

José Manuel

DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA PARA LA ZONA TEMPLADA
INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOERGER"
DEL MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA DEL URUGUAY

BIBLIOTECA Y SERVICIO DE DOCUMENTACION
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
DUPLICADOS
Autorizado su traspaso

Manual sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas

ANDREW L. GARDNER

IICA — ZONA SUR

MONTEVIDEO

1987



Waubay 584.9 62261e 1967

**Estudio sobre los métodos agronómicos
para la evaluación de las pasturas**



Univ. 584.9 62261e 1967

**Estudio sobre los métodos agronómicos
para la evaluación de las pasturas**

Impreso en Montevideo, Uruguay

1967

**Todos los derechos reservados por el
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A.
Prohibida la reproducción sin permiso.**

**CENTRO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA PARA LA ZONA TEMPLADA
DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOERGER"
DEL MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA DEL URUGUAY**

Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas

ANDREW L. GARDNER

IICA — ZONA SUR

PROLOGO

Dada la importancia económica que para los países de la zona templada tiene la producción ganadera, el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A. inició en 1954 un programa regional dirigido a ampliar los conocimientos existentes entre los técnicos de la región sobre los fundamentos y principios básicos del manejo de las pasturas. Este propósito se cumplió a través de varios cursos nacionales e internacionales y seminarios que se ofrecieron en los países de la Zona: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

En 1962 el IICA dio un nuevo paso en el desarrollo de este programa regional al establecer en La Estanzuela, juntamente con el Gobierno del Uruguay, un Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada. El objetivo principal de este Centro es la capacitación de profesionales al nivel de postgrado en distintas ramas de la ganadería, habiéndose dado particular énfasis al manejo de las pasturas y producción del forraje, campo que está a cargo del Dr. Andrew Gardner, autor de este Estudio.

Los cursos de Ganadería y Pasturas se llevan en forma paralela con un programa interdisciplinario de investigaciones en producción animal que sirve de sustentación a la enseñanza. A la vez, estas investigaciones originan nuevas ideas, métodos y técnicas experimentales que pueden contribuir a perfeccionar los trabajos y programas similares que se llevan a cabo en los países de la región.

Progresivamente, el cuadro original que al comienzo de la década de 1950 estaba dominado por la botánica descriptiva y la taxonomía, se fue completando con la ecología y microclimatología, la fertilidad del suelo, y el ciclo de los principales elementos minerales, la fisiología del crecimiento de las plantas forrajeras, la nutrición y fisiología de los animales de pastoreo y otras materias afines que deben formar parte integral del conocimiento de los técnicos especializados en el manejo de las pasturas y producción de forraje.

Las investigaciones relacionadas con la producción de forrajes y su transformación en productos animales, constituye uno de los campos más intrincados de las investigaciones agronómicas. Esto es debido principalmente a las múltiples interacciones que ocurren entre el suelo, las plantas forrajeras, los componentes del clima y los animales, y a la falta de métodos científicos de bajo costo y fácil aplicación en condiciones de campo, que per-

mita aislar cada factor y cuantificar su efecto específico en la producción global de un sistema forrajero determinado.

El Dr. Gardner y los estudiantes graduados de distintos países que pasaron por este Centro, han acumulado a través de sus investigaciones y tesis, datos y experiencias que arrojan nueva luz sobre las posibilidades y limitaciones de las diversas técnicas experimentales para la evaluación agronómica de las pasturas.

El autor de este Estudio ha dedicado buena parte de su carrera de investigador a evaluar especies, variedades y diversos tratamientos impuestos a las pasturas. Su experiencia personal, por lo tanto, es muy amplia en esta materia y el hecho de que este Estudio esté basado parcialmente en datos obtenidos en investigaciones realizadas en La Estanzuela, le da a esta publicación un valor especial para los agrostólogos latinoamericanos y en particular a los de la Zona Templada.

La Zona Sur del IICA se complace en ofrecer este "Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas", confiando que los lectores interesados en este tema encontrarán aquí una fuente valiosa de información y referencia.

MANUEL RODRÍGUEZ Z.,
Director Regional
Zona Sur — IICA.

EDUARDO S. BELLO,
Director
Centro de Investigación y
Enseñanza para la Zona Templada.

La Estanzuela, julio de 1967.

PREFACIO

El material aquí presentado es parte del curso "Técnicas Experimentales para la Evaluación de Pasturas", dictado en la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay.

Los datos utilizados en la Sección V y en el ejemplo de "Técnicas de doble muestreo" fueron recogidos por los estudiantes graduados en La Estanzuela, a quienes expreso mi agradecimiento.

Agradezco también a mis colegas Dr. Osvaldo Paladines, al Ing. Rafael De Lucía e Ing. Constancio Lázaro, por su revisión final del manuscrito y sus muchas sugerencias útiles. También quiero agradecer a la Sra. Laura D. de Ipharraguerre, por su ayuda a la traducción del manuscrito original, y a la Sra. Elsa L. de Cabrera, nuestra bibliotecaria, por la corrección de las referencias bibliográficas.

Quedo reconocido al Gobierno uruguayo, el que, a través del Ministerio de Ganadería y Agricultura, posibilitó la realización de mi trabajo de investigación durante los últimos cinco años, puesto que, sin el estímulo de la investigación activa, esta pequeña contribución al estudio de los métodos para la evaluación de las pasturas, nunca hubiera sido escrita.

ANDREW L. GARDNER.

La Estanzuela, julio de 1967.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	pág. 11
--------------------	---------

Sección I:

EVALUACIÓN POR CORTE	pág. 15
Frecuencia de corte	" 15
Altura de corte	" 21
El contenido de leguminosas y altura de corte ..	" 25
El hábito de crecimiento y altura de corte	" 26
Influencia de las leguminosas asociadas	" 29
Efecto del nitrógeno disponible	" 31
Uso de plantas aisladas	" 32

Sección II:

EVALUACIÓN BAJO PASTOREO	pág. 35
Influencia de las excreciones	" 35
Pastoreo selectivo	" 40
Efecto del pisoteo	" 45

Sección III:

PASTOREO DE PARCELAS PEQUEÑAS	pág. 49
Transferencia de fertilidad	" 49
Pastoreo irregular	" 51
La necesidad de pastorear	" 53

Sección IV:

APLICACIÓN PRÁCTICA	pág. 55
Mecánica de corte en las parcelas	” 55
Simulación de las excreciones de los animales ..	” 59
El uso de jaulas	” 62
Doble muestreo	” 64

Sección V:

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA Y DEL PESO VERDE	pág. 69
BIBLIOGRAFÍA	” 77

Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas

INTRODUCCION

La evaluación de la productividad de las pasturas es más complicada que la de otros cultivos porque tenemos que considerar, no solamente el complejo suelo-planta, sino el complejo suelo-planta-animal.

Aunque los productos de origen animal son el objetivo final de cualquier sistema de producción de forraje, la dificultad, tanto física como técnica, para medir la producción de las pasturas en términos de productos de los animales, ha llevado al desarrollo de una cantidad de técnicas de evaluación que ignoran o tratan de simular los efectos del animal en pastoreo.

La importancia del estudio de las técnicas agronómicas se basa en el hecho de que la mayoría de las investigaciones con pasturas se conducen sin referirlas a un producto del animal. Es necesario, por tanto, estudiar estas técnicas para comprobar su validez y utilidad.

El propósito de esta publicación no es describir en detalle todas las distintas técnicas que se usan, ya que existen excelentes libros sobre esta materia (4, 10, 48, 53, 57, 62). Se espera que descubriendo aquellos factores inherentes a las distintas técnicas, que pueden afectar los resultados de los experimentos con pasturas, el investigador estará en mejores condiciones para elegir la más adecuada a su experimento en particular. También se espera que en esa forma podrá evitar favorecer o perjudicar algún o algunos tratamientos durante su experimento.

Hay cuatro aspectos básicos a tener en cuenta en la productividad de las pasturas:

1. La cantidad de forraje producido.
2. La cantidad de ese forraje que es consumido por el animal.
3. La digestibilidad de los nutrientes consumidos, y
4. La utilización metabólica de los nutrientes.

En esta discusión nos interesa principalmente el forraje producido, pero la cantidad que come el animal debe también ser considerada, ya que ésta puede afectar tanto la cantidad como la calidad del forraje disponible.

Los aspectos agronómicos de la productividad de las pasturas se pueden medir sin referirse a la producción animal potencial.

Aun cuando no fuera difícil la conducción de experimentos donde se mide la respuesta animal, el gran número de especies, variedades, manejos y respuestas a fertilizantes que deben ser probadas, hacen imperioso el uso de técnicas con menores requisitos de tierra, mano de obra y dinero que los ensayos de pastoreo. Lynch (48) dice que "el método perfecto para medir la producción de la pastura no ha sido inventado aún". Esta afirmación es cierta y mucho queda por hacer al respecto. Entretanto, debemos proseguir nuestras investigaciones con las herramientas de que disponemos.

Si el forraje se pudiera vender directamente, se simplificaría el trabajo del especialista en pasturas, porque podrían ignorarse el animal en pastoreo y sus efectos en las pasturas. Como esta situación sólo sería válida en el caso de producción de heno para la venta, el animal debe incluirse en algún momento de las investigaciones, ya que su efecto es importante. Esto no quiere decir que no se pueda obtener mucha información útil sin animales en pastoreo, ni que no se puedan realizar recomendaciones a los productores sin estas bases. Pero en el caso de que el investigador se decida por la simple prueba de corte, debe conocer el alcance de la exclusión de animales.

No se puede, desde luego, hablar de "una simple prueba de corte" porque muy a menudo, lo que parece a primera vista sencillo, puede ocasionar una serie de complejas interacciones que hacen muy difícil la interpretación de los datos.

Es oportuno preguntarse: ¿por qué la evaluación de pasturas crea tales problemas? Básicamente, porque los métodos usados para medir el rendimiento, tienen efecto sobre el mismo. Esto es así tanto en praderas cortadas como pastoreadas, porque el efecto de un corte puede estar afectando los cortes sucesivos.

El hecho de que la técnica empleada influye en el rendimiento obtenido, no es necesariamente una razón para desechar la técnica, si estamos interesados solamente en rendimientos comparativos entre tratamientos. Sin embargo, si hubiera interacción entre tratamientos y métodos de evaluación, se obtendrían resultados falsos.

Se puede hacer una elección de técnica correcta, que dé respuesta a los interrogantes que se plantean en un experimento, si conocemos los efectos de cada una de ellas, así como sus limitaciones.

Se espera que esta publicación sea un llamado de atención sobre los efectos fundamentales de varias técnicas experimentales, que ayude al experimentador en la elección del método apropiado.

Los ejemplos tomados de la literatura universal, para ilustrar los distintos puntos de discusión, constituirán un antecedente útil para los ingenieros agrónomos o estudiantes de Agronomía que se interesen en estudios más detallados.

SECCIÓN I

EVALUACION POR CORTE

El método más simple y usado más frecuentemente en la evaluación de pasturas, es el corte y pesada del forraje. Hay muchas variaciones de esta técnica, pero esencialmente los resultados se calculan por el peso del pasto en un área conocida.

Frecuencia de corte.

Elegida una técnica de corte, el investigador debe luego decidir con qué frecuencia se van a cortar las parcelas. No es una decisión fácil y, como se demostrará, puede tener marcados efectos sobre los resultados obtenidos.

Lo más común y aparentemente lo más lógico, es cortar todas las parcelas el mismo día, y en muchos casos éste es el mejor procedimiento. Sin embargo, cuando se trata de especies o variedades de gramíneas que varían considerablemente en sus fechas de maduración, se puede introducir cierto error al elegir una sola fecha de corte para todos los tratamientos.

Para ilustrar este punto nos referiremos primero a un experimento que incluye una comparación de tres variedades de *Lolium perenne* bajo tres frecuencias de corte [Gardner (23)].

La figura N° 1 muestra las curvas de rendimiento acumulado de dos de estas variedades, Nueva Zelandia y S23, durante un año de experimento. En la figura N° 1 A el primer corte de la estación se hizo el 2 de mayo, mientras que en la figura N° 1 B, las curvas son el resultado de un primer corte el 19 de mayo. También se puede observar que después del primer corte, los siguientes bajo ambos manejos se hicieron aproximadamente con intervalos de un mes.

En el tratamiento de corte más temprano, no hubo mayores diferencias entre variedades, obteniendo el S23 una ligera ventaja a medida que avanzaba el año. En contraste, atravesando el primer corte, el Nueva Zelandia comenzó con una gran ventaja y la mantuvo a lo largo del año.

Suponiendo que un investigador hubiera tenido que elegir entre estas dos fechas de corte, y se hubiera decidido por uno u otro manejo, las conclusiones que habría sacado respecto al valor relativo del Nueva Zelandia y el S23 dependerían de su elección.

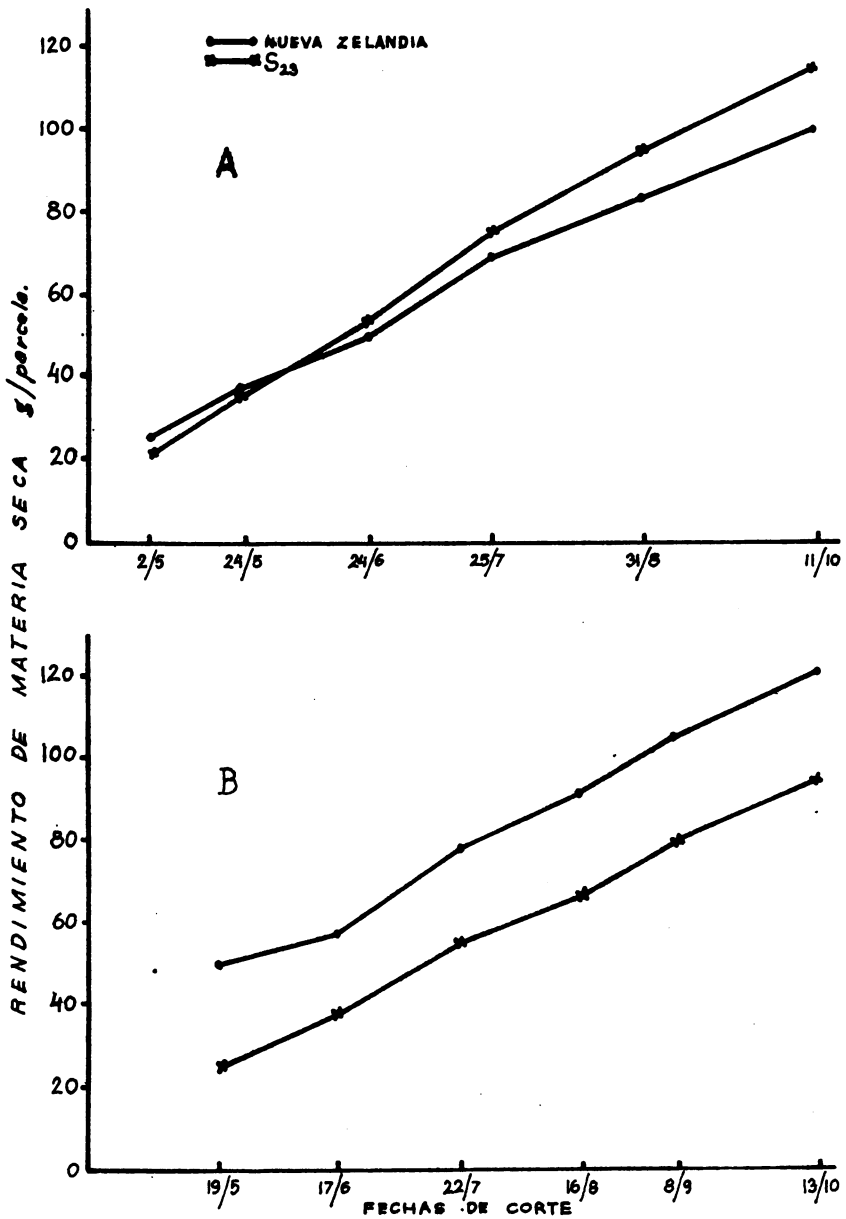


FIGURA N° 1.—Rendimiento acumulado de materia seca de dos variedades de *Lolium perenne* bajo dos manejos de corte [Gardner (23)].

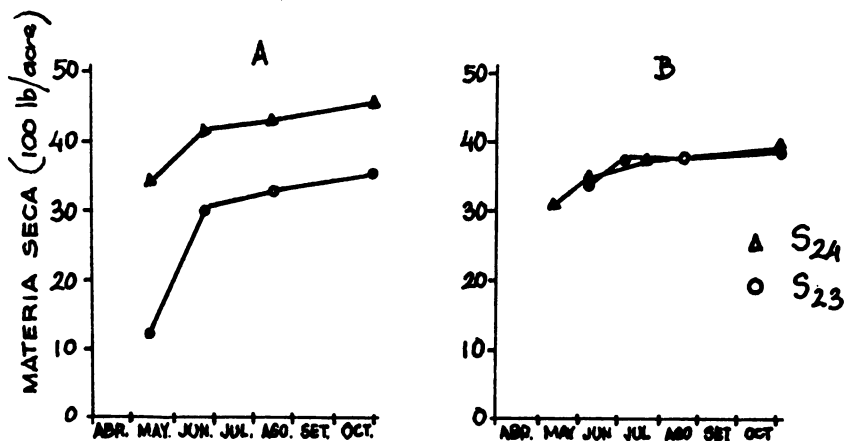


FIGURA N^o 2.—Rendimiento acumulado de materia seca de dos variedades de *Lolium perenne* bajo dos tratamientos de corte. A: Primer corte (mayo 13). B: Primer corte al estado de emergencia de espiga [Green y Eyles (27)].

Green y Eyles (27) encontraron una situación similar, también con variedades de *Lolium perenne*. Las variedades fueron cortadas por primera vez: a) en una fecha prefijada, o b) en el momento de la emergencia de la primera espiga para cada variedad.

En la figura N^o 2 A, que muestra los rendimientos cuando se hizo el primer corte el 13 de mayo, la variedad S24 sobrepasó considerablemente a la S23, pero cuando las variedades fueron cortadas en sus fechas respectivas de emergencia de la espiga (S24 el 11 de mayo, S23 el 9 de junio) los rendimientos totales fueron prácticamente idénticos (figura N^o 2 B).

La razón de estos cambios drásticos en rendimientos relativos debe buscarse en las diferentes fechas de maduración de las variedades.

En el caso de Green y Eyles, la diferencia de fecha de emergencia de espiga de S24 y S23 fue casi de un mes; mientras que en el ejemplo anterior [Gardner (23)] había una diferencia de fecha similar entre Nueva Zelandia y S23.

Para entender porqué esas diferencias en las fechas de emergencia de la espiga interaccionan con la fecha de corte, es necesario seguir los cambios fisiológicos que tienen lugar en las plantas de raigrás antes y durante el período de floración. Las etapas principales se ilustran en la figura N^o 3.

Durante la fase vegetativa, el rendimiento está determinado por la habilidad de la planta para producir nuevos macollos. Cuando comienza el alargamiento del tallo y hasta la espigazón

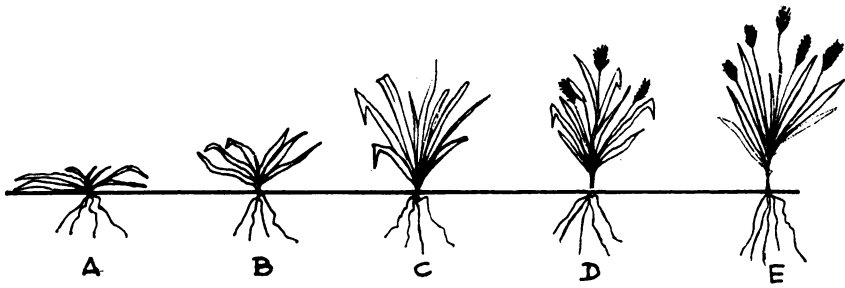


FIGURA N^o 3.— Estados de crecimiento de una planta de gramínea antes y durante la fase reproductiva. A: Estado vegetativo. B y C: Elongación de tallos. D: Emergencia de la inflorescencia. E: Producción de flores y semillas.

y un poco después, hay un período de crecimiento rápido en que las ganancias diarias de materia seca son muy grandes. Una vez ocurrida la antesis, el incremento decae rápidamente y puede ser negativo en un tapiz denso, donde las hojas basales están muy sombreadas.

Aparece claramente que si estamos comparando dos variedades o especies con diferente época de maduración, y una de ellas ya ha entrado en la fase de crecimiento máximo antes que se haga un corte, esta variedad o especie será favorecida.

Los resultados de los dos ejemplos pueden ser ahora fácilmente interpretados.

En la comparación de Nueva Zelandia y S23 (figura N^o 1) el corte temprano se hizo antes de que el Nueva Zelandia hubiera entrado en su etapa de crecimiento rápido, y no se encontró una gran diferencia entre los tratamientos. El corte más tardío le dio tiempo al Nueva Zelandia para alcanzar esta fase de crecimiento rápido, no así al S23 y, por lo tanto, el rendimiento de aquel fue muy superior.

En el segundo ejemplo, corte hecho el 13 de mayo, en la S24 ya había emergido la espiga, mientras que en la S23 no y, por lo tanto, la S24 brindó un rendimiento mayor. Es obvio que este manejo favoreció al S24, pues cuando ambas variedades fueron cortadas en sus respectivas fechas de espigazón, desapareció la diferencia a favor de la S24.

Para aclarar y ampliar estos conceptos, veamos qué pasa cuando se evita o se retarda la formación de espigas por el corte del meristemo apical, como sucede cuando se efectúa un corte por debajo del punto de crecimiento.

Otros resultados sacados de nuestro primer ejemplo ilustrarán este punto. En el cuadro N^o 1, en que se compara Irish (otro tipo de madurez temprana) con S23, se puede ver que si se hace

un solo corte (5 de mayo), el primero sobrepasa considerablemente en rendimiento al segundo. Si se hacen dos cortes en vez de uno, aproximadamente en el mismo periodo de tiempo, el S23 rinde más que el Irish. Una situación similar es evidente en la comparación de la variedad temprana Nueva Zelandia y la tardía S23. En ambos casos, en que sólo se efectuó un corte

CUADRO Nº 1

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (g./pie cuadrado)
DE TRES VARIEDADES DE *LOLIUM PERENNE*
BAJO VARIOS CORTES [GARDNER (23)]

Fecha de los cortes	Variedades	
	Irish	S23
Mayo 5, 1959	37,8	19,8
Abril 18 + mayo 7, 1959	21,6	27,4
	Nueva Zelandia	S23
Mayo 19, 1960	49,2	24,0
Mayo 2 + mayo 24, 1960	37,3	35,2

tardío, las variedades tempranas ya habían pasado su fase de crecimiento máximo. Pero cuando este crecimiento fue alterado por un corte temprano, con la eliminación del ápice del tallo en las variedades tempranas, entonces el nuevo crecimiento se hizo más lento, debiéndose formar otros macollos con el resultado de que su rendimiento no fue tan elevado como el de S23.

Jones (41) informó sobre resultados similares en *Phleum pratense*.

La gran influencia de la fase reproductiva sobre los rendimientos de pasto fue ampliamente demostrada por Knight (42) quien examinó variedades de *Dactylis glomerata* y encontró que el patrón del crecimiento estacional estaba regido por la fecha de emergencia de las espigas.

Este problema de la frecuencia de corte se presenta, por lo tanto, durante el período de alargamiento del tallo y la floración. En los demás períodos de crecimiento, la habilidad de un pasto para producir forraje es una función del número y tamaño de los macollos producidos y, en iguales condiciones, la frecuencia de corte afectará a todas las variedades de la misma manera.

La pregunta que nos queda por contestar es: ¿cómo podemos disponer la frecuencia de corte para evitar esta dificultad? La respuesta dependerá, en gran parte, del objetivo del experimento. Si el objetivo es determinar cuáles especies o variedades rinden más bajo condiciones óptimas, entonces el manejo se orientará para que el potencial de las plantas pueda manifestarse. Esto, por supuesto, implica un conocimiento previo de ciertas características, tales como el momento de emergencia de la espiga. Durante la fase reproductiva crítica, las parcelas podrían ser cortadas en diferentes fechas, según el estado de desarrollo de las plantas y en el resto del año, en las fechas de corte comunes. Para facilitar este tipo de ensayo, las variedades o especies se agruparían por fechas de maduración y se aplicaría en cada grupo un plan de corte común.

Otra alternativa sería utilizar una serie de frecuencias de corte sobre todas las variedades, de modo de determinar cualquier interacción entre la fase de crecimiento y la fecha de corte. Este sistema puede también servir de guía para el mejor manejo de una variedad o especie, ya que la frecuencia de defoliación es un factor muy importante en el manejo.

Anslow (3) ha sugerido otro método en el que la fecha de corte se ha diseñado para cubrir diferencias en la fecha de maduración. Este sistema necesita tres parcelas por tratamiento para cada repetición. Una parcela diferente se corta cada semana, y se calcula el crecimiento diario dividiendo el rendimiento por el número de días desde el corte anterior. El rendimiento del período es tomado como la media de las tres estimaciones de crecimiento obtenidas. Esto ayudará a evitar los errores resultantes de un sistema común de cortes para todos los tratamientos.

Nuestros ejemplos anteriores se han referido a gramíneas, pero la frecuencia de corte puede tener también efecto en las variedades de leguminosas. Los datos del cuadro N^o 2 pertenecen a un ensayo de variedades de *Lotus corniculatus*, en el que hubieron dos frecuencias de corte. Se puede observar que, bajo los cortes más frecuentes, no hubo diferencias significativas entre las variedades. Cuando se hicieron menos cortes (y se permitió a las plantas un mayor crecimiento) aparecieron grandes diferencias. En este caso, la interacción entre manejo y variedad, no se debió a diferentes fechas de maduración, sino a diferentes hábitos de crecimiento.

La variedad Empire es de crecimiento muy rastrero, por lo que evidentemente no se benefició con un período más largo de crecimiento, mientras que las variedades Viking y Mugello, que son tipos erectos, pueden producir una buena cosecha de henos. También en este caso, con un solo manejo, se hubiera perdido valiosa información.

CUADRO Nº 2

RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (ton./há.)
DE VARIEDADES DE *LOTUS CORNICULATUS*
BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO [CENTENO (15)]

	Viking	Mugello	Empire
8 cortes	27,0 a	26,0 a	18,5 a *
6 cortes	51,5 b	65,9 a	24,0 c

* Dentro de cada manejo, valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($P < 0,05$).

Algunas interacciones importantes fueron notadas por Wilson (69) entre especies y métodos de muestreo, y sugirió que cada especie o mezcla debería probarse bajo varios manejos o bajo sus óptimas condiciones.

Es difícil aceptar esta última sugerencia, ya que no podemos conocer las condiciones óptimas, si previamente no hemos evaluado la especie o mezcla bajo varios manejos.

Los problemas antes mencionados dejan de existir cuando el investigador puede determinar definitivamente que un manejo dado es el único que le interesa o que es el apropiado para esa planta. Sin embargo, Green y Eyles (27) han indicado que las plantas forrajeras están sujetas normalmente a todo tipo de manejo por el productor. Con el propósito de obtener las ventajas de las variedades mejoradas, los productores podrían cambiar sus métodos tradicionales de manejo.

En los lugares donde hay poca o ninguna información disponible sobre el comportamiento de especies o mezclas, la tarea que enfrenta el agrónomo es investigar la reacción al manejo del material con el que está trabajando.

Las técnicas experimentales que deben ser empleadas dependerán de las condiciones locales y de la interpretación del agrónomo sobre la utilización de las especies.

Altura de corte.

Decididas la o las frecuencias de corte, se debe tomar una decisión sobre la altura del mismo. Es decir, la altura de la guadañadora sobre el suelo. Con la maquinaria usada comúnmente para cortar parcelas, las alturas de corte pueden variar desde el nivel del suelo hasta los 7-8 cm.

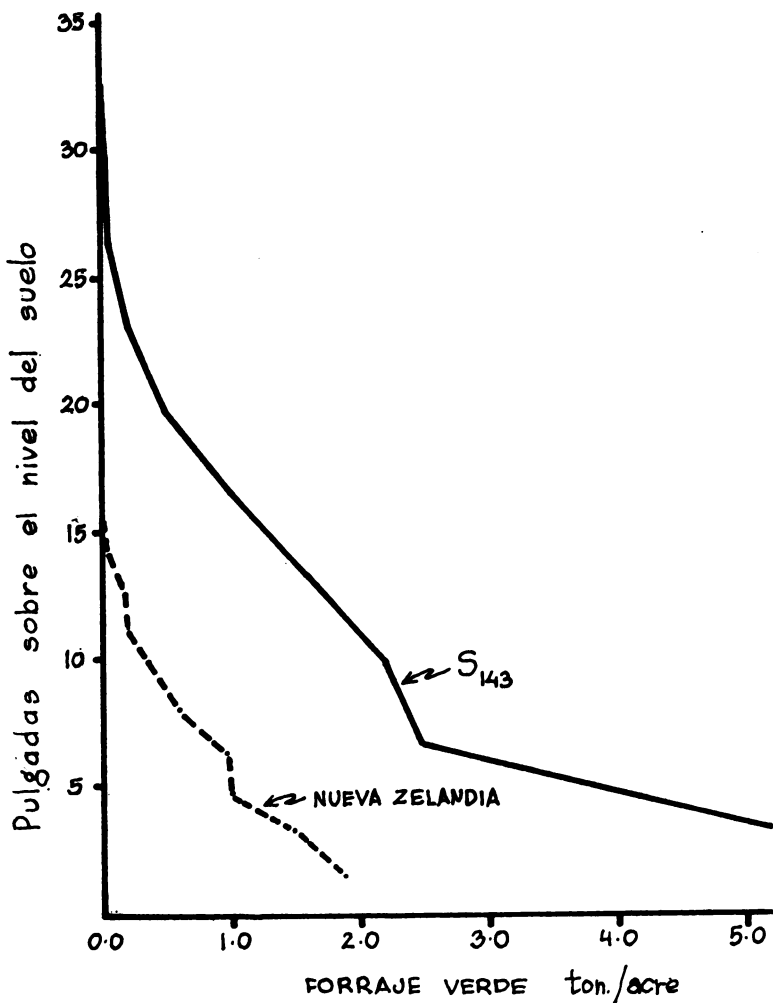


FIGURA N° 4.— Distribución del forraje verde según la altura sobre el nivel del suelo en *Dactylis glomerata* (S143) y *Lolium perenne* (Nueva Zelanda). Adaptación de Hunt (39).

En la figura N° 4, construída con datos de Hunt (39), se puede observar que en un tapiz, el mayor porcentaje de forraje se encuentra en las capas más bajas. Esto significa que ligeras variaciones en la altura de corte de esta zona, pueden cambiar significativamente la estimación de rendimiento.

Según resultados de Brougham (8), cuanto más bajo sea el corte, menor será la velocidad de rebrote, como resultado de un

menor Índice de Area Foliar. Como consecuencia, el corte bajo conducirá a reducir los rendimientos. Reid (54) en cambio, no encontró esta relación, y más bien un rendimiento total más elevado con un corte bajo. Reid explica sus resultados indicando que probablemente se debían a que el corte bajo, al inhibir la formación de espigas, aumentaba la producción de hojas y, en consecuencia, el rendimiento. Sin embargo, señaló que los resultados de un ensayo en que se comparen alturas de corte, dependen del lapso entre cortes. Esto se explica porque el rebrote de un corte alto llegará a su máxima rapidez de crecimiento antes que el rebrote de un corte bajo. Sin embargo, un segundo corte realizado cuando el crecimiento del rastrojo más alto ha llegado al punto de máximo crecimiento, favorecerá este tratamiento. En cambio, si el segundo corte es retardado hasta que el rebrote del rastrojo más bajo alcance también el punto de máximo crecimiento e intercepción de la luz, entonces la posición se puede invertir ya que, durante ese tiempo, el forraje del rastrojo alto puede permanecer en una fase estática o de declinación, en la cual el nuevo crecimiento está balanceado o excedido por las pérdidas debidas a la descomposición en las capas más bajas.

Frame (21) encontró que las praderas de raigrás/trébol blanco cortadas o pastoreadas bajo, dieron un mayor rendimiento que cuando se defoliaron más alto.

Hunt (40) ofrece una explicación de los resultados divergentes obtenidos por Reid (54), Frame (21) y Brougham (8). Hunt encontró que los materiales envejecidos y descompuestos se acumulan rápidamente en un tapiz, tan pronto como se llega a la completa intersección de la luz. En condiciones de poca humedad, estos materiales muertos serán cosechados en el siguiente corte, pero cuando prevalecen las condiciones húmedas, tienden a desaparecer. Sin embargo, dejando un rastrojo más alto, que permite un rebrote más rápido, también se produce una descomposición más rápida y la acumulación de material muerto.

Un corte subsiguiente o pastoreo bajo, en regiones secas, incluiría ese material, pero cuando la descomposición es rápida como en el caso de Reid (54), ese material se perdería.

Taylor y Rudman (65) también discutieron este problema y sacaron la conclusión que los rendimientos más altos encontrados por Reid serían el resultado de una mayor utilización del forraje disponible y no de un estímulo de crecimiento.

Aunque estas explicaciones pueden señalar las diferencias encontradas en el rendimiento de materia seca en los trabajos revisados, es posible que el material seco y descompuesto tenga un valor nutritivo más bajo que las hojas verdes, y así, la recolección del material acumulado muerto podría alterar el valor nutritivo de la pastura. Taylor y Deriaz (64) encontraron una

alta correlación negativa ($r = -0.92$, $P < 0.001$) entre la cantidad de material muerto y la digestibilidad *in vitro* de las pasturas.

De un modo similar, Miles *et al.* (52) comparando forrajes verdes y en descomposición de varias especies de gramíneas encontraron la siguiente composición promedio:

	Digestibilidad <i>in vitro</i> %	Carbohidratos solubles en agua %
Material verde	76	18
Material muerto	47	4

Como lo demuestra Campbell (14), la acumulación de material muerto puede tener una importancia considerable. Este autor encontró que al final del verano el material muerto llegaba al 36 ó 49% de la materia seca disponible para el animal en pastoreo. Donde la carga animal y la utilización del forraje fueron bajas, el porcentaje de material muerto fue elevado.

Por lo tanto, parece que la altura del rastrojo (o grado de utilización) puede afectar no solamente el rendimiento de materia seca, sino también su valor nutritivo. Sería erróneo, además, hacer una estricta comparación entre el rendimiento de materia seca en un tratamiento conteniendo un mayor porcentaje de material muerto que otro. La cantidad de material muerto no es solamente una función de la altura del rastrojo, sino también de la frecuencia de defoliación, ya que la altura y densidad de la cubierta vegetal tiene un efecto importante. Por supuesto, esto puede variar con las especies y como lo demostró Campbell (14), con la época del año.

Más información sobre el efecto del Índice de Area Foliar en la rapidez de rebrote ha sido presentada por Anslow (3), quien encontró que durante el período de alargamiento del tallo y emergencia de espigas, la cantidad de rastrojo dejado después del corte, y por lo tanto el Índice de Area Foliar, no tenía relación con la velocidad de crecimiento. El trabajo de Anslow se hizo con *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense*. Sus resultados sugieren que durante la etapa de crecimiento rápido, relacionada con el ciclo reproductivo, la velocidad de crecimiento no es debida a la cantidad de luz interceptada. Una conclusión similar se puede sacar del trabajo de Knight (42). Holt y Mc Daniel (35) usando *Paspalum dilatatum* tampoco encontraron relación entre la altura del rastrojo y el rendimien-

to, aunque observaron una ligera reducción en rendimiento de *Panicum coloratum* como resultado del corte bajo.

Considerando todos los aspectos relativos a los efectos de la altura de corte en gramíneas, parecería que en ciertos momentos del año se encontrarían diferencias entre alturas, en términos de incremento de crecimiento, pero como el corte bajo sacaría más del pasto disponible, entonces este tratamiento mostraría el mayor rendimiento. No obstante, si estamos fuera del período de floración y el rastrojo alto se traduce en un mayor incremento de crecimiento, los rendimientos pueden ser regidos por el intervalo entre cortes como fue sugerido por Reid (54).

El contenido de leguminosas y altura de corte.

En mezclas de gramíneas/tréboles se ha demostrado un marcado aumento del contenido de leguminosas cuando el corte se realiza más bajo [Hanson *et al.* (30), Sprague y Garber (63) y Robinson y Sprague (58)].

Este efecto ha sido atribuido a una reducción en la competencia por parte de las gramíneas, que permite un mayor desarrollo del trébol. Como el contenido del trébol puede influir en varios aspectos de la productividad de la pastura, es esencial que el investigador tenga bien claro cuales son éstos y que la altura de corte escogida represente la situación en la que van a ser aplicados los resultados.

Son obvios y generalmente aceptados algunos de los atributos de un trébol vigoroso, como el aumento en rendimiento total debido al nitrógeno fijado por la leguminosa y al elevado rendimiento de la misma. Existe, sin embargo, el hecho subrayado por Green y Cowling (26) de que la respuesta de una pastura a un fertilizante nitrogenado depende del contenido de trébol.

CUADRO Nº 3

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (100 lb./acre)
DE PASTURAS DE GRAMINEA + TREBOL Y DE GRAMINEA SOLA,
SIN Y CON FERTILIZACION NITROGENADA [REID Y CASTLE (55)]

		1960	1961	1962	\bar{X}	\bar{X} respuesta al N (kg. M. S./kg. N)
Gramínea + trébol . . .	N ₀	70,8	47,1	31,6	49,8	—
	N ₁	84,7	59,9	45,8	63,5	13,2
Gramínea sola	N ₀	33,6	18,0	14,0	21,9	—
	N ₁	57,7	44,9	41,0	47,9	25,0

Cuando éste es alto, la respuesta será baja y viceversa. Esto se puede observar en los resultados de Reid y Castle (55) presentados en el cuadro N° 3.

Se observa que en ausencia de trébol la respuesta a la fertilización nitrogenada fue aproximadamente duplicada.

Cuando se hacen comparaciones con el trabajo de otros investigadores, se debe tener cuidado de establecer claramente los métodos usados en la determinación de los rendimientos. Es cierto que si lo que interesa es solamente la comparación de tratamientos bajo un manejo determinado, los efectos de la altura de corte no son importantes. Pero, como se dijo anteriormente, el investigador debería conocer las posibles consecuencias de los cambios en la técnica de corte. Se podría presentar el caso de que las especies de gramíneas en una mezcla de gramíneas/leguminosas reaccionarán de un modo diferente a un cambio en la altura de corte. Por ejemplo, una especie de gramínea puede resistir y macollar profusamente en un corte bajo, y de este modo restringir el crecimiento del trébol asociado, mientras que otra especie puede desaparecer o sufrir una reducción en la producción de macollos permitiendo así un rápido desarrollo del trébol. Es de imaginar que bajo un manejo más aliviado, ambas gramíneas competirían del mismo modo con el trébol, el cual suministraría la misma cantidad de nitrógeno a cada una.

Cuando se supone que se puede introducir una situación como ésta, se debería introducir la altura de corte como un tratamiento más.

El hábito de crecimiento y la altura de corte.

Aun en ausencia de trébol, la medida de rendimiento de especies o variedades de gramíneas puede ser afectada por la altura de corte, debido a diferencias en los hábitos de crecimiento.

Jones (41) hizo estimaciones de la cantidad de forraje cortado por una guadañadora convencional y por las tijeras de mano. El experimento se realizó con tres variedades bien distintas de *Dactylis glomerata*. Los resultados se muestran en la figura N° 5.

Se puede observar que no solamente los rendimientos totales, sino también los rendimientos relativos a las variedades, cambiaron según la altura de corte. Cuando se usó la guadañadora, gran parte del follaje de la variedad rastrera C quedó sin cortar. Cuanto más erecta fue la variedad, mayor fue el rendimiento registrado. Bajando la altura de corte, un mayor porcentaje de follaje de las variedades B y C fue cortado, pero muy poco más en la variedad más erecta, A.

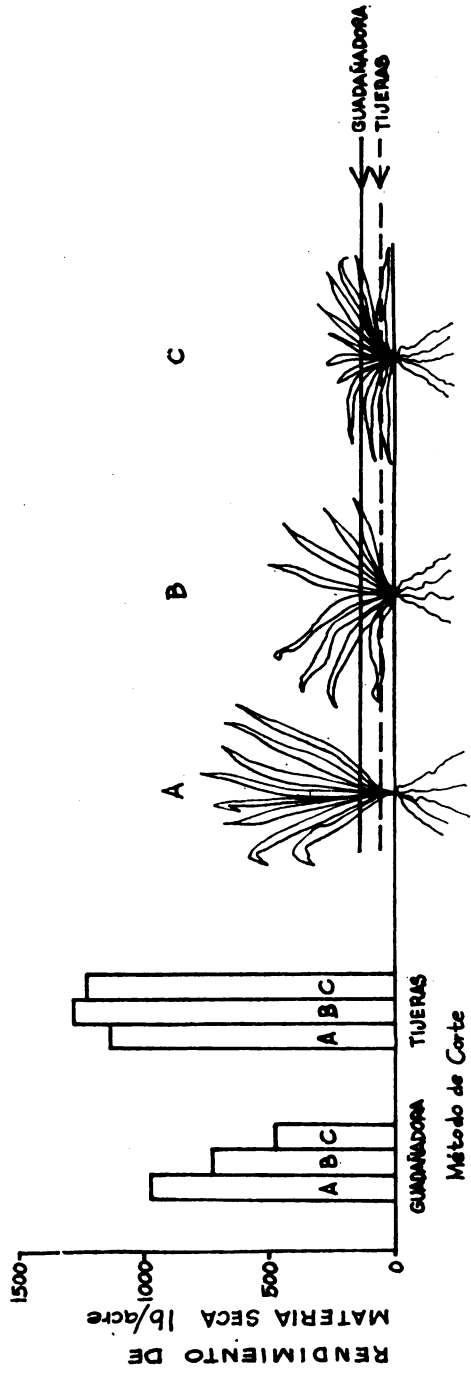


FIGURA Nº 5.— Interacción entre hábito de crecimiento de tres variedades de *Dactylis glomerata* y altura de corte. Adaptado de Jones (41).

Se podría tal vez esperar que como a la variedad C le quedan más hojas después del corte con guadañadora, el crecimiento subsiguiente excedería al de la variedad A, por lo cual se compensaría el crecimiento inicial subestimado. Esto, sin embargo, no es necesariamente cierto por tres razones: primero, una proporción similar del rebrote podría quedar otra vez por debajo de la hoja de corte; segundo, durante la fase reproductiva, el área foliar no controla necesariamente la rapidez de rebrote; y tercero, podría haber una pérdida considerable de materia seca por descomposición de las capas bajas y densas que quedan después del primer corte.

Discrepancias como la señalada existen en la literatura, llevando a la confusión en la evaluación de los resultados.

Por ejemplo, Hunt (38) comparó seis variedades de *Lolium perenne* cortando con una guadañadora y encontró que el S23 (una variedad rastrera) rindió constantemente menos que las otras. El hecho de que esta técnica de corte subestimó el rendimiento de S23 fue reconocido por Hunt en su discusión y ampliamente confirmado por el mismo investigador en otro ensayo en el mismo establecimiento, donde el valor relativo se estimó sobre la ganancia de peso en novillos en pastoreo [Hunt y Thomson (37)]. En este último experimento, S23 sobrepasó el rendimiento de Irish (una variedad más erecta) que había sido considerablemente superior bajo corte. Se puede dudar del valor de ensayos de corte llevados a cabo de esta manera.

Cuando se comparan algunas variedades de gramíneas o leguminosas y se sabe que una o más variedades tienen hábitos de crecimiento rastrero, requiriendo por lo tanto una altura de corte más baja que lo que se consigue con la guadañadora, hay dos procedimientos que pueden emplearse. La primera posibilidad es cortar las parcelas a mano o con tijeras eléctricas de esquilar. Si las parcelas son de tamaño normal (alrededor de 3×7 m.) la superficie para ser cortada a mano es excesiva. En este caso, la solución obvia es reducir el tamaño de las parcelas.

En ensayos realizados con parcelas de un pie cuadrado se han encontrado coeficientes de variación en el rendimiento dentro del rango normal (hasta 20%) para este tipo de experimento (23). Una de las grandes ventajas de emplear parcelas muy pequeñas es la reducción de la variación del suelo. Sin embargo, es necesario tener mucho cuidado al sembrar y obtener las muestras, ya que los errores se magnifican. Estas consideraciones no deberían impedir a los investigadores usar parcelas pequeñas, siempre que el material en investigación requiera su uso. De su uso puede resultar un ensayo digno de mayor confianza.

La segunda posibilidad es usar parcelas de tamaño normal y cortar pequeñas áreas a mano dentro de ellas. Una vez que se han sacado las muestras, toda el área puede ser pastoreada por

ovejas hasta la altura de corte requerida. Este método, aunque simple en apariencia, puede crear varios problemas que se discutirán más adelante.

Los ejemplos citados fueron en su mayoría de especies de la zona templada, pero los datos obtenidos (cuadro Nº 4) por Caro-Costas y Vicente-Chandler (12) muestran que las alturas de corte pueden ser igualmente importantes para gramíneas tropicales. El rendimiento de pasto Molasses fue reducido severamente por el corte bajo, mientras que los pastos Pangola, Pará y Napier aumentaron y el Guinea no fue afectado. Si se hubiera usado una sola altura de corte en este ensayo se habría perdido mucha información útil, y las conclusiones tendrían una aplicación limitada.

CUADRO Nº 4

RENDIMIENTO DE CINCO GRAMINEAS TROPICALES
BAJO DOS MANEJOS DE CORTE. Lb. DE MATERIA SECA/ACRE
[CARO-COSTAS Y VICENTE-CHANDLER (12)]

Altura de corte	Molasses	Pangola	Pará	Napier	Guinea *
7-10"	12056	19937	19740	23201	25223
	**	**	**	**	N. S.
0- 3"	3945	29296	24728	27880	24651

* Molasses (*Melinis minutiflora*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Pará (*Panicum purpurascens*), Napier (*Pennisetum purpureum*), Guinea (*Panicum maximum*).

** Diferencia significativa al nivel 1%.

N.S. Diferencia no significativa al nivel 5%.

En resumen, la altura de corte puede ser un factor vital que influye tanto en el rendimiento como en la calidad. Se debe, por lo tanto, considerar cuidadosamente cuáles y cuántas alturas de corte se deben incluir en el experimento.

Influencia de las leguminosas asociadas.

En algún momento de la evaluación de las especies o variedades de gramíneas es necesario conocer su comportamiento en asociación con una leguminosa, al menos que la asociación no sea útil en la práctica.

La leguminosa puede ser introducida en los pasos iniciales o más tarde, hasta obtener cierto conocimiento del potencial de la gramínea cuando crece sola y es fertilizada con nitrógeno. Hay, sin embargo, varios resultados publicados que muestran

que el orden de las variedades de gramíneas puede invertirse según el sistema de evaluación elegido. El trabajo de Hughes (36) ilustra el problema. Comparó dos variedades de *Lolium perenne*, Irish y S24, sembrados ambos con trébol blanco con y sin aplicación de nitrógeno. Cuando se aplicó nitrógeno y se suprimió el trébol, el S24 sobrepasó en rendimiento al Irish, pero sin nitrógeno se detectó muy poca diferencia entre las mezclas. Esta interacción se estableció porque, siendo S24 una variedad más agresiva y persistente, no permitió el desarrollo suficiente del trébol y la consecuente fijación del nitrógeno para llenar sus necesidades. Por otra parte, siendo la variedad Irish menos agresiva y menos persistente, permitió al trébol un desarrollo mayor y de este modo pudo igualar el rendimiento de la mezcla con S24. Cuando se aplicó nitrógeno, S24 no tuvo que depender enteramente del trébol como fuente de nitrógeno y pudo desplegar su mayor potencial para la producción de forraje.

Se puede argumentar que como la compatibilidad con el trébol blanco es uno de los puntos esenciales en las pasturas de raigrás perenne, la conclusión correcta de estos resultados sería que Irish y S24 tenían el mismo valor. Green y Corral (28) sin embargo, indican que si se va a hacer una comparación válida entre variedades el contenido de trébol debe ser aproximadamente igual. Señalan que una gramínea de tallos muy rastreros con muchos macollos impedirá el desarrollo del trébol y no encontrará así las condiciones óptimas para el crecimiento. Por consiguiente, las gramíneas de este tipo deberían sembrarse menos densas de modo de reducir el efecto competitivo .

Las comparaciones deberían alternativamente llevarse a más de una densidad de siembra. En efecto, si se limita el crecimiento del trébol con densidad de siembra innecesariamente alta, es similar a conducir un ensayo con gramíneas puras aplicando distintos niveles de nitrógeno a cada variedad. Es obvio que tal situación es inadmisibles. Si, no obstante, la densidad de siembra del pasto debe ser reducida a una proporción tan baja que dificulta la expresión de la curva de crecimiento estacional, entonces la situación tiene poco valor práctico y científico. El hecho que debe ser tenido en cuenta es que todas las variedades no tienen necesariamente la misma densidad de siembra óptima, del mismo modo que nadie compararía *Phalaris arundinacea* y *Festuca arundinacea* con la misma densidad de siembra. Esto se debe a que es sabido que se puede obtener una buena pastura de *Phalaris* con 2-3 kg. de semilla/há., mientras que la *Festuca* requiere por lo menos 5 kg. De un modo similar, con una información previa sobre las características varietales, se puede decidir si se justifica en un ensayo de evaluación más de una densidad de siembra.

Hanson *et al.* (30) tomaron el punto de vista opuesto y llegaron a conclusiones opuestas, cuando compararon 13 variedades de *Poa pratensis*, sembradas todas a una densidad de 25 lb./acre con trébol blanco. Las variedades se seleccionaron deliberadamente para cubrir una gran amplitud de tipos morfológicos, desde las densas y rastreras a formas abiertas y erectas. Teniendo en cuenta los resultados de Hughes (36), Jones (41) y de Green y Corral (28) es posible predecir los resultados del experimento de Hanson *et al.* Sería de esperar que las variedades densas de crecimiento bajo se juzgaran como inferiores.

En la discusión de los resultados aparecen las siguientes afirmaciones: "Las dos mejores líneas fueron tipos relativamente gruesos, altos, de hojas largas, que no formaban un césped particularmente denso. Las líneas que dieron los rendimientos más bajos se caracterizaron por ser de hábito rastrero, hojas cortas y formaban un césped denso". Y más adelante: "Como el valor de las pasturas de *Poa pratensis* depende en parte de la contribución de trébol blanco, existen ventajas en comparar líneas de asociación con trébol blanco en términos de rendimiento de forraje total. Los presentes resultados sugieren que los rendimientos en forraje total se podrían usar en la interpretación de los ensayos bien establecidos en líneas de *Poa pratensis* cuando la contribución de malezas es despreciable".

No hay duda que bajo las condiciones del experimento, Hanson y sus colaboradores tenían razón en elegir los tipos erectos. Pero el alcance del experimento y las conclusiones generales que se obtienen serían mejoradas si se hubieran tenido en cuenta los conocidos hábitos agresivos de ciertas variedades.

La probabilidad de subestimar o disminuir el rendimiento de las especies o variedades rastreras con muchos macollos se acentúa más si una altura elevada de corte se combina con una alta densidad de siembra. Esto no es una posibilidad teórica, ya que tal situación sucede muy a menudo, según puede verse en trabajos publicados.

Efecto del nitrógeno disponible.

Normalmente, cuanto mayor es la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, más rápido es el crecimiento del pasto después de la defoliación. Sin embargo, resultados citados por Jones (41) han mostrado que el uso de fertilizantes nitrogenados, al aumentar la rapidez de elongación de los tallos y la distancia del punto de crecimiento a la base del macollo, puede resultar de más daño a los macollos que están creciendo rápidamente que a los macollos no fertilizados. Si el punto de crecimiento es dañado, el rebrote se hace en las yemas basales y se ha de-

mostrado que éste es más lento que el rebrote en los macollos no dañados. Este efecto puede observarse en el cuadro N° 5. El corte efectuado el 12 de mayo eliminó una cantidad mayor de puntos de crecimiento en las parcelas en que se aplicó nitrógeno que en las no fertilizadas y, en consecuencia, al corte siguien-

CUADRO N° 5

RENDIMIENTO DE PHLEUM PRATENSE EL 18 DE JUNIO,
SIGUIENDO A UN CORTE DEL 12 DE MAYO, Y NUMERO DE MACOLLOS
NO DAÑADOS AL 15 DE MAYO [JONES (41)]

Lb. de materia seca/acre		Número de macollos no dañados por pie cuadrado al 15 de mayo	
Sin N	60 lb./acre N *	Sin N	60 lb./acre N *
510	390	203	70

* Nitrógeno aplicado el 10 de abril.

te (el 18 de junio) hubo una reducción de rendimiento como resultado de la aplicación de nitrógeno en abril. Una situación similar puede ocurrir cuando una gramínea está asociada con una u otra de dos leguminosas con diferentes aptitudes para fijar nitrógeno.

No es algo fuera de lo común que, mientras el uso de nitrógeno puede temporalmente fomentar el crecimiento, le siga un período de depresión. Puede suceder que la eliminación diferencial de puntos de crecimiento sea la explicación de este fenómeno.

Debe tenerse en cuenta que no sólo se puede afectar el crecimiento en términos de materia seca, sino que también puede cambiar el valor nutritivo del forraje si en un caso predominan los macollos con espigas y en otro hojas recientemente producidas.

Si hay la posibilidad de que ciertos tratamientos en un experimento produzcan un efecto como el discutido, se debería hacer un recuento del número de tallos recuperados después del corte. De este modo se pueden explicar correctamente resultados aparentemente ilógicos.

Uso de plantas aisladas.

Las plantas aisladas son empleadas muy frecuentemente por los fitotecnistas en la selección del material apto para nuevas variedades y también en la clasificación botánica de variedades.

La pregunta que ha preocupado a los agrónomos y fitotecnistas por algún tiempo es en qué medida los resultados de plantas aisladas pueden ser usados para predecir su comportamiento en las condiciones de la pradera. En lo que se refiere a la predicción de rendimiento, se ha encontrado que las plantas aisladas tienen poca o ninguna relación con su comportamiento en praderas [Green y Eyles (27), Wright (71), Lazenby (43) y Lazenby y Rogers (44)].

Esta interacción entre variedades y métodos de evaluación no es sorprendente, ya que se consideran ambientes tan distintos como el de plantas aisladas y cultivadas en praderas. A menudo se ha encontrado que una planta que produce bien como planta aislada, en virtud de una rápida producción de macollos, tiene una producción más pobre en una pradera donde la competencia entre plantas restringe el macollamiento. También, como ya se ha discutido, una variedad que macolla rápidamente puede de este modo restringir el crecimiento del trébol y causar una acentuada reducción en el rendimiento total.

Al aceptar el hecho de que las plantas aisladas no reflejan el comportamiento de las variedades en la pradera, como lo señalaron Green y Eyles (27), se está tácitamente aceptando que el rendimiento de esta variedad, medido por cortes, asociada o no a una leguminosa, corresponde a su verdadero potencial de producción. Sin embargo, como hemos visto, hay muchos factores que pueden influir en el comportamiento de una variedad cuando el rendimiento es estimado por cortes, de modo que podemos cometer un grave error al aceptar parcelas cortadas como el patrón de comparación de plantas aisladas.

El rendimiento total anual es sólo un aspecto en la evaluación de la pastura. La distribución estacional de este rendimiento puede ser igualmente importante. Este último índice puede ser obtenido tanto de plantas aisladas como de parcelas. Thomson (66) ha demostrado que, para ciertas especies de gramíneas, la evaluación y clasificación botánica de variedades como plantas aisladas, pueden dar información sobre el comportamiento probable de esas variedades en condiciones de la pradera. Por ejemplo, entre las variedades de *Lolium perenne*, el conocimiento de la fecha de emergencia de la espiga, y la proporción de tallos fértiles y no fértiles, da una imagen muy clara del crecimiento estacional y de su persistencia. Estas relaciones han sido por supuesto apreciadas después de varios años de investigación y observación de la especie, tanto en plantas aisladas como en praderas. Thomson demostró que es posible clasificar y evaluar nuevas variedades comparándolas a variedades tipo cuyas características son bien conocidas.

Los ensayos de plantas aisladas pueden también proveer mucha información útil para el diseño de experimentos en parcelas.

Las características botánicas, tales como fecha de emergencia de espigas, hábitos de crecimiento y la habilidad de macollamiento, pueden dar una base para agrupar variedades según su fecha de maduración, proveen un indicio sobre ajustes posibles en la densidad de siembra, la utilidad agronómica y los tipos de manejo que deberían probarse.

A menudo los fitotecnistas usan plantas aisladas por la poca disponibilidad de semilla en los primeros pasos de un programa de cruzamientos y también por la necesidad de identificar plantas individualmente con propósitos de selección. La selección y rendimiento de plantas individuales puede, sin embargo, hacerse en praderas (construídas artificialmente) usando la técnica descrita por Gardner (22). Este método requiere que las plantas crezcan entre unos cuadrados de malla de alambre (de 5×5 cm.) colocados permanentemente al nivel del suelo. Los rendimientos individuales pueden obtenerse inmediatamente y si es necesario, las parcelas pueden ser pastoreadas. La selección puede hacerse de este modo bajo condiciones de pastoreo manteniendo el control de las plantas individuales.

Rogers y Lazenby (59) llegaron a la conclusión de que se podrían utilizar microparcels de nueve plantas para medir diferencias en el manejo, pero que las diferencias varietales de menor magnitud requerirían parcelas de 16 plantas.

En resumen, debe decirse que las observaciones botánicas hechas sobre plantas aisladas pueden hacer adelantar materialmente nuestro conocimiento de las diferencias varietales y así ayudar en el diseño de experimentos en parcelas. Una vez obtenida suficiente información sobre la correlación entre caracteres botánicos y comportamiento agronómico de las especies, se pueden hacer predicciones válidas en base a las observaciones botánicas.

SECCIÓN II

EVALUACION BAJO PASTOREO

Hasta ahora nos hemos referido a la evaluación de las pasturas por medio de técnicas de corte. Es conveniente examinar ahora el efecto del animal en pastoreo sobre la producción de la pastura y ver como este factor puede influir en las estimaciones de rendimiento. La mayoría de las observaciones que se han hecho en relación a los ensayos de corte, son igualmente aplicables en este caso, ya que solamente introducimos el efecto del animal en pastoreo sobre la cantidad y calidad de materia seca producida por la pradera y no tratamos de medir la respuesta animal. Debe entenderse que, aun cuando se introduce el animal en pastoreo en estos experimentos, los rendimientos de materia seca se determinan cortando y pesando el forraje.

En comparación con el corte, el animal en pastoreo puede influir sobre la producción de forraje de varios modos: 1) por los nutrientes que vuelven al suelo en forma de heces fecales y orina, 2) por el pastoreo selectivo, y 3) por el pisoteo y compactación del suelo.

Influencia de las excreciones.

Los trabajos clásicos de Sears (60) y de Sears *et al.* (61) han demostrado ampliamente, en las condiciones de Nueva Zelanda, los efectos beneficiosos de las excreciones de los animales en la producción de las pasturas. Green y Cowling (26), por otra parte, encontraron poca evidencia de que la producción de una pastura de gramínea/trébol fuera aumentada por las excreciones de los animales. Herriot *et al.* (32) también informaron que en pasturas con un alto contenido de trébol no se obtuvo respuesta del efecto de los excrementos. Esta falta de respuesta se atribuye a la sustitución del nitrógeno de la leguminosa por el de la orina con un efecto resultante compensatorio.

Aunque hay cierto desacuerdo en la forma como los excrementos de los animales aumentan el rendimiento de la pastura, no lo hay con respecto al hecho de que la presencia del animal en pastoreo altera la composición botánica de una pastura comparada con un campo que ha sido cortado.

Si se produce un cambio en la composición botánica por influencia del animal en pastoreo, entonces la productividad será también afectada a menos que las especies comprendidas en la mezcla tengan el mismo potencial de crecimiento, un ciclo de crecimiento similar y aproximadamente el mismo valor nutritivo. Si no se llenan estas condiciones, un cambio en el balance de las especies resultará en una reducción o un aumento del rendimiento, un cambio en la distribución estacional del rendimiento y un cambio en la calidad del forraje ofrecido. Pueden haber,

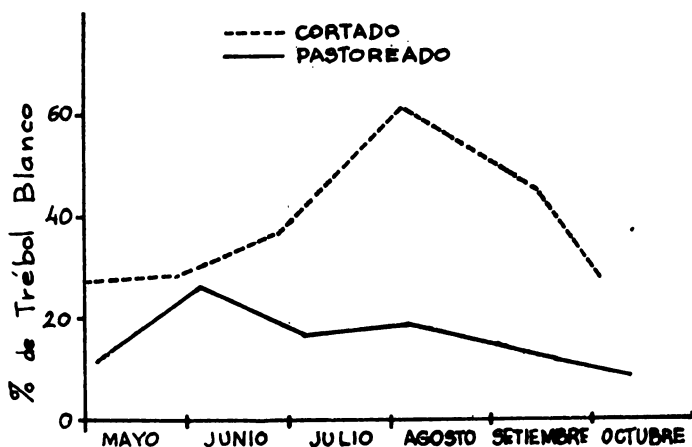


FIGURA N° 6.— Porcentaje de trébol blanco en mezclas con *Lolium perenne* bajo dos sistemas de manejo [Frame (20)].

por supuesto, efectos compensatorios cuando por ejemplo una reducción en el rendimiento va acompañada por un aumento en el valor nutritivo.

Un buen ejemplo del efecto del animal, se encuentra en el trabajo de Frame (20) cuando compara dos variedades de raigrás sembradas con trébol blanco bajo corte o pastoreo rotativo con ovinos. El cambio en la composición botánica de la pastura como resultado del manejo, se puede ver claramente en la figura N° 6. Un cambio tan grande en los componentes de una mezcla puede afectar el rendimiento y calidad del forraje. Por ejemplo, si tuviera que ensayarse la respuesta del nitrógeno bajo estas condiciones, se obtendría una respuesta mucho mayor bajo pastoreo. Esto se puede observar en el cuadro N° 6.

Este fenómeno se explica por el aumento porcentual de gramíneas que ocurre cuando se pastorea una mezcla de gramíneas y trébol. Resultados que corroboran el efecto del pastoreo han sido publicados por Brockman y Wolton (7), Hein y Henson (31), Watkin (67), Wheeler (68) y Wolton (70).

CUADRO Nº 6

RENDIMIENTO DE *LOLIUM PERENNE* (S24)
BAJO CORTE O PASTOREO, SIN Y CON NITROGENO
(lb. DE MATERIA ORGANICA/ACRE) [FRAME (20)]

	Cortado	Pastoreado
Sin N	5040	5440
104 lb./acre N	5540	7200
Respuesta al N (lb. M. O./lb. N)	4.8	17.0

El tiempo necesario para que se efectúe un cambio a favor de la dominancia de la gramínea en una mezcla de gramínea/leguminosa, dependerá en gran parte de la cantidad de nitrógeno disponible y la materia orgánica inicialmente existente en el suelo. Cuanto más baja sea la fertilidad inicial, más largo será el tiempo requerido para que se efectúe el cambio.

Considerando que, bajo ciertas condiciones, los excrementos animales pueden causar grandes variaciones en el balance gramínea/trébol de las pasturas, parecería esencial contar con animales en pastoreo en todos los ensayos de pasturas. Sin embargo, es importante notar que todos los experimentos mencionados previamente fueron conducidos con ovinos o con el retorno artificial de los excrementos. Se usaron ovinos ya que su manejo es más fácil y requieren menos superficie de ensayo. El pastoreo intensivo de ovinos y el pastoreo normal de ganado son, sin embargo, dos cosas enteramente diferentes, y lo que es aplicable bajo un sistema no es necesariamente cierto para el otro. Lotero *et al.* (45) encontraron que con dotaciones "normales" de ganado, sólo el 15% de una pastura sería afectado por el nitrógeno y potasio de la orina en el mismo momento. A medida que nuevas áreas son afectadas, las primeras van perdiendo los efectos. Naturalmente, bajo pastoreo intensivo con altas dotaciones de ganado, el área afectada aumenta, pero nunca alcanza la misma proporción que bajo pastoreo experimental con ovinos. En otro ensayo, Lotero *et al.* (46) concluyen que la orina depositada por el ganado podría tener poco efecto en la fertilidad de la pastura en conjunto.

Wolton (70) investigó los efectos del retorno de nutrientes por ovinos en pastoreo, comparado con varios métodos de simulación de este efecto. Los resultados, referentes al contenido de potasio del forraje, se presentan en la figura Nº 7. Se observa que el corte sin retorno causó una reducción en el potasio disponible a pesar de las aplicaciones uniformes de potasio en todos

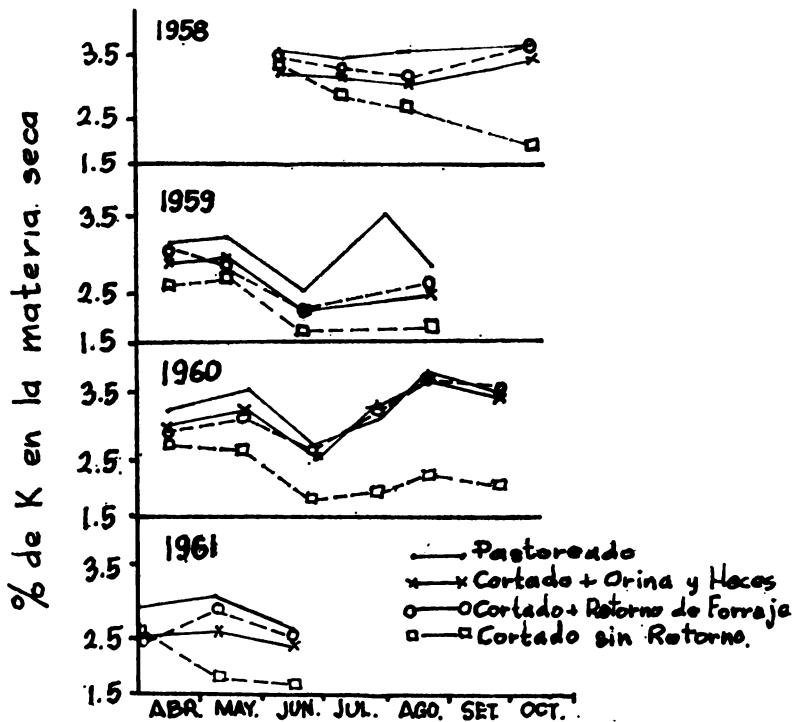


FIGURA Nº 7.— Contenido de potasio en el forraje según el método de retorno [Wolton (70)].

los tratamientos, en las primaveras de 1959 y 1960. En estos experimentos no hubo respuesta en el rendimiento de materia seca a las excreciones, donde el nitrógeno no limitó el crecimiento, lo que indicaría que el mayor contenido en potasio en los tratamientos del “retorno” fue resultado de un “consumo de lujo”, y que el bajo contenido sin retorno no representó una deficiencia. Wolton señala, sin embargo, que en algunos experimentos, como los de Holmes y Mac Lusky (34) y Reith *et al.* (56), en los que se obtuvieron respuestas al potasio, los resultados hubieran sido diferentes bajo pastoreo. Holmes y Mac Lusky establecieron claramente que sus resultados se referían a forraje cortado y recolectado para ser secado artificialmente. Esta información ha sido muy útil donde el forraje ha sido cortado para su conservación. Pero se conoce por lo menos un caso donde se usó el abono recomendado por Holmes y Mac Lusky que tenía alto contenido en nitrógeno y potasio, en condiciones de pastoreo, provocando casos fatales de hipomagnesemia en vacas lecheras.

Este es un ejemplo clásico de extrapolación de datos fuera de lo indicado y demuestra los peligros que pueden resultar de esta práctica.

Una conclusión que se puede sacar, es que cuando se está estudiando el efecto de un fertilizante potásico sin animales en pastoreo, la falta de respuesta puede ser extrapolada a condiciones de pastoreo. Pero, si hay una respuesta al potasio bajo cortes, puede o no existir dicha respuesta en condiciones de pastoreo.

En relación con el fosfato, la situación no es tan seria ya que el fosfato contenido en las excreciones, por su escasa disponibilidad, parece tener poca influencia en el crecimiento de las pasturas [Watkin (67)]. Se ha encontrado que el fosfato orgánico en las heces ovinas no se hace rápidamente disponible [Bromfield (9)], porque no se mineraliza rápidamente a una forma inorgánica aprovechable. Mc Lachlan y Norman (49) consideran que bajo el pastoreo intensivo de ovinos se establece un proceso cíclico, donde el fosfato devuelto al suelo en el estiércol es suficiente para llenar las necesidades de las plantas. Concluyeron que las respuestas al fosfato derivadas de experimentos sin pastoreo, expresarían probablemente el límite más alto de las necesidades en fosfato.

Parecería entonces, que los niveles de fosfato pueden ser determinados en ensayos de corte, pero estos resultados aplicados a praderas pastoreadas intensivamente, pueden sobreestimar las necesidades de las plantas.

Cuando es imposible usar animales en pastoreo, se puede emplear alguno de los métodos artificiales de retorno, como los propuestos por Lynch (47), Sears (60) o Mc Neur (50).

Mc Neur encontró que su técnica de retorno proporcional de una mezcla de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, daba una respuesta casi idéntica al método de Sears (60) de retorno proporcional de heces y orina. Miles (51), sin embargo, encontró una interacción considerable entre retornos artificiales de heces y orina y el uso de fertilizantes inorgánicos. No solamente encontró un cambio en la composición botánica, sino que los rendimientos variaron marcadamente según el método de retorno. Esto lo llevó a concluir que en alguna etapa del esquema de evaluación las especies deberían ser sometidas al pastoreo con retorno normal de heces y orina. Este concepto, aunque basado en sólidos datos experimentales, presenta algunos problemas prácticos de ejecución que veremos más adelante.

No hay duda que, en relación con el efecto de los retornos animales sobre el crecimiento de las plantas, el uso de animales en pastoreo y el retorno artificial de nutrientes, dependerá de la naturaleza del experimento. Cuando se estudia el efecto de la aplicación de niveles de fertilizantes potásicos y nitrogenados,

los retornos a través del animal son importantes; por lo tanto, la técnica de Mc Neur a base de una mezcla de fertilizantes orgánicos e inorgánicos no es de confianza. De hecho, como la distribución de nitrógeno en el suelo y el ciclo a través del animal son una función del número de animales presentes (dotación), sería deseable evaluar la fertilización nitrogenada bajo pastoreo con las dotaciones pertinentes.

Pastoreo selectivo.

Aunque se dispone de medios para simular el retorno de heces y orina, no se ha descubierto ninguna técnica capaz de reproducir la selectividad del animal en pastoreo. Sin embargo, es importante conocer en qué sentido este factor puede influir la productividad de la pastura y los resultados experimentales.

Desde que existen preferencias entre las especies, es lógico esperar que el balance de las mismas en una pastura pastoreada será diferente al de una pastura de corte.

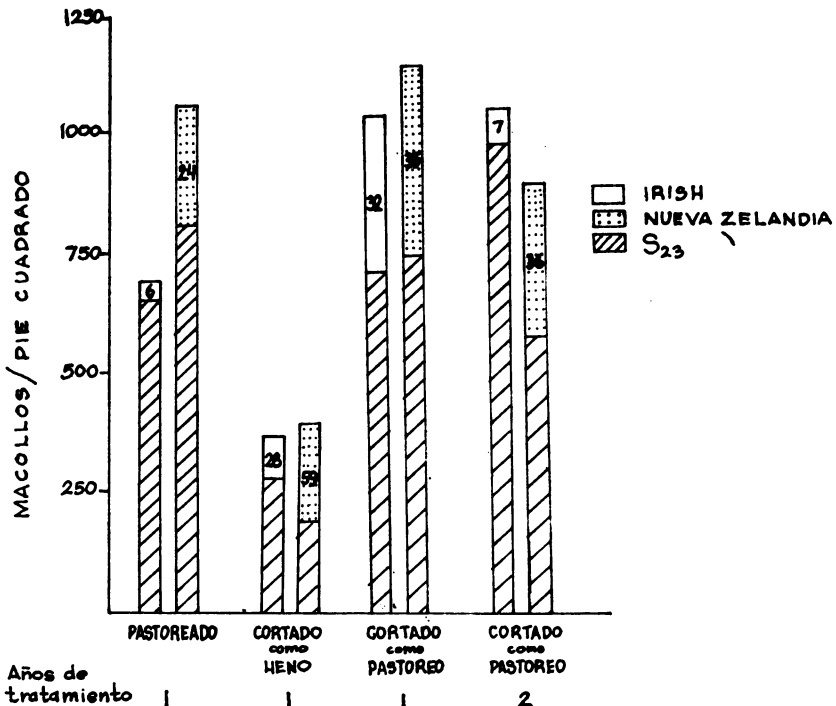


FIGURA Nº 8.— Producción de macollos por pie cuadrado de mezclas de variedades de *Lolium perenne*. Nota: Los números dentro de las columnas indican el porcentaje de contribución a la producción total de macollos [Gardner (23)].

Bland y Dent (5) demostraron en *Dactylis glomerata* que también existen preferencias entre variedades de la misma especie. Concluyeron que esta selección se debía probablemente a diferencias en el contenido de azúcar entre las variedades.

La pregunta que debe ser contestada es: ¿en qué medida se apartarán nuestros resultados de la situación práctica, si cortamos las parcelas en vez de pastorearlas? Los datos presentados en la figura N° 8 ayudarán a aclarar el problema. Estos resultados provienen de la combinación de dos experimentos en que una mezcla de variedades de *Lolium perenne* fueron evaluadas bajo pastoreo rotativo de ovinos, corte para heno, o cortes para simular pastoreo [Gardner (23)].

La mayor diferencia se obtuvo entre los tratamientos de pastoreo o pastoreo simulado y los de heno. Esto es completamente normal y demuestra que los resultados sacados de pasturas no cortadas frecuentemente no se pueden aplicar a las condiciones de pastoreo. No solamente cambió la cantidad total de macollos, sino también el balance entre las variedades.

Comparando los resultados de las parcelas pastoreadas con las que fueron cortadas a las alturas de pastoreo, se puede observar, luego de un año, que la contribución de las variedades Irish y Nueva Zelandia a la producción total de macollos era menor en las parcelas pastoreadas. Solamente después de dos años de corte, el porcentaje de Irish fue similar al pastoreo. En el caso de Nueva Zelandia, su proporción bajo cortes simulando pastoreo, fue levemente superior al de las parcelas pastoreadas. El balance entre variedades, al final del segundo año de pastoreo (no aparece en la figura) fue muy similar al primer año.

Las causas fundamentales de estos efectos fueron:

- a) los distintos hábitos de crecimiento de las variedades (S23 rastrera, Irish y Nueva Zelandia erectas),
- b) los animales en pastoreo dejaron un rastrojo más bajo que el de las parcelas de corte, y
- c) un contenido posiblemente más alto de azúcar de las variedades erectas.

Cuando las plantas fueron cortadas a mano para simular pastoreo y levantadas para cortarlas, se redujeron las diferencias en hábitos de crecimiento entre este tratamiento o comparado con el de pastoreo.

De un modo similar, las diferencias en la aceptación por los animales, no tuvieron importancia bajo corte. En consecuencia, el Irish y Nueva Zelandia fueron defoliados más severamente bajo pastoreo que bajo corte, y se redujo su habilidad para competir con la agresividad del S23.

En respuesta a la pregunta establecida, se puede decir que en este experimento particular, la conclusión final hubiera sido

la misma. La variedad S23 dominará completamente a Irish y se reducirá considerablemente la proporción de Nueva Zelandia.

De este resultado podemos sacar la conclusión de que el pastoreo rotativo intensivo por ovinos, puede ser simulado con el corte. Es peligroso hacer extrapolaciones de estos resultados a otros animales u otras especies, pero lógicamente, si el pastoreo es intensivo y de corta duración, el animal se asemeja a una máquina de corte, no ejecutando ninguna selección.

El pastoreo selectivo es, por lo tanto, una función de la especie o número de animales por unidad de superficie, o en otras palabras, de la carga animal de las especies pertinentes. Es, por lo tanto, importante un estudio de cargas animales y sus efectos en la productividad de las pasturas. El hecho de que nos interesen los efectos del pastoreo selectivo, significa que cada tratamiento (pastura) debe ser pastoreado por separado. Este tipo de ensayo está limitado a comparaciones con pequeño número de tratamientos, a menos que se haga un experimento muy vasto y caro.

Los tipos de pastoreo y las cargas animales a ser probadas, deben tener una estrecha relación con las condiciones prácticas a las que se van a aplicar los resultados. Se pueden hacer ensayos preliminares para eliminar las especies o mezclas de pasturas menos productivas, por métodos de corte que simulan pastoreo rotativo.

Lamentablemente ninguna técnica de corte puede simular el pastoreo continuo, principalmente porque no se conoce bien la frecuencia y severidad de defoliación bajo este tipo de pastoreo. Hogdson (33) ha mostrado que según la dotación, la frecuencia de defoliación bajo pastoreo continuo varía entre 7 y 14 días. Además, la intensidad se encontró también relacionada con la dotación.

El efecto de la dotación puede ser introducido en pequeñas parcelas, por ajuste del tamaño de parcelas y número de animales, para reproducir la relación deseada. El único factor limitante es la necesidad de tener por lo menos dos animales por parcela. Si no se hace esto, los animales están inquietos y no se comportan normalmente.

Cuando una serie de tratamientos deben ser pastoreados continuamente, no hay duda de que cada uno debe ser cercado separadamente, para evitar serios problemas de pastoreo selectivo. Sin embargo, existe la posibilidad de pastorear una serie de parcelas juntas usando un sistema rotativo.

Esta técnica se emplea a menudo y un gran número de animales son pastoreados durante períodos cortos. El objeto de esta técnica es introducir el efecto del animal. Vamos a ver qué ganamos en términos del efecto animal.

Primero, el método está diseñado deliberadamente para evitar las posibilidades del pastoreo selectivo, y así, su aplicación está limitada a esta forma de pastoreo. Segundo, si suponemos que las heces y orina vuelven a las parcelas, de un modo uniforme, una transferencia de fertilidad, como se discutirá más adelante, puede confundir los resultados. De este modo, aunque tenemos el efecto del retorno de los animales, esto no nos ayudará mucho en las comparaciones que queremos hacer. Tercero, la acción del pisoteo de los animales estará presente, pero a causa de la dotación extremadamente alta usada, puede dar resultados poco aplicables a las condiciones prácticas. Sobre todo, no se puede recomendar el método desde el punto de vista de la aplicación práctica ni de la precisión de los resultados experimentales.

Si las plantas deben ser probadas bajo un sistema de pastoreo, se aconseja incluir el factor dotación. Esto se puede hacer sin incluir todos los potreros de la rotación en el experimento. Por ejemplo, si se decide que un sistema rotativo de cuatro potreros tendría significación práctica, entonces el ensayo puede ser conducido usando sólo un potrero y el número apropiado de animales. El cálculo es el siguiente: supongamos una dotación de 10 ovinos/há.; si la superficie está dividida en cuatro potreros, cada uno será pastoreado en total 13 semanas por año ($52/4$). Esto quiere decir que durante una semana cada cuatro, 10 ovinos pastorearán 0,25 há. Ya que esta superficie es grande, cuando se han de incluir varios tratamientos y repeticiones, la podemos reducir a $1/5$. Tenemos ahora una superficie de 0,05 há. para ser pastoreada por dos ovinos durante una semana cada cuatro. En esta escala reducida podríamos comparar tres mezclas de forraje con tres dotaciones y dos repeticiones en 0,9 há.

En la figura N^o 9 se puede apreciar la relación existente entre el número de parcelas usadas, el tiempo durante el cual cada parcela es pastoreada y el lapso que demora la rotación. Se ve que, a medida que el lapso de la rotación aumenta, hay más para ganar; en término de días de descanso, por disponerse de mayor número de parcelas. Con una rotación de 30 días no se justifica tener más que unas seis parcelas por el pequeño aumento obtenido en los días de descanso. Sin embargo, con una rotación de 70 días se puede lograr un considerable aumento hasta las diez parcelas.

El lapso de la rotación dependerá de la velocidad de crecimiento de las especies, de la estación del año, y, por supuesto, de si se trata de un tipo de producción extensiva o intensiva; pero, en general, a medida que es mayor el número de parcelas, más amplia será la flexibilidad del sistema. La decisión del número de parcelas a emplear en un experimento, dependerá de la evaluación de la situación local que hagan los investigadores.

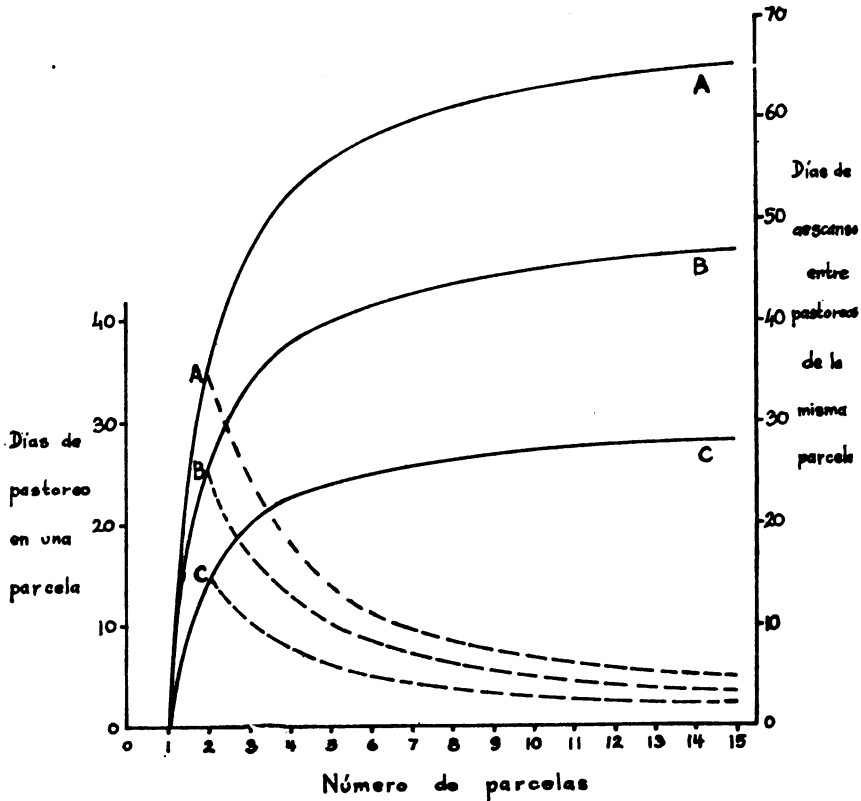


FIGURA N° 9.—Relación entre el número de parcelas incluidas en la rotación del pastoreo y el tiempo de pastoreo en una parcela (---) y descanso entre pastoreos de la misma parcela (—). A: 70 días de rotación. B: 50 días de rotación. C: 30 días de rotación.

Obviamente, un lapso de rotación fijado es un método ineficiente de utilización de la pastura, pues la velocidad de crecimiento de las especies fluctúa enormemente. En una estación la pradera sería sobrepastoreada y en otra subpastoreada. Esta es una tendencia normal de cualquier sistema forrajero y puede ser reducida conservando el forraje como heno, silo o pastoreo diferido. Lo cierto es que no todas las parcelas todos los años serán conservadas, de modo que una parcela podrá o no serlo y ésta representa solamente una de una serie de parcelas experimentales.

La conservación traería aparejada otra variable dentro de un esquema de evaluación, de modo que, a menos que las especies sean normalmente usadas para conservación, se consideren a las parcelas como siempre pastoreadas. En períodos de rápido cre-

cimiento, el intervalo entre pastoreos sería más corto, tomando como criterio una cantidad predeterminada de forraje disponible.

Si la conservación no es apropiada a la situación práctica el proceso de evaluación se vuelve más simple. En este caso, el investigador tiene que definir el lapso de la rotación y el número de parcelas.

Para terminar con esta sección de pastoreo selectivo, puede decirse que donde el sistema de manejo, bajo el cual las plantas van a ser usadas en la práctica, admiten el pastoreo selectivo, no existe un sustituto del animal en pastoreo. Cuando se decide usar el animal en pastoreo, se debe tener cuidado de asegurarse que los efectos introducidos son equivalentes o similares a la situación práctica que el investigador tiene pensada.

Efecto del pisoteo.

La tercera influencia que tiene el animal en pastoreo sobre la productividad de la pastura, es la compactación causada por sus pezuñas. Cuando la humedad del suelo es alta, el daño causado por las pezuñas puede llegar a destruir completamente la pastura. Sin embargo, nos interesa la influencia que puede tener la compactación en condiciones "normales" de pastoreo, sin necesidad de considerar los casos extremos.

Bryant y Blaser (11) encontraron diferencias considerables entre el rendimiento de praderas de *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* según fueran pastoreadas o cortadas. En un período de tres años, obtuvieron rendimientos promedios de 7.086 y 5.265 lb./acre de materia seca bajo corte y pastoreo respectivamente. Las razones establecidas por los autores para explicar las diferencias fueron:

- a) los animales en pastoreo no comieron a una altura constante y, por lo tanto, algunas plantas fueron defoliadas por debajo de la altura del corte, resultando eventualmente un rendimiento reducido;
- b) el pisoteo de los animales aumenta la compactación del suelo, reduciéndose su porosidad y aereación, como también la infiltración de agua.

La importancia de estos efectos ha sido demostrada por Alderfer y Robinson (2), al comparar pasturas de diferente cubierta vegetal, pastoreadas en varias intensidades. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro N^o 7. Se puede observar claramente la mayor pérdida de agua por escurrimiento y poca infiltración, resultado de un aumento en la intensidad de pastoreo y falta de cubierta vegetal.

CUADRO N° 7

DESAGÜE, INFILTRACION DE AGUA, DENSIDAD Y POROSIDAD NO CAPILAR DE SUELOS, BAJO VARIOS TIPOS Y MANEJOS DE PASTURAS [ALDERFER Y ROBINSON (2)]

Pasturas	% Desagüe		Infiltración de agua pulg./hora		Densidad (peso × volumen)		% Porosidad no capilar	
	Prom.	Máx.	Prom.	Mín.	0-1"	1-6"	0-1"	1-6"
<i>Poa pratensis</i> + Trébol blanco	80	91	0,28	0,13	1,91	1,31	3,0	31,2
Pastoreo intensivo. 50% suelo cubierto.								
<i>Poa pratensis</i> + Trébol blanco	71	75	0,41	0,35	1,69	1,41	9,2	28,1
Pastoreo intensivo. 60% suelo cubierto.								
<i>Poa pratensis</i> + Trébol blanco	19	21	1,13	1,11	1,47	1,21	19,2	37,0
Pastoreo moderado. 90% suelo cubierto.								
<i>Poa pratensis</i>	0	0	1,40	1,40	1,09	1,35	33,1	25,3
Sin pastoreo. 100% suelo cubierto.								

Las causas fundamentales se encuentran en el aumento de la densidad (peso × volumen) y la marcada reducción de los espacios capilares en la capa más superficial del suelo.

En los climas severos que impiden el pastoreo durante el invierno, la acción resultante del efecto de congelación y descongelación del suelo, puede compensar los efectos de la compactación. Bryant y Blaser (11) observaron este efecto, al comprobar que no había diferencias en el rendimiento al corte, de pasturas que habían sido pastoreadas o cortadas previamente durante tres años. Sin embargo, cuando se hace pastoreo en invierno y verano, el efecto de la compactación se acumularía.

Contra estos efectos depresivos de la compactación, debemos establecer los efectos estimulantes del retorno de nutrientes vegetales, notado por tantos investigadores. El resultado, positivo o negativo, dependerá de las circunstancias individuales, no pudiendo establecerse criterios de predicción. Resultados de un experimento en Australia [Mc Lachlan y Norman (49)] por ejemplo, demuestran que después de dos años de pastoreo continuo de ovinos con tres y hasta siete animales por acre, no hubieron

efectos residuales en la producción de la pastura. Los rendimientos se determinaron en el tercer año por corte.

Evidentemente, si se está buscando información sobre el rendimiento potencial o absoluto de una pastura, el uso o no de animales puede dar resultados diversos. Como la dotación tiene un papel importante en la compactación del suelo y en el retorno de nutrientes, el grado en que difieren parcelas cortadas de parcelas pastoreadas, dependerá de la dotación a la que se comparan.

Más importante es la posibilidad de que las especies reaccionen de un modo distinto al pisoteo de los animales. En tales casos, el corte sin pastoreo podría dar una falsa impresión de la composición botánica y de todo lo que esto implica en la productividad de la pastura.

Indicaciones de que esto tiene lugar han sido dadas por Edmond (18, 19) quien encontró que, no siendo en verano, el trébol blanco era más susceptible al pisoteo que el raigrás perenne y que también habían diferencias entre otras especies, dependiendo de la dotación empleada. Esto parecería indicar que las parcelas experimentales deberían ser siempre pastoreadas.

La técnica empleada por Edmond, sin embargo, fue conducir grupos de ovinos sobre parcelas angostas para simular varias dotaciones. No ha sido demostrado todavía que el efecto se puede reproducir en gran escala con dotaciones similares. Como en muchos otros estudios sobre el efecto del animal en pastoreo, los resultados de Edmond se aplican solamente al pastoreo intensivo de ovinos. No se han llevado a cabo estudios similares con ganado vacuno.

Durante la producción de nuevas variedades, se debería probar su resistencia al pisoteo. Esto se puede hacer aun cuando se disponga de pequeñas cantidades de semilla, por medio de la técnica de microparcels, sugerida por Gardner (22).

En etapas más avanzadas de un esquema de evaluación no interesaría la habilidad de las variedades en resistir el pisoteo, ya que esto debería haber sido probado en las variedades sintéticas, o ser un atributo de las plantas elegidas en una pastura natural o en una pastura establecida muchos años antes.

Se debe admitir, sin embargo, la posibilidad de que existan diferentes daños según las especies, como resultado del pisoteo. Ya que es esencial llegar a la situación de pastoreo lo más pronto posible en nuestros experimentos, el efecto del pisoteo deberá ser introducido en algún momento. Como en otros efectos animales, el del pisoteo es una función de la especie animal y de su número. El efecto será introducido automáticamente en cuanto se estudie la influencia de la dotación en la composición botánica y en el rendimiento. Excepto en circunstancias muy especiales, no será necesario estudiar el pisoteo aisladamente.

SECCIÓN III

PASTOREO DE PARCELAS PEQUEÑAS

Transferencia de fertilidad.

Cuando se pastorean parcelas pequeñas, para introducir el efecto del animal y no para obtener una respuesta animal, deben ser considerados varios factores de naturaleza práctica y técnica.

Cuando se simula el pastoreo rotativo, los animales pastorean el área experimental solamente durante un tiempo predeterminado. Esto puede ocasionar una transferencia de fertilidad hacia o fuera de las parcelas experimentales, dependiendo la dirección de la transferencia, de que el forraje que está fuera del área experimental tenga más o menos elementos de fertilidad que el forraje experimental. Para evitarla, los animales deben pasar uno o dos días en una parcela similar a la experimental, de modo de asegurar que los nutrientes excretados tengan una relación con la pastura a ser pastoreada. Como otra alternativa se puede colocar a los animales bolsas y recipientes de recolección de heces y orina, para evitar cualquier retorno. Algunos tipos de investigación requieren que se haga esto. El uso de parcelas de acostumbramiento no resuelve, sin embargo, todos los problemas, ya que podemos tener transferencia de fertilidad entre parcelas, dentro del mismo campo. Esto puede suceder por las siguientes razones:

- a) suponiendo que las heces y la orina son distribuidas de un modo relativamente uniforme por los animales sobre todas las parcelas, no hay relación entre el rendimiento del forraje de una parcela dada y la cantidad (y calidad) del estiércol y orina devueltos, y
- b) como resultado de (a) una parcela de gran rendimiento recibirá en retorno una cantidad menor de nutrientes que la que le correspondería bajo pastoreo normal. Por otra parte, una parcela de bajo rendimiento recibirá una mayor cantidad de nutrientes que la que le corresponde por su rendimiento.

Como lo demuestran Sears (60) y Lynch (47), el resultado neto de lo antedicho es que las diferencias entre tratamientos

se vuelven menos marcadas. Sears comparó el libre retorno del estiércol y orina con el retorno proporcional al rendimiento en materia seca y encontró que, aunque el orden de tratamientos fue el mismo, la variación entre tratamientos dentro de sistemas fue hasta de 19%, según el método de retorno usado.

La magnitud de este efecto dependerá de las diferencias entre las parcelas a ser pastoreadas. Cuando entre las parcelas hay alguna con un alto contenido de nitrógeno en el forraje, mientras otras tienen muy bajo nivel, habrá más transferencia de fertilidad que en parcelas con un contenido de nitrógeno similar.

La transferencia de fertilidad se puede evitar pastoreando separadamente cada parcela, lo cual implica considerable gasto de alambrados. Se pueden usar, como otra alternativa, los métodos de retorno simulados. Los animales pueden también ser atados en las parcelas, pero el pastoreo y el pisoteo no son

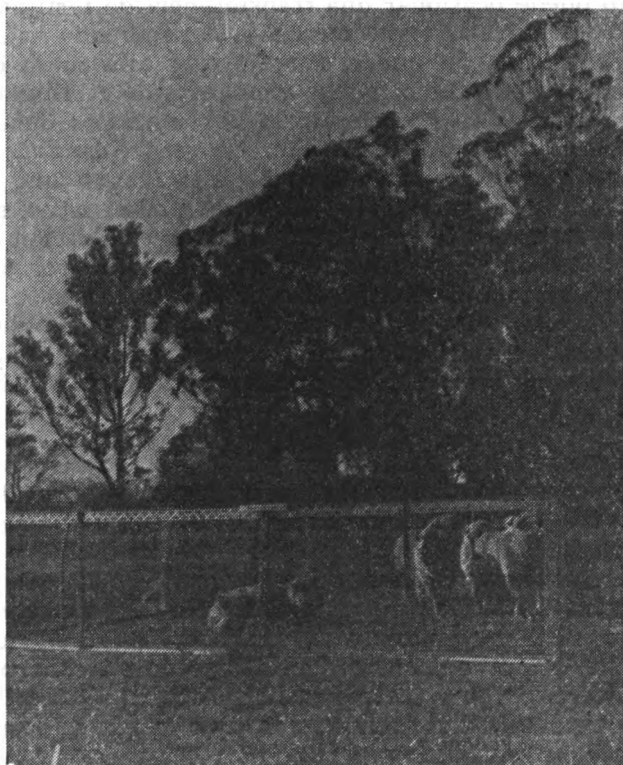


FIGURA Nº 10.—Uso de jaulas portátiles para pastorear parcelas pequeñas con ovinos.

normales. Cuando el diseño del experimento lo permite, el uso de jaulas móviles, como las descritas por Miles (51), es una solución más barata. Esas jaulas están hechas preferentemente de aluminio, por ser liviano y durable, pero pueden hacerse también de madera. El pastoreo de esas áreas pequeñas es aparentemente normal y no presenta ninguna dificultad práctica (figura N° 10).

Los ovinos también pueden ser controlados en pequeñas áreas con alambrado eléctrico. Se necesitan dos alambres a la altura de 20 y 50 cm. del suelo. Este método puede presentar alguna dificultad, ya que un vellón pesado da una excelente aislación contra la corriente eléctrica. Si se enseña a los animales a respetar el alambre, inmediatamente después de la esquila, este problema puede ser prácticamente eliminado.

Pastoreo irregular.

Hay una dificultad más que puede aparecer en el pastoreo con ovinos en pequeñas áreas. El pastoreo puede no ser uniforme en toda el área, y si los animales pastorean siempre más intensamente un lado del potrero, el efecto acumulativo causará una reducción en rendimiento del área pastoreada con mayor intensidad.

Esta situación se presentó en un ensayo de variedades de trébol blanco, en el cual se evaluaron cinco variedades bajo tres distintas frecuencias de pastoreo con capones [Gardner *et al.* (24)]. Se usó un diseño de parcelas divididas en que cada parcela principal (frecuencia de pastoreo) se alambro separadamente. Durante el curso del experimento se notó una tendencia de los animales a pastorear en una punta de la parcela principal y de descansar en la otra punta. En la figura N° 11 se observa el efecto del pastoreo irregular sobre el rendimiento del forraje. El gradiente de producción creado por el pastoreo irregular puede verse claramente. El efecto fue mayor bajo la frecuencia de pastoreo A, menor bajo B, y apenas detectable bajo C.

Estos resultados son el reflejo de los efectos acumulativos del pastoreo irregular de las frecuencias A, B y C, pastoreados 26, 17 y 14 veces respectivamente en un período de dos años. Por medio del análisis de covariancia los resultados fueron ajustados usando como variable independiente la posición de las subparcelas dentro de cada parcela principal [Gardner y Centeno (25)].

Las causas del pastoreo irregular pueden ser solamente discutidas en principio, ya que no hay datos experimentales disponibles. Es posible que la forma rectangular (30 × 10 m.) de las parcelas principales sea la causa de la congregación de los

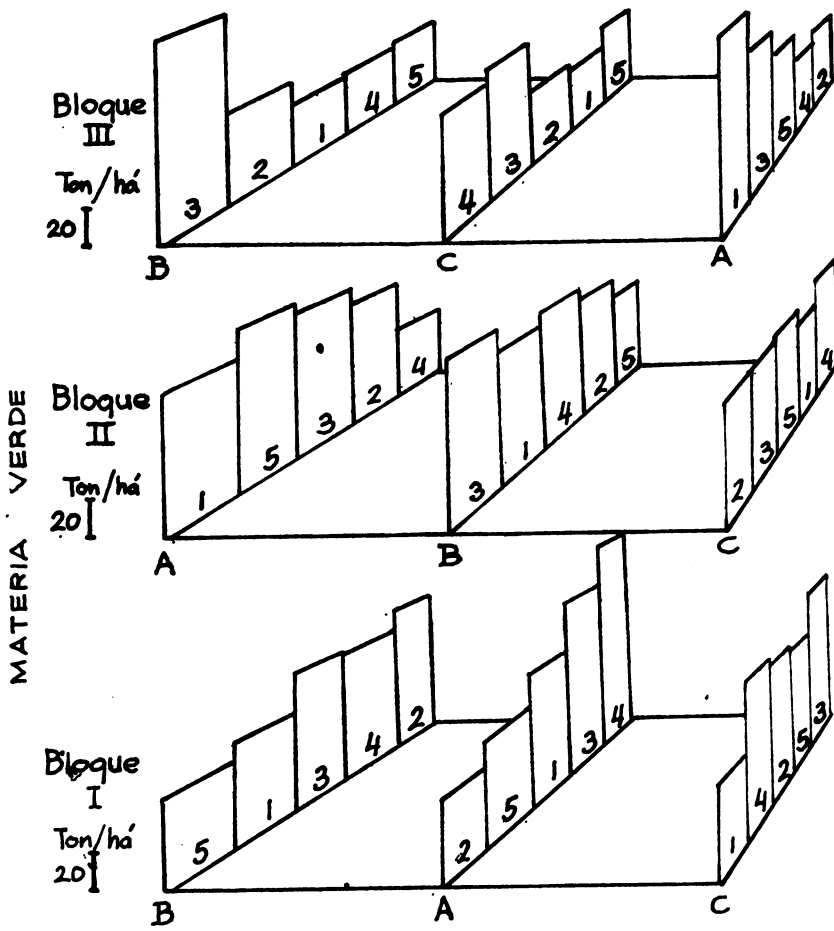


FIGURA Nº 11.—Producción de materia verde total por subparcela, de variedades de trébol blanco, durante el segundo año de ensayo [Gardner y Centeno (25)]. Variedades: 1-5. Frecuencias de pastoreo: A, B, C.

animales en uno de sus extremos. Esta tendencia fue notada por Sears (60). Además, las alteraciones externas de los cruces de caminos pueden haber causado los efectos observados. Sears también observó que los animales tienden a descansar alrededor del perímetro del potrero o cerca de las porteras, aunque estos hábitos no fueron registrados por Gardner y Centeno (25).

Todavía queda mucho por investigar respecto al tamaño y forma de los potreros y su relación con los hábitos de pastoreo, pero con la evidencia disponible, se puede proponer el uso de potreros cuadrados más bien que rectangulares. También se

debería dejar una amplia faja en el borde de las parcelas de modo que si hay una tendencia de los animales a pastorear preferentemente sobre un lado, el área experimental no sería afectada. También se debe tener cuidado de evitar la proximidad de los lugares transitados, como senderos o caminos, que influirían en los movimientos de los animales.

La necesidad de pastorear.

Habiendo discutido los efectos del animal en pastoreo, queda la pregunta: ¿es una necesidad pastorear las parcelas experimentales o podemos obtener resultados confiables solamente con el corte?

Si se quiere una respuesta general, esta será: no, no siempre se necesitan los animales en pastoreo. Como ha dicho Blaser (6) "...se pueden eliminar muchos factores con tratamientos sencillos en parcelas pequeñas o parcelas más grandes para luego seleccionar algunos de estos tratamientos y estudiarlos imponiendo el efecto del animal".

Es en esas fases preliminares que se pueden omitir los animales. Debe llegar el momento, sin embargo, en que la información recogida de varias fuentes, sea sintetizada en un sistema o sistemas prácticos. Con el objeto de hacer esto, necesitamos el efecto de la pastura sobre el animal tanto como el efecto del animal sobre la pastura. Esto implica que, cuanto más pronto lleguemos al punto en que el uso del animal es necesario, tanto más pronto estaremos en posición de combinar o sintetizar nuestros resultados y probarlos en relación con la situación de los productores.

Para poner un ejemplo, al investigar el efecto sobre la producción animal de la introducción de una nueva leguminosa en la pastura natural, el problema se puede dividir en las siguientes etapas:

1. ¿Qué fertilizantes y qué cantidad se requiere para el establecimiento y óptimo desarrollo de esa leguminosa?
2. ¿Qué densidad de siembra debe usarse?
3. ¿Es preciso o no inocular la semilla?
4. ¿Qué operaciones son necesarias para el establecimiento exitoso de esa leguminosa?; ¿se requiere para el trabajo alguna maquinaria especial, como la sembradora a zapatas?
5. ¿Cuál es el mejor manejo de animales, antes y después de la siembra, para asegurar un establecimiento satisfactorio?

6. ¿Se requiere un cambio en el manejo tradicional de pastoreo para asegurar la persistencia de la nueva leguminosa y para permitir la expresión de su habilidad para producir un rendimiento más alto?

Una vez resueltos estos problemas, y puede verse que más de la mitad de ellos no requieren el uso de animales, los tratamientos más promisorios pueden combinarse para formar un sistema apropiado. Luego se puede conducir una investigación para saber cómo aumentaría la productividad del animal de un establecimiento ganadero, mejorando distintos porcentajes de campo natural con la introducción de una nueva leguminosa.

Una palabra final sobre el método científico. Una vez que el problema ha sido aislado y se considera un experimento a realizar, se debe hacer una nueva búsqueda de literatura. Esto por sí mismo puede resolver el problema.

El siguiente paso es redactar clara y concisamente los objetivos del experimento. Una vez hecho esto, debe asegurarse minuciosamente que los objetivos tienden a aclarar el problema, o si se requerirá una mayor subdivisión del problema en partes.

Ahora podemos describir nuestros métodos experimentales que, como ha sido establecido, deberán ser adecuados para llenar los objetivos.

Una mayor cantidad de tiempo gastado en estas fases de la investigación, puede evitar recriminaciones personales en una etapa más avanzada y mejorar en general la calidad del trabajo.

Un investigador no tiene necesidad de preocuparse si la técnica que usa da resultados que no sean inmediatamente aplicables a las prácticas agrícolas. Su interés debería estar en asegurarse que sus resultados son ciertos dentro del alcance del experimento que él ha planeado.

SECCIÓN IV

APLICACION PRACTICA

Mecánica de corte en las parcelas.

Comúnmente se cortan las parcelas experimentales con una máquina en la cual el elemento cortante es una barra frontal, cortadora de césped o cortadora rotativa (figura N^o 12). Las dos últimas producen un corte más bajo que la barra común, pero tienen la desventaja de que el forraje queda muy picado, de manera que la separación a mano, para el análisis botánico, se hace muy difícil, si no imposible. Este inconveniente no es insuperable, ya que hay otros métodos disponibles para la apreciación de la composición botánica. Sólo cuando se desea conocer la contribución individual de las especies componentes de una pastura sobre el rendimiento total, en términos de peso verde o seco, es necesaria la separación a mano. Aun este método puede ser suprimido, si se obtiene un buen entrenamiento en la estimación visual de la contribución de cada especie.

Cuando se requiere un corte a ras del suelo, o se deben cortar áreas muy pequeñas, es mejor emplear tijeras eléctricas de mano del tipo mostrado en la figura N^o 13. Las tijeras eléctricas requieren mucho menos esfuerzo de parte del operador que las accionadas a mano y además la altura de corte se puede controlar mejor. Las tijeras pueden ser accionadas también por un motor a gasolina como el descrito por Alder y Richards (1).

Cuando un experimento de parcelas no pastoreadas tiene que ser cortado por una de las máquinas de la figura N^o 12, el primer paso es recolectar el forraje de descarte, en forma perpendicular a la dirección predeterminada en que se piensa sacar las muestras, como se aprecia en la figura N^o 14. Esto es necesario para evitar los posibles efectos de bordes. La muestra para la determinación de rendimiento puede entonces ser cortada sobre una faja central de la parcela. Si el área de descarte ha sido cuidadosamente cortada, la longitud de la faja de muestreo será igual en cada parcela de modo que el factor de conversión, para expresar los rendimientos por hectárea, será constante. Este procedimiento no es, sin embargo, esencial, ya que midiendo la longitud cortada en cada parcela se puede determinar fácilmente

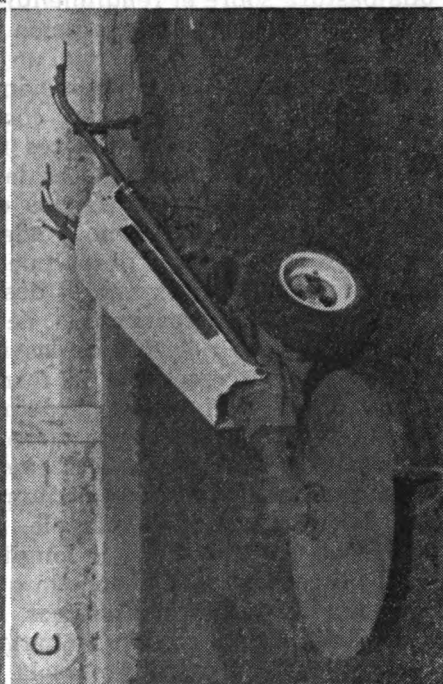
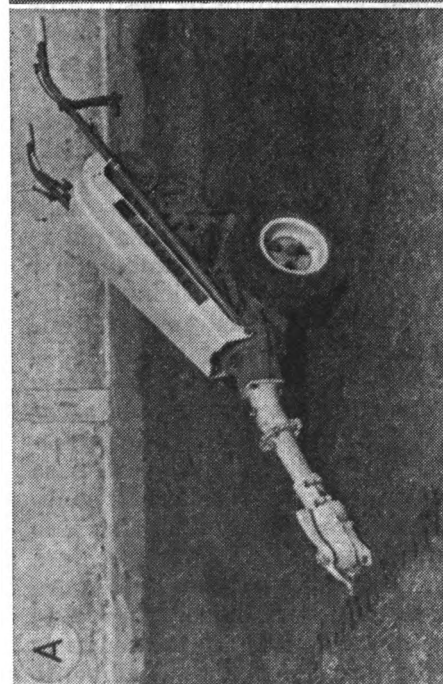
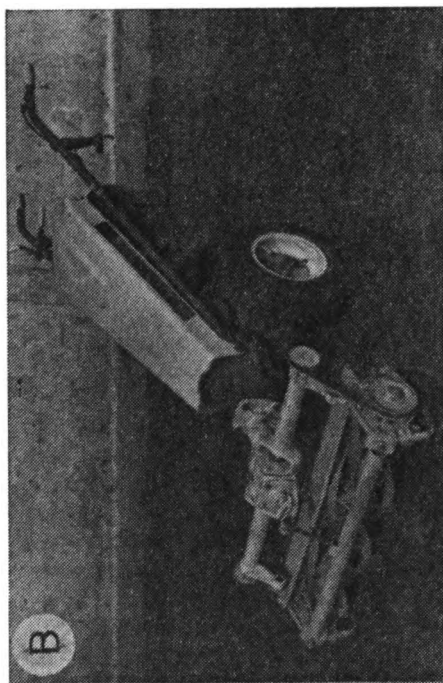


FIGURA Nº 12.— Máquinas utilizadas para cortar parcelas experimentales. A: Cortadora de barra frontal. B: Cortadora de césped. C: Cortadora rotativa.

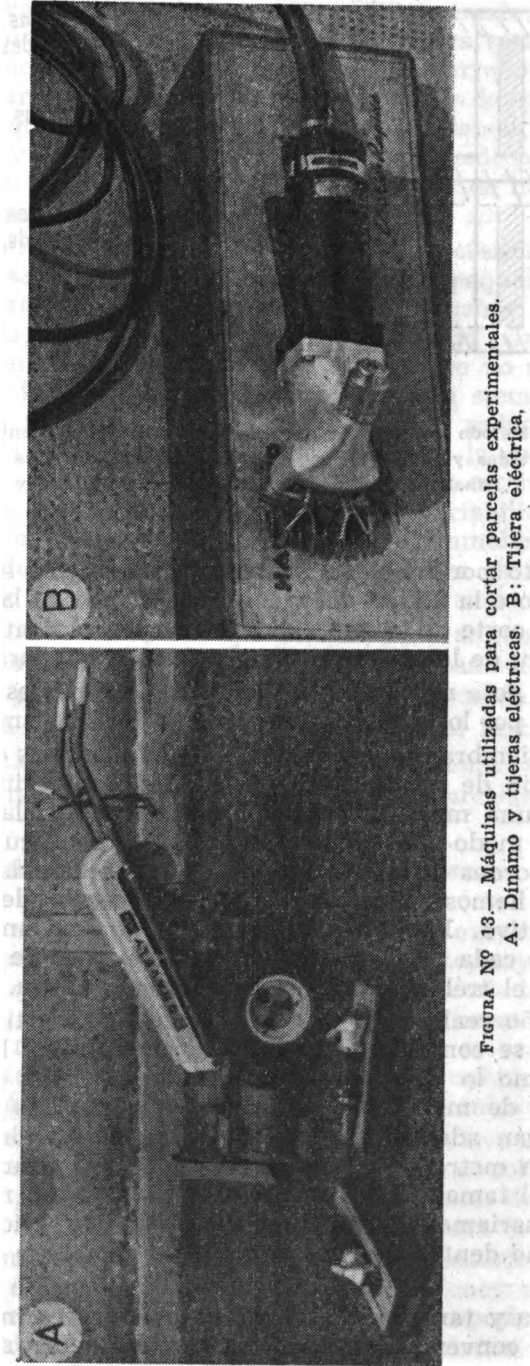


FIGURA Nº 13.— Máquinas utilizadas para cortar parcelas experimentales.

A: Dínamo y tijeras eléctricas. B: Tijera eléctrica.

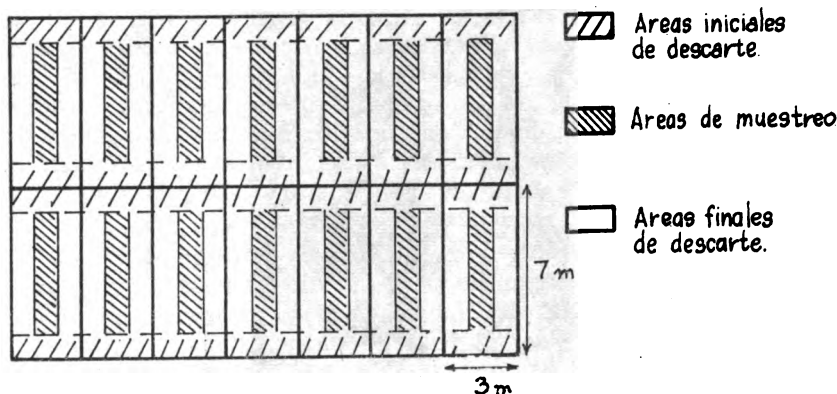


FIGURA N° 14.— Método de corte de parcelas pequeñas. Inicialmente, las áreas de descarte son cortadas y el forraje es sacado, luego las muestras son cortadas y pesadas, y, finalmente, el forraje remanente es cortado y sacado.

el rendimiento por hectárea. A veces sucede que el forraje se inclina debido a la acción del viento y la lluvia. Si la inclinación es notoria, el corte de la muestra deberá hacerse contra el ángulo de inclinación; de lo contrario, mucho forraje quedará sin cortar.

Si no se nota ninguna inclinación del forraje, es más conveniente cortar por lo menos cada repetición en la misma dirección.

Para la siembra, las parcelas deben ser marcadas en las esquinas por medio de estacas. En el curso del experimento, estas estacas son una molestia porque interfieren con las máquinas de corte. El modo más simple de evitar esta dificultad es pulverizar los bordes de cada parcela con un herbicida apropiado. En general, hemos encontrado que una mezcla de dalapón y 2-4-D es efectiva. Este método no solamente deja un borde bien definido para cada parcela, sino que evita el paso de plantas rastrojeras, como el trébol blanco de una parcela a otra.

El tamaño real de las parcelas dependerá del tipo de experimento que se conduce. En general, es preferible hacerlas tan pequeñas como lo permiten los requerimientos del experimento y el equipo de muestreo y siembra a usar. Las parcelas de 3×7 m. serán adecuadas si se utiliza una máquina de barra frontal de un metro de ancho de corte. Si descartamos 1 m. de los bordes, el tamaño de la muestra será de 1×5 m. Las parcelas innecesariamente grandes desperdician espacio, aumentan la variabilidad dentro de bloques y elevan el trabajo de muestreo y descarte.

La forma y tamaño exacto de las parcelas es muchas veces un asunto de conveniencia, ya que a menudo deben ser alterados

para acomodar un experimento a una determinada superficie de terreno. Nótese que no es necesario tener las repeticiones contiguas, cuando alguna característica del terreno (como una depresión) indica que no es deseable. Vale la pena también mencionar, que las parcelas experimentales deben situarse lejos de porteras y de árboles. Esta observación puede parecer superflua, pero no es raro encontrar experimentos que han sido situados parcialmente a la sombra de los árboles.

Las tijeras eléctricas o de mano son necesarias cuando se tienen que sacar muestras de parcelas muy pequeñas o cuando se hacen cortes a nivel del suelo. Cuanto menor es el tamaño de la parcela, mayor será el cuidado requerido para su establecimiento y muestreo. Esto no quiere decir que no se debe tener cuidado con las parcelas más grandes, ya que siempre es mejor tender a un nivel alto de precisión. Pero al reducir el tamaño de la parcela, por ejemplo, a 50 cm. × 50 cm., la población vegetal debe ser controlada rigurosamente en su establecimiento y posiblemente en algunos casos, hasta la variabilidad genética, eliminada por el uso del material clonal. También es esencial alguna ayuda física para asegurar una altura de corte pareja, a menos que se emplee el corte a nivel del suelo.

En el tipo de ensayo en que se incluye el animal en pastoreo las parcelas deben tener, por supuesto, un tamaño suficiente para permitir un pastoreo casi normal y para el corte de las muestras sucesivas, en áreas al azar, para determinar el rendimiento.

Ya se ha hecho referencia en otras secciones a los factores que determinan el tamaño y forma de esas parcelas.

Simulación de las excreciones de los animales.

Cuando se desea simular el retorno de las excreciones animales, en las parcelas que se cortan continuamente, hay básicamente tres técnicas que se pueden usar: 1) el forraje cortado se devuelve a la parcela; 2) se devuelve una mezcla de heces y orina proporcional al rendimiento de la parcela; o, 3) se usa una mezcla de fertilizantes, también proporcional al rendimiento. Se incluye a continuación una breve descripción de las técnicas.

El retorno del corte, según lo describe Lynch (48), es el sistema más simple. Consiste nada más que en devolver el forraje cortado a la parcela de la cual proviene. El éxito de esta técnica depende de la descomposición del forraje entre corte y corte. Si esto no sucede, hay peligro de pesar el material no descompuesto con el siguiente corte. Bajo condiciones adecuadas de lluvia y de actividad de las lombrices, la descomposición es rápida y los cortes frecuentes no presentan un problema, si es que el

forraje no sobrepasa los 15 cm. de altura al ser cortado. También es mejor cortar con una cortadora de césped o rotativa, ya que los pedazos más cortos del forraje se descomponen más rápidamente y son desparramados con más facilidad sobre la parcela. Si durante un período de crecimiento rápido se acumula demasiado forraje, éste se puede descartar o retornarse sólo una parte. Alternativamente, el forraje puede ser almacenado y dejarse descomponer para hacerse el retorno más adelante.

El segundo sistema propuesto por Sears (60) es mucho más complejo y requiere supervisión cuidadosa y equipo especial. Solamente es utilizable en una Estación Experimental, mientras que la técnica de retorno del forraje cortado puede ser aplicada en lugares fuera de un centro de investigación.

El método es como sigue:

- a) Se cortan las muestras para medir el rendimiento.
- b) Una vez pesado el forraje cortado es devuelto a las parcelas.
- c) Se pastorea el área con un número suficiente de ovinos para que los animales consuman el forraje hasta la altura deseada en dos o tres días.
Los ovinos están provistos de aditamentos recolectores para no permitir ningún retorno de excrementos
- d) La recolección total de excrementos es mezclada, homogeneizada y medida.
- e) La mezcla se aplica a las parcelas con una regadera en proporción al rendimiento de materia seca.

Como puede apreciarse, el retorno de los excrementos, aunque en proporción con la cantidad de materia seca producida, no guarda relación con la calidad de la misma. Esto tendría poca importancia si las diferencias entre parcelas no fueran grandes; pero si no es así, se pueden introducir errores apreciables.

Para evitar el uso de animales, y el manipuleo de excrementos necesarios en la técnica de Sears, Mc Neur (50) compuso una mezcla de fertilizantes que reemplazarían los nutrientes sacados en el forraje cortado. La mezcla está basada en el análisis de una pastura de raigrás perenne y tréboles blanco y rojo en Palmerston North, Nueva Zelanda, y se muestra en el cuadro N° 8. Todos los materiales pueden guardarse mezclados sin deterioro, excepto bajo condiciones de mucha humedad, en que la piedra caliza debería quedar separada y mezclarse antes de la aplicación.

CUADRO N° 8

MEZCLA DE FERTILIZANTES PARA REEMPLAZAR LOS NUTRIENTES SACADOS EN EL FORRAJE. PESO EN LIBRAS PARA UNA PASTURA CON UN RENDIMIENTO DE 14000 lb. DE MATERIA SECA/ACRE [Mc NEUR (50)]

		Materia Orgánica	P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂	CaO
Cantidad requerida		2520	154	574	630	154
Harina de sangre y huesos	1000	700	113	—	72	155
Harina de sangre	2100	1820	—	—	260	—
Superfosfato	200	—	42	—	—	—
Muriato de Potasio	975	—	—	580	—	—
Sulfato de Amonio	1430	—	—	—	300	—
Cal	2004	Utilizada	p/neutralizar	la	acidez	
Total	7709	2520	155	580	632	155

Como el peso de 7.709 kg. de la mezcla de fertilizantes equivale a 14.000 kg. de producción de materia seca (M. S.), deberán aplicarse 551 g. de la mezcla por cada kg. de M. S. producido. En ensayos con esta mezcla se encontró, sin embargo, que 528 g./kg. de M. S. dieron resultados más cercanos al retorno de heces y orina.

Mc Neur comparó su técnica con la de Sears y con el pastoreo normal con ovinos y encontró una correlación muy alta. También probó variaciones de la mezcla, pero concluyó que la mezcla original era adecuada. Aunque la mezcla se confeccionó a partir del análisis de una pastura de raigrás y trébol, fue empleada con éxito en pasturas de gramíneas puras o de tréboles puros. Parecería tener, por lo tanto, una aplicación más amplia. Una precaución que debe tenerse al usar este método es que al retornarse una cantidad relativamente grande de la mezcla, por ejemplo durante el crecimiento de primavera, es más seguro dividir en dos la aplicación y hacerlo con un intervalo de siete a diez días. Esto evitará cualquier peligro de quemado del fertilizante sobre el forraje durante tiempo caluroso y seco.

Este método es de un valor obvio en ensayos de especies, variedades o manejos, pero de dudosa utilidad cuando se van a comparar niveles de fertilizantes.

El uso de jaulas.

Cuando se quiere conocer el rendimiento de forraje en parcelas pastoreadas en forma continuada, es necesario usar jaulas que excluyan áreas del pastoreo. La necesidad de usarlas, dependerá del manejo del pastoreo usado y de los datos requeridos.

Cuando el pastoreo es rápido y los animales ocupan el terreno sólo durante uno o dos días, los cortes efectuados inmediatamente antes del pastoreo constituyen una buena estimación de la producción.

A medida que el período de pastoreo aumenta, el rendimiento determinado por este método subestimaré progresivamente el verdadero rendimiento, ya que el crecimiento durante el período de pastoreo no es tomado en cuenta. Se llega al caso extremo bajo pastoreo continuo, cuando no es posible hacer estimaciones de rendimiento si no se emplean jaulas.

La longitud del período debe ser decidida por el investigador con su conocimiento de las condiciones locales. Se puede hacer una estimación del crecimiento durante el período de pastoreo, si éste no es demasiado largo. Si, por ejemplo, durante el período de descanso de 30 días se producen 3.000 kg. de M. S., el crecimiento en cuatro días de pastoreo será de 400 kg. suponiendo una tasa uniforme de crecimiento diario.

El número de jaulas que se deben usar para estimar el rendimiento, con un grado deseado de precisión, dependerá de la variabilidad de la pastura.

El número de jaulas puede ser calculado con la siguiente ecuación, si se dispone de una estimación anterior de la variancia esperada:

$$n = \frac{k^2 \times S^2}{(\% \text{ de la media})^2}$$

donde n = número de muestras requeridas.

k = coeficiente de confianza
(ej. 2 para 95%, 3 para 99%).

S^2 = variancia de la muestra.

% de la media = precisión requerida.

Esta ecuación es de naturaleza general y se emplea en investigación para calcular el tamaño de cualquier muestra.

Si se quiere estimar el rendimiento medio de una parcela por medio de jaulas, con error de $\pm 10\%$ y 95% de probabilidad, el número de jaulas que se debe emplear será:

$$n = \frac{4 S^2}{\left(\frac{\bar{x}}{10}\right)^2}$$

Para estimaciones con $\pm 20\%$ de error, la media (\bar{x}) se divide por 5 en lugar de 10.

Se describen a continuación los métodos para medir el rendimiento de pasturas con ayuda de jaulas.

La técnica más simple, aunque no la mejor, es dejar la jaula siempre en el mismo lugar, y hacer cortes periódicos. Este método produce áreas de muestreo de distinta composición botánica que la pastura, ya que se excluye la influencia del animal.

El método siguiente se aplica al pastoreo rotativo e implica el uso de sólo una jaula por muestra. Al principio del período de pastoreo, pero siempre que el forraje esté por encima de la altura de corte, un área igual en tamaño a la de la jaula es cortada. Se coloca la jaula sobre el área cortada y al final del período de pastoreo, el forraje acumulado es cortado y pesado.

Es importante tener en cuenta que el segundo corte se hace tres o cuatro días después de haber terminado el pastoreo, para dejar que el área pastoreada rebrote hasta estar por encima de la altura de corte. Es necesario realizar esto para que el próximo corte se lleve a cabo sobre un área nueva, donde se colocará la jaula. Este método sirve solamente en el caso de forrajes que rebrotan rápidamente después de ser cortados, ya que los de crecimiento lento deben dejarse recuperar hasta por encima de la altura de corte, después del pastoreo antes de que la jaula pueda ser cambiada a otro lugar.

Otro método que se puede usar es con dos jaulas en lugar de una. En este caso, la jaula A se coloca en un lugar que ya ha sido cortado, cuyo rendimiento no ha sido determinado. Al mismo tiempo se coloca una segunda jaula B, sin hacer el corte previo. Después del pastoreo, el forraje de la jaula A es cortado y pesado y se cambia a un nuevo sitio de la jaula. Al mismo tiempo se corta y se saca el forraje de la jaula B. Después del siguiente pastoreo, el forraje de la jaula B es cortado y pesado y se cambia a otro sitio, mientras que el de la jaula A es cortado y sacado. Este sistema continúa mientras se pastorea el campo. Puede verse que son necesarias dos jaulas para proveer una estimación de rendimiento. La técnica es aplicable para ambos pastoreos, rotativo y continuo.

Una tercera posibilidad es el uso del "método de diferencia" en el cual en el momento de colocar en posición la jaula se hace un corte fuera de ella (A), sobre un área de desarrollo y composición botánica similares. Después del pastoreo, o a un intervalo de tiempo o altura de forraje fijados, se corta el área dentro de la jaula (B), se cambia de lugar y se hace otro corte fuera de la jaula (C). La estimación de la producción se calcula de la diferencia entre el corte de la jaula y el corte fuera de ella (B-A). Si se requiere una estimación grosera del forraje consumido, esto está dado por B-C. Se conoce por experiencia que esto es una estimación pobre del consumo.

El tamaño real de la jaula usada dependerá de la máquina de muestreo. Si se usa una máquina con una barra de corte de 1 m., es obvio que la jaula debe ser lo suficientemente ancha para adaptarse a esa medida. El largo puede ser de 3 m. Cuando se usan tijeras de mano, puede ser suficiente un área protegida de 1 m. × 1 m. Usando una jaula completamente cerrada con tejido de alambre, Cowlishaw (16) encontró que, debido al microclima, el rendimiento dentro de la jaula era más alto comparado con las áreas no cercadas. Encontró un aumento promedio de aproximadamente 10% dentro de la jaula. Por lo tanto, las jaulas deberían construirse sin techo para reducir las diferencias de temperatura y humedad dentro de las áreas cercadas.

Doble muestreo.

En muchos casos, el costo de operación de una técnica de corte precisa, puede parecer prohibitivo, debido a la alta variabilidad de las pasturas. En esos casos la eficiencia puede ser incrementada significativamente por el uso de la técnica de doble muestreo. Básicamente, el doble muestreo implica la sustitución de un método costoso por uno más barato que puede ser usado rápidamente y que guarda una alta correlación con el primer método.

El término "doble muestreo" se usa porque de la muestra grande obtenida por el método más barato, se saca una submuestra por el método más caro, pero más preciso, y se ajusta la estimación por medio de la regresión de la una en la otra (29).

Para demostrar el método, utilizaremos algunos datos reales obtenidos en una pradera de 2 há. de *Phalaris tuberosa*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. Este potrero era uno de los 14 de un ensayo de pastoreo a gran escala comparando mezclas forrajeras. A fin de obtener información del rendimiento y variabilidad de esa pastura, se cortaron cinco muestras de 0,25 m² c/u al azar y al mismo tiempo se hicieron veinte estimaciones visuales del forraje disponible.

Los datos registrados en kg./há., de peso verde fueron los siguientes:

Estimaciones visuales	Rendimientos del corte
2000	1920
12000	—
16000	—
13000	12400
8000	—
6000	—
8000	—
5000	6400
8000	8400
9000	—
7000	—
9000	—
4000	—
5000	8800
17000	—
7000	—
11000	—
2000	—
8000	—
6000	—

Con esos datos se hicieron los siguientes cálculos:

Y^* = media de n observaciones visuales (= 8150).

$Y^{*'} =$ media de n' observaciones visuales correspondientes a las parcelas cortadas (= 6600).

$\bar{x}' =$ media de n' parcelas cortadas (= 7584).

$r =$ correlación entre estimaciones visuales y parcelas cortadas (= 0,91).

$b =$ regresión de parcelas cortadas en estimaciones visuales (= 0,84).

Con esta información se pueden calcular los rendimientos ajustados de la pastura.

$$\bar{x} \text{ ajustada} = \bar{x}' + b (Y^* - Y^{*'}) = 8886$$

El coeficiente de variación (C. V.) estimado de esta media ajustada se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{C. V. } \bar{x} \text{ ajustada} = \frac{\sqrt{S^2_x \left[\frac{n'}{(1-r^2)(1-\bar{n})} \right]}}{\bar{x} \text{ ajustada}} \times 100$$

donde S^2_x es la variancia de la muestra de las n' parcelas cortadas.

La comparación de la muestra simple de cinco parcelas cortadas con la muestra doble de veinte estimaciones visuales y cinco parcelas cortadas indica que el C. V. de los cinco cortes fue 51% y el C. V. de la muestra doble fue 27%. Es obvio que se ha ganado considerablemente en precisión, con muy poco esfuerzo extra, por el uso de doble muestreo.

Con la estimación de la correlación entre muestras cortadas y estimadas, se puede calcular el número de muestras requeridas para futuros trabajos. Si suponemos una relación de costo de 10:1 que es una estimación conservadora, para cortes y estimaciones visuales, se puede calcular la relación entre el número de las parcelas de corte y las de estimación visual que, para un presupuesto dado, minimizan la variancia con la siguiente ecuación:

$$\frac{n'}{n} = \sqrt{\frac{1-r^2}{r^2}} \times \frac{C_1}{C_2}$$

donde C_1 = costo de la muestra cortada, y
 C_2 = costo de la estimación visual.

En el ejemplo la relación llega a 14/100. Esto significa que si los fondos permiten seis cortes se necesitarán aproximadamente cuarenta y ocho estimaciones visuales. El C. V. estimado para esta relación de la muestra (14/100) puede calcularse por la ecuación anterior. En nuestro ejemplo es de 23%.

El investigador es quien debe decidir hasta que punto es adecuado o no este nivel de precisión. Pero debe recordarse que es lo mejor que se puede lograr para un cierto presupuesto con una relación de costo de 10:1.

Para una relación de costo dada, el éxito del método de doble muestreo depende de la correlación que se obtiene entre las parcelas de corte y las de estimación visual. La precisión de esta última puede adquirirse por entrenamiento, ya que la correlación de 0,91 mostrada en el ejemplo, fue obtenida por un técnico quien tuvo un entrenamiento previo de unas pocas horas y no en esa misma pradera.

Recientemente se ha intentado desarrollar una máquina electrónica para medir la disponibilidad de forraje (13). Estas máquinas parecen ser muy promisorias y pueden muy pronto estar listas para su uso general. Sin embargo, trabajan sobre el mismo principio de doble muestreo ya que deben ser calibradas por medio de muestras cortadas.

Por el momento, la facilidad y el bajo costo de las estimaciones visuales, hacen del doble muestreo una técnica atractiva que debe ser seriamente considerada cuando van a ser estimados los rendimientos de áreas relativamente grandes.

SECCIÓN V

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA Y DEL PESO VERDE

La evaluación agronómica de las pasturas depende en gran parte de una evaluación de la producción de materia seca. Los análisis químicos o las estimaciones de digestibilidad *in vitro* pueden ser conducidos para evaluar la calidad de la materia seca, pero desde el punto de vista de los experimentos de campo es fundamental una estimación precisa de la materia seca.

Los siguientes experimentos fueron conducidos por los estudiantes graduados durante el curso "Métodos experimentales y producción de forrajes" dictado en la Escuela para Graduados del IICA en La Estanzuela, como parte de los trabajos de laboratorio. Los experimentos fueron diseñados para investigar algunos de los factores que tienen influencia sobre la determinación del contenido de materia seca en el forraje y el rendimiento de materia verde.

EXPERIMENTO I.

Objetivos.

- a) Estudiar el efecto del tipo de bolsa en la cual está contenida la submuestra para determinación de humedad antes de ser secada, en el porcentaje de materia seca de raigrás anual; y
- b) estudiar el efecto del tiempo transcurrido antes del secado y su interacción con el tipo de bolsa.

Tratamientos.

Tipo de bolsa: 1) Plástico. 2) Papel. 3) Arpillera.
Tiempo entre corte y secado: $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$ y 3 horas.

En el momento del corte, el raigrás estaba en estado de postemergencia de espiga.

Resultados.

Los efectos de tipo de bolsa y tiempo fueron significativos mientras que la interacción no lo fue. En éste y todos los demás experimentos se hicieron comparaciones por la prueba de Duncan (17) de los rangos múltiples ($P < 0,05$) del modo siguiente:

	Tiempo entre corte y secado			
	½	1	1½	3 horas
% de Materia Seca	27,6	28,1	28,3	29,2 *

	Tipo de bolsa		
	Plástico	Papel	Arpillera
% de Materia Seca	28,0	28,1	28,8

* Cifras en cursiva no difieren significativamente.

Los datos meteorológicos que cubren el período del experimento fueron los siguientes:

Media de la temp. del aire	Humedad Rel.	Nubes	Viento
16,1° C.	59,6%	6/8	12 K.P.H.

Conclusiones.

Aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tipos de bolsas, estas diferencias fueron tan pequeñas que tienen poca importancia práctica. El efecto del tiempo fue algo más notable. Parecería que toda demora de más de 1½ hs. puede causar un cambio apreciable en la estimación del porcentaje de materia seca.

EXPERIMENTO II.

Objetivos.

Los del experimento I.

Tratamientos.

Tipo de bolsa: 1) Plástico. 2) Papel. 3) Arpillera.
 Tiempo entre corte y secado: ½, 1, 2 y 4 horas.

El forraje (también raigrás anual) en el momento del corte estaba en estado vegetativo de desarrollo.

Resultados.

Los efectos de todos los tratamientos fueron significativos, tipos de bolsas, tiempo e interacción.

Tiempo (horas)		½			1		
Bolsas		Plást.	Pap.	Arp.	Plást.	Pap.	Arp.
% M. S.		15,2	15,6	15,5	15,2	15,8	15,9

Tiempo (horas)		2			4		
Bolsas		Plást.	Pap.	Arp.	Plást.	Pap.	Arp.
% M. S.		15,1	16,4	16,2	15,4	16,9	16,6

Bolsa	Plástico			
Tiempo (horas)	½	1	2	4
% M. S.	15,2	15,2	15,1	15,4

Bolsa	Papel			
Tiempo (horas)	½	1	2	4
% M. S.	15,6	15,8	16,2	16,9

Bolsa	Arpillera			
Tiempo (horas)	½	1	2	4
% M. S.	15,5	15,9	16,4	16,6

Datos meteorológicos.

Media de la temp. del aire	Humedad Rel.	Nubes	Viento
19,9° C.	31%	0/8	25 K.P.H.

Conclusiones.

Este experimento, que fue conducido bajo condiciones que favorecieron el secado rápido de las muestras, mostró la ventaja de las bolsas de plástico.

Aun bajo estas condiciones el papel o la arpillera pueden ser usados si la demora entre el corte y el secado no es mayor de una hora.

EXPERIMENTO III.

Objetivos.

Estimar el efecto del tipo de bolsa y método y tiempo de almacenaje de muestras anterior al secado, sobre la determinación del porcentaje de materia seca.

Tratamientos.

Tipos de bolsas: 1) Plástico. 2) Papel.

Métodos de almacenaje: 1) Heladera 2° C. 2) Congelador —5° C.

Tiempo de almacenaje: 0, 6, 24, 48 y 96 horas.

Estos tratamientos fueron considerados de interés, ya que muy a menudo, debido al espacio limitado de la estufa, las muestras deben permanecer sin secar de un día para el otro. El forraje usado fue raigrás anual en estado vegetativo.

Resultados.

Todos los efectos principales y las interacciones de primer orden fueron significativos.

	Tiempo (horas)				
	0	6	24	48	96
Congeladora:					
% de M. S.	28,6 b	28,7 b	28,0 b	28,3 b	29,2 a *
Heladera:					
% de M. S.	28,8 b	28,2 b	28,7 b	28,0 b	30,0 a
Plástico:					
% de M. S.	28,6 ab	28,0 bc	27,9 c	27,2 d	28,7 a
Papel:					
% de M. S.	28,6 b	28,9 b	28,8 b	29,2 b	30,5 a

* Cifras seguidas por la misma letra no difieren significativamente.

	% de M. S.	
	Congeladora	Heladera
Plástico	28,2	27,9
Papel	28,9	29,5

Aparte del valor sorprendentemente bajo (27,2%) para las bolsas de plástico con 48 horas de almacenamiento, los otros resultados siguen una secuencia lógica. Este valor bajo debe ser tratado con cierta reserva.

Conclusiones.

Parecería que las muestras pueden ser almacenadas con seguridad hasta 48 horas, tanto en heladera como en congeladora, en bolsas de plástico como de papel. Si se requiere un período más largo de éste, entonces se prefieren bolsas de plástico.

EXPERIMENTO IV.

Objetivos.

Determinar el efecto del manejo del forraje cortado sobre la parcela, y del tiempo transcurrido entre el corte y la pesada sobre el rendimiento de materia verde.

Tratamientos.

Manejo del forraje: 1) Cortado y dejado sobre el suelo hasta la pesada. 2) Cortado y amontonado inmediatamente después del corte.

Tiempo entre el corte y la pesada: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 y 2 horas.

En la estimación del rendimiento de la materia seca hay dos determinaciones necesarias: 1) el rendimiento de forraje verde y 2) el porcentaje de materia seca de este forraje.

Ya hemos tratado algunas de las posibles fuentes de error en la determinación del porcentaje de materia seca, y este último experimento investigó los efectos de la demora entre el corte y la pesada del forraje verde y la interacción con el método de manejo del pasto.

Si el forraje verde es pesado y muestreado para la determinación de materia seca, en el mismo momento, no se introducirá ningún error, ya que un menor peso verde estará compensado por un mayor porcentaje en materia seca.

Sin embargo, cuando se hace el corte de un ensayo grande, a menudo hay una demora entre el corte y la pesada y si la submuestra para la determinación de materia seca es sacada, como se hace a menudo inmediatamente después del corte del forraje dejado en el suelo o cortado separadamente por medio de tijeras de mano, entonces se puede introducir un error.

Resultados.

Los dos efectos principales, tiempo y manejo, y su interacción fueron significativos.

Tiempo (horas)	Pérdida de peso verde (ton./há.) de raigrás anual				
	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2
Cortado y esparcido . .	0,0	0,30	0,43	0,70	0,83
Cortado y amontonado	0,0	0,16	0,06	0,20	0,23

Datos climáticos.

Temp. media del aire	Hum. Rel.	Nubes	Viento
20,9° C.	43%	0/8	11,2 K.P.H.

Conclusiones.

Si no es reunido en montones, el forraje cortado debe ser pesado inmediatamente. Amontonando el forraje, se reducirá considerablemente la pérdida de humedad y permitirá un margen considerable de tiempo entre el corte y la pesada.

Recomendaciones generales.

1) Para la determinación de materia seca son mejores las bolsas de plástico, pero si las muestras van a ser enviadas inmediatamente a la estufa, son suficientes las bolsas de papel o arpillera.

2) Las muestras pueden ser almacenadas en una heladera o congelador hasta por dos días sin cambiar apreciablemente el porcentaje de materia seca.

3) La pesada de forraje verde y submuestreo para la determinación de materia seca, debería hacerse simultáneamente, pero si la demora no se puede evitar, entonces el forraje debería ser rastrillado y amontonado.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, F. E. y RICHARDS, J. A. A note on the use of the powerdriven sheep-shearing head for measuring herbage yields. *Journal of the British Grassland Society* 17 (2): 101-102. 1962.
2. ALDERFER, R. B. y ROBINSON, R. R. Runoff from pastures in relation to grazing intensity and soil compaction. *Journal of the American Society of Agronomy* 39 (11): 948-958. 1947.
3. ANSLOW, R. L. Grass growth in midsummer. *Journal of the British Grassland Society* 20 (1): 19-26. 1965.
4. BASIC PROBLEMS and techniques in range research. Washington, National Academy of Sciences, National Research Council. Publication 890. 1962. 341 p.
5. BLAND, B. F. y DENT, J. W. Animal preference in relation to chemical composition and digestibility with varieties of cocksfoot. *Journal of the British Grassland Society* 17 (2): 157-158. 1962.
6. BLASER, R. E. Efecto del animal sobre la pastura. In Simposio sobre el empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. La Estanzuela, 1964. Ed. por Osvaldo Paladines, La Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1966. pp. 1-25.
7. BROCKMAN, J. S. y WOLTON, K. M. The use of nitrogen on grass white clover swards. *Journal of the British Grassland Society* 18 (1): 7-13. 1963.
8. BROUGHAM, R. W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 7 (5): 377-387. 1956.
9. BROMFIELD, S. N. Sheep faeces in relation to the phosphorus cycle under pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 12 (1): 111-123. 1961.
10. BROWN, D. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 42. 1954. 222 p.
11. BRYANT, H. T. y BLASER, R. E. Yields and Stands of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. *Agronomy Journal* 53 (1): 9-11. 1961.
12. CARO-COSTAS, R. y VICENTE-CHANDLER, J. Cutting height strongly effects yield of tropical grasses. *Agronomy Journal* 53 (1): 59-60. 1961.
13. CAMPBELL, A. G., PHILLIPS, D. S. M. y O'REILLY, E. D. An electronic instrument for pasture yield estimation. *Journal of the British Grassland Society* 17 (2): 89-100. 1962.
14. ----- . Grazed pasture parameters: dead herbage, net gain and utilization of pastures. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production* 24: 17-27. 1964.
15. CENTENO, G. A. Comportamiento de variedades de Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y de Lotus (*Lotus corniculatus* L.) bajo distintas frecuencias de pastoreo. La Estanzuela, Uruguay. M.S. Tesis. La Estanzuela, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 173 p. (Mimeografiado.)
16. COWLISHAW, S. J. The effect of sampling cages on the yields of herbage. *Journal of the British Grassland Society* 6 (3): 179-182. 1951.
17. DUNCAN, D. B. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42. 1955.
18. EDMOND, D. B. Effects of treading perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) pastures in winter and summer at two soil moisture levels. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 6 (3-4): 265-276. 1963.

19. -----, Some effects of sheep treading on the growth of ten pasture species. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 7 (2): 1-16. 1964.
20. FRAME, J. The effect of cutting and grazing techniques on productivity of grass clover swards. In *International Grassland Congress, 9th, São Paulo, 1965. Proceedings. São Paulo, 1967. pp. 1511-1516.*
21. -----, The effect of cutting and grazing techniques on herbage production. *Experimental Record* N° 10. Grassland Husbandry Department. West of Scotland Agricultural College. 1965. 40 p. (Mimeografiado.)
22. GARDNER, A. L. A technique for the investigation of inter-cultivar competition in grass species. In *International Grassland Congress 8th, Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1961. pp. 322-324.*
23. GARDNER, A. L. The effect of combining cultivars of *Lolium perenne* in an all grass sward on total and seasonal yield. Ph. D. Thesis. University of Glasgow, 1961. 337 p. (Mecanografiada.)
24. -----, ALBURQUERQUE, H. E. y CENTENO, G. A. Comportamiento de cinco variedades de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* bajo distintas frecuencias de pastoreo. La Estanzuela, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". *Boletín Técnico* N° 3. 28 p. 1966.
25. ----- y CENTENO, G. A. Removal of the effects of uneven grazing in pasture experiments. *Journal of the British Grassland Society* 21 (4): 264-269. 1966.
26. GREEN, J. O. y COWLING, D. W. The nitrogen nutrition of grassland. In *International Grassland Congress 8th, Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1961. pp. 126-129.*
27. ----- y EYLES, J. C. A study in methods of grass variety testing. *Journal of the British Grassland Society* 15 (2): 124-131. 1960.
28. ----- y CORRAL, A. J. The testing of grass varieties in swards with clover. The effect of grass seed rate on comparison of grass yield. *Journal of the British Grassland Society* 20 (4): 207-211. 1965.
29. HANSEN, H. M., HURWITZ, W. N. y MADOW, W. G. Sample survey methods and theory. New York, Wiley, 1953. p. 638.
30. HANSON, A. A., SPRAGUE, V. G. y MYERS, W. M. Evaluation of Kentucky Bluegrass strains grown in association with white clover. *Agronomy Journal* 44 (7): 373-376. 1952.
31. HEIN, M. A. y HENSON, P. R. Comparison of the effects of clipping and grazing treatments on the botanical composition of permanent pasture mixtures. *Journal of the American Society of Agronomy* 34 (6): 566-573. 1942.
32. HERRIOT, J. B. D., WELLS, D. A. y DILNOT, J. The grazing animal and sward productivity. *Journal of the British Grassland Society* 14 (3): 191-198. 1959.
33. HODGSON, J. The frequency of defoliation of individual tillers in a set-stocked sward. *Journal of the British Grassland Society* 21 (4): 258-263. 1966.
34. HOLMES, W. y MACLUSKY, D. C. The intensive production of herbage for crop drying. The effect of continued massive applications of nitrogen with and without phosphate and potash on the yield of grassland herbage. *Journal of the Agricultural Society* 45 (2): 129-139. 1954.
35. HOLT, E. C. y Mc DANIEL, J. C. The influence of clipping on yield regrowth and root development of Dallisgrass, *Paspalum dilatatum* and Kleingrass, *Panicum coloratum* L. *Agronomy Journal* 55 (6): 561-564. 1963.
36. HUGHES, R. The herbage production of two strains of perennial ryegrass. *Welsh Plant Breeding Station Bulletin. Series H* N° 18. 1956. pp. 1-78.
37. HUNT, I. V. y THOMSON, J. M. A. A grazing trial comparing Aberystwyth and commercial strains of grasses. *West of Scotland Agricultural College. Bulletin* N° 152. pp. 1-30 1955.
38. HUNT, I. V. Comparison of production from six strains of perennial ryegrass. *West of Scotland Agricultural College Research Bulletin* N° 13. 55 p. 1956.
39. -----, Spatial limits to grass production. In *International Grassland Congress, 8th, Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1961. pp. 273-275.*

40. HUNT, L. A. Somme Implications of death and decay in pasture production. *Journal of the British Grassland Society*, 20 (1): 27-31. 1965.
41. JONES, LI I. Varietal characteristics of herbage plants in relation to their agronomic assesment. In *The Measurement of grassland productivity*. Ed. por J. D. Ivins. London, Butterworths, 1959. pp. 35-50.
42. KNIGHT, R. The relation between yield and the reproductive phase in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) in a winter rainfall environment *Australian Journal of Agricultural Research* 16 (4): 505-515. 1965.
43. LAZENBY, A. The problem of assessing strains. A study in grass beeding techniques. *Journal of Agricultural Science* 48 (3): 294-304. 1957.
44. ----- y ROGERS, H. H. The evaluation of selection indices for yield in grass breeding. In *International Grassland Congress, 8th, Reading, 1960. Proceedings*. Reading, 1961. pp. 303-307.
45. LOTERO, J., WOODHOUSE, W. W. y PETERSEN, R. G. Distribution and loss rate of N and K applied to the soil by grazing animals. In *International Grassland Congress, 9th, São Paulo, 1965. Proceedings*. São Paulo, 1967 pp. 1687-1690.
46. -----, WOODHOUSE, W. W. y PETERSEN, R. G. Local effect on fertility of Urine voided by grazing cattle. *Agronomy Journal* 58 (3): 262-265. 1966.
47. LYNCH, P. B. Methods of measuring the production from grassland. *New Zealand Journal of Science and Technology* 28: 385-405. 1947.
48. -----, Conduction field experiments. New Zealand. Department of Agriculture. Bulletin Nº 399, 1960. p. 155.
49. Mc LACHLAN, K. D. y NORMAN, B. W. Observations on the superphosphate requirements of two grazing experiments. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 6 (20): 22-24 (1966).
50. McNEUR, A. J. Pasture measurement techniques as applied to strain testing. In *New Zealand Grassland Association Conference, 15th, 1963, Proceedings*. New Zealand, 1963. pp. 157-165.
51. MILES, D. C. Some significant factors in the assessment of herbage varieties. In *International Grassland Congress, 8th, Reading, 1960. Proceedings* Reading, 1961. pp. 112-115.
52. ----- ap GRIFFITH, G. y WALTERS, R. J. K. The effect of "winter burn" on the chemical composition and in vitro dry matter digestibility of eight grasses. *Journal of the British Grassland Society* 19 (1): 75-76. 1964.
53. PASTURE AND range research techniques. Ithaca, Comstock, 1962. 242 p.
54. REID, D. Studies of the cutting management of grass-clover swards. I. The effect of varying the closeness of cutting on the yield from an established grass-clover sward. *Journal of Agricultural Science* 53: 219-312. 1959.
55. ----- y CASTLE, M. E. The response of grass-clover and pure grass leys to irrigation and fertilizer nitrogen treatment. II. Clover and fertilizer nitrogen effects. *Journal of Agricultural Science* 65 (1): 109-119. 1965.
56. REITH, J. W. S. *et al.* The effects of fertilizers on herbage production. I. The effect of nitrogen, phosphate and potash on yield. *Journal of Agricultural Science* 56- 17-29. 1961.
57. RESEARCH TECHNIQUES in use at the Grassland Research Station Hurley. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin Nº 45. 1961. p. 166.
58. ROBINSON, R. R. y SPRAGUE, V. G. The clover populations and yield of a Kentucky Bluegrass Sod as affected by nitrogen fertilization, clipping treatments and irrigation. *Journal of the American Society of Agronomy* 39 (2): 107-116. 1947.
59. ROGERS, H. H. y LAZENBY, A. The evaluation of grasses in micro plots. *Journal of Agricultural Science* 66 (1): 147-151. 1966.
60. SEARS, P. D. Pasture plot measurement technique. *New Zealand Journal of Science and Technology* 25 (5): 177-190. 1944.

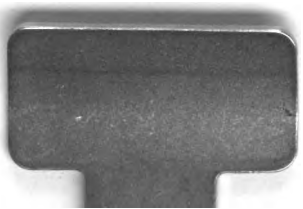
61. -----, GOODALL, V. C. y NEWBOLD, R. P. The effect of sheep droppings on yield, botanical composition and chemical composition of pasture. II. Results for the grass. 1942-44 and final summary of the trial. *New Zealand Journal of Science and Technology* 30 (4): 231-250. 1948.
62. SOME CONCEPTS and methods in sub-tropical pasture research. Hurley, Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops. Bulletin Nº 47. 1964. 242 p.
63. SPRAGUE, V. G. y GARBER, R. J. Effect of time and height of cutting and nitrogen fertilization on the persistence of the legume and production of Orchardgrass-Ladino and Bromegrass-Ladino associations. *Agronomy Journal* 42 (12): 566-593. 1950.
64. TAYLER, J. C. y DERIAZ, R. E. The use of rumen-fistulated steers in the direct determination of nutritive value of ingested herbage in grazing experiments. *Journal of the British Grassland Society* 18 (1): 29-38. 1963.
65. ----- y RUDMAN, J. E. The distribution of herbage at different heights in "grazed" and "dung patch" areas of a sward under two methods of grazing management. *Journal of Agricultural Science* 66 (1): 29-39. 1966.
66. THOMSON, J. R. The botanical appraisal of grass varieties. In *International Grassland Congress, 8th, Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1961. pp. 116-118.*
67. WATKIN, B. R. The effect of dung and urine and its interactions with applied nitrogen, phosphorus and potassium on the chemical composition of pasture. *Journal of the British Grassland Society* 12 (4): 264-277. 1957.
68. WHEELER, J. L. The effect of sheep excreta and nitrogenous fertilizer on the botanical composition and production of a ley. *Journal of the British Grassland Society* 13 (3): 196-202. 1958.
69. WILSON, D. B. Interactions in forage yield trials. *Canadian Journal of Plant Science* 44: 344-350. 1964.
70. WOLTON, K. M. An investigation into the simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. *Journal of the British Grassland Society* 18 (3): 213-219. 1963.
71. WRIGHT, C. E. The introduction of an associated legume at the progeny testing stage in perennial ryegrass breeding. *International Grassland Congress, 8th, Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1961. pp. 313-317.*

Se terminó de imprimir el 10 de marzo de 1968,
en la "Imp. Rosgal S. A." (Especialistas en Ediciones
Médicas y Científicas). Ejido 1624. Montevideo, Uruguay

Comisión del Papel.
Edición impresa al amparo del
Art. 79 de la Ley Nº 13.349.

Digitized by Google

Digitized by Google



I



IICA CH UR