	-	-	-	348	349	1	28					
	19	223	255	32	31									
	19	270	273	3	27	273	359	83	113	370	375	5	28	
	20	290	340	50	31									
	20	322	357	35	27					423	436	13	28	
	23	213	263	50	31									
	23	263	275	12	27	275	342	67	113	360	376	16	28	
	48	230	290	60	59	353	391	38	56	401	410	9	28	
Totales			502	747			453	762			157	448		
Totales Acumulados							960	1509			1117	1957		
Ganancia/Ha, Kg			251				229				79			
Ganancia/Ha Acumulada, Kg							480				559			
Novillos				374				381				224		
Novilos								755				979		
Ganancia Diaria			0.672				0.601				0.350			
Ganancia Diaria Acumulada							0.636				0.570			
Ganancia Diaria de Testigos			0.456				0.587				0.305			
Ganancia Diaria de Testigos Acumulada							0.521				0.463			

El Cuadro V.1 explica el procedimiento básico de cómputo y contiene toda la información requerida para calcular la productividad de la pradera en cada uno de los tres períodos y en los 311 días utilizados, por medio de los Métodos 1 y 2 de Mott y Lucas (1952).

**METODO 1.-** La información de mayor importancia está contenida en las líneas de Ganancia por Ha. Acumulada, Novillos-Días por hectáreas Acumulados, y Ganancia Diaria Acumulada.

La expresión más significativa y que sirve para comparar la productividad de varias praderas es la ganancia por hectárea, que en el ejemplo fue de 559 Kgs. en el período de 311 días. Los novillos-días por Ha fueron 979 y la ganancia diaria por novillo 0.570 kgs.

Si se observa detenidamente el Cuadro V.1, se verán algunos aspectos importantes. Hay varios períodos en los cuales un novillo permaneció en el experimento por tan poco como 27 y 28 días. Estos animales fueron traídos de una pradera fuera del Experimento, aún cuando seguramente similar, y pesados al entrar y al salir del pastoreo 27 ó 28 días más tarde; la precisión en la estimación de la ganancia de peso es en este caso muy baja. Observese por ejemplo que el animal No. 12 en el primer período ganó 2 kgs. en 27 días en tanto que el No. 20 ganó 50 kgs. en 31 día y el No. 23 ganó 12 kgs. en 27 días.

Es indudable que en estos casos no medimos verdaderos cambios de peso asociados con aumentos en la masa ósea y muscular, sino condiciones momentáneas del contenido del sistema digestivo. Observese así mismo la notable diferencia entre el promedio de ganancia diaria de peso de los animales testigos, 0.463 kg, y del total, testigos más volantes, de 0.570 kgs.

Es difícil aconsejar el uso de este método, al menos que se trate de situaciones en las cuales todos los animales permanezcan ininterrumpidamente en la pradera por períodos mayores de tiempo, digamos no menos de 90 a 120 días.

**METODO 2.-** En este caso el primer dato y de mayor importancia es de la ganancia diaria por animal "testigo". En el ejemplo del Cuadro V.1, se dividieron los 311 días en tres períodos solamente con el ánimo de mostrar el método, y se calculó por tanto un promedio de ganancia diaria de testigos para cada período. De la misma manera se calcularon los novillos-días por hectárea para cada período. Para calcular la productividad por Ha., basta multiplicar el uno por el otro así:

	Ganancia Diaria de testigos	X Novillos-días/Ha.	Ganancia por Ha.
Primer período	0.456	374	171
Segundo período	0.587	381	224
Tercer período	0.305	224	68
Total en 311 días.	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	-	979	463



Recalcamos que hay una diferencia importante entre el resultado de los Métodos 1 y 2. En este caso con el Método 1 se obtuvo una ventaja de 96 kgs. de ganancia de pescos por hectárea equivalente al 20% de la ganancia calculada por el Método 2.

El uso de los animales "testigos" en este método implica que: 1) el promedio de su rendimiento es representativo de la población de animales "volantes"; y 2) que todos los animales "testigos" y "volantes" tienen el mismo consumo diario de forraje y que este consumo no es afectado por los cambios de lugar.

En efecto, los animales testigos son empleados como indicadores de la calidad de la pradera (asumiendo consumo máximo voluntario) y los volantes como expresión de la cantidad de forraje disponible en la pradera.

Una indicación adicional que vale la pena incluir aquí, se refiere al cálculo de la "carga animal promedio" que frecuentemente se encuentra en trabajos en que se usa el método de Quitar y Poner. El cálculo se deriva fácilmente de los datos obtenidos en el Cuadro V.1, dividiendo el número de Novillos-días por Ha. para el número de días calendario del Experimento, es decir  $979/311 = 3.15$  novillos por Ha. Sin embargo, si se calcula la carga promedio por período se verá que esta fue de 3.28, 3.37, y 2.67 en los períodos 1, 2, y 3 respectivamente, es decir una variación de 0.7 de novillo entre el segundo y tercer período. Al hablar de carga promedio como información de utilidad se comete el error de referirse a una cosa variable como algo fijo y óptimo; en otras palabras, si se hubieran mantenido fijos los 3.15 novillos por Ha., con seguridad que no se habría obtenido el mismo rendimiento que cuando se ajustó periódicamente la carga.

MÉTODO 3.- Al realizar el cómputo de nutrientes extraídos de la pradera, por este Método es aconsejable emplear el peso de los animales volantes como referencia pero no su producción sino la de los testigos (Método 2). En el Cuadro V.2, se incluye el cálculo para este Método, usando como unidad nutritiva de referencia la Energía Neta. Para el cómputo se usaron las fórmulas propuestas en "Nutrient Requirements of Beef Cattle" de la Academia Nacional de Ciencias de Los Estados Unidos de Norteamérica, (1970) (25) en que:

$$\begin{aligned} \text{Requisito de E. Nm} &= 0.077 W^{0.75} \\ \text{Requisito de E. N. g} &= 0.05272 \times \text{ganancia de peso} + 0.00684 \times \\ &\quad (\text{Ganancia de peso})^2 \times W^{0.75} \end{aligned}$$

En estas fórmulas E.N<sub>m</sub> significa Energía Neta para mantenimiento, E. N.g Energía Neta para ganancia de peso,  $W^{0.75}$  es el peso metabólico (peso en kilos elevado a la potencia 0.75 multiplicado por el logaritmo del peso vivo en kilogramos). La energía neta está expresada en megacalorías (1 kcal = 1.000 kilocalorías; 1 kcal = 1.000 calorías) y el peso vivo y la ganancia de peso en kilogramos.

Hay "Tablas de Requisitos Nutritivos similares a las de ganado de carne para Ganado Lechero y Ovinos publicados por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica (1964, 1971).

CALCULO DE UTILIZACION DE ENERGIA NETA

Experimento del C.N.I. A. - TURIPANA-ICA (Quintero et al.1971)

311 Días de Pastoreo

PRIMER PERIODO: II - 10 - 70 A VI - 4 - 70

	Peso Promedio Kg.	Ganancia Diaria Kg.	ENERGIA NETA		UTILIZADA, Mcal.		
			Manteni- miento.	Ganan- cia.	Total Diario	Días	Total Período
Testi gos.	300	0.350	5.55	1.39	6.94	114	791
	11	0.596	5.21	2.32	7.53	114	858
	33	0.421	5.26	1.52	6.78	114	773
Total Totales Acumulados.			16.02	5.23	21.25	342	2422
VOLANTES	2	0.456	4.28	1.41	5.69	59	336
	2	0.456	4.74	1.57	6.31	27	170
	12	0.456	5.55	1.84	7.39	59	436
	12	0.456	5.98	1.98	7.96	27	215
	14						
	19	0.456	4.66	1.54	6.20	31	192
	19	0.456	5.16	1.71	6.87	27	185
	20	0.456	5.76	1.90	7.66	31	237
	20	0.456	6.10	2.02	8.12	27	219
	23	0.456	4.66	1.54	6.20	31	192
	23	0.456	5.11	1.69	6.80	27	184
48	0.456	4.99	1.65	6.64	59	392	
Totales			73.01	24.08	97.05	747	5180
Totales Acumulados							
E N/Ha, Mcal							2590
E N/Ha, Acumulada, Mcal							
E N/Ha. /Dia Mcal					22.72		
E N/Ha. /Dia Acumulada, Mcal							
Kg. E N /Kg. Peso					10.32		

## SEGUNDO PERIODO

VI - 4 - 70

A

IX - 25 - 70

	Peso Promedio Kg.	Ganancia Diaria Kg.	ENERGIA NETA		UTILIZADA, Mcal.			
			Manteni- miento	Ganan- cia.	Total Diario	Dias	Total Periodo	
TESTIGOS	3	354	0.592	6.28	2.74	9.02	113	1.019
	11	346	0.628	6.18	2.87	9.05	113	1.023
	33	334	0.539	6.02	2.38	8.40	113	949
Total			18.48	7.99	26.47	339	2.991	
Total Acumulado						681	5.413	
VOLANTES	2							
	2							
	12							
	12	366	0.587	6.44	2.79	9.23	113	1.043
	14	349	0.587	6.22	2.69	8.91	28	249
	19	316	0.587	5.76	2.49	8.25	113	932
	20							
	20							
	23							
23	309	0.587	5.67	2.45	8.12	113	918	
48	372	0.587	6.52	2.82	9.34	56	523	
Totales			49.09	21.23	70.32	762	6.656	
Totales Acumulados						1509	11.836	
E N/Ha, Mcal							3.328	
E N/Ha, Acumulada, Mcal							5.918	
E N/Ha./Dia Mcal					29.45			
E N/Ha./Dia Acumulada, Mcal					26.07			
Kg. E N /Kg. Peso					14.53			

T E R C E R      P E R I O D O

IX - 25 - 70

A

XII - 18 - 70

	Peso Promedio Kg.	Ganancia Diaria Kg.	ENERGIA NETA		UTILIZADA, Mcal.			
			Mantenimiento.	Ganancia.	Total Diario	Días	Total Período	
TESTIGOS	3	393	0.142	6.80	0.67	7.47	84	627
	11	394	0.309	6.80	1.50	8.30	84	697
	33	384	0.464	6.68	2.25	8.93	84	750
Totales				20.28	4.42	24.70	252	2074
Totales Acumulados							933	7487
VOLANTES	2							
	2							
	12							
	12	418	0.305	7.12	1.55	8.67	84	728
	14							
	19							
	19	378	0.305	6.52	1.42	7.94	28	222
	20							
20	430	0.305	7.27	1.58	8.85	28	248	
23								
23	368	0.305	6.47	1.40	7.87	28	220	
48	406	0.305	6.96	1.51	8.47	28	237	
Totales				54.62	11.88	66.50	448	3729
Totales Acumulados							1957	15565
E N/Ha, Macl								1865
E N/Ha, Acumulada, Mcal								7783
E N/Ha. /Dia Mcal						22.20		
E N/Ha. /Dia Acumulada, Mcal						25.03		
Kg. E N /Kg. Peso						23.61		

Como dijimos antes, es necesario recordar que las tablas de Requisitos han sido obtenidas con datos de animales estabulados y que para condiciones de pastoreo es necesario aumentar en un porcentaje cuyas estimaciones varían entre 10% y 100% el requisito de mantenimiento.

En todo caso parece que en pastoreo de baja intensidad el requisito de mantenimiento debe aumentar entre 40 y 60% (Paladines y Giergoff, 1967). Teóricamente, el método tercero permite dos cosas muy importantes: 1) Permite la comparación, en base a una unidad de medida única, entre praderas diferentes, aún cuando su productividad haya sido medida con especies o tipos diferentes de animales; 2) permite la estimación del potencial de producción de la pradera con otros tipos de animales y otras especies.

Finalmente la expresión de la capacidad de producción de la pradera en términos de elementos nutritivos extraídos nos da una idea clara de la forma en que la energía producida por la pradera es utilizada; por ejemplo, con un simple cómputo, podemos saber que porcentaje de la energía total producida se empleó para mantenimiento de los animales y que porcentaje se extrajo efectivamente en forma de producto de utilidad para el hombre.

Es necesario recalcar, sin embargo, que la validez de las expresiones de productividad en forma de nutrientes, depende de la precisión con que se pueda determinar los requisitos de los animales bajo pastoreo para mantenimiento y las diversas funciones de producción. Siendo que la cuota de mantenimiento, en el caso de ganado de engorde, constituye por lo menos el 75% del consumo total y siendo que el pastoreo ejerce una influencia que puede ser variable sobre el requisito de mantenimiento, pero que está por lo menos alrededor del 50%, vemos que los datos obtenidos son apenas una aproximación y sujetos a errores de considerable magnitud. Sería particularmente peligroso el pretender calcular posibles niveles de producción, digamos de leche, con resultados de productividad de una pradera obtenidos con animales de engorde o con ovinos, puesto que en este caso posiblemente se cometen dobles errores, unos al calcular los nutrientes utilizados por el ganado de engorde y otros al calcular la posible producción del ganado lechero, a partir de ellos.

En el Cuadro V.2 se comienza por calcular el peso promedio de los animales, testigos y volantes, para cada período, ya que el requisito de mantenimiento y de ganancia de peso, son funciones del peso metabólico del animal. Luego, la ganancia diaria de los testigos para mantenimiento, ganancia de peso, y los requisitos totales diarios y por período.

Los datos de mayor importancia son Energía Neta Utilizada por Ha. y la Energía Neta Utilizada por Ha. y por día. Este último dato sobre todo sirve de base general para comparar especies forrajeras entre sí o diversos tratamientos dados a una misma especie. Teóricamente (con las limitaciones anotadas arriba) estas comparaciones son válidas, inclusive cuando los datos hayan sido obtenidos en tiempos y lugares diferentes o con especies de animales diferentes.

A partir de los datos obtenidos por este Método se pueden hacer algunas observaciones de interés que reflejan la eficiencia con que el animal utiliza el forraje: 1.- Proporción de la energía utilizada para mantenimiento y ganancia de peso. Tomando los animales testigos vemos que esta proporción fue de 3:1; 2.3: 1; y 4.6: 1; para los tres períodos respectivamente. Nótese incluso que no se ha agregado aún, como se debía un 50% para mantenimiento por la labor de pastoreo. Nótese además que a medida que la ganancia diaria de pesos disminuye

la proporsición de energía para mantenimiento aumenta en la misma forma que aumenta cuando el peso de los animales aumenta. 2) Eficiencia de transformación de la energía de la pradera en ganancia de peso. Este dato constituye el verdadero fenómeno de transformación de energía del forraje a producto potencialmente de utilidad para el hombre. En el ejemplo se calcula que los testigos necesitaron 15.5, 15.0, y 26.9 Mcal. de Energía Neta por cada Kg. de ganancia de peso (2422 ÷ 156, 2991 ÷ 199 y 2074 ÷ 77). Asumiendo un 15% de valor de Energía Neta del pasto, encontraríamos que para realizar un Kg. de ganancia de peso el animal ha debido ingerir alrededor de 23 Kg. de materia seca del forraje en el primer período, 23 Kg. en el segundo y 41 Kg. en el tercero.

Ejem:

$$\frac{15.5 \text{ Mcal E.N.}}{0.15} = 103 \text{ Mcal. E. Cruda}$$

$$1 \text{ Kg. de Materia Seca de Forraje} = 4.4 \text{ Mcal. E. Cruda}$$

$$\frac{103}{4.4} = 23.4 \text{ Kg. de M.S. Forraje}$$

3) Energía de mantenimiento bajo pastoreo. Según se indica anteriormente, un punto muy importante para discusión es la cantidad en que debe ser elevada la energía utilizada para mantenimiento. Aceptaremos a priori que esta debe subir en un 50%, sobre los requisitos de animales en confinamiento.

Siendo este el caso, la relación entre energía utilizada para mantenimientos y ganancia de peso en los tres períodos sería 4.6: 1; 3.2: 1; y 6.9: 1; Tomando el ejemplo anterior sobre la cantidad de forraje aproximada que debió ingerir el animal en el primer período tenemos que de los 23 Kg. de M. S. del forraje 17 fueron utilizados para mantenimiento (76%) y 6.0 Kg. para ganancia de peso. Agregando 50% para mantenimiento bajo pastoreo tendremos que 25 Kg. ó el 83% fue requerido para mantenimiento y 31 de consumo total por Kg. de peso ganado.

Este ejercicio demuestra la dificultad que implica no conocer con seguridad los requisitos de los animales para ser empleados en el cálculo de elementos nutritivos extraídos por los animales que pastorean libremente una pradera.

#### METODO DE LA CARGA FIJA

La descripción de este método es mucho más sencilla. Como su nombre lo indica quiere decir que el investigador, al comienzo del experimento escoge una carga para el tratamiento en cuestión y la mantiene permanentemente.

Cuando se emplea este método generalmente se usa la carga como una de las variables del experimento; es decir, que cada uno de los tratamientos, se prueban con dos ó más cargas. El éxito de este tipo de investigación depende en mucho de que el investigador sea capaz de escoger cargas que describan efectivamente un rango que pase por el grado de mayor productividad.

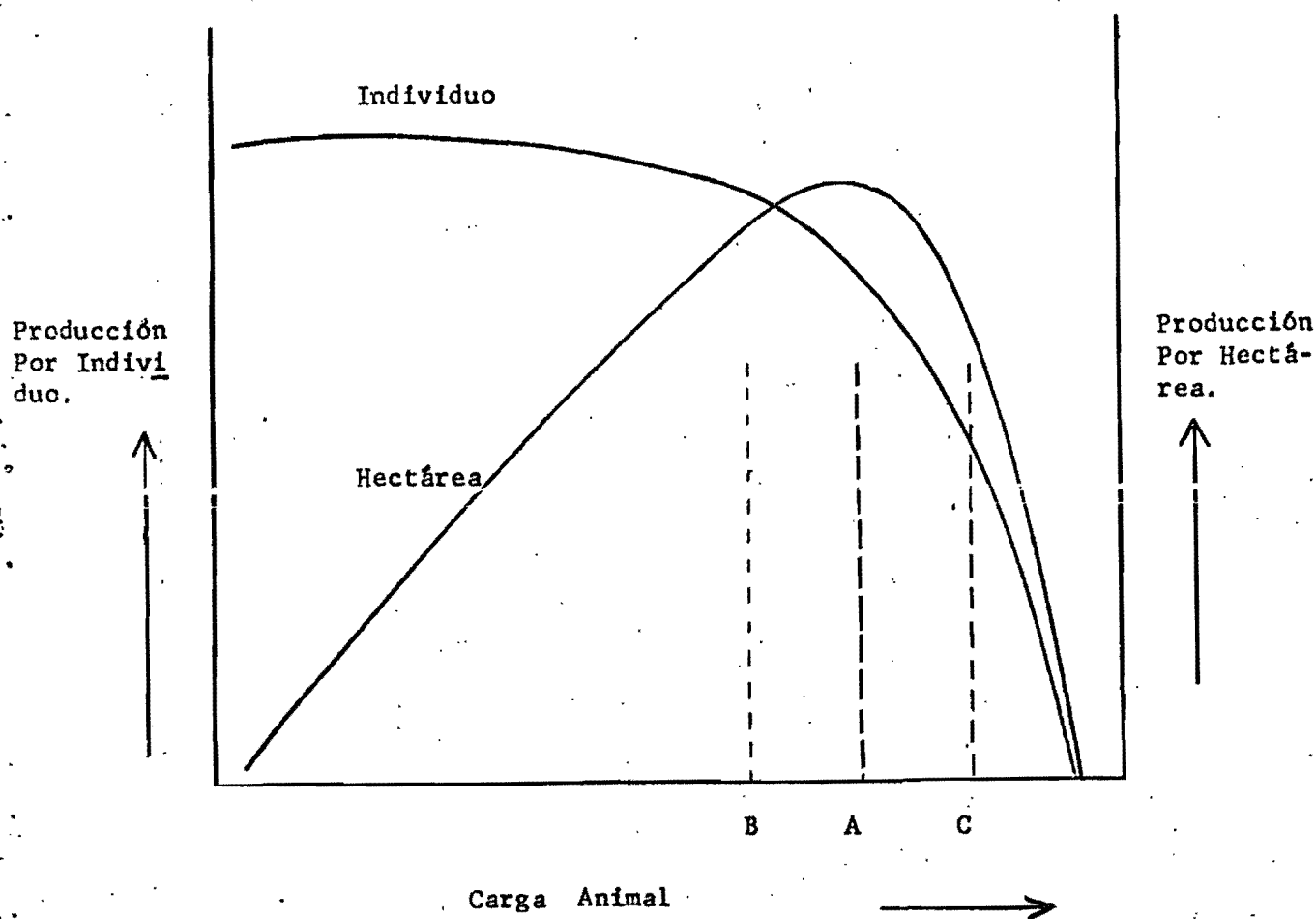


Figura No. V. 1. Relación entre carga animal y rendimiento por individuo y por hectárea.

En el esquema de Mott (1960) (Figura V.1) que relaciona Presión de Pastoreo (ó carga animal) con la producción por individuo y por hectárea, las cargas a escogerse deberían ser tales que permitan determinar el punto máximo con dos cargas, una inferior (B) otra superior (C) al punto de máxima producción por hectárea (A). En realidad el investigador experimentado escoge sus cargas extremas lo más separadas posible de la carga de producción máxima en tal forma que pueda describir la relación claramente; sin embargo, al hacerlo tiene cuidado de que la carga más alta no sea lo suficientemente elevada para destruir la pradera por pastoreo excesivo en cuyo caso pierde la posibilidad de describir adecuadamente la relación. Como se ve en la Figura V.1, aumentos de carga

sucesivos a partir de punto de máxima producción por hectárea producen una disminución precipitada del rendimiento el cual se refleja en un rápido deterioro de la pradera que puede llegar a la destrucción de la vegetación útil.

En el estudio de Cañas (1967) sobre la relación entre carga animal y la producción de lana y ganancia de peso en capones, la carga más elevada (25 animales) por hectárea resultó excesiva para la pradera y debió ser suspendida en el segundo año del estudio. En este caso, el experimento fue diseñado para llegar al punto de destrucción de la pradera con la carga máxima, pero en un experimento en el cual el investigador pretenda medir la capacidad productiva es necesario asegurarse que la carga máxima sobrepase el punto máximo de producción por hectárea, pero no llegue a la destrucción de la pradera, si se quiere acercarse al punto de destrucción debe incluirse una carga para continuar el experimento con tres.

Si el investigador no dispone de los medios necesarios para incluir más de una carga en cada tratamiento, afronta un serio dilema. En este caso realmente necesita un buen conocimiento anterior de la capacidad de producción de la pradera antes de decidir cual será la carga más adecuada. No es posible ofrecer ninguna regla que le ayude a definirla, por lo general, en la zona hay alguna experiencia práctica que puede servir de ayuda.

En los Cuadros V.3 y V.4 se presentan los datos obtenidos por Cañas (1967), como ejemplo del tipo de datos que se obtienen en un experimento en el cual se emplea más de una carga animal. ~~En este experimento se trataba de medir el efecto de la carga sobre la productividad de la pradera.~~ Las cargas escogidas fueron de 10, 15, 20, y 25 capones por hectárea en pastoreo continuo. Se presentan los resultados de los primeros 167 días, en que se completó el primer ciclo de pastoreo; el experimento está todavía en marcha desde Mayo de 1966.

En el caso de la ganancia de peso (Cuadro V.3) se necesita resumir la ganancia diaria por individuo y la ganancia por Ha. El autor cree muy útil los gráficos de relación entre la carga animal y la ganancia, pues estos ayudan, en la primera instancia a explicar visualmente los resultados obtenidos. La Figura V.2 nos indica inmediatamente que las dos repeticiones se comportaron diferente en la carga de 25 capones/Ha. La producción de esta carga en el Bloque 1 fue superior a la de la carga de 20 en el mismo Bloque, contrario a lo que podía esperarse. Esta diferencia pudo explicarse en este caso ya que los controles de disponibilidad de forraje indicaron que esta fue siempre mayor en la parcela de 25 capones por Ha. La discrepancia obtenida en este experimento entre los dos bloques, es ciertamente una ocurrencia común en este tipo de experimento y es el resultado de la considerable variación que se encuentra en la disponibilidad de forraje en una pradera considerada "uniforme" a simple vista. En el mismo caso, la mayor producción de la parcela de 25 capones, Bloque 1, aparentemente se debió a que se localizó en un punto ligeramente más bajo del potrero y que por esa razón recogía mayor humedad lo cual favorecía el crecimiento del forraje. De esta parte del ejemplo sacaríamos la conclusión muy cierta de que dos repeticiones son insuficientes en este tipo de experimentos.

La producción por hectárea fue influenciada igualmente por la discrepancia en las cargas de 25 capones. En la Figura V.3 se observa que en el Bloque 2 la mayor producción por hectárea se obtuvo con la carga de 20 capones y el análisis



CUADRO No. V.3. CAMBIOS DE PESO Y COMPUTO DE GANANCIA POR ANIMAL Y POR HECTAREA. EXPERIMENTO DEL CIA - LA ESTANZUELA, URUGUAY (CAÑAS, 1967), 167 DIAS DE PASTOREO.

BLOQUE 1					BLOQUE 2				
Animal Numero	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganancia Kg	Ganancia Diaria Kg	Animal Numero	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganancia Kg	Ganancia Diaria Kg
25 CAPONES/HA									
1	35.0	60.5	25.5	0.153	31	35.0	48.5	13.5	0.081
2	37.0	65.0	28.0	0.168	32	34.0	47.0	13.5	0.081
3	33.0	58.0	25.0	0.150	33	36.0	51.5	15.5	0.093
4	35.0	59.5	24.5	0.147	34	37.0	56.0	19.0	0.114
5	32.0	54.0	22.0	0.132	35	32.0	48.0	16.0	0.096
6	35.0	63.0	28.0	0.168	36	31.0	49.5	18.5	0.111
Total			152.5	0.152				96.0	0.096
Total Promedio								124.3	0.124
Ganancia por Ha			635.4					400.0	
Ganancia por Ha Promedio								517.9	
20 CAPONES/HA									
7	37.0	57.5	20.5	0.123	37	32.0	57.0	25.0	0.150
8	37.0	60.0	23.0	0.138	38	38.0	57.0	19.0	0.114
9	35.0	58.5	23.5	0.141	39	33.0	59.5	26.5	0.159
10	33.0	47.0	14.0	0.084	40	33.0	54.0	21.0	0.126
11	35.0	61.0	26.0	0.156	41	37.0	62.0	25.0	0.150
12	36.0	58.0	22.0	0.132	42	36.0	65.0	29.0	0.174
Total			129.0	0.129				145.5	0.145
Total Promedio								137.3	0.137
Ganancia/Ha			430.0					485.0	
Ganancia/Ha Promedio								457.7	

(Continúa en Página No. 2)

CUADRO No. V.3. CAMBIOS DE PESO Y COMPUTO DE GANANCIA POR ANIMAL Y POR HECTAREA. EXPERIMENTO DEL CIA - LA ESTANZUELA, URUGUAY (CAÑAS, 1967), 167 DIAS DE PASTOREO.

BLOQUE 1					BLOQUE 2				
Animal Número	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganancia Kg	Ganancia Diaria Kg	Animal Número	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Ganancia Kg	Ganancia Diaria Kg
15 CAPONES/HA									
13	35.0	64.0	29.0	0.174	43	33.0	66.0	33.0	0.198
14	37.0	65.0	28.0	0.168	44	35.0	64.0	29.0	0.174
15	33.0	62.0	29.0	0.174	45	35.0	60.0	25.0	0.150
16	35.0	61.0	26.0	0.156	46	33.0	59.0	26.0	0.156
17	37.0	64.0	27.0	0.162	47	37.0	74.0	37.0	0.222
18	35.0	67.0	32.0	0.192	48	37.0	63.0	26.0	0.156
Total			171.0	0.171				176.0	0.176
Total Promedio								173.5	0.173
Ganancia/Ha			427.5					440.0	
Ganancia/Ha Promedio								433.8	
10 CAPONES/HA									
19	35.0	64.0	29.0	0.174	49	34.0	73.0	39.0	0.234
20	34.0	65.0	31.0	0.186	50	35.0	70.0	35.0	0.210
21	35.0	73.0	38.0	0.228	51	35.0	74.5	39.5	0.237
22	32.0	62.5	30.5	0.183	52	34.0	65.0	31.0	0.186
23	37.0	63.5	26.5	0.159	53	35.0	71.0	36.0	0.216
24	35.0	76.0	41.0	0.246	54	33.0	72.0	39.0	0.234
Total			196.0	0.196				219.5	0.219
Total Promedio								207.8	0.207
Ganancia/Ha			326.7					365.8	
Ganancia/Ha Promedio								346.3	

Areas de pastoreo: Carga 25/Ha = 2.400 m<sup>2</sup>, 20/Ha = 3.000 m<sup>2</sup>  
 Carga 15/Ha = 4.000 m<sup>2</sup>, 10/Ha = 6.000 m<sup>2</sup>

CUADRO V. 4. PRODUCCION DE LANA LIMPIA POR ANIMAL Y POR HECTAREA.  
EXPERIMENTO DEL CIA - LA ESTANZUELA, URUGUAY(CAÑAS 1967)  
167 DIAS DE PASTOREO

BLOQUE 1			BLOQUE 2		
Animal Número	Lana Limpia Animal Kg	Producida Animal/Dia Kg	Animal Número	Animal Kg	Animal/Dia Kg
25 CAPONES/HA					
1	2.021	0.012	31	2.423	0.015
2	2.532	0.015	32	2.280	0.014
3	3.695	0.022	33	2.270	0.014
4	2.962	0.018	34	2.193	0.013
5	2.682	0.016	35	2.829	0.017
6	2.408	0.014	36	2.860	0.017
Total	16.489	0.016		14.855	0.015
Total Promedio				15.672	0.016
Ganancia/Ha, Kg		68.7			61.9
Ganancia/Ha Promedio, Kg					65.3
20 CAPONES/HA					
7	2.519	0.015	37	2.967	0.018
8	3.465	0.021	38	2.820	0.017
9	1.970	0.012	39	3.144	0.019
10	2.403	0.014	40	2.650	0.016
11	3.071	0.018	41	2.257	0.014
12	3.125	0.019	42	2.783	0.017
Total	16.553	0.017		16.621	0.017
Total Promedio				16.587	0.017
Ganancia/Ha, Kg		55.2			55.4
Ganancia/Ha Promedio, Kg					55.3

Continúa en la Pagina 1A.

CUADRO V.4. PRODUCCION DE LANA LIMPIA POR ANIMAL Y POR HECTAREA.  
EXPERIMENTO DEL CIA - LA ESTANZUELA, URUGUAY, (CAÑAS, 1967)  
167 DIAS DE PASTOREO

BLOQUE 1			BLOQUE 2		
Animal Número	Lana Limpia Producida Animal Kg	Producida Animal/Día Kg	Animal Número	Animal Kg	Animal/Día Kg
15 CAPONES/HA					
13	2.420	0.014	43	3.494	0.021
14	3.594	0.022	44	3.956	0.024
15	3.202	0.019	45	2.434	0.015
16	3.239	0.019	46	2.643	0.016
17	2.249	0.013	47	3.251	0.019
18	2.982	0.018	48	2.444	0.015
Total	17.660	0.016		18.222	0.016
Total Promedio				17.954	0.018
Ganancia/Ha, Kg		44.2			45.6
Ganancia/Ha Promedio, Kg					44.9
10 CAPONES/HA					
19	2.486	0.015	49	3.502	0.021
20	2.948	0.018	50	3.041	0.018
21	4.199	0.025	51	3.788	0.023
22	4.154	0.025	52	3.621	0.022
23	3.589	0.021	53	3.839	0.023
24	2.653	0.016	54	2.933	0.018
Total	20.029	0.20		20.724	0.021
Total Promedio				20.377	0.020
Ganancia/Ha, Kg		33.4			34.5
Ganancia/Ha Promedio, Kg					34.0

Areas de Pastoreo: Carga 25/Ha =  $2.400 \text{ m}^2$ , 20/Ha =  $3.000 \text{ m}^2$ ;  
Carga 15/Ha =  $4.000 \text{ m}^2$ , 10/Ha =  $6.000 \text{ m}^2$ .

de regresión en esta carga indicó que la carga de mayor rendimiento estaba en 18 capones/Ha. En el Bloque I la forma de la relación es igual siempre en las tres primeras cargas, pero no en la de 25.

Las figuras V.4, V.5 presentan las mismas relaciones pero referidas a la producción de lana limpia. En el caso de la lana el grado de sensibilidad que tiene su crecimiento con relación al nivel de alimentación no es tan alta como en la ganancia de peso o producción de leche; por esta razón, la producción por individuo fue muy similar en cada carga en los dos bloques y la disminución de producción por individuo a medida que aumentó la carga no fue suficiente para causar una disminución en la producción por hectárea.

Con los cuadros y las figuras presentadas y con la ayuda de los análisis estadísticos realizados, el investigador está en posición de sacar conclusiones válidas tanto estadísticas como prácticas.

Claro está que de ninguna manera se debería esperar obtener la respuesta cierta en los 167 días de información presentados como ejemplo. Como se dijo antes, en los años posteriores de este experimento, la carga de 25 capones causó una completa destrucción de la pradera y los mayores rendimientos por hectárea se obtienen con la carga de 15 capones.

Para los análisis estadísticos se empleó el diseño de Bloque Completo al Azar, con dos repeticiones en la forma que se describió en la sección de Diseño. Se usó también análisis de regresión y se calcularon las relaciones matemáticas de mejor ajuste entre carga animal y los parámetros de ganancia de peso y producción de lana.

Las conclusiones prácticas que obtenga el investigador están siempre asociadas a las condiciones económicas de la región y a las costumbres de mercadeo peculiares de ella. Como ejemplo podemos citar la producción de lana que fue superior por hectárea en la carga 25 capones, con menos producción por individuo y una concomitante disminución en el largo y grosor de la mecha. Esta disminución de largo y grosor es castigada suficientemente en el precio de algunos mercados internacionales para que económicamente sea perjudicial el empleo de una carga tan alta. En otros mercados menos exigentes, principalmente domésticos, el castigo, si lo hay, es pequeño y no alcanza a perjudicar el valor producido por hectárea.

Con los resultados obtenidos se pueden calcular también, si se desea, la Energía utilizada por los animales, siguiendo la misma metodología aplicada al método de la Unidad Efectiva de Alimento, y la información obtenida puede ser utilizada en la misma forma. Se debe llamar la atención nuevamente al hecho de que no se dispone de suficiente información respecto a los requisitos de los animales bajo pastoreo y el efecto cuantitativo que las prácticas de manejo o los cambios climáticos tiene sobre estos requisitos, para que puedan ser aceptados con confianza.

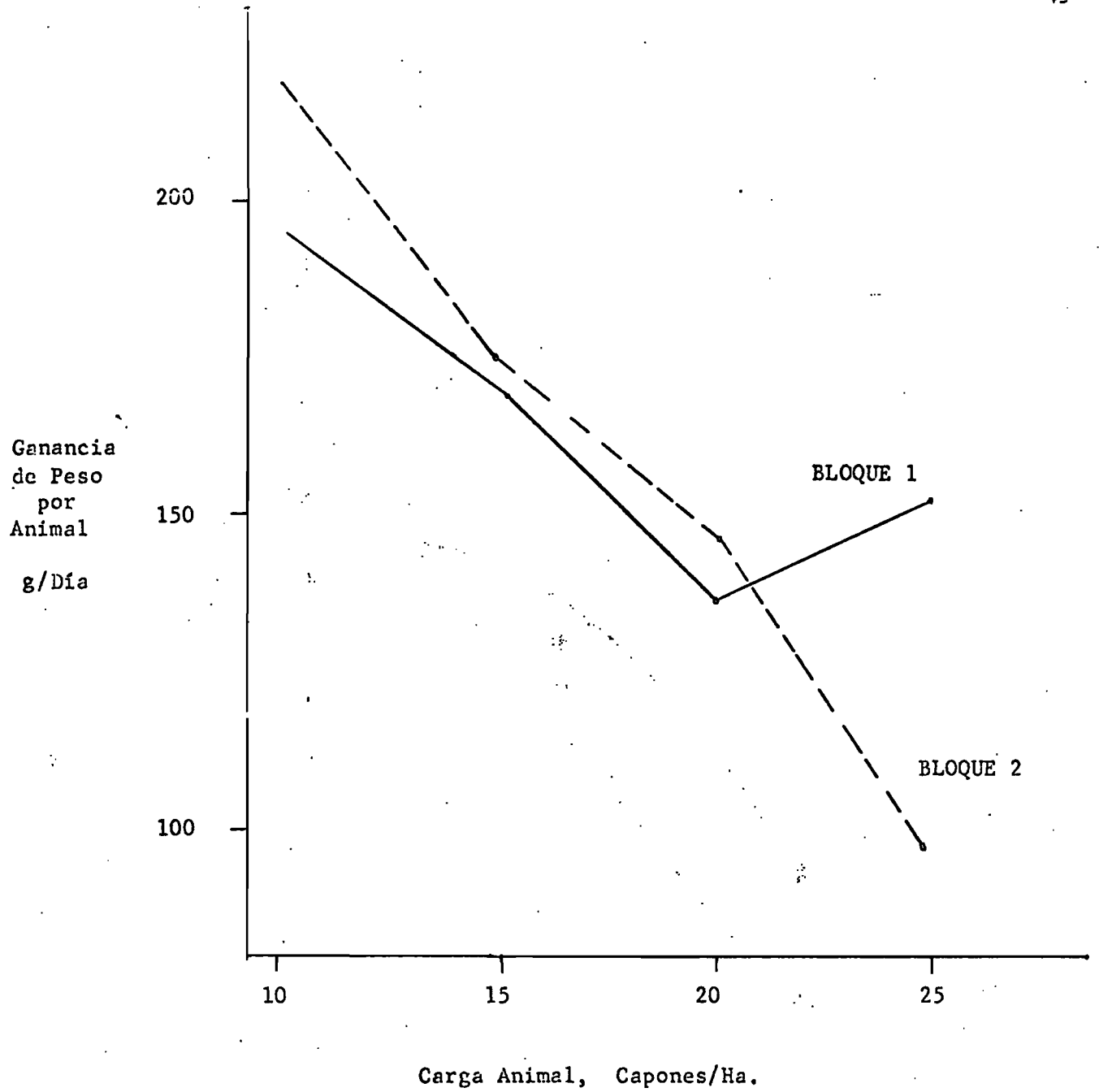


Figura No. V.2.- Relación entre Carga Animal y Ganancia de Peso por Individuo.  
Experimento del CIA - La Estanzuela, Uruguay (29). *Carrion, 1967*

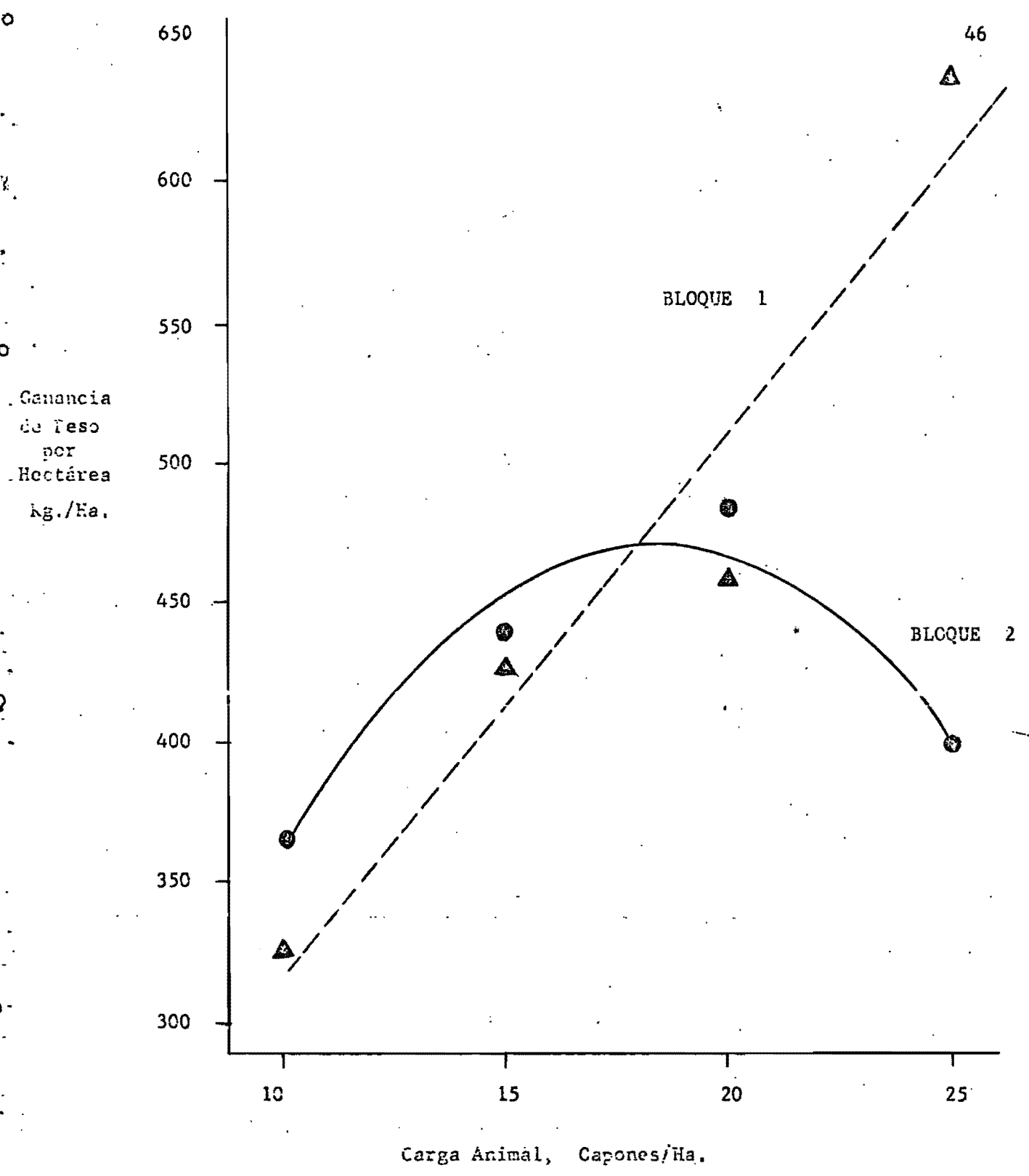


Figura No. V:3.- Relación entre Carga Animal y Ganancia de Peso por Hectárea en 167 días de Pastoreo. Experimento del CIA - La Estanzuela, Uruguay (1957. *Caracas, 1957*)

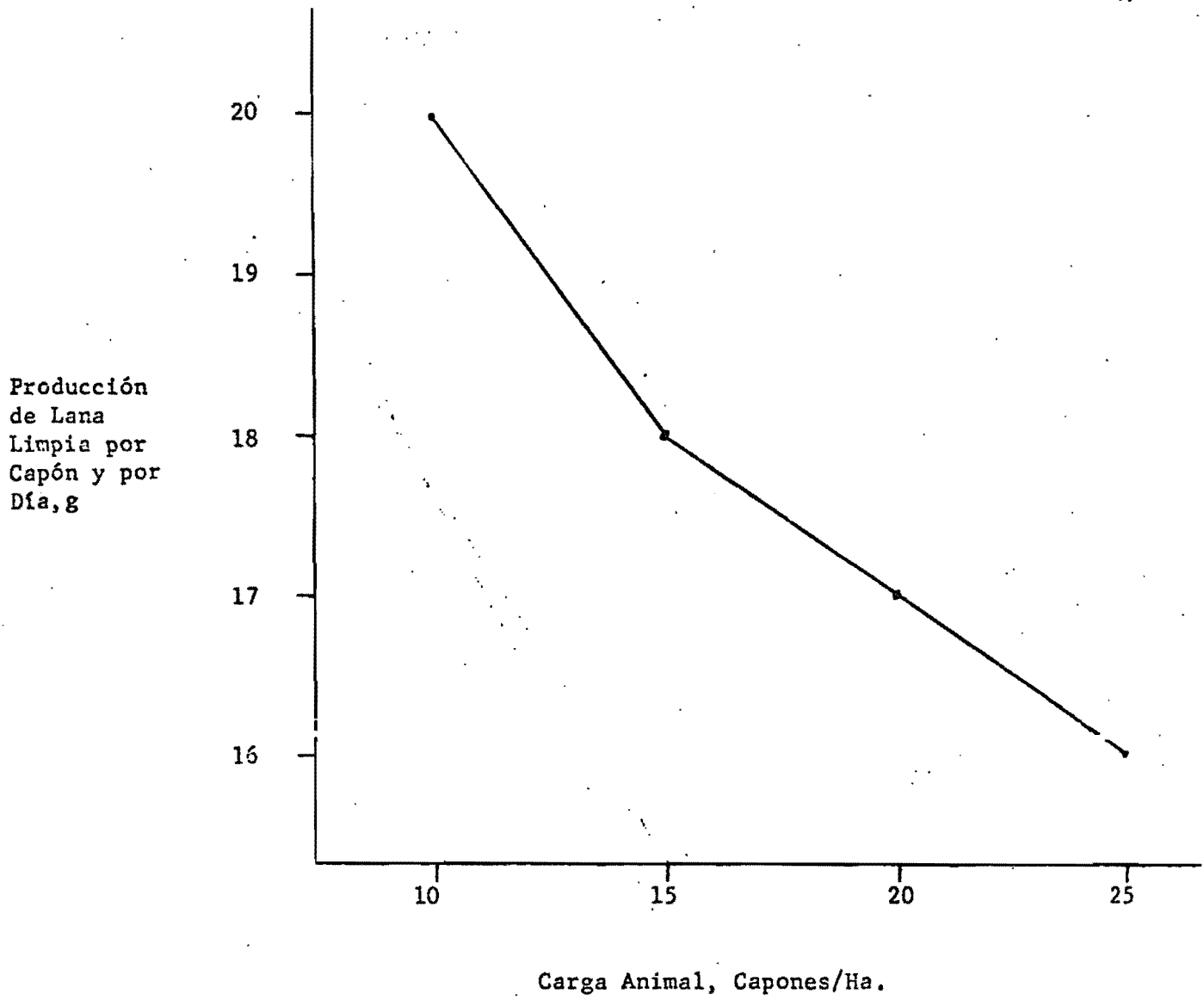


Figura No. V.4.- Relación entre Carga Animal y Producción Diaria de Lana Limpia por Individuo. Experimento del CIA - La Estanzuela, Uruguay. Adaptado de Cañas (29). 1967)



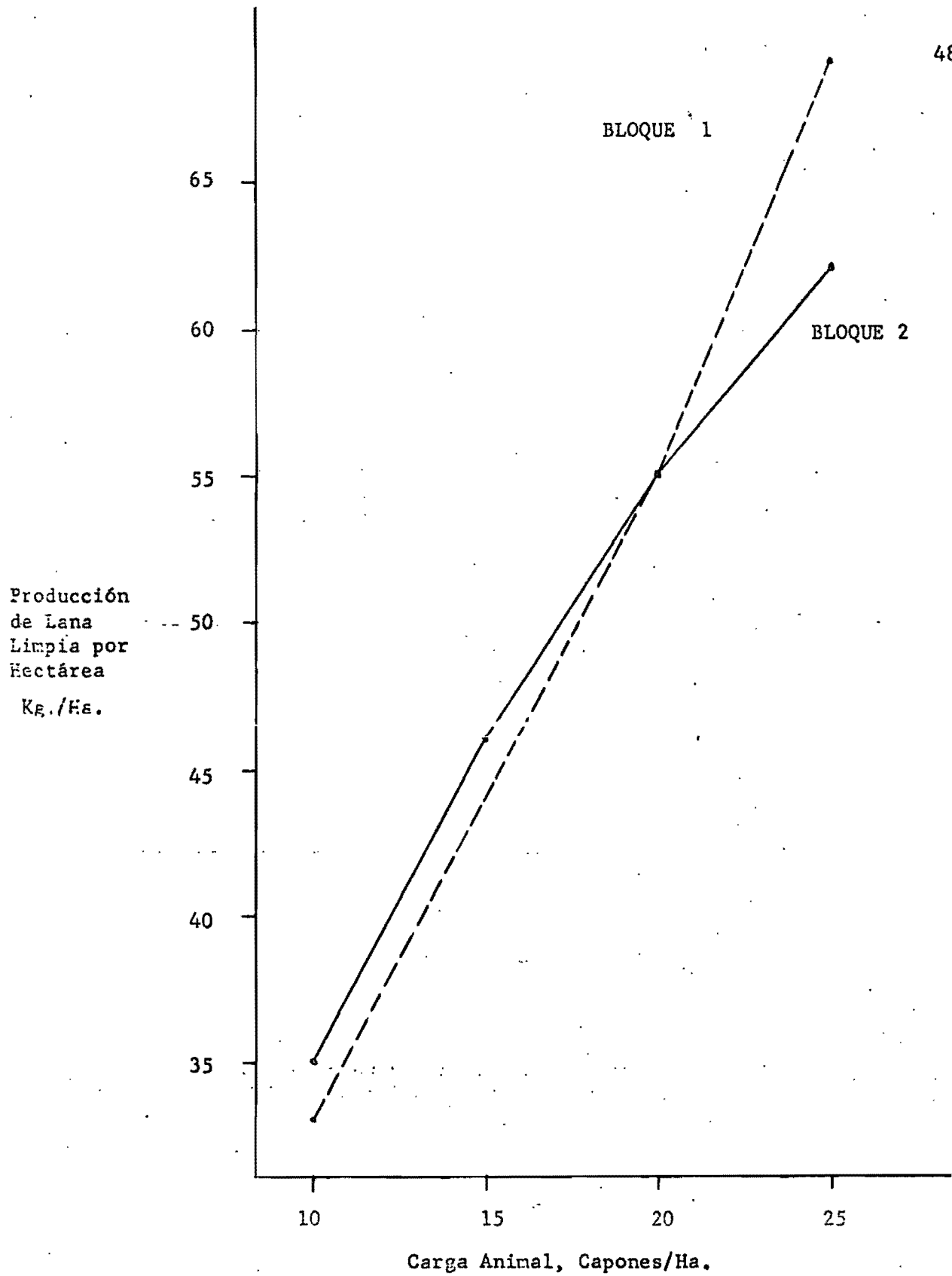


Figura No. V.5.- Relación entre Carga Animal y Producción de Lana Limpia por Hectárea en 167 días de Pastoreo. Experimento del CIA - La Estanzuela, Uruguay. Adaptado de Cañas (22). 1967.

### 3.- Método de la Carga Fija Estacional.

Este método es una modificación del método de la Carga Fija, el cual se usa frecuentemente en experimentos de evaluación de praderas, con el objeto de ajustar la carga al crecimiento del forraje.

El método se emplea en aquellos casos en que las condiciones del clima, por ejemplo, bajo temperatura o poca humedad, en cierta época del año causan una notoria disminución en el crecimiento del forraje, obligando a reducir la carga animal durante este período de tiempo para no provocar la destrucción de la pradera. Se trata por tanto de escoger uno o más cargas fijas para una época del año y escoger otras fijas para el resto del año.

Este sistema se emplea bien en experimentos aplicados a situaciones semi-intensivas de explotación que deben pasar por períodos de sequía más o menos bien definidos y en los cuales se entiende que el productor está en capacidad de retirar animales de la pradera y colocarlos durante esta época en otro lugar, o los puede vender.

Es muy común que los engordadores de ganado compren animales suficientemente pesados para que completen el peso de sacrificio en el período del año en que hay forraje suficiente, desocupando las praderas de engorde durante la época seca preparándolas así para las próximas lluvias. Cuando se trate de investigar la capacidad productiva de praderas para este tipo de explotación se debe utilizar el método de la Carga Fija Estacional. Como este ejemplo, hay una gran cantidad de sistemas de producción los cuales dependen de las condiciones cíclicas del clima, en las cuales el método de la Carga Fija Estacional es el más indicado.

El método en sí mismo se presta muy bien para el estudio de la productividad de las praderas, dividida en períodos del año coincidentes con las variaciones de crecimiento de los pastos.

La mecánica de presentación y análisis de resultados del método de la Carga Fija se aplica a este método, y la interpretación de resultado está sujeta a las condiciones del método anterior.

## VI. INTEGRACION DE LOS EXPERIMENTOS DE PASTOREO DENTRO DE SISTEMAS DE PRODUCCION.

En la última parte del capítulo anterior se hizo rápida referencia a la necesidad de que los experimentos de pastoreo estén referidos a algún sistema de producción. En este capítulo se pretende hacer dos cosas: enfatizar la necesidad de esta integración y presentar algunas condiciones de conocimientos común en las cuales la integración es fundamental.

Morley y Speeding (1968) discuten habilmente el tema enfatizando el hecho de que un animal en pastoreo es un componente de un sistema completo de producción el cual incluye al suelo, las plantas, el clima y otros elementos del medio ambiente incluyendo también otros animales, y que el cambio en uno de los componentes del sistema en cualidad o magnitud con frecuencia ocasiona un cambio de otro de los componentes.

Si una pradera es considerada como un simple elemento botánico, puede ser estudiada debidamente y conocida en toda su magnitud bajo el microscopio, la maceta y el invernadero, sin que sea para nada necesaria la exposición a ningún elemento perturbante del medio ambiente. La pradera concebida en esta forma no representa una unidad de producción sino un elemento de la botánica descriptiva. Para que el elemento botánico adquiera características de producción debe necesariamente ser integrado a un sistema de producción definido.

Para que el estudio de una pradera, como un componente aislado del sistema de producción tenga significado y aplicación a ese sistema, es necesario que el componente (pradera) sea independiente de los otros componentes del sistema de producción completo. Por ejemplo en la evaluación de la capacidad de producción de leche de una pradera, dos factores deben ser incluidos en el estudio si se quiere evitar el desconocimiento sobre sus interacciones. Carga animal y conservación han demostrado interactuar en la producción (Hutchinson, 1966). Si la pradera es parte de un sistema de producción lechera en el cual una parte del área se reserva por un tiempo para conservar el forraje como ensilaje o heno, la carga animal tendrá un efecto muy importante, porque en la época en que se está conservando el forraje, la pradera estará soportando un aumento de carga que en muchos casos puede redundar en forma permanentemente desventajosa. Si no se ha considerado la conservación y más adelante se pretende introducir esta práctica en el sistema se expone el investigador a proveer información errónea y hasta perjudicial.

Los experimentos de pastoreo son costosos y sumamente complicados en su diseño y conducción. Por esta misma razón es necesario pensar cuidadosamente sobre el significado y trascendencia de los resultados que obtengan sobre el rendimiento económico de la empresa agrícola a la cual se pretende aplicar. El número de tratamientos y la variedad de factores a incluirse en el experimento dependerá de las posibilidades de interacción entre ellos y su significado práctico y económico sobre la explotación. La magnitud de la interacción puede ser tal que sea necesario montar comparaciones de sistemas completos de producción en lo que llamaremos Unidades de Producción, o Hatos de Producción.

El concepto de la Unidad de Producción como unidad experimental, implica esencialmente el reconocimiento de la imposibilidad de estudiar separadamente cada uno de los componentes del sistema, cuantificarios, determinar cuantitativamente sus interacciones, y reorganizarlo en una unidad sistemática y de eventos secuenciales que permitan la descripción de la eficiencia económica del sistema.

El empleo de la Unidad de Producción como unidad experimental crea graves problemas de naturaleza material y de investigación, razón por la cual ha sido y es muy discutida. No parece lógico, desde luego pretender que cada factor, por ejemplo, especies de pastos, mezclas, fertilización y niveles, cargas animales, conservación, manejo de los animales, edades de comercialización, etc. sea estudiado independientemente cada uno de ellos como componente de una Unidad de Producción; pero si se puede esperar que cada factor sea examinado conceptualmente como parte de un Sistema de Producción y que se examinen las interacciones entre los factores actuantes del sistema. Por ejemplo el investigador puede enfrentarse a la necesidad de seleccionar una especie de gramínea que sirva para las explotaciones de engorde intensivo de ganado vacuno, en un área determinada. Tiene disponibles dos o tres especies entre las cuales seleccionar. Los factores actuantes serían en este caso: especie, nivel de nitrógeno para la fertilización y carga animal. Edad y tipo de los animales pueden ser dos factores más, pero normalmente el productor está limitado a un tipo y calidad de animal. Si el investigador, al seleccionar la especie deja a un lado el nivel de fertilización o la carga animal puede cometer un grave error seleccionando una especie que no responda debidamente al fertilizante o que no sea capaz de producir bajo la acción de las cargas elevadas que se deberán emplear. Un sistema de Producción como ese es en realidad muy sencillo, difícilmente hay otro tan sin complicación. Son mucho más complejos los sistemas que usan hembras reproductoras. Con hatos de reproducción el investigador está midiendo los efectos de sus tratamientos en una segunda generación y en un sistema que biológicamente es mucho menos eficiente y mucho menos sensible. Una pradera que en el año es capaz de producir 500 kg. de ganancia de peso de novillos, no podrá producir más de 260 a 270 Kgs. de peso de terneros al destete en el mismo período de tiempo. De la misma manera los cambios en el medio ambiente en el manejo capaces de producir un aumento en la producción de carne con animales de engorde, del orden de 100 kgs. no podría esperarse que produzcan aumentos superiores a los 40 Kgs.

Aún lo dicho anteriormente tiene en muchos casos limitaciones impuestas por la interacción entre el medio ambiente, el sistema de producción y los factores que el investigador impone. Siguiendo el mismo ejemplo anterior, el caso podría ser diferente si el estudio se hace en un medio ambiente en el cual una deficiencia marcada de Fósforo en el suelo sea responsable de una tasa de reproducción muy baja en el ganado. Aquí la adición de un fertilizante fosfórico al suelo, podría producir aumentos muy superiores al 40% indicado en el hato de cría, comparado con el engorde, no por el aumento en la cantidad de alimento disponible para los animales, pero por el efecto directo del fósforo sobre la reproducción de las vacas. Es decir, habría una interacción entre fertilización fosfórica y reproducción.

Hay finalmente otro aspecto de la investigación en pastoreo, relacionada a Sistemas de Producción y en los cuales también se emplea la Unidad de Producción como unidad experimental; se refiere a la posibilidad de realizar el análisis del efecto que la aplicación de los factores de investigación tiene sobre el resultado económico de la explotación. Para este propósito nada mejor que usar la Unidad de Producción como unidad experimental, aún cuando por fuerza de las limitaciones físicas de que dispone el investigador, las unidades deban ser más pequeñas que las mismas al nivel comercial. La interpretación económica es en definitiva el lenguaje del productor agrícola y el único medio de posible comunicación con él.

Se hace mucho énfasis en estos días sobre la necesidad de establecer experimentos capaces de interpretación económica, en la investigación agrícola, pero creo que en las pruebas de pastoreo mejor que en muchos tipos de investigación el análisis económico es indispensable y factible. Digo que es particularmente indispensable porque al realizar un experimento de pastoreo, es tamos midiendo, salvo pocas excepciones, el efecto de tratamientos sobre el producto comercial final y referido a algún Sistema de Producción, en que el efecto de los tratamientos se siente tan claramente en los resultados económicos como en los biológicos.

## VII. RECOPIACION DE INFORMACION EN LAS PRUEBAS DE PASTOREO

La decisión sobre el volumen de observación que se harán en el experimento depende mucho de dos cosas: 1) el objetivo del experimento y; 2) la capacidad, técnica y económica, para recoger la información deseada.

Por tratarse de experimentos de larga duración y alto costo, es lógico la tendencia a realizar el mayor número posible de observaciones; sin embargo, en muchos casos el investigador termina, luego de gran esfuerzo y costo, con un volumen enorme de información que nada le dice y el cual al final de cuentas solamente reposará en las gavetas.

Los objetivos del experimento deben determinar las observaciones que se realicen en los experimentos. No hay que olvidar que la información fundamental y básica es la del rendimiento animal, sea este carne, leche o lana. Seguramente es preferible dedicar tiempo y recursos a la obtención de la información sobre rendimiento animal antes que realizar observaciones adicionales sobre el forraje, el suelo, etc.

Pensando en términos del Sistema de Producción al cual pertenece el experimento las observaciones de interés son aquellas que permiten el cálculo de la eficiencia económica antes que aquellas que permiten el cálculo de la eficiencia biológica del sistema. En otras palabras es más importante disponer en detalles y con precisión la información respecto a cantidad y calidad de todos los insumos y la cantidad y calidad de los productos, que disponer de información detallada sobre rendimiento de la pradera, crecimiento de los pastos, composición química de ella, y consumo de forraje por los animales, datos con los cuales podríamos calcular la eficiencia biológica del sistema.

### 1. Medidas del Forraje en las Pruebas de Pastoreo.

A) Error de Muestreo: Toda muestra, por ser parte del todo que representa, no tiene la exacta misma magnitud del todo y lleva adhiriendo un error que se conoce como el "Error de Muestreo".

Si debemos estimar el forraje disponible en una hectárea de pradera, y tomamos una muestra cortando un área de un metro cuadrado, esta muestra ~~representa~~ <sup>ES</sup> una estimación del rendimiento promedio, por metro cuadrado, de toda la hectárea, pero no será exactamente igual al promedio, la diferencia entre la una y la otra es el verdadero error de muestreo. Lógicamente este error no se conoce. Si tomamos varios cortes de un metro cuadrado y calculamos la media ~~de ellos~~, esta ~~media~~ será también una estimación del verdadero rendimiento ~~de la pradera~~. En este caso, podemos calcular la desviación estándar de las observaciones realizadas sobre la media. A medida que el número de observaciones aumenta la desviación estándar disminuye, ya que la variación de las observaciones sobre la media es dividida por el número de observaciones menos una.

Para reducir el error de muestreo el sistema más obvio es el aumento en el número de muestras que se toman en cada parcela. Como el error es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del número de muestras, para reducir a un tercio el error será necesario aumentar nueve veces el número de muestras (Jolly, 1954)

Aumentando el tamaño de la muestra también se reduce el error de muestreo pero en la mayor parte de los casos el simple aumento del tamaño reduce poco el error, ~~tiene poco efecto~~, sin embargo en praderas muy poco uniformes la disminución puede ser importante. También esto es posible cierto en praderas sometidas a pastoreo en cargas relativamente bajas y en praderas tropicales de especies de crecimiento alto.

El otro tipo de error de muestreo es aquel debido al observador y corresponde al de las observaciones viciadas. Cuando el observador está tomando una muestra de una pradera "tiende" involuntariamente a evitar a aquellas partes de la pradera que según él no son representativas de la vegetación dominante. Este error es muy serio, con el agravante de que no es posible descubrirlo ni hay forma matemática capaz de corregir este error ~~en la práctica~~.

B) Estimación del Forraje Presente o Disponible. La cantidad del forraje disponible por hectárea y la cantidad disponible por animal, es la información recolectada más frecuentemente en los experimentos de pastoreo. Si bien es cierto que en muchos casos la cantidad de forraje disponible no está relacionada con el rendimiento de producto animal obtenido, sobre todo en aquellos en los cuales algún factor de manejo cambia el balance entre forraje y animal.

es verdad también que si todo lo demás permanece constante, a mayor rendimiento de forraje se obtendrá mayor rendimiento animal.

El investigador, al obtener el rendimiento de forraje disponible, espera establecer alguna correlación válida entre rendimiento animal y forraje disponible, y subsecuentemente utilizar esta correlación con objeto de predecir el rendimiento de una pradera en la cual se conozca solamente su rendimiento de forraje.

Otra forma en que algunos investigadores utilizan la información sobre forraje disponible, es para calcular el número de animales "volantes" que se deben colocar en las pruebas de pastoreo que usan el método de quitar y poner.

Las muestras del forraje disponible se obtienen de la pradera cortando un área determinada, pesando la muestra y determinando en ella el contenido de materia seca, para expresar luego la disponibilidad como el número de kilogramos de materia seca por hectárea .

Para obtener la muestra se pueden usar los siguientes métodos:

- 1) Se prepara un anillo o cuadrante de madera o varilla de hierro liviana con superficie interior entre  $0.25$  y  $0.50 \text{ m}^2$ , se tira el anillo al azar y se corta el forraje contenido, a mano, con tijera de pasto o tijera para esquila de ovejas. Es muy importante cuidar que los anillos sean efectivamente arrojados al azar y que el número de muestras cortadas sean suficientes para que representen verdaderamente el área muestreada.

El número de muestras necesarias varía de acuerdo con el tamaño de la variancia del potrero y la precisión con la cual se quiera realizar la medida. Para explicarlo usaremos el siguiente ejemplo de ocho muestras cortadas de una pradera de Pasto Pará cada muestra representa  $0.25 \text{ m}^2$



MUESTRA No.	RENDIMIENTO POR MUESTRA Kg. M. S.	RENDIMIENTO ESTIMADO Kg. M.S./Ha.
1	0.045	1.800
2	0.049	1.976
3	0.053	2.128
4	0.060	2.416
5	0.073	2.935
6	0.077	3.113
7	0.094	3.789
8	0.100	4.003

Con los datos de rendimiento por hectárea calculamos:

$\sum X$	=	2.770 kg. /Ha.
$\sum X^2$	=	22,100
$\sum S$	=	687.477
$\sum S^2$	=	829,14
CV	=	29,9%

El número de muestras a cortar se calculan de acuerdo al procedimiento de Stein de dos etapas (Steel and Torrie, 1960) con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

En que  $n$  es el número de muestras que se deben tomar,  $t$  el valor de tabular de  $t$  para el nivel de probabilidad deseado,  $S^2$  la variancia de la población de muestras tomadas y  $d$  es la mitad del intervalo de confianza con el cual se quiere trabajar.

Escogemos la probabilidad del 95% para la cual el valor de  $t$  con 7 grados de libertad es 1,895 y aceptamos que el intervalo de confianza sea igual a  $\pm 10\%$  de la media, la mitad del intervalo de confianza será entonces 277 kg.

La ecuación nos queda:

$$n = \frac{(1,895)^2 \times 687.477}{(277)^2} = \frac{3,591 \times 687.477}{76.729}$$

$$n = 32$$

Es decir, que debimos tomar 32 muestras en lugar de 8 para realizar la estimación del rendimiento de forraje con una precisión de más ó menos 10% de la media del rendimiento, o sea para que la estimación caiga, en el 95% de los casos, entre 2,493 y 3,047 Kg. M.S./Ha.

Si aceptáramos un 20%, plantearíamos la ecuación así:

$$n = \frac{3,591 \times 687.477}{(554)^2}$$

$$n = 8$$

en cuyo caso el intervalo de confianza sería de 2.216 y 3.324 Kg. M. S./Ha.

El investigador debe decir, <sup>des</sup> de acuerdo a los objetivos del experimento cuál será el error que va a aceptar.

2) Un método que facilita mucho el trabajo es emplear una máquina guadañadora pequeña (tamaño jardín) con barra cortadora frontal y cuchillo de movimiento recíproco. Los principios de muestreo se aplican igualmente a esta máquina, la única y considerable ventaja está en la rapidez para obtener las muestras.

3) Una mejora bastante importante en las técnicas de muestreo por cortes del forraje constituye el Doble Muestreo (Gardner, 1967) con la cual se logra reducir el corto en la operación de muestreo y se reduce el tiempo necesario para la operación.

El método se basa en la estimación visual del rendimiento del forraje en un número elevado de lugares de la pradera, seleccionados al azar. De estos lugares se corta y mide el rendimiento <sup>de una muestra por corte más o menos</sup> verdadero con una de las dos técnicas anteriores y se usa luego las correlación entre las medidas por corte y las estimaciones visuales para corregir el resto de las observaciones visuales. Así, con solo 5 muestras que se cortaron y un total de 20 observaciones visuales (5 de las cuales coincidieron con los 5 cortes), Gardner (1967) consiguió reducir el Coeficiente de Variación en el rendimiento de una pradera de 51% a 27%.

### C) Medida del Crecimiento de Forraje

La pradera continúa su crecimiento mientras tenga las condiciones ecológicas que se lo permitan, hayan o no animales pastoreándola.

Es necesario reconocer el hecho de que cada día se produce un aumento en el forraje disponible, el cual es necesario determinar.

Esta medida no es fácil de realizar. Hay varios métodos disponibles, algunos muy complejos. Los dos métodos más empleados son de una y dos jaulas.

Las jaulas son cerramientos de malla metálica que incluyen un área (generalmente 1 m<sup>2</sup> ó más) de la pradera. Estas jaulas varían según el investigador en superficie y altura así como en el material del cual están construídas. El objetivo es evitar que los animales consuman el forraje interior, causando al mismo tiempo la menor perturbación a las condiciones normales de la pradera. Es inevitable crear cambios en el microclima de la pradera encerrada <sup>ya que</sup> la malla metálica disminuye el viento y causa sombra a ciertas horas del día.

En el método de una jaula, el investigador localiza la jaula en la pradera al momento de comenzar el pastoreo, tomando muestras de una área similar, para definir el rendimiento en el momento inicial. La jaula se retira al finalizar el período deseado y se corta el forraje interior; la diferencia entre el rendimiento al finalizar el período y al momento inicial constituye el crecimiento del forraje en ese período. Para que este sistema funcione efectivamente es preciso que las dos áreas, una que se corta al colocar la jaula y la otra sobre la cual se coloca la jaula sean iguales. En este método se está indicando implícitamente que la velocidad con la cual crece el forraje de la pradera es igual al crecimiento imperturbado del pasto sobre su altura en el momento inicial, lo cual ciertamente no es verdad, porque como los animales están consumiendo las partes terminales de las plantas, principalmente, al mismo tiempo que las plantas (enteras o aquellas que han sido ya mordidas) siguen creciendo, el crecimiento total durante el período de pastoreo corresponde a una combinación infinita de tamaño de plantas entre totalmente cortadas y plantas que no han sido tocadas por el animal. La estimación hecha en esta forma puede ser superior o inferior al crecimiento real. Este método puede emplearse igualmente para pastoreo rotativo y continuo.

Con una jaula se puede también proceder de la siguiente manera: se escoge al azar un área de la pradera y se corta, sobre ésta se coloca inmediatamente la jaula, al finalizar el período escogido, se corta nuevamente y se pesa, este peso constituye el crecimiento de la pradera. Luego, se escoge un nuevo sitio se corta y coloca la jaula sobre el área cortada, continuándose en la misma forma. Lynch (1960) indica que es necesario que el corte de la pradera se haga bajo el nivel que los animales pastorean, recomendado realizar el corte del forraje dentro y fuera de la jaula cuatro días después de retirar a los animales.

En el sistema de dos jaulas se coloca la primera jaula sobre un área priviamente cortada, la segunda jaula se coloca sobre otra área de la misma pradera, sin cortar, al finalizar el período se corta el forraje contenido en las dos jaulas y se pesa el de la primera jaula, el forraje contenido en la primera constituye el crecimiento de ese período, la primera jaula se cambia de lugar y el crecimiento para el próximo período se determina en la segunda jaula y así sucesivamente.

D) Composición Química y Predicciones del Consumo de Forraje bajo Pastoreo.

La metodología específica para determinar la composición química del forraje y para medir el consumo de los animales en pastoreo ~~será discutido en~~

~~otra sección.~~ *es específica y extensa y no será incluida en este capítulo.*

Se ha incluido esta ~~sección~~ <sup>sección</sup> al hablar de la metodología en los experimentos de pastoreo, porque con frecuencia se encuentra que los investigadores asignan gran importancia a las dos cosas.

En secciones anteriores se dijo que lo que cuenta en la evaluación de las praderas con animales es el producto animal que se obtiene de ellas y que es más, mucho más importante obtener la información que permita el balance económico antes del balance biológico.

Lo mismo se puede repetir aquí, excepto que tal vez con mucho más énfasis. Con más énfasis porque si resulta complejo y costoso estimar el volumen de forraje disponible, resulta mucho más complejo y costoso realizar estimaciones de consumo y lo que hasta el momento es más grave, que si las estimaciones de forraje disponible tiene un alto grado de error, los errores inherentes a las técnicas de medir el consumo son mucho mayores.

Finalmente en la experiencia de muchos investigadores, las observaciones de composición químicas y consumo una vez obtenidos, no les han servido realmente para una mejor explicación de los resultados obtenidos y menos para derivar relaciones que permitan en alguna forma la predicción del rendimiento animal que se puede esperar de una pradera.

## 2. Observaciones que se realizan en los animales

### A) Tipo y número de animales

Los animales a emplearse deberán ser del tipo que ocuparán las praderas en las explotaciones comerciales a las cuales se pretende aplicar los resultados obtenidos.

En segundo lugar, los animales deberán ser del tipo, sexo, edad y estado fisiológico pertenecientes al Sistema de Producción al cual se quiere aplicar.

En tercer lugar los animales deben ser estudiados en la ó las características que tengan significado para el Sistema de Producción al cual se va a aplicar.

Mezclar razas, edades y sexos de animales en un mismo experimento puede resultar en interacciones imposibles de identificar y cuantificar, las cuales carezcan totalmente de sentido para el tipo de sistema de producción de referencia. Esto es particularmente cierto si se considera que el consumo de forraje por los animales está relacionado con el tipo y nivel de producción y el estado fisiológico de los animales.

El número de animales a emplearse en un experimento de pastoreo para evaluación de praderas puede discutirse desde dos puntos de vista, cada uno de los cuales tiene un buen número de adeptos.

Desde el punto de vista de interpretación estadística de los resultados, es preferible poner el mayor número de repeticiones, con el menor número de animales en cada grupo.

Algunos investigadores aseguran que se puede usar un número tan bajo como dos animales por repetición. Sin embargo considerando la alta variación entre animales, para las características productivas, el número debería no ser menor de 5-8 animales por repetición.

El número de repeticiones depende en gran parte de la capacidad física y económica de la Institución que realiza la investigación.

Se discute mucho la posibilidad de realizar experimentos de evaluación de forrajes sin repeticiones, prefiriendo aumentar el número de animales en cada tratamiento y eliminando las repeticiones. El método es desde luego muy criticable estadísticamente, pero por otro lado sobre todo cuando se trata de estudiar las praderas como componentes de Sistemas de Producción y como parte de Unidades de Producción, es casi imposible, para la mayoría de los investigadores, contar con suficientes elementos para la magnitud de experimentos que estos constituyen que le permitan usar repeticiones. La técnica parece totalmente válida si se conduce la investigación por un número suficiente de años como para obtener un promedio representativo del clima de la región.

Para la selección de los animales que entrarán en los experimentos se deben recordar los siguientes puntos:

- 1) Los animales deben ser representativos de la población animal que se emplea en las explotaciones comerciales a las cuales se aplicarán los resultados;
- 2) El grupo de animales debe ser uniforme;
  - a) Si se tiene posibilidad es ideal someter al grupo total a un período de pastoreo común de unos tres meses en caso de ganado de carne o a un período de 30 días en ganado lechero, para agruparlos por su capacidad de producción.
  - b) Se agrupa a los novillos de acuerdo al peso y a la edad.
  - c) A las vacas de carne se agrupa de acuerdo a la edad, número de partos, peso del ternero al destete, peso vivo y estado de preñez.
  - d) A las vacas lecheras se agrupa de acuerdo al número de partos, estado de la lactancia presente, edad y peso vivo. En vacas lecheras muchas veces se dispone de registros de producción previa (partos y rendimiento de leche) que dan mayor certeza a la formación de grupos uniformes y permite reducir el número de vacas por tratamiento.
- 3) Si no se consigue un sólo grupo uniforme en todas sus características (el caso más frecuente), se debe distribuir a los animales de cada subgrupo entre todos los tratamientos en números iguales.

B) Observaciones que se realizan en los animales:

a) Producción de leche. La producción de leche se mide en las vacas todos los días y es común tomar muestras para análisis de grasa, proteína, sólidos totales, etc., una vez a la semana. En pastoreo es preciso recordar que la producción de las vacas varía de acuerdo al día de pastoreo de una parcela, sobre todo cuando las vacas permanecen en una parcela de la rotación por cuatro o más días.

b) Ganancia de peso. La medida <sup>del</sup> peso de los animales constituye uno de los factores que contribuye en forma más significativa al error experimental en pruebas de pastoreo. Se sabe muy bien que bajo determinadas condiciones un novillo puede variar en el contenido del sistema digestivo, de un día a otro, hasta 20 y 25 kilogramos. En muchos casos en que la ganancia diaria de peso es baja, esta cifra representa fácilmente la ganancia verdadera de dos o más meses. Esta es, entre muchas otras, una de las razones por las cuales los experimentos de pastoreo no deben ser de corta duración.

Se han sugerido dos métodos para reducir el error de pesada:

1) tomar el peso durante tres días consecutivos y usar el peso promedio. Este método aumenta mucho el costo de la operación y aumenta el maltrato de los animales. Patterson (Mott, 1964) comparó en un número grande de animales el error que se producía con una y tres pesadas y llegó a la conclusión de que la reducción con tres pesadas es tan pequeña que no vale la pena el trabajo adicional; 2) ayunar los animales por 16 a 24 horas antes de tomar el peso. Esta técnica efectivamente reduce las variaciones debido al peso del material contenido en el sistema digestivo, pero tiene como desventaja que los animales ~~tienden~~ <sup>deben</sup> ser ayunados periódicamente y esto puede ser desventajoso para su rendimiento; 3) un tercer método, empleado por el au

tor, es combinar el ayuno con el peso a hora determinada del día. En este método, al comenzar un experimento o cuando se va a colocar un animal por primera vez en la pradera, se hacen dos pesadas, la primera sin ayuno en una hora determinada de la mañana, lo más temprano posible después del amanecer, los animales permanecen en los corrales por 24 horas sin comida ni agua y son pesados nuevamente; en el futuro, cada 28 días se pesan los animales sin ayuno cuidando de que sean pesados siempre a la misma hora. Para el peso final, cuando los animales dejan el experimento, se pesan nuevamente dos veces, en forma similar al comienzo. En esta forma se dispone del peso inicial y final con ayuno de 24 horas para los cálculos finales del experimento y se dispone además de pesos iniciales, final e intermedios sin ayuno para seguir la progresión del peso en los animales. Si el investigador cree necesario puede tomar pesos intermedios con ayuno.

La regla general, creada por la costumbre y la conveniencia, es de pesar los animales cada cuatro semanas, 28 días. No hay ninguna razón poderosa por la cual no se pueda hacer cada 14 ó 35 días. Parece conveniente por simple mecánica y acostumbramiento de los trabajadores, hacerlo en múltiplos de 7, porque así se realiza el pesaje en el mismo día de la semana, cuidando que no coincida con días de descanso para el personal.

c) Crecimiento de lana. En experimentos con ovinos, la producción de lana es el ó uno de los productos económicos que buscamos.

El crecimiento anual de lana se mide equilando el animal completamente al entrar al experimento y otra vez al salir del experimento. Si se quiere determinar rendimientos periódicos, se puede marcar, con tinta de tatar, cuadrados de 10x10 centímetros en los lados del animal y hacer cortes periódicos de estos cuadrados y calcular de allí el rendimiento total. Si se necesita determinar el largo de la mecha que crece en un período determinado, se usa una tinta especial que marca el bellón en el sitio en que la lana entra en contacto con la piel, la operación se repite, al finalizar el período, con una parte del bellón adyacente al anterior y se mide entre las dos marcas.

d) Cuidados sanitarios. La mejor regla es sujetarse a las normas de profilaxis establecidas para la zona.

En especial se debe cuidar de lo siguiente: 1) control periódico de parásitos internos, siguiendo el progreso de posibles infestaciones por medio de contagos de huevos en las heces fecales; 2) control periódico de parásitos externos; 3) podredumbre de los cascos, sobre todo en lugares húmedos; 4) en vacas, es fundamental el control de todas las enfermedades que afectan la reproducción; se debe llevar controles minuciosos de la situación de estas enfermedades; 5) en vacas lecheras se debe cuidar la mastitis, con control semanal por medio de alguna prueba rápida y por lo menos tres veces al año por cultivo.



- Arnold, G.W., and Dudzinski, M.L. 1966. The Behavioral Responses Controlling the Food Intake of Grazing Sheep. Proceedings of the X International Grassland Congress, 1966. Páginas 367-370.
- Arnold, G.W., McManus, W.R., and Dudzinski, M.L., 1965. Studies in the Wool Production of Grazing Sheep. 3. Changes in Efficiency of Production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 5:396-403.
- Arnold, G.W.; McManus, W.R. and Bush, I.G. 1964. Studies in the Wool Production of Grazing Sheep. 1. Seasonal Variation in Feed Intake, Liveweight and Wool Production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 4:392-403.
- Blaser, R.E. 1966. Efecto del Animal sobre la Pastura. In O. Paladines Empleo de Animales en las Investigaciones sobre Pasturas. Simposio realizado en La Estanzuela en Septiembre, 1964. Montevideo. 1966.
- Brown, R.H., and Blaser, R.E., 1968. Leaf Area Index in Pasture Growth. Herbage Abstracts 38 (1):1-9.
- Brundage, A.L. and Petersen, W.E. 1952. A comparison between daily rotational grazing and continuous grazing. J. Dairy Sci. 35 ( ):623.
- Campbell, A.G., 1967. Increasing Fodder Production for the Grazing Animal, Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 27:127-138.
- Cañas, Raul. 1967. Efecto de la Carga Animal con Capones sobre la Productividad y Composición Botánica de una Pradera de Trifolium repens y Phalaris tuberosa. Tesis M. Sc. Instituto Interamericana de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay, 1967. 77 Pags.
- Cochran, W.G., y Cox, G.M. 1957. Experimental Designs. Second Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Conway, A. 1963. Effect of Grazing Management on Beef Production. II. Comparison of the Stocking Rates under Two Systems of Grazing. Irish Journal of Agricultural Research 2(2): 243-258.
- Corbett, J.L. and Farrell, D.J. 1970. Energy Expenditure of Grazing Sheep. Proceedings of the XI International Grassland Congress, p. 754-757.

- Creek, M.J. 1970. Intensification of Pasture Production with Beef Breeding Herds Maintained upon Improved Pasture (Digitaria decumbens) in Jamaica. Proceedings XI International Grassland Congress, Surfess Paradise, 1970, Pages 800-803.
- Creek, M.J. and Nestle, B.L., 1965. The Effect of Grazing Cycle Duration on Liveweight output and Chemical Composition of Pangola grass (Digitaria decumbens Stend.) in Jamaica. Proceedings of the IX International Grassland Congress, Sao Paulo, 1965. Pages 1613-1618.
- Davidson, J. and Philip, J.R., 1956. Symposium on Arid Zone Research in Climatology. UNESCO. Página 181.
- Davis, R.R. and Pratt, A.D. 1956. Rotational vs Continuous Grazing with dairy cows. Ohio Agr. Exp. Sta. Research Bull. 778.
- Flatt, W.P., Coppock, C.E. and Moore, L.A., 1965. Energy Balance Studies with Lactating, Non-Pregnant Dairy Cows Consuming Rations with Varying Hay to Grain Ratio In. Blaxter, K.L. (Editor). Energy Metabolism Proceedings of the Third Symposium Held at Troon, Scotland. Academic Press, London.
- Gardner, A.L. 1967. Estudio sobre los métodos agronomicos para la Evaluación de las Pasturas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Montevideo, 1967.
- Graham, N. McC. 1965. Some Aspects of Pasture Evaluation. Energy Metabolism. ed. Blaxter, K.L., London Academic Press. Proceedings 3rd. Symposium Energy Metabolism, Troon) (EAAP Publ. No. 11) Pag. 231-240.
- Gómez, P.O. y Gardner, A.L., 1971. Suplementación de Grano a Novillos en Pastoreo. III Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Bogotá, 1971. Página 207.
- Greenhalgh, J.F.D. 1970. The Effect of Grazing Intensity on Herbage Production and Consumption and Milk Production in Strip-Grazed Dairy Cows. Proceedings of the XI International Grassland Congress. Pag. 856-860.
- Grof, B., and Harding, W.A.T. 1970. Dry Matter Yields and Animal Production Curves. II. Determining the Economic Optimum Stocking Rate. Agronomy Journal 55 (4):370-372.

- Hull, J.L., Meyer, J.H. and Kroman, R. 1961. Influence of Stocking Rate on Animal and Forage Production from Irrigated Pastures. *Journal of Animal Science* 20 (1):46-52.
- Hull, J.L., Meyer, J.H., Bonilla, S.E., and Weitkamp, W. 1965. Further Studies on the Influence of Stocking Rate on Animal and Forage Production from Irrigated Pasture. *Journal of Animal Science* 24 (3):697-704.
- Hutchinson, K.J. 1966. A note on Wool Production Responses to Fodder Conservation in Pastoral Systems. *Journal of the British Grassland Society* 21 ( ):303-304.
- Hutton, J.B. et al. 1964. The voluntary Intake of the Lactating Dairy Cow and Its Relation to Digestion. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 24:29-42.
- Johnston-Wallace, D.B., and Kennedy, K. 1944. Grazing Management Practices and Their Relationship to the Behaviour and Grazing Habits of Cattle. *Journal of Agricultural Science* 34:190-197.
- Jolly, G.M. 1954. Theory of Sampling. In. *Brown Dorothy: Methods of Surveying and Measuring Vegetation. Bulletin No. 42, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley. 1954.*
- Knott, J.C., Hodgson, R.E., and Willington, E.V. 1934. *Washington Agric. Exp. Station. Bulletin 295.*
- Lambourne, L.J.; and Reardon, T.F. 1963. Effect of Environment on the maintenance requirement of Merino Wethers. *Australian Journal of Agricultural Research* 14:272.
- Lynch, P.B. 1960. *Conduct of Field Experiments. Bulletin No. 399. New Zealand Department of Agriculture, 1960.*
- McDonald, I.W. 1962. In *A review of Nitrogen in the tropics with particular reference to Pastures. A simposium. Bulletin 46. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, Berkshire, England. Pag. 43.*
- McMeekan, C.P. and Walshe, M.J. 1963. The Inter-relationship of Grazing Method and Stocking Rate in the Efficiency of Pasture Utilization by Dairy Cattle. *Journal of Agricultural Science* 61:147-166.
- McMeekan, C.P. 1956. *Grazing Management and Animal Production. Proceedings of the VII. International Grassland Congress. Pag. 146.*

Monti, Horacio y Tellechea, Hector. 1965. Concentrados como suplemento de las Pasturas en la Alimentación de Vacas Lecheras en Producción. Revista de Investigaciones Agropecuarias, Serie 1, INTA, Buenos Aires, República Argentina, III (1):1-10.

Morley, F.H.W. and Speding, C.R.W., 1968. Agricultural Systems and Grazing Experiments. *Herbage Abstracts* 38 (4):279-287.

*Morley, F.H.W. - The Biology of grazing management. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 6:127-136*

Mott, G.O. 1964. Interpretación correcta de Resultados con Animales en Experimentos de Pastoreo. En. Empleo de Animales en las Investigaciones sobre Pasturas. Symposium realizado en La Estanzuela. Uruguay (Ed.O.P) Pag. 73-97.

Mott, G. 1960. Grazing Pressure and the Measurement of Pasture Production. Proceedings of the VIII International Grassland Congress, 1960. Pag. 606-611.

Mott, G.O. 1957. Método de Avaliação da Produção de Pastagens. Palestras Pronunciadas no Departamento de Produção Animal, Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Iber Research Institute, Sao Paulo, Brazil.

Mott, G.O. and Lucas, H.L. 1952. The Design, Conduct and Interpretation of Grazing Trials on Cultivated and Improved Pastures. Proceedings of the Sixth International Grassland Congress. Pag. 1380-1385.

National Research Council. National Academy of Sciences. 1971. Nutrient Requirements of Dairy Cattle No. 3. Fourth Revised Edition. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

National Research Council. National Academy of Sciences. 1970. Nutrient Requirements of Beef Cattle. No. 4. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

National Research Council. National Academy of Sciences. 1964. Nutrient Requirements of Sheep. No. V. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Paladines, Osvaldo; Cañas, Raul; Duarte, Rolando; Ovejero, Miguel Angel; Rojas, Marcos; y Kachele, Thomas. 1971. Digestibilidad, Consumo y Requisitos de Mantenimiento de Capones en Pastoreo con Relación a la Carga Animal. Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Memoria, Vol. 6. Pag. 109-110.

Paladines, O.L., and Giergoff, M., 1967. Use of an Indirect Approach to the Measurement of the Energy Value of Pasture for Grazing Sheep. Energy Metabolism of Farm Animals. Ed. Blaxter, K.L., Kielanowski,

J. and Thorbaek, Grata. (Proceedings of the 4th. Symposium Energy Metabolism, Warsaw, Poland) E A A P Publication No. 12). Pag. 253-260.

Petersen, R.G., Lucas, H.L. and Mott, G.O. 1965. Relationship Between Rate of Stocking and per Animal, and per Acre Performance on Pasture. *Agronomy Journal* 57 (1):27-30.

Quintero, Jairo; Ruíz, Alfredo; Lotero, Jaime y Reyes, Luis. 1971. Incremento de la Producción de Carne, Usando Diferentes Sistemas de Control de Malezas. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria* 6:226.

Rojas de la Torre, Marcos. 1967. Efecto de Diferentes Cargas Animales sobre el Consumo y la Digestibilidad de una Pradera de *Trifolium repens* y *Phalaris tuberosa*. Tesis M. Sc. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay. 1967. 68 Páginas.

Spedding, C.R.W., Betts, J.E., Lage, R.V., Wilson I.A.N. and Penning, P. D., 1967. Productivity and Intensive Sheep Stocking over a Five Year Period *Journal of Agricultural Science* 69 (1):47-70.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics* McGraw-Hill Book, New York, 1960.

Tilley, J.M.A., and Terry, R.A. 1963. A Two Stage Technique for the *in vitro* Digestion of Forage Crops. *Journal of the British Grassland Society* 18:104-111.

Van Soest, P.J. and Moore, L.A. 1965. New Chemical methods for Analysis of Forages for the Purpose of Predicting Nutritive Value. *Proceedings of the 9th International Grassland Congress* p. 783-789.

Wheeler, J.L. 1962. Experimentation in Grazing Management. *Herbage Abstracts* 32 (1):1-7.

Willoughby, W.M. 1959. Limitación de la Producción Animal Imposada por las Fluctuaciones Razonales en el Pastoreo por procedimientos de manejo. *Australian Journal of Agricultural Research* 10:258-268.