

CENTRO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA PARA LA ZONA Templada DEL INSTITUTO  
INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA

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

# EMPLEO DE ANIMALES EN LAS INVESTIGACIONES SOBRE PASTURAS

EDITADO POR  
OSVALDO PALADINES

CIA  
SL85  
2 c.4

MONTEVIDEO  
1966

## EMPLEO DE ANIMALES EN LAS INVESTIGACIONES SOBRE PASTURAS

EDITADO POR  
OSVALDO PALADINES  
JEFE PROGRAMA DE GANADERIA Y PASTOS

IICA, \*ZONA SUR

Impreso en Montevideo, Uruguay  
Abril 1966.

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

SIMPOSIO REALIZADO EN LA ESTANZUELA EN SETIEMBRE DE 1964

## LISTA DE PARTICIPANTES

FLOYD J. ARNOLD  
 Agencia para el Desarrollo  
 Internacional  
 Montevideo  
 Uruguay

SALOMAO ARONOVICH  
 Universidad Rural de Brasil  
 Estado Rio de Janeiro  
 Brasil

MARIO AZZARINI  
 Universidad de la República  
 Montevideo  
 Uruguay

JOHN BATEMAN  
 Instituto Interamericano de  
 Ciencias Agrícolas  
 Turrialba  
 Costa Rica

ELIAS BECHARA KALIL  
 Secretaria de Agricultura  
 San Pablo  
 Brasil

MANOEL BECKER  
 Secretaria de Agricultura  
 San Pablo  
 Brasil

EDUARDO BELLO  
 Instituto Interamericano de  
 Ciencias Agrícolas  
 La Estanzuela  
 Uruguay

R. E. BLASER  
 Fundación Rockefeller  
 Santiago  
 Chile

BLAS BRAVO  
 Instituto Nacional de  
 Tecnología Agropecuaria  
 Balcarce, Provincia de Buenos Aires  
 Argentina

ROBERTO BRAVO  
 Agencia para el Desarrollo  
 Internacional  
 Montevideo  
 Uruguay

JUAN CABRIS  
 Universidad de la República  
 Montevideo  
 Uruguay

EDGAR L. CAIELLI  
 Secretaria de Agricultura  
 San Pablo  
 Brasil

ANTONIO CAIRNIE  
 Instituto Nacional de  
 Tecnología Agropecuaria  
 Anguil, La Pampa  
 Argentina

JOAQUIN CAMPOS  
 Escuela Superior de Agricultura  
 Viosa, Minas Gerais  
 Brasil

MILTON CARAMBULA  
 Universidad de la República  
 Montevideo

VICTOR CARDOSO  
 Universidad de Concepción  
 Chillan  
 Chile

JOSE A. CARRAZZONI  
 Instituto Nacional de  
 Tecnología Agropecuaria  
 Castelar, Provincia de Buenos Aires  
 Argentina

DOMINGO CARVALHO  
 Universidad de la República  
 Montevideo  
 Uruguay

OSCAR CASTRO  
 Universidad de la República  
 Montevideo  
 Uruguay

DOMINGO CERVIÑO  
 Instituto de Investigaciones  
 Agropecuarias  
 Chillan  
 Chile

WILLIAM CHRISTIANSEN  
 Universidad de Iowa  
 Estados Unidos

**EDWIN CLARKE**

Plan Agropecuario  
Montevideo  
Uruguay

**MILO L. COX**

Agencia para el Desarrollo  
Internacional  
Montevideo  
Uruguay

**GUSTAVO CUBILLOS OYARZO**

Instituto de Investigaciones  
Agropecuarias  
Chillán  
Chile

**RUBENS DA SILVA FURLAN**

Escuela Superior de Agricultura  
"Luis de Queiroz"  
Piracicaba, San Pablo  
Brasil

**JORGE DEL PUERTO**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**MARCELO DE OLIVEIRA MENDES**

Ministerio de Agricultura  
Rio de Janeiro  
Brasil

**JORGE ESCUDER**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**IGNACIO O. GALLI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Concepción del Uruguay, Entre Ríos  
Argentina

**ANDREW L. GARDNER**

Instituto Interamericano de  
Ciencias Agrícolas  
La Estanzuela  
Uruguay

**ENRIQUE A. GIL**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Balcarce, Provincia de Buenos Aires  
Argentina

**MELVIN G. GREELEY**

Fundación Rockefeller  
Santiago  
Chile

**HIRAM GROVE**

Instituto de Investigaciones  
Agropecuarias  
Santiago  
Chile

**CARLOS HATCHONDO**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**GUILHERMO E. KRUSE**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Pergamino, Provincia de Buenos Aires  
Argentina

**JOSE MADDALONI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Pergamino, Provincia de Buenos Aires  
Argentina

**LUIS MANTA**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**DINIVAL MARTINELLI**

Secretaría de Agricultura  
San Pablo  
Brasil

**LUIS MASTRASCUSA**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**ROQUE MATTA MENDOZA**

Instituto Agronómico Nacional  
Caacupé  
Paraguay

**ROBERTO MEIRELLES DE MIRANDA**

Universidad Rural del Brasil  
Rio de Janeiro  
Brasil

**JOSE MENDES BARCELLOS**

Instituto de Investigaciones  
Agronómicas de Rio Grande del Sur  
Bage  
Brasil

**GERALD O. MOTT**

Instituto de Pesquisas  
Campinas, San Pablo  
Brasil

**JULIAN MURGUIA**

Plan Agropecuario  
Montevideo  
Uruguay

**JORGE RAUL ORBEA**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Balcarce, Provincia de Buenos Aires  
Argentina

**OSVALDO L. PALADINES**

Instituto Interamericano de  
Ciencias Agrícolas  
La Estanzuela  
Uruguay

**JUAN JOSE PARODI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Castelar, Provincia de Buenos Aires  
Argentina

**JOHN L. PARSONS**

Agencia para el Desarrollo  
Internacional  
Piracicaba, San Pablo  
Brasil

**FEDERICO PIMENTEL**

Universidad Rural del Brasil  
Rio de Janeiro  
Brasil

**ELOY PINO**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**EDMUNDO PISANO VALDES**

Universidad de Chile  
Santiago  
Chile

**ESTEBAN A. PIZARRO**

Universidad de Chile  
Santiago  
Chile

**J. THOMAS REID**

Universidad de Cornell  
Ithaca, Nueva York  
Estados Unidos

**IGNACIO RUIZ NUÑEZ**

Instituto de Investigaciones  
Agropecuarias  
Chillán  
Chile

**MANUEL RODRIGUEZ ZAPATA**

Instituto Interamericano de  
Ciencias Agrícolas  
Montevideo  
Uruguay

**ARMANDO SANS**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**RICARDO SANTORO**

Universidad de la República  
Montevideo  
Uruguay

**CARLOS SCHLOTTFELDT**

Instituto Interamericano de  
Ciencias Agrícolas  
Montevideo  
Uruguay

**DWANE J. SYKES**

Agencia para el Desarrollo  
Internacional  
Vicosa, Minas Gerais  
Brasil

**HECTOR TELLECHEA**

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Rafaela, Provincia de Santa Fé  
Argentina

**REIMAR VON SCHAAFFHAUSEN**

San Pablo  
Brasil

**BORIS YOPO**

Universidad Católica  
Santiago  
Chile

	Página
INTRODUCCION .....	xi
EFFECTO DEL ANIMAL SOBRE LA PASTURA. --	
ROY E. BLASER .....	1
I. Introducción .....	3
II. ¿Ocasianan los animales daños en la pradera? .....	3
III. Causas de perjuicio en las pasturas .....	5
IV. Las plantas en el manejo de las pasturas .....	11
V. Microclima y crecimiento .....	20
VI. Programa práctico de producción de forrajes .....	21
LITERATURA CITADA .....	25
DISCUSION .....	27
EL VALOR RELATIVO DE LOS RESULTADOS AGRONOMICOS Y CON ANIMALES. — J. T. REID .....	31
I. Axiomas Fundamentales .....	33
II. Criterios incluidos en los términos de los axiomas .....	33
III. Elementos mayores que determinan los términos de los axiomas .....	34
IV. Métodos agronómicos para medir el consumo de forrajes .....	35
V. Métodos químicos para evaluar los forrajes .....	42
VI. Métodos de fermentación <i>in vitro</i> .....	44
VII. Fecha de corte como índice del valor nutritivo de los forrajes .....	45
VIII. Evaluación de los forrajes a través del animal .....	47
LITERATURA CITADA .....	58
LITERATURA ADICIONAL RECOMENDADA .....	58
DISCUSION .....	61
INTERPRETACION CÓRRECTA DE RESULTADOS CON ANIMALES EN EXPERIMENTOS DE PASTOREO. — GERALD O. MOTT .....	73
I. Introducción .....	75
II. La pradera como sistema biológico .....	76
III. Calidad del forraje .....	78
IV. Rendimiento efectivo del forraje .....	78
V. Unidades de medida en los experimentos de pastoreo .....	79
VI. Método de la unidad efectiva de alimento para estimar el rendimiento del forraje y la calidad .....	79
VII. Errores en los experimentos de pastoreo y las técnicas para reducirlos a un mínimo .....	83
VIII. El uso de años como repeticiones .....	86
IX. Presión de pastoreo .....	86
X. Efectos de "acarreo" y "tratamiento previo" .....	90
XI. Alimentación suplementaria en la pastura .....	93
XII. Errores de pesada .....	96
LITERATURA CITADA .....	98
DISCUSION .....	99

## INTRODUCCION

Este simposio es continuación de la labor del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en procura del mejoramiento de la producción animal en la Zona Sur, labor que comenzara en 1953 y que ahora se deselvuelve en etapas más avanzadas de la Investigación y la Enseñanza para Graduados.

Se creyó útil realizar un Simposio que discuta los problemas de la investigación sobre evaluación de pasturas, principalmente porque los países de la Zona Templada de América del Sur están desarrollando un gran esfuerzo por ganar el máximo conocimiento en el mínimo de tiempo sobre los medios y sistemas más adecuados de emplear los forrajes en la alimentación del ganado. En programas de este género es fundamental conocer la capacidad productiva de las especies forrajeras y su respuesta a la acción perturbadora de los animales.

La intención de este Simposio fué evitar a los Programas de Investigación y a los Investigadores, costosos errores y repeticiones de errores comunes en esta tarea.

Contamos con la participación de tres investigadores reconocidos mundialmente como líderes en este campo de investigación. La experiencia por ellos acumulada en años de trabajos, debería ser un excelente fundamento para cualquier programa naciente.

La Escuela para Graduados del IICA aprovecha esta oportunidad para agradecer a las siguientes instituciones y personas que colaboraron en la realización del Simposio: *Fondo Especial de las Naciones Unidas* (Proyecto 80), *Fundación Rockefeller*, a los investigadores que presentaron trabajos, *Dres. Roy E. Blaser, J. T. Reid y Gerald O. Mott, al Dr. Edwin Clarke* por su participación en la discusión, al Ing. Agr. *Julián Murguía* por su actuación como traductor en las sesiones y a los Estudiantes de la Escuela para Graduados Ings. Agrs. *José Borrajo, Gilberto Centeno, Pedro Calabrese, Pedro Oviedo, Ewald Wittke y Alberto Zappe* y *Dr. Guillermo Schiersmann*, quienes ayudaron en la organización.

MANUEL RODRIGUEZ Z.  
Director Regional  
Zona Sur - IICA

EDUARDO BELLO  
Director  
Centro Investigaciones Agrícolas  
"Alberto Boerger"

## EFECTO DEL ANIMAL SOBRE LA PASTURA

**ROY E. BLASER,**  
Profesor de Agronomía  
Virginia Polytechnical Institute  
Blacksburg, Virginia, U.S.A.  
(A la fecha del Simposio, sirviendo como Asesor al programa de la Fundación Rockefeller en Chile).

asemeje más al óptimo para el restablecimiento rápido y rendimiento elevado de la pastura, que el que se obtiene con animales en pastoreo.

En Virginia, el pasto oville (*Dactylis glomerata*) rinde mucho menos bajo pastoreo que con cortes en manejo similar, (Cuadros N° 1, 2 y 3). En este experimento se usó pastoreo rotativo, los poterosos se pastorearon en un día (2 a 4 horas en la mañana y en la tarde). Las parcelas de corte se cortaron el mismo día que los tratamientos comparables de pastoreo (Bryant *et al.*, 5). El rendimiento bajo pastoreo fué siempre menor que el de cortes en cada uno de los tres años del experimento, y para cada una de las intensidades de desfoliación. Hubo un 27 a 30% menos de forraje, en las dos intensidades de desfoliación, con el sistema de pastoreo que con el de cortes (Cuadro N° 1). Los efectos perjudiciales del pastoreo no fueron permanentes y tendían a desaparecer durante el período de descanso del invierno. Por otro lado, los efectos perjudiciales del pastoreo aumentaron durante la época de crecimiento. Por ejemplo, el rendimiento durante el crecimiento de la primera primavera entre cortes y pastoreo diferían solamente en 7% en comparación con un rendimiento menor del 32% en el forraje pastoreado durante el resto del año (Cuadro N° 2). El efecto residual del pastoreo y el corte en un período de 3 años se estudió excluyendo el ganado y realizando cortes de todas las parcelas en forma similar durante el último año. Casi todo el efecto perjudicial del pastoreo desapareció durante el invierno ya que los rendimientos del forraje fueron solamente 8 a 11% menores en las parcelas pastoreadas previamente en comparación con aquellas que fueron cortadas. (Cuadro N° 3).

Otros resultados experimentales no publicados de Virginia, con mezclas de alfalfa (*Medicago sativa*) más pasto y trébol ladino (*Trifolium repens*) más pastos, arrojaron también una disminución en el rendimiento con el pastoreo. Durante un período de 4 años, 1957-1960, los rendimientos anuales de una mezcla de trébol ladino más pasto oville, fueron de 22 a 75% mayores en las parcelas cortadas que en las parcelas pastoreadas. Una mezcla de alfalfa más pasto oville dió rendimientos 13% mayores para las parcelas cortadas que para las parcelas pastoreadas durante el mismo período. Las diferencias anuales favorecieron consistentemente a los tratamientos no pastoreados.

Las diferencias que hemos anotado arriba podían ser un poco acentuadas, porque el equipo pesado que generalmente se usó para el corte del forraje, no se usó en estos experimentos. Los cortes se hicieron con una guadañadora liviana (walking mower). Los resultados de producción que se han informado aquí incluyen la producción total. Los rendimientos que se obtienen en realidad por el pastoreo de los animales, son menores ya que los animales no consumen todo el forraje disponible.

De lo anteriormente expuesto se puede concluir lo siguiente: 1) los efectos perjudiciales de los animales en pastoreo sobre el crecimiento de las plantas se acumulan a medida que las pasturas son pas-

CUADRO N° 2 — Rendimiento de pasto oville cortado y pastoreado durante el primer corte vs. el resto del año (los resultados constituyen promedios de cinco sistemas de defoliación).

Rendimiento promedio (kg./há., 12 % humedad). 1955-57					
Primer crecimiento			Crecimientos subsecuentes		
Cortado	Pastoreado	Reducción	Cortado	Pastoreado	Reducción
2030	1890	7 %	5930	4030	32 %

CUADRO N° 3 — Rendimiento relativo de pasto oville cortado y pastoreado durante tres años y rendimiento en el año siguiente en que todos los tratamientos fueron cortados en forma similar.

Altura de defoliación durante 1955-57		Valores relativos 1955-57		Efecto residual. Todos cortados durante 1958 (1)	
Antes	Después	Cortado	Pastoreado	Cortado	Pastoreado
13 cm.	2 cm.	100*	62	100**	89
28 cm.	2 cm.	119	87	99	91

\* 7480 kg./há.

\*\* 11.440 kg./há.

(1) Cortado con guadañadora que dejaba rastrojo de 6 cm. de altura; el primer corte se realizó cuando las inflorescencias aparecieron, los tres cortes siguientes fueron realizados cuando el forraje alcanzaba 28 cms. de altura.

tureadas un número mayor de veces durante el período de crecimiento; 2) los efectos perjudiciales desaparecen durante el otoño y el invierno, cuando los animales son retirados de la pradera.

### III CAUSAS DEL PERJUICIO EN LAS PASTURAS

La velocidad de crecimiento de las plantas, la composición botánica y el grado de supervivencia están influenciados directa e indirectamente por un complejo de factores interrelacionados.

Son difíciles de diagnosticar correctamente los resultados porque están envueltos en ellos varios factores de suelo, factores bióticos y microclimáticos. Las plantas responden en forma diferente a factores naturales que afectan el crecimiento, debido a diferencias genéticas, morfológicas y fisiológicas. La sucesión de plantas ocurre en cualquier comunidad vegetal porque las especies tienen óptimos diferentes para su crecimiento. Una disminución en el crecimiento del punto A



es a menudo compensada por un aumento en el punto B. Sin embargo, los rendimientos de las dos especies pueden disminuir seriamente cuando se los compara con el potencial máximo.

Los animales en pastoreo causan velocidades sub-máximas de producción en materia seca de las plantas pastoreadas debido a efectos desventajosos de compactación del suelo, defoliación no controlada y lesiones mecánicas. Los excrementos animales tienen efectos beneficiosos y perjudiciales.

### 1. Compactación del suelo, aeración e infiltración de agua.

Los animales en pastoreo, especialmente el ganado más pesado, con frecuencia causan compactación seria del suelo, la cual restringe el crecimiento de las plantas forrajeras. La pérdida de agua por acarreo superficial fué asociada con la densidad de la pastura y la intensidad de pastoreo (Figura N° 1) (Alderfer y Robinson, 1). El pastoreo intensivo incrementa la densidad del suelo, disminuyendo la porosidad (espacios de aire). La reducción de los espacios grandes no capilares fué especialmente significativa. El escurrimiento superficial de agua fué atribuido a la baja porosidad no capilar y alta densidad de los 2.5 cms. de la superficie del suelo de las praderas.

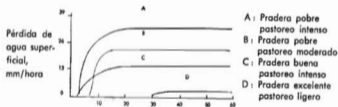


FIGURA N° 1. — Pérdida de agua debida a la infiltración lenta en diferentes praderas. El agua fue aplicada a intensidad de 35 mm/hora. (Alderfer y Robinson, 1).

En un trabajo posterior de Robinson y Alderfer (20), se encuentra nuevamente que el escurrimiento superficial fué alto en las pasturas. Esto se atribuyó a compactación del suelo y a la estructura pobre del suelo, causada por los animales en pastoreo. Tanner y Marmil (24), encontraron que el tráfico de los animales causa una compactación seria en suelos de textura fina, lo cual fué evidenciado por una disminución grande en espacio de poros y una disminución del 20% en el rendimiento de una mezcla de alfalfa-bromo (*Bromus* sp.) y trébol ladino.

Edmond (10), encontró en Nueva Zelandia que los rendimientos de una pastura de rye-grass (*Lolium multiflorum*) —trébol blanco, declinó en proporción con la carga animal (intensidad de pisoteo por ovejas que traficaban por ella). Los primeros pisoteos, cuando la

humedad del suelo era mayor, fueron mucho más perjudiciales que los subsecuentes. El pisoteo también afectó la composición botánica, porque era más perjudicial para el trébol blanco que para el rye-grass. El crecimiento retardado que se obtenía con el pisoteo se atribuyó a una reducción en la humedad, en la aireación y el daño físico de las plantas.

La compactación del suelo causada por los animales en pastoreo se esperaría que reduzca el crecimiento de las plantas en las pasturas: 1. porque disminuye el agua disponible debido a una infiltración lenta y a pérdida de agua; 2. porque la disminución en el tamaño de los poros del suelo causa una gradiente mayor entre el suelo y el oxígeno atmosférico. La baja concentración de oxígeno en el suelo produce raíces superficiales y por tanto un volumen pequeño del suelo del cual se absorben los nutrientes minerales y el agua.

El pastoreo en suelos de textura media a pesada cuando están húmedos, en suelos que se congelan y descongelan alternativamente (suelo congelado con la superficie descongelada), puede causar daños severos al suelo y a las plantas.

### 2. Excrementos de los animales.

El hecho de que las excreciones fecales del ganado tienen un efecto pronunciado en el crecimiento, lesión, composición botánica y pastoreo selectivo, es bien conocido. Deposiciones abundantes de heces fecales frecuentemente destruyen la vegetación debido a obstrucción y sombra, y la orina destruye las plantas durante los períodos de sequía debido a una alta concentración de sales. Se producen cambios en la composición botánica porque los excrementos animales estimulan el crecimiento de gramíneas comparado con el de leguminosas y porque además los pastos difieren también en su respuesta a la fertilidad. Se producen también cambios de la composición botánica porque la vegetación no pastoreada en las áreas en que están depositados los excrementos desarrollan a un estado avanzado de madurez por inhibidores desconocidos. Los excrementos causan sobre y bajo pastoreo drástico a menos que las pasturas estén descansadas de pastoreo cuando se ha recogido forraje para heno o ensilaje. Norman y Green (17) encontraron que el forraje alrededor de manchones de heces fecales no se pastorearon por 13 a 18 meses; la vegetación en los manchones de orina fué rechazada por períodos cortos. A pesar de que las estimaciones varían, del 20 al 40% del forraje pastoreable puede ser rechazado durante la estación de crecimiento. Con períodos largos de pastoreo y con cargas de animales altas, se encontró sobre y bajo pastoreo severo a medida que la estación de crecimiento progresaba. Las praderas en estas condiciones son imposibles de manejar de acuerdo al Índice de Area Foliar (I.A.F.) e hidratos de carbono óptimo para la mayor acumulación de materia seca. Los animales pueden ser forzados a consumir la mayor parte del forraje disponible por medio de cargas altas y con el sacrificio del rendimiento por animal.

Los efectos de los excrementos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas forrajeras aparentemente difieren entre ovinos y vacunos. Los efectos locales de un manchón de orina y una defecación pueden ser pequeñas en ovinos, cuando se compara con el efecto en vacunos. En pasturas pastoreadas por vacunos, Peterson *et al.* (18) han encontrado que los excrementos no afectan apreciablemente el rendimiento a causa de una distribución poco uniforme y por el tamaño pequeño de los manchones.

CUADRO N° 4 — Rendimiento y composición botánica de praderas de ryegrass-trébol blanco pastoreadas por ovejas con y sin retorno de excrementos, Sears y Goodall (22).

Retorno de excrementos	Materia seca Anual	Composición botánica	
		Gramíneas	Leguminosas
	kg./há.		
Ninguno .....	12,240	50 %	48 %
Orina ..	14,070	65 %	34 %
Heces fecales .....	14,490	57 %	42 %
Heces fecales y orina .....	16,420	72 %	26 %

Sears y Goodall (22) encontraron que los excrementos de ovinos causaron aumentos muy significativos en el rendimiento y cambios en la composición botánica de unas pasturas formadas de ryegrass-trébol blanco (Cuadros N° 4 y 5). La orina y las heces fecales aumentaron los rendimientos; su efecto combinado produjo un aumento de 33% del rendimiento en un período de 4 años (Cuadro N° 4). Ovejas que pastoreaban parcelas pequeñas con rendimientos altos de forraje consumieron las siguientes cantidades de minerales, expresados en kg./há.: N 788, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 193, K<sub>2</sub>O 788 y CaO 208. Los animales retornaron al suelo a través de heces fecales y orina, entre el 73 y 89 % de lo consumido (Cuadro N° 5). El movimiento cíclico en una misma estación, del nitrógeno y los minerales, es una filosofía de alta producción de las pasturas en Nueva Zelanda.

CUADRO N° 5 — Minerales del forraje consumidos y reincorporados al suelo en los excrementos durante una estación de crecimiento en Nueva Zelanda, Sears y Goodall (22).

	Nutrientes minerales			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
En el forraje, Kg./há. ....	788	193	788	208
En las heces fecales, Kg./há. ....	147	170	76	186
En la orina, Kg./há. ....	431	trazas	558	trazas
Retorno, % .....	73	88	80	89

Tuve la oportunidad de oír a Sir Bruce Levy decir a un grupo de ganaderos que se debía cargar las praderas con un mayor número de animales para aumentar el retorno de los excrementos animales y de esa manera incrementar el crecimiento del forraje. Las pasturas pequeñas de Nueva Zelanda que tienen un movimiento frecuente de animales y que carecen de cobertizos, estimulan una distribución más uniforme de los mismos. Los agricultores neozelandeses con frecuencia instalan cercas eléctricas temporales para forzar una distribución de las heces fecales. La distribución uniforme de los excrementos de los animales en Nueva Zelanda también está influenciada por el tamaño de ellos. El uso de animales pequeños junto con capacidades de cargas altas causan mayor uniformidad en la deposición de los excrementos.

### 3. Plantas que son lesionadas mecánicamente por los animales.

La destrucción total de plantas por el pisoteo, concentración de sales y obstrucción por la deposición de heces fecales ha sido ya mencionada. El establecimiento de caminos a lo largo de las cercas, así como los lugares de aguada y sombra y los hábitos de congregación de los animales en ciertos lugares con frecuencia destruyen áreas considerables de las pasturas. Erosión en áreas de suelo endurecido en las cuales la vegetación ha sido destruida, se produce frecuentemente en pasturas que tienen topografías suaves o muy inclinadas. La acción de arranque de las plantas que realizan los animales en pastoreo con frecuencia lesionan a las plantas. Correr o mover rápidamente a los animales en las pasturas que están establecidas sobre suelos húmedos produce lesiones mecánicas así como endurecimiento del suelo.

### 4. Pastoreo selectivo.

El pastoreo selectivo del ganado y especialmente el de las ovejas, produce: 1) un efecto decisivo en la velocidad de restablecimiento de las especies en una mezcla; y 2) cambios en la composición química. El recobro diferencial de las especies produce sucesión de plantas (cambios en la composición botánica). Resultados experimentales demuestran que el forraje ingerido por los animales es más alto en proteínas, grasa y digestibilidad y más bajo en fibra cuando se compara con el forraje antes del pastoreo, Hardison *et al.* (12), Meyer (15), Raymond (19) y Blasser *et al.* (2). Estos cambios en la composición química se atribuyen a la selección de las hojas por los animales. El hecho de que los animales seleccionan las porciones de las plantas más altas en proteína cruda y bajas en fibra cruda se puede ver en el Cuadro N° 6. El pastoreo selectivo varía con las especies y las mezclas. Existe invariablemente más pastoreo selectivo entre las especies de crecimiento más alto con mayor desarrollo de tallo que en plantas con poco tallo. Por ejemplo, el pastoreo reduce el contenido de proteína en una mezcla de alfalfa y gramíneas en 41 % comparado con solamente 15 % en una mezcla de trébol blanco y poa (*Poa pratensis*) que

contenía más hojas (Cuadro N° 6). Debido a los tallos basales duros, la alfalfa fue pastoreada más selectivamente y no tan bajo como el pasto ovillo. Las características morfológicas diferenciales junto con diferencias en la defoliación por los animales, tiene un efecto decisivo en la velocidad de recobro y en la composición botánica de las pasturas (discusión subsiguiente).

CUADRO N° 6 — Cambios químicos y morfológicos producidos en la pradera por la selección realizada por los animales de las partes con alto contenido de proteína y bajo contenido de fibra.

Condición de la pradera	Mezclas		
	Alfalfa-pasto ovillo	Trébol ladino-pasto ovillo	Trébol blanco-poa
Cambios en la proteína cruda			
Antes del pastoreo, % .	22	19	20
Pastoreando 50%, % ..	16	17	18
Después del pastoreo (residuo), % .....	13	14	17
Cambios en la fibra cruda			
Antes del pastoreo, % .	25	25	24
Pastoreando 50%, % ..	30	26	25
Después del pastoreo (residuo), % .....	36	28	25

El pastoreo selectivo es especialmente evidente en mezclas que están compuestas de especies aceptables e inaceptables por el ganado. Los componentes inaceptables de las mezclas generalmente no son pastoreados. La luz favorece el recobro de las plantas altas no pastoreadas y por tanto ellas se convierten en especie dominante en la pradera. Una mezcla de plantas aceptables e inaceptables es difícil de manejar. Si se usa una de estas mezclas, es preferible cargar la pastura con un número alto de animales para terminar el pastoreo en una semana más o menos. Esto se puede conseguir por medio del pastoreo rotativo. Además, se debe organizar el manejo de las pasturas de tal manera que se consuman las plantas no aceptables en un estado tierno, con muchas hojas pues en este estado son más aceptadas por los animales. El pastoreo continuo de una mezcla de especies aceptables e inaceptables produce extremos de sobre y bajo pastoreo y sucesión de plantas.

#### IV LAS PLANTAS EN EL MANEJO DE LAS PASTURAS

La velocidad de recobro de los forrajes pastoreados depende generalmente de la altura del rastrojo y el grado de defoliación. La producción de materia seca y la persistencia en forrajes de crecimiento erguido, los cuales se usan para pastoreo, pueden ser relacionadas en su altura antes y después del pastoreo. Si la producción de materia seca es constante durante el año, los pastoreos pueden ser basados en el número de días de recobro o de descanso. Debido a que la velocidad de crecimiento cambia con las estaciones del año, es mejor basar el cambio de los pastoreos en las características de las plantas.

Los mayores rendimientos de milo (*Pennisetum glaucum*) (plantas altas y erectas) se obtuvieron cuando los cortes se realizaron a la altura de 75 cms.; el rendimiento se redujo progresivamente a medida que la altura de corte fue reduciendo (Cuadro N° 7). La altura del rastrojo tuvo un efecto importante en el rendimiento. Los rendimientos fueron más o menos 15 % menores cuando el rastrojo tenía 10 cms. en comparación con 45 cms. de altura. Los rendimientos de proteína en los diversos tratamientos fueron paralelos a los rendimientos de materia seca.

CUADRO N° 7 — Producción de materia seca de Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) cortado a diversas alturas hasta varias alturas de rastrojo (Datos de D. E. Mc Cloud).

Antes del Corte	Altura de las plantas	Rendimiento	
	Altura rastrojo	Materia Seca	Proteína
	cms.	kg./há.	
	75	9.030	2.650
	75	8.660	2.270
	75	7.640	1.860
	45	4.830	1.400
	30	3.890	1.180

Los cortes y el pastoreo de plantas pequeñas o aquellas con hábito de crecimiento postrado tienen diferentes patrones que los de especies de crecimiento alto. Por ejemplo, una mezcla de poa-trébol blanco produjo los rendimientos más altos y el mejor balance entre gramíneas y trébol cuando se cortó al llegar a 10 cms. y hasta 1.3 cms. Cuando el corte se realizó a los 12.7 cms. y hasta una altura de 5 cms. se produjo una reducción drástica en los rendimientos a la vez que una disminución en la población de trébol, especialmente cuando se aplicó nitrógeno (Cuadro N° 8). Las mezclas que tengan características morfológicas similares a las de las plantas mencio-

nadas anteriormente pueden ser pastoreadas en forma continuada ya que los animales en pastoreo no pueden defoliar las plantas con facilidad. Por lo general hay poca ventaja cuando se comparan el pastoreo rotativo con el continuo en mezclas como ésta.

CUADRO N° 8 — Influencia de la altura del forraje antes y después del corte sobre el rendimiento y contenido de trébol con y sin fertilizante nitrogenado. Resultados de una mezcla de poa-trébol blanco, Robinson y Sprague (21).

Altura		Rendimiento de materia seca		Contenido de trébol	
Antes	Después	Sin Nitrógeno	Nivel elevado de Nitrógeno	Sin Nitrógeno	Nivel elevado de Nitrógeno
cm.		kgs./há.		%	
1,3	10,0	7.910	9.150	57	28
2,5	11,5	6.630	7.710	45	24
5,0	12,7	4.590	7.104	36	1

Las características morfológicas de las especies, junto con las condiciones fisiológicas, deben ser consideradas antes de establecer prácticas de manejo en el pastoreo las cuales produzcan rendimientos altos de forraje de buena calidad. Cuando todos los factores ambientales son favorables, la velocidad de recobro de las plantas pastoretadas puede ser asociada con dos principios: 1) Índice de área foliar; 2) concentración de hidratos de carbono en los tejidos que se utilizan para el recobro y macollaje. Estos principios son discutidos separadamente; sin embargo, ellos no son independientes pues un aumento en el área foliar produce un incremento de hidratos de carbono de reserva.

### 1. Índice de área foliar (I.A.F.).

El área foliar de una pastura (hás. de superficie de hojas por ha. de suelo) se conoce como el índice de área foliar, I.A.F. Brougham (3) encontró que la velocidad de recobro después de una defoliación estaba asociada con la intercepción de la luz producida por las hojas. Cuando se cortó el rye-grass a una altura de rastrojo de 2.5, 7.5 y 12.5 cms., el pasto cortado a 12.5 cms. interceptó casi el 100 % de la luz. El pasto con 2.5 cms. de rastrojo requirió alrededor de 24 días de recobro para interceptar la mayor parte de luz, en tanto que, aquel que tenía un rastrojo de 7.5 cms. precisó 16 días de recobro para una absorción de luz casi máxima (Figura N° 2). Las velocidades máximas de acumulación de materia seca estuvieron asociadas con la intercepción de la luz cercana al máximo (Figura N° 3). La producción de materia seca prosiguió a la velocidad máxima cuando un 95 % o más de la luz fue interceptada. Se requirió un I.A.F. de 5 (5 hás. de área de hoja por há. de suelo) para interceptar el 95 % de la luz.

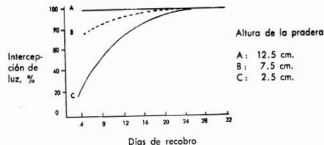


FIGURA N° 2. — Porcentaje de intercepción de luz por ryegrass de diferentes alturas (intercepción sobre 2.5 cm.)

La velocidad de recobro no aumenta a medida que el I.A.F. aumenta, porque las hojas basales no interceptan la luz o inclusive se convierten en parásitas, debido a la sombra. A medida que se acumula mayor cantidad de forraje el aumento en la fotosíntesis es contrarrestado por un aumento en la respiración. El propósito es un buen manejo, donde el forraje es utilizado antes de que la velocidad de producción de materia seca decline.

El I.A.F. óptimo varía para especies, mezclas y estaciones del año (4, 13, 9). Los tréboles tienen un menor I.A.F. que las gramíneas por la posición horizontal de las láminas de las hojas. El I.A.F. óptimo del pasto sudan (*Sorghum vulgare var. sudanense*) parece ser mayor que 20. La posición de las hojas, ángulo, localización en el tallo, brillo y otros factores influyen en la magnitud del I.A.F., para una producción máxima de materia seca.

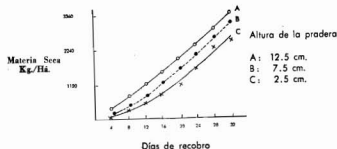


FIGURA 3. — Crecimiento de ryegrass luego de cortado a tres alturas (Brougham, 3)

La asociación alta y positiva del I.A.F., por sí mismo, con la velocidad de acumulación de materia seca ha sido sobreenfatizada Investigaciones recientes en nuestros laboratorios por el Dr. Brown y sus estudiantes graduados indican que las hojas viejas tienen una velocidad de asimilación neta menor que las hojas más jóvenes. Por ejemplo en trébol blanco, la velocidad neta de asimilación ( $\text{mg. CO}_2/\text{dm}^2/\text{min.}$ ) en hojas de una a dos semanas de edad fue significativamente menor que para hojas de tres a cuatro semanas de edad. La materia seca acumulada en el rebrote del trébol blanco, por unidad de I.A.F., fue 55 % mayor en hojas de una semana de edad que en aquellas de 4 semanas. Las hojas fueron raleadas de manera que hojas de diferentes edades estaban expuestas completamente a la luz.

En otro experimento con *Phalaris arundinacea* la acumulación de materia seca en retoños y plantas estaba asociada con la edad de las hojas. La hoja basal vieja redujo el peso de los nuevos retoños y la producción total de materia seca por planta. El mayor incremento de materia seca tuvo lugar con la hoja superior la cual era también morfológicamente la hoja más joven. La mayor acumulación de materia seca se produjo con las tres hojas superiores, cuando la hoja basal (hoja más vieja) se retiró.

Huokuna (11) cortó pasto ovido en tres alturas de rastrojo cuando había alcanzado 25 y 35 cms. de alto. El promedio de producción de materia seca para las dos alturas fue de 5405, 4670 y 3690 kgs./há. rastrojos de 3, 6 y 10 cms. respectivamente. Los I.A.F. no fueron anotados, pero el área foliar fue indudablemente menor en el rastrojo más bajo, sin embargo las velocidades de recobro durante 20 días después del corte no presentó diferencias apreciables.

Las hojas basales viejas que se dejaron después del corte no fueron aparentemente tan eficientes en asimilación neta como las hojas tiernas que desarrollaron rápidamente los nuevos retoños basales. Estudios recientes en nuestro laboratorio realizados por Pearce y Brown indican que los 10 cms. basales de una pastura de pasto ovido de 35 cms. son parásitos cuando se les somete a la luz. Este estudio se hizo quitando el crecimiento superior y colocando el rastrojo basal bajo luz, sin sombra. Otros estudios realizados en Virginia indican que la velocidad de acumulación de materia seca está asociada con la producción de nuevos retoños. Mitchell y Coles (16) encontraron que la sombra en la base y la sombra en general reducen tanto el número de retoños como la velocidad de formación de tejidos en un retoño. Por tanto, la velocidad de recobro de una planta defoliada no están asociadas con el I.A.F. en sí mismo.

## 2. Reserva de hidratos de carbono y crecimiento.

La velocidad de recobro de plantas forrajeras pastoreadas o corcadas está influenciada por los productos ricos en energía que están almacenados y los cuales son convertidos rápidamente para la respiración y los procesos de crecimiento. Varios tipos de azúcares,

almidón, fructosanas y otros hidratos de carbono son almacenados en las raíces, estolones, risomas y/o rastrojo. Estos hidratos de carbono se acumulan cuando la fotosíntesis sobrepasa a la respiración. Esto se hace evidente a velocidades sub-máximas de crecimiento y cuando el I.A.F. es relativamente grande. Después de una defoliación intensa, por corte o pastoreo, la respiración para el rebrote de las plantas sobrepasa la fotosíntesis. Entonces las plantas retiran la energía, empleando hidratos de carbono de reserva para su crecimiento.

Sullivan y Sprague (23) encontraron que los hidratos de carbono solubles eran almacenados principalmente en el rastrojo de ryegrass. Durante el recobro de ryegrass defoliado hubo una disminución rápida en los hidratos de carbono y un incremento subsiguiente a medida que el área foliar aumentó. Tales cambios cíclicos en hidratos de carbono solubles de raíces y partes basales de las plantas han sido asociados con la defoliación y el recobro de muchas gramíneas y leguminosas perennes.

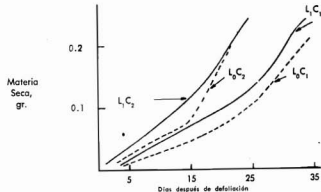


FIGURA N° 4. — Recobro de crecimiento del ápex de la lámina de macollos de pasto ovido con dos áreas foliares (láminas de 30 mm. en dos lados —L1 vs. ninguna — L2) con dos niveles de hidratos de carbono (alto—C2 y bajo—C1).

Ward y Blaser (25) produjeron plantas de pasto ovido con rastrojos altos y bajos en hidratos de carbono con dos áreas foliares. El nivel bajo de hidratos de carbono se obtuvo poniendo en la oscuridad por 60 horas y después por 24 horas en luz 50 % de la normal. Las plantas que se mantuvieron en máxima luminosidad presentaron 8 % de hidratos de carbono en comparación con 2%, del peso del rastrojo, en las plantas con bajo nivel de hidratos de carbono. Un área foliar igual a 0 se obtuvo cortando todas las láminas de las hojas justo sobre el cuello y el área foliar alta se consiguió cortando dos láminas a 5.5 cms. de distancia del cuello. Las láminas

FIGURA 5

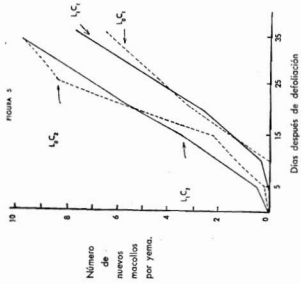


FIGURA 6

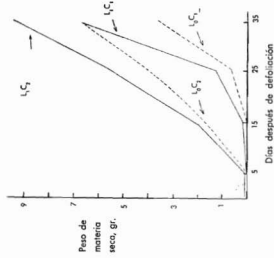


FIGURA 5 y 6. — Número de macollos nuevos (Fig. 5) y su velocidad de crecimiento (Fig. 6) influenciado por dos áreas foliares (láminas de 30 mm. en dos lados — L<sub>1</sub> vs. ninguna — L<sub>2</sub>) con dos niveles de hidratos de carbono (alto—C<sub>2</sub> y bajo—C<sub>1</sub>).

apicales fueron cortadas hasta que quedaron sobrantes de 30 mm. Los retoños con niveles altos de hidratos de carbono produjeron un recobro mucho más rápido a partir de las láminas apicales que aquellos que tenían niveles bajos de hidrato de carbono (Figura N° 4). Además, hubieron más retoños basales nuevos y velocidades mayores de producción de materia seca, en las plantas que tenían altos niveles de hidratos de carbono (Figuras N° 5 y 6). El recobro fue más rápido con áreas foliares altas cuando se compararon con aquellas de área foliar O. Sin embargo, el área foliar no influyó significativamente la producción de retoños.

Una tesis de doctorado preparada en nuestro laboratorio por Hamid Anda demostró que la velocidad de producción de retoños en pasto ovillo fue incrementada por cualquier factor o factores que estimulan las reservas de hidratos de carbono en los retoños basales del rastrojo. La velocidad de producción de materia seca aumentó a medida que aumentaron los retoños. Los niveles altos de hidratos de carbono por sí mismos, no aumentaron los retoños a menos que estuvieran presentes otros factores favorables tales como la fertilidad del suelo y la humedad.

En las gramíneas perennes de estación fría, los hidratos de carbono que se acumulan cíclicamente en las partes basales y en las raíces de las plantas, los cuales son utilizados nuevamente para los procesos de crecimiento, son preferentemente fructosanas y azúcares. En las leguminosas perennes y en las gramíneas de estación cálida, los hidratos de carbono de reserva más importante: son el almidón junto con algunos azúcares. La acumulación de hidratos de carbono es alta en ciertos tejidos, por ejemplo los 3 cms. basales del rastrojo de pasto ovillo pueden ser varias veces más altos en carbohidratos que los próximos 3 cms. Los hidratos de carbono no necesitan estar en un nivel alto para estimular el recobro; en el tejido foliar son bajos pero su presencia sin duda estimula el recobro después de la defoliación.

### 3. Índice de área foliar e hidratos de carbono en el manejo de las pasturas.

El pastoreo se debe basar en la morfología de las plantas y en la interrelación con los hidratos de carbono de reserva y el área foliar. También se debe considerar la forma en que el micro clima está influenciado por el pastoreo. Las plantas pequeñas, de hábito prostrado, que son difíciles de defoliar son principalmente forrajeras que pueden ser pastoreadas continuamente. Debido a que estas plantas no son defoliadas fácilmente, el rendimiento animal por h<sub>a</sub>. en un sistema rotativo de pastoreo es muy poco mayor que el de un pastoreo continuo controlado. Por otro lado, plantas morfológicamente altas y erectas, tales como la alfalfa, las cuales son fácilmente defoliadas, deben ser pastoreadas rápidamente y se les debe permitir entonces un período largo de descanso para su recobro. El pastoreo bajo de la alfalfa no causa daño ya que nuevos brotes salen de los rizomas bajo la superficie del suelo.

La velocidad de recobro inicial de los brotes depende de la reserva de hidratos de carbono de los rizomas. Así, es esencial permitir a la alfalfa acercarse al estado de floración, en que se han acumulado los hidratos de carbono de las raíces y los rizomas.

El manejo de los tipos altos y erectos de pasto ovillo es diferente. El pastoreo continuo e intenso reduce la velocidad de producción de materia seca en las siguientes formas: 1) reduce el I.A.F. y la interceptación de la luz; 2) el retiro continuo de las hojas puede reducir las reservas de hidratos de carbono y la velocidad de recobro; 3) las reservas de hidratos de carbono son consumidas por los animales cuando pastorean el rastrojo. Consideraremos ahora una mezcla de alfalfa y pasto ovillo. El pastoreo intenso y continuo retardará el crecimiento de las dos plantas. Un rastrojo alto seguido por un período de descanso favorecerá el recobro rápido del pasto ovillo debido a un área foliar alta y a reservas amplias de alimento; la gramínea produce sombra en los nuevos brotes de la alfalfa. Un rastrojo corto favorece el recobro de la alfalfa. Períodos largos de descanso para el recobro favorecen la alfalfa; se produce aquí una interrelación entre la morfología y la luz, el crecimiento erecto de la alfalfa retarda el crecimiento de la gramínea debido a la sombra. Una mezcla de alfalfa y pasto ovillo durante dos años produjo un 30 % más de leche en un sistema de pastoreo rotativo en comparación con el pastoreo continuo en una experiencia realizada en Virginia por Bryant *et al.* (5). La alfalfa bajo pastoreo continuo desapareció de modo que el experimento no pudo continuar el tercer año.

Las características morfológicas de los genotipos dentro de especies deben ser relacionadas al manejo de las pasturas. Por ejemplo, los tipos de trébol blanco pequeño son difíciles de defoliar, por tanto pueden ser pastoreados continuamente. El trébol blanco de crecimiento alto, como por ejemplo, el trébol ladino, es fácil de defoliar, por lo tanto una producción mayor de materia seca y un mejor mantenimiento de las pasturas se consigue por un sistema de pastoreo rotativo cuidadoso.

La altura del rastrojo después del pastoreo y la altura del forraje antes del pastoreo influyen en el rendimiento y la composición botánica de mezclas de gramíneas y trébol blanco. El pastoreo intensivo (1.5 - 3.0 cms.) altera el balance de la pastura hacia un dominio del trébol y el pastoreo suave (5.0 - 7.0 cms.) produce un dominio de las gramíneas. El pastoreo intensivo, causa una reducción drástica en el I.A.F. y en los hidratos de carbono de las gramíneas; por tanto el recobro es lento en comparación con el recobro del trébol. Las reservas alimenticias y el I.A.F. de los estolones postrados del trébol son menos lesionados que las gramíneas. Las hojas tiernas del trébol crecen rápidamente cuando no están expuestas a la sombra y subsecuentemente la sombra de las nuevas hojas del trébol impiden el crecimiento de las gramíneas. Por otro lado, cuando el residuo del pastoreo es alto las gramíneas crecen

más rápidamente que el trébol blanco. Esto ocurre debido a los altos I.A.F. y reservas alimenticias en las gramíneas y a la sombra de los brotes axilares del trébol. Períodos largos de descanso o el crecimiento de forrajes altos favorece una pastura con mucha gramínea. Las hojas y tallos erectos de las gramíneas retardan el trébol blanco postrado reduciendo la intensidad de luz. Períodos cortos de descanso, o crecimiento lento favorece al trébol. Cuando el medio ambiente es favorable para las gramíneas y el trébol, el balance puede ser modificado fácilmente por medio del pastoreo.

Algunos investigadores, los cuales atribuyen el crecimiento de las plantas forrajeras a su I.A.F., postulan que el pastoreo continuo controlado permite la producción máxima de materia seca porque se mantiene un óptimo I.A.F. Esta es una posibilidad teórica que no se obtiene en la práctica. Los animales pastorean sin uniformidad. El forraje pequeño, tierno y muy apetecido es sobrepastoreado y aquel más alto, más maduro, no es pastoreado suficientemente. Este problema es crítico cuando las especies difieren en su aceptación por el ganado y también hacia la segunda mitad de la época de pastoreo, cuando ésta es muy larga. La producción y el establecimiento de las áreas sobrepastoreadas se retardan debido a un bajo contenido de hidratos de carbono y a un I.A.F. bajo. Los rendimientos de las áreas pobremente pastoreadas son bajos porque se pierde el trébol y las hojas viejas se vuelven parásitos o por lo menos no eficientes en la fotosíntesis. El microclima adverso también impide el crecimiento.

El pastoreo rotativo no es una panacea. El pastoreo intenso después de un período largo de descanso tiene como resultado un área foliar sub-óptima y un microclima adverso. Sin embargo, la velocidad de recobro después de ese tipo de defoliaciones aumenta con niveles altos de hidratos de carbono; pero esto no compensa el área foliar baja. El crecimiento acumulado y un alto I.A.F., después de un período largo de descanso, con el sistema de pastoreo rotativo, puede no dar una velocidad máxima de producción de materia seca. La respiración se acerca a la asimilación neta a medida que se acumula un exceso de follaje y la sombra inactiva las hojas basales.

Un atributo asociado con el pastoreo rotativo puede ser la reducción de la mayor parte del forraje viejo que estimula el desarrollo de nuevos brotes y de hojas tiernas y eficientes. Un pastoreo intenso periódico, cuando los microclimas son favorables y el desarrollo fisiológico de los brotes es rápido, puede ser una manera de incrementar la velocidad neta de asimilación. Las plantas son dinámicas y por lo tanto no deben ser tratadas con conceptos de manejo dogmáticos y estáticos. Por tanto, los períodos de descanso, la intensidad de pastoreo y la altura del forraje antes del pastoreo, deben tener cierta flexibilidad.

Parecería que se puede aproximar más al máximo de producción de materia seca con plantas que pueden ser fácilmente defoliadas, si se usa un sistema controlado de pastoreo rotativo, antes

que pastoreo continuo. Cualquiera de los dos métodos por sí mismos, no va a resolver el problema de la falta de uniformidad en la distribución de la producción. El pastoreo rotativo y el manejo flexible, incorporados los dos en un plan de producción de forraje, constituyen una solución práctica. El pastoreo continuo puede ser también empleado como un sistema de producción de forraje como el que será discutido en la Sección VI.

## V MICROCLIMA Y CRECIMIENTO

El microclima influye en la velocidad relativa de crecimiento de las plantas en una pradera formada por mezcla de especies, cambiando la composición botánica y la velocidad de producción de materia seca. El microclima inclusive afecta la digestibilidad y el valor energético del forraje. Las plantas y las prácticas de pastoreo producen cambios abruptos en el microclima, estos efectos drásticos pueden retardar seriamente el crecimiento, e inclusive pueden ser letales. La figura N° 7 presenta la temperatura de la superficie del suelo en un césped soleado durante un día caluroso de Virginia (McKee, 14). A una temperatura máxima del aire de 35°C, la temperatura de la superficie del suelo bajo un césped de 45 cms. de altura fue más o menos 31.5°C. Cortando el césped a 15°C y a ras del suelo se registraron las siguientes temperaturas máximas de la superficie del suelo, 45,0 y 54,5°C, respectivamente. La cobertura con césped tuvo un efecto decididamente moderante durante el día cuando la energía de radiación era alta (Figura N° 7).

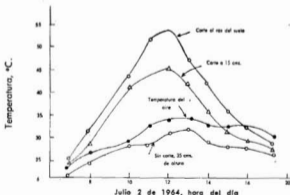


FIGURA N° 7. — Efecto de la altura de corte de la pradera sobre la temperatura de la superficie del suelo, resultados de una pendiente soleada en Virginia (U. S. A.) (W. H. McKee, 14).

El significado de ese efecto de la temperatura debe ser considerado cuando se imponen prácticas de manejo de pastoreo. El pastoreo intensivo durante períodos de temperatura sub-óptima puede en realidad estimular el crecimiento quitando el efecto aislante de las plantas. Por otro lado el pastoreo intensivo, durante épocas cuando la temperatura es alta, retardará el recobro o aún puede causar la muerte de las plantas. Las plantas forrajeras de la época fría tienen temperaturas óptimas relativamente bajas para máxima velocidad de asimilación neta. Temperaturas elevadas estimulan la respiración indeseable e inclusive retardan la fotosíntesis. En las Figuras N° 8 y 9 se observan resultados experimentales obtenidos recientemente por Brown (8).

Es también una consideración importante, la relación que existe entre la humedad del suelo y el manejo de las pasturas, tomando en consideración la temperatura. Por ejemplo, plantas con yemas axilares en estolones superficiales tales como el trébol blanco, sufrirían debido al efecto combinado de temperatura alta y desecación, bajo condiciones de pastoreo intensivo.

## VI. PROGRAMA PRACTICO DE PRODUCCION DE FORRAJES

En los Estados Unidos ha crecido rápidamente la tendencia a la cosecha mecánica de especies forrajeras anuales y perennes y su alimentación en corrales. Esta práctica es empleada comúnmente con vacas lecheras o con novillos de engorde, en estancias en las cuales: 1) el suelo y la topografía son adecuados para la cosecha mecánica; y 2) las plantas forrajeras anuales y perennes producen consistentemente rendimientos altos por cada corte y por unidad de superficie debido a condiciones favorables de suelo y clima. La alimentación en corral de heno y ensilaje presenta las siguientes ventajas:

- 1) Rendimientos más altos por há. comparados con los que se obtienen bajo pastoreo; y
- 2) Nutrición de los animales relativamente alta y controlada durante todo el año debido a la disponibilidad adecuada de forraje el cual es cosechado en los estados de crecimiento en que la energía, la proteína, los minerales y las vitaminas se encuentran en alto nivel. Las inversiones elevadas de capital que se requieren para la cosecha y el almacenamiento del forraje son desventajas de este método.

El pastoreo continuará siendo importante porque generalmente es la fuente más barata de nutrientes a partir de forrajes y además porque muchos suelos y regiones no son adecuados para la cosecha mecánica o la alimentación en corral. La solución práctica es el uso combinado de pasturas y forraje conservado para desarrollar



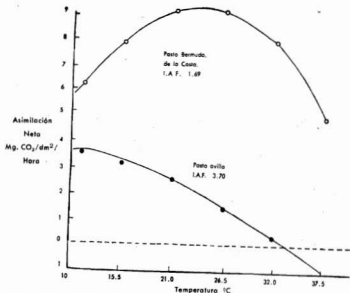


FIGURA N° 8. — Fijación de hidrálido de carbono por pastos de estación calurosa y fresca, a diferentes temperaturas y con intensidad de luz de 2000 fc (foot candle).

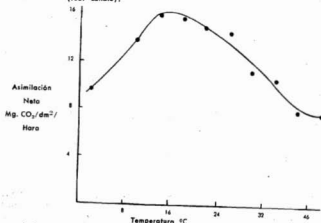


FIGURA N° 9. — Asimilación neta (fotosíntesis) de trébol blanco a varias temperaturas (promedios de seis hojas).

una fuente disponible de buena calidad de forraje para cada mes del año. El rendimiento de producto animal por há., es menor cuando los animales están restringidos en comparación con un programa de alimentación de 12 meses de duración, en el cual se integran la utilización del pastoreo y de ensilaje-heno. Cuando se depende solamente del pastoreo, se requiere un área mayor de tierra por animal que para la utilización flexible de mezclas. Cuando se obtiene todo el alimento en pastoreo, la carga animal debe ser restringida a la estación del año con la menor producción de forraje; consecuentemente mucho del crecimiento del forraje durante la estación de crecimiento rápido se desperdicia. Las condiciones microclimáticas independientemente o en combinación con las condiciones del suelo no permiten crecer a las plantas a una velocidad uniforme, velocidad que es necesaria cuando el pastoreo es la única fuente de alimento.

Un experimento conducido en Virginia por Bryan y colaboradores, ha verificado lo que se dijo anteriormente. En un período de tres años, obtuvimos una capacidad de carga de 526 novillos-día por há. cuando una mezcla fue pastoreada continuamente y todo el forraje se utilizó con la técnica de quita-pon (put and take). Un método flexible de utilizar el forraje (pastoreo rotativo con ensilaje y heno) produjo 81 % más de alimento que el sistema de pastoreo continuo. El número total de animales en el programa se mantuvo constante, pero el número de há., utilizadas para pastoreo se alteró para proveer de alimento adecuado. Usamos en este experimento cinco parcelas y cuatro mezclas:

- Parcela 1. Poa-trébol blanco.  
(Para pastoreo rotativo durante toda la estación)
- Parcela 2. pasto ovillo-trébol ladino y trébol rojo.  
(Para pastoreo rotativo durante toda la estación)
- Parcela 3. alfalfa-pasto ovillo-trébol ladino.  
(Para ensilaje y luego pastoreo rotativo).
- Parcela 4. alfalfa-pasto ovillo.  
(Para ensilaje, luego heno, y luego pastoreo rotativo o heno).

Parcela 5. Igual a la parcela 4.

Se encontró que había suficiente crecimiento en la primavera para pastorear 5/4 animales por há. en comparación con más o menos dos animales por há. en el otoño. Las parcelas que tenían alfalfa se usaron para pastoreo si era necesario durante el verano y el otoño, cuando el crecimiento es mucho más lento que en la primavera. Las 2/5 partes del área se usaron en el pastoreo de primavera. Las 3/5 restantes fueron cortadas para ensilaje. El ensilaje fue producido en la primavera debido a que la lluvia hace difícil la preparación de heno.

Un programa de producción de forraje balanceado tal como este, es la columna vertebral de una empresa ganadera. Cultivos anua-

les los cuales son productivos durante las épocas en las que las plantas perennes crecen lentamente deben ser incluidas en los programas de producción de forraje. Ciertas especies anuales tienen dos ventajas principales sobre las especies perennes: 1) mayor rendimiento por há. debido a una velocidad neta de asimilación más eficiente; 2) el forraje es frecuentemente mucho más elevado en valor energético para los animales.

El pastoreo continuo durante la estación de crecimiento rápido, suplementado con superficies adicionales de tierra sembrada con mezclas perennes o cultivos anuales para pastorearlos durante la estación de carencia, tiene posibilidades excelentes. El pastoreo continuo es menos dañino cuando las plantas crecen rápidamente. Reduciendo el pastoreo continuo se puede dominar el efecto desventajoso del sobre y bajo pastoreo.

El manejo del ganado para tener los requisitos más elevados de alimento durante la época de crecimiento rápido del forraje debe ser también considerado en los programas de pastoreo.

Los forrajes se cultivan para los animales. Los animales, debido a su valor, deben recibir prioridad sobre las plantas. Sin embargo, una empresa ganadera duradera depende del cuidadoso acuerdo entre los factores de la planta y el animal. Los efectos del animal en pastoreo sobre las plantas son comúnmente olvidados porque se depende siempre de las posibles mejoras futuras en el manejo. Desgraciadamente los resultados de experimentos de pastoreo que se han publicado, frecuentemente excluyen información sobre el estado de las plantas.

Experimentos de pastoreo deben ser conducidos para obtener información confiable. Igualmente experimentos con ensilaje y heno se deben conducir para obtener resultados que tengan sentido y amplitud suficiente. La información obtenida en experimentos separados, de este tipo, deben ser las bases para recomendar programas de manejo a los ganaderos.

#### LITERATURA CITADA

1. ALDERFER, R. B. and Robinson, R. R. *Journal of the American Society of Agronomy*, 39:948-58. 1947.
2. BLASER, R. E. et al. *Proceeding 8th International Grassland Congress*, 601. 1960.
3. BROUGHAM, R. W. *Australian Journal of Agricultural Research*, 7:377-87. 1956.
4. BROUGHAM, R. W. *Australian Journal of Agricultural Research*, 9:39-52. 1958.
5. BRYANT, H. T., et al. *Journal of Dairy Science*, 44:1742-50. 1961.
6. BRYANT, H. T. and Blaser, R. E. *Agronomy Journal*, 53:9-11. 1961.
7. BRYANT, H. T. et al. *What's New in Crops and Soils*, 10:N09. 1958. 1964.
8. BROWN, R. H. and Pearce, R. Virginia Agricultural Station. Unpublished.
9. DONALD, C. M. *Advances in Agronomy*, 15:1-114. 1963.
10. EDMOND, O. B. *New Zealand Journal Agricultural Research*, 1:319-28. 1958.
11. HUOKUNA, Erkki. *Proceeding 8th International Grassland Congress*, 1960.
12. HARDISON, W. A. et al. *Journal of Dairy Science*, 37:81-9. 1954.
13. McCLOUD, D. E. Private Conference, 1964.
14. McKEE, W. H. Virginia Agricultural Station. Unpublished, 1964.
15. MEYER, J. H. et al. *Journal Animal Science*, 16:766-72. 1957.
16. MITCHELL, K. J. and Coles, S. T. *New Zealand Science and Technology*, 36:586-604. 1955.
17. NORMAN, M. J. T. and Green, J. O. *Journal of the British Grassland Society*, 13:39-45. 1958.
18. PETERSEN, R. G. et al. *Agronomy Journal*, 42:444-449. 1956.
19. RAYMOND, W. F. et al. *Proceeding 7th International Grassland Congress*, 1954.
20. ROBINSON, R. R., and Alderfer, R. B. *Agronomy Journal*, 44:459-462. 1952.
21. ROBINSON, R. R. and Sprague, V. K. *Journal of the American Society of Agronomy*, 39:107-16. 1947.
22. SEARS, P. D. and Goodall, V. C. *New Zealand Journal of Science and Technology*, Section A, 38:231-250. 1948.
23. SULLIVAN, J. T. and Sprague, V. G. *Plant Physiology*, 18:656-70. 1943.
24. TANNER, C. B. and Mamarit, C. P. *Agronomy Journal*, 51:329-31. 1959.
25. WARD, C. Y. and Blaser, R. E. *Crop Science* 1:366-70. 1961.

DISCUSION DEL TRABAJO PRESENTADO  
POR EL DR. BLASER

Encargado de abrir la discusión fue el Dr. ANDREW GARDNER,  
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay.

GARDNER:

Felicito al Dr. Blaser por su exposición. Particularmente interesante fue la relación establecida entre el contenido de azúcar (hidratos de carbono de reserva) y el índice de área foliar. Esta relación abre un nuevo campo de pensamiento. Por otro lado, el plan forrajero para los doce meses del año, nos regresa la realidad, pues con demasiada frecuencia, los especialistas en pasturas no pueden ver más allá de una mezcla de leguminosas y gramíneas, cuando en realidad se puede alcanzar un nivel más alto de producción usando cultivos anuales, como maíz y sorgo. Estoy de acuerdo con el Dr. Blaser en el empleo de mezclas especiales que provean de forraje todo el año, pero no creo que aquí los agricultores estén preparados para llevar adelante un programa tan sofisticado. Esto es verdad, primero porque no hay experiencia en el manejo de pasturas y segundo porque hay poca investigación que pueda guiar a los productores.

La exposición del Dr. Blaser ha demostrado que el efecto del animal sobre la pradera es grande. En algunos casos el animal causa un aumento y en otros una disminución en el rendimiento. Tomando en cuenta este efecto, me gustaría conocer la opinión del Dr. Blaser sobre los experimentos en los que se realizan solamente cortes de las parcelas sin usar animales y sobre aquellos en que se emplea el animal como "defoliador".

BLASER:

No creo que las preguntas del Dr. Gardner tengan una contestación rápida y directa. Puedo presentar algunas de mis opiniones al respecto. Si se establece una relación entre el rendimiento de la pastura por cortes y pastoreo (Cuadro N° 1) se encontraría un coeficiente de regresión de 0.71 a 0.78 para los tres años incluidos en los resultados. La asociación positiva y alta parecería indicar que a un alto rendimiento por cortes corresponde un alto rendimiento con pastoreo.

Es importante conocer el orden en que se realizan los diversos pason que comprenden un programa de investigación. Para emplear un ejemplo, podríamos hablar sobre la dominancia de trébol en las pas-

DISCUSION DEL TRABAJO PRESENTADO  
POR EL DR. BLASER

Encargado de abrir la discusión fue el Dr. ANDREW GARDNER,  
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela, Uruguay.

GARDNER:

Felicito al Dr. Blaser por su exposición. Particularmente interesante fue la relación establecida entre el contenido de azúcar (hidratos de carbono de reserva) y el índice de área foliar. Esta relación abre un nuevo campo de pensamiento. Por otro lado, el plan forrajero para los doce meses del año, nos regresa la realidad, pues con demasiada frecuencia, los especialistas en pasturas no pueden ver más allá de una mezcla de leguminosas y gramíneas, cuando en realidad se puede alcanzar un nivel más alto de producción usando cultivos anuales, como maíz y sorgo. Estoy de acuerdo con el Dr. Blaser en el empleo de mezclas especiales que provean de forraje todo el año, pero no creo que aquí los agricultores estén preparados para llevar adelante un programa tan sofisticado. Esto es verdad, primero porque no hay experiencia en el manejo de pasturas y segundo porque hay poca investigación que pueda guiar a los productores.

La exposición del Dr. Blaser ha demostrado que el efecto del animal sobre la pradera es grande. En algunos casos el animal causa un aumento y en otros una disminución en el rendimiento. Tomando en cuenta este efecto, me gustaría conocer la opinión del Dr. Blaser sobre los experimentos en los que se realizan solamente cortes de las parcelas sin usar animales y sobre aquellos en que se emplea el animal como "defoliador".

BLASER:

No creo que las preguntas del Dr. Gardner tengan una contestación rápida y directa. Puedo presentar algunas de mis opiniones al respecto. Si se establece una relación entre el rendimiento de la pastura por cortes y pastoreo (Cuadro N° 1) se encontraría un coeficiente de regresión de 0.71 a 0.78 para los tres años incluidos en los resultados. La asociación positiva y alta parecería indicar que a un alto rendimiento por cortes corresponde un alto rendimiento con pastoreo.

Es importante conocer el orden en que se realizan los diversos pases que comprenden un programa de investigación. Para emplear un ejemplo, podríamos hablar sobre la dominancia de trébol en las pas-

turas cultivadas de Uruguay. Idealmente las gramíneas deberían formar el 50 % o más de la vegetación de la pradera. Yo no comenzaría investigando este problema con el animal en pastoreo. Iría más bien hacia el extremo opuesto. Comenzaría estudiando plantas independientes y macollos para averiguar cuales son los factores que propician, o evitan, el macollaje de los pastos. Tal vez el siguiente paso sería realizar experimentos de corte en parcelas más grandes. El paso final, invariablemente debería emplear al animal en pastoreo. En otras palabras, 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.

**MURGIA (Uruguay):**

En el Cuadro N° 2 se presenta una reducción del 32 % en el rendimiento de pasto ovillo bajo pastoreo. Si esta reducción se produce en efecto, porcuantos experimentos que han comparado "soiling" con pastoreo, no han encontrado diferencias?

**BLASER:**

Creo que la mayoría de los resultados indican que la producción es mayor con la recolección mecánica. Si hablamos del rendimiento por animal, este será menor en el sistema de "soiling" porque el animal en pastoreo tiene oportunidad de seleccionar su dieta. La producción por hectárea será mayor en el sistema mecánico porque el rendimiento de forraje es mayor.

**CLARKE (Nueva Zelandia):**

En conexión con la relación entre los rendimientos medidos por cortes y bajo pastoreo, se debe recordar que los rendimientos pueden ser diferentes con diferentes tipos de manejo. Ustedes recordarán que en los experimentos realizados por McMeekan en Nueva Zelandia, con vacas lecheras, la diferencia de producción por hectárea entre los grupos que pastoreaban el campo continuamente y los que pastoreaban rotativamente, fue insignificante, a pesar de que en Nueva Zelandia se había probado con experimentos de corte que a medida que los intervalos entre pastoreos se extendían se conseguían un incremento grande y significativo (sobre el 20 %) en el rendimiento.

**BATEMAN (IICA, Turrialba):**

Me gustaría conocer algunos resultados experimentales que comparen los tipos de cuchillas empleadas en los cortes del forraje; por ejemplo, comparaciones entre la cuchilla rotativa y la guadañadora.

**BLASER:**

Yo no he realizado estudios a este respecto. Me parece que las heridas que dejan las cuchillas rotativas pueden permitir un acceso más fácil a los organismos infecciosos.

**GARDNER:**

Creo conocer resultados de investigaciones que han estudiado este punto. Parecería que no hay ninguna diferencia en el tipo de cuchilla que se emplee. Lo importante parecería ser la altura de corte, por la cantidad de hoja que queda en el rastrojo. Estos resultados se obtuvieron en Gran Bretaña con trébol blanco.

**RUIZ (Chile):**

En la comparación entre cortes y pastoreo (Cuadro N° 2), me gustaría saber si hubo diferencias en el valor nutritivo y en el tiempo que tomó a los dos tratamientos (corte o pastoreo) en recobrase.

**BLASER:**

El valor nutritivo debió ser similar porque los tratamientos se cortaron a la misma altura. El tiempo de recobro fue muy parecido en los dos tratamientos, pero hubo más variabilidad en pastoreo.

EL VALOR RELATIVO DE LOS RESULTADOS  
AGRONOMICOS Y CON ANIMALES EN  
INVESTIGACIONES SOBRE PASTURAS

J. T. REID  
Profesor de Nutrición Animal  
Cornell University  
Ithaca, N. Y. U.S.A.

Creo correcto decir que durante los últimos quince años hemos progresado más en la evaluación de forrajes, desde el punto de vista de su contenido de nutrientes, que en tiempos anteriores. No es mi intención presentar un resumen completo de todo el trabajo que se ha realizado previamente en este campo.

A continuación anoto dos axiomas fundamentales. Quiero indicar con esto que son hechos evidentes por sí mismos.

### I. AXIOMAS FUNDAMENTALES

- A. Valor nutritivo/peso M. S. x Consumo M. S./tiempo = Respuesta animal/tiempo.
- B. Respuesta animal x N° animales/há. = Respuesta/há.

### II. CRITERIOS INCLUIDOS EN LOS TERMINOS DE LOS AXIOMAS

#### A. Valor nutritivo

- 1. Energía [materia seca digerible (M.S.D.), materia orgánica digerible (M.O.D.), energía digerible (E. D.), nutrientes digestibles totales (N. D. T.), equivalentes almidón (E.A.), energía metabolizable (E.M.), energía neta (E.N.).
  - 2. Proteína
  - 3. Minerales
  - 4. Vitaminas
- } Menos importante que la energía desde el punto de vista de la cantidad requerida y la incidencia de deficiencias en las dietas.

#### B. Respuesta del Animal

- 1. Mantenimiento
- 2. Mantenimiento + ganancia de tejidos
- 3. Mantenimiento + ganancia de tejidos + lana.
- 4. Mantenimiento + ganancia de tejidos + leche.
- 5. Otras combinaciones que incluyan trabajo y preñez.
- 6. Otras veces los equivalentes nutritivos (p.ej., N.D.T., E.D., E.A., etc.) de funciones fisiológicas (p.ej. mantenimiento, ganancia de tejidos, etc.) son los términos para expresar la respuesta.

### III. ELEMENTOS MAYORES QUE DETERMINAN LOS TERMINOS DE LOS AXIOMAS

- A. Forraje
- B. Animal
- C. Hombre

Estoy seguro que todos reconocen, como se indica en el ítem A, que el valor nutritivo por unidad de peso de materia seca multiplicado por la materia seca en la unidad de tiempo, es equivalente a la respuesta animal por unidad de tiempo.

Con la sugerencia que la respuesta animal por unidad de tiempo es un producto de los otros dos factores no quiero significar que existe una relación lineal. Es más, esta relación es muy posiblemente de naturaleza exponencial.

El segundo de los hechos es el presentado en el ítem B: rendimiento del animal multiplicado por el número de animales por há. es equivalente al rendimiento por há.

Guardando estos hechos en mente, vamos a estudiar un cierto número de condiciones que influyen uno o más de los factores que son parte de estos dos axiomas. Para dividir la composición de estos dos factores, lo primero que yo quisiera considerar es el valor nutritivo y en particular algunos de los términos en los cuales se expresa el valor nutritivo. El primero de ellos es la energía, la cual se puede expresar en una variedad de formas. (Algunas de ellas he abreviado arriba en un paréntesis que va a continuación de la palabra "energía") los otros tres numerales, proteína o proteína digerible (que se abrevia como PD), minerales y vitaminas. Estas características nutritivas son enumeradas en un orden decreciente de su significancia cuantitativa en la dieta y la incidencia de sus deficiencias en la práctica. Se debe enfatizar que el componente de la dieta que se encuentra con mayor frecuencia en nivel deficiente es la energía (o lo que es más correcto los nutrientes que proveen energía) y que en ciertos estados de desarrollo y del ciclo de vida de los animales, la función de hasta el 90 % de la materia seca de una dieta es el proveer de energía. No quiero, por cierto, sugerir que las proteínas, minerales o las vitaminas son nutrientes sobre los cuales nos debemos olvidar, pero simplemente que las cantidades que de ellos se requieren y la frecuencia con que se presentan sus deficiencias en las dietas, no son muy grandes en comparación con los nutrientes que proveen energía.

El factor siguiente en recibir atención en los dos axiomas es "la respuesta del animal" que se cita como el numeral B. No voy a enumerar la gran variedad de expresiones con que calificase este factor, porque tengo la seguridad que todos estamos bien familiarizados con ellos.

Quisiera ahora referirme a "El objetivo principal de la investigación en la evaluación de forrajes". El objetivo se describe de la

siguiente manera: "Para determinar el criterio de valor nutritivo y de consumo (es decir, características, condiciones y resultados) a través de los cuales se puede predecir la respuesta del animal en pastoreo libre de la influencia del hombre". Esta expresión en realidad se refiere a otros componentes de gran dimensión en el sistema que necesitan ser controlados, es decir: forraje, animal y hombre. El factor cuya influencia necesitamos eliminar completamente en la evaluación de forrajes, es el hombre.

### IV METODOS AGRONOMICOS PARA MEDIR EL CONSUMO DE FORRAJES

Un punto de partida lógico para la discusión de los métodos agronómicos para estimar el consumo de forrajes es el "método de la diferencia" (cage-clipping). Como los agrónomos bien saben (sin embargo, tal vez muy pocos ganaderos lo conocen) este es uno de los métodos más antiguos que se ha usado para evaluar las pasturas. Para beneficio de los Zootecnistas resumo a continuación los métodos:

#### A. Método de la diferencia (cage-clipping).

1. El objetivo es medir la diferencia entre el rendimiento de M.S. (o T.D.N., E.A., E.D., etc.) de áreas protegidas (cubiertas por jaulas) y áreas de tamaño igual que han sido pastoreadas.
2. Varias formas de aplicarlo.
  - a. Diferencia entre el rendimiento de áreas protegidas, al final del periodo de pastoreo y el rendimiento de otras áreas similares no protegidas, al final del periodo (Hodgson *et al.*, 12).
  - b. Diferencia en el rendimiento de áreas protegidas, al final del periodo de pastoreo y áreas similares al comienzo del periodo (Boyd, 1; Davies *et al.*, 8).
  - c. Diferencia entre el rendimiento de áreas protegidas, al comienzo del periodo de pastoreo y de áreas pastoreadas, al final del periodo (Linehan, 14; Linehan, 15).
  - d. Otro sistema adoptado por Linehan *et al.*, (15) trata de compensar por el crecimiento del forraje durante el periodo de pastoreo.

$$M.S. (\text{Comienzo}) - M.S. (\text{sobrante (final)}) \left( \frac{\log M.S. (\text{final en jaulas}) - \log M.S. (\text{final})}{\log M.S. (\text{comienzo}) - \log M.S. (\text{final})} \right)$$



3. Ejemplo (1) en el que se compara la producción de E.A. (kg./100) de una pradera estimada por el método de la diferencia en las aplicaciones a, b, y c y la ganancia de peso de novillos.

Términos	Método de la diferencia			Respuesta Animal
	a	b	c	
	E.A. kg./100			
Verdadero	3.876	2.021	2.967	2.930
Relativo	132	69	101	100
Correlación con la respuesta animal	0,93	0,92	0,95	—

(1) Resultados adaptados de Linehan (1952), en que se incluyen 54.867 kg. de ganancia de peso realizada por 464 novillos durante 46.748 días de pastoreo en cuatro estaciones del año.

- Linehan concluye: en experimentos de larga duración, no se debe aceptar el rendimiento al comienzo ni al final como indicativos del forraje disponible para los animales durante el período de pastoreo. Así, él recomienda el uso de la "fórmula de interpolación" (procedimiento d) para compensar por el crecimiento durante el período.
- Un método de la diferencia para rotación diaria o pastoreo rotativo que permite medir cambios en el consumo diario y su composición química ha sido propuesta por Van der Kley (21).

#### B. Método sin diferencia, o de "un solo corte".

- Corte de áreas no protegidas antes del pastoreo, corte de áreas no cortadas anteriormente a intervalos (1 mes, etc.). Cada muestra después de la primera representa el rebrote producido en ese período. La suma de todos los cortes da la producción de la estación (o período). Los resultados se computan generalmente por há. (Nevens, 17).
  - La producción estimada en esta forma no representa al consumo de forraje excepto bajo cargas muy intensas.
  - No se toma en cuenta el forraje no consumido.
- Franja cortada al comienzo de cada período de pastoreo (Wagner *et al.*, 23).
  - Este método se comparó con un método simulado de la diferencia [seis jaulas/pradera, rastrojo cortado a 5.1 cm. para simular el forraje rechazado en pastoreo (es decir, que quedaba fuera de las jaulas)].
  - El consumo estimado por este método se comparó con los requisitos calculados de N.D.T. de las vacas en pastoreo.

c. Dos métodos de cortes fueron comparados por los requisitos calculados de N.D.T. de las vacas:

- Estimación por el método de la diferencia (con jaulas):  $r = 0.77$ ; consumo estimado = 124 % de los requisitos calculados.
  - Estimación por el método de la franja cortada al comienzo del período:  $r = 0.67$ ; consumo estimado = 106 % de los requisitos calculados.
- d. El método no toma en cuenta el forraje no consumido, pero el consumo que tiene lugar durante los períodos de pastoreo tiende a compensar este defecto.
- e. Para que estas estimaciones se acerquen al consumo se precisa practicar una defoliación intensa con los animales.

Quisiera enumerar las ventajas del método de la diferencia. Primeramente no es costoso, particularmente cuando se comparan con la evaluación de los animales. El tipo de evaluación animal al cual me estoy refiriendo, es aquella la cual requiere una gran cantidad de animales y análisis químicos. La segunda ventaja es que el método de la diferencia provee muestras que son analizables. Estos métodos son adaptados, como los agrónomos saben, a experimentos factoriales en los cuales se van a examinar muchas variables. Tal vez hay otras ventajas, pero estas son las importantes.

En lo que se refiere a los defectos del método de la diferencia se pueden mencionar los siguientes:

- El ambiente en las áreas protegidas por jaulas es diferente del ambiente fuera de ellas.
  - La velocidad de circulación del aire es menor y las pérdidas por transpiración son menores. La humedad es mayor. Hay menos compactación del suelo y mayor rendimiento de M.S. (Cowlshaw, 6). La compactación del suelo por efecto del pastoreo ha reducido el rendimiento hasta en 20 % (Peterson *et al.*, 19).
- El forraje de las áreas protegidas por jaulas es diferente del forraje no protegido.
  - La defoliación por pastoreo es menos severa que cortando bajo. Los rendimientos de áreas protegidas que son cortadas continuamente pueden ser menores que en otras áreas (especialmente en experimentos prolongados). Por tanto las jaulas deben moverse a áreas nuevas (que no hayan tenido jaula previamente) (Brown, 2).
  - En las áreas pastoreadas se producen cambios en la composición botánica y hábito de crecimiento (Brown y Munsell, 3) y el grado de cambio es influenciado por la intensidad de pastoreo (Kennedy y Reid, 13).

- c. Ciertas especies forrajeras pueden ser pastoreadas selectivamente.
- d. Las heces y orina producidas mientras se pastorea la pradera aumentan la fertilidad, pero también aumentan las áreas no consumidas por el ganado.
- e. La cantidad de forraje no consumido es estimado por defecto debido a la pérdida de hojas y al pisoteo que ocasionan el corte demasiado alto de los tallos (Peterson et al., 19).
3. Ninguno de los métodos toma en cuenta el crecimiento de la pradera durante el pastoreo.
4. Las variaciones en el rendimiento son considerable (Lineham et al., 14).

a. Ejemplo:

Rendimiento en las jaulas; C.V. = 26 %.  
Rendimiento de áreas pastoreadas; C.V. = 58 %.

- b. Para reducir el C.V. a 20 % se requiere el siguiente número tipo de jaulas por hectárea: 13 jaulas simples o 9 jaulas dobles; o 6 jaulas triples; cada área simple debe cubrir 1.23 m. (Naylor, 16).

Estos son defectos generales pero hay muchos defectos de detalle bajo estos cuatro generales. Quisiera dirigir su atención al Cuadro N° 1 en el que se presentan las correlaciones relativamente altas entre las estimaciones hechas por el método de la diferencia y otros estimados con varios índices de comportamiento animal.

CUADRO N° 1 — Correlación entre el método de la diferencia o índices de respuesta animal.

Método de la diferencia comparado con:	Coefficiente de correlación	Referencia
E.A., equivalente a ganancia .....	0,92-0,95	15
Corderos-días en pradera .....	0,81	7
N.D.T., equivalente a ganancia .....	0,62	7
N.D.T., equivalente a mantenimiento + leche .....	0,59-0,71	4
Consumo M. S., indicadores .....	0,64-0,90	4
N.D.T., equivalente a mantenimiento + leche .....	0,77	23
N.D.T., equivalente a mantenimiento + leche .....	0,85	12
N.D.T., equivalente a mantenimiento + leche .....	0,90-0,97	20
N.D.T., equivalente a mantenimiento + leche .....	0,86	20

Para estimaciones de origen biológico éstas son relativamente altas.

En el Cuadro N° 2 se ve que para muchos de los experimentos incluidos en el Cuadro N° 1, el rendimiento medido con el método de la diferencia es sobrestimado. Sin embargo, cuando la respuesta del animal es el estándar de comparación no quiere necesariamente decir que este método esté errado pero podría ser que nuestro conocimiento de los requisitos nutritivos de los animales es insuficiente. Existe la posibilidad que se cargue muy poco alimento para ciertas funciones del animal. Por ejemplo, es convencional asumir que la producción de un kilo de leche corregida al 4 % de grasa requiere 0.3 kgs. de nutrientes digestivos totales (NDT) ya que esta es la cantidad prescrita por la mayor parte de las guías de alimentación. Esta cantidad de NDT se prescribe sin tener en cuenta la cantidad de leche producida por día.

CUADRO N° 2 — Comparación entre estimaciones por el método de la diferencia e índices de respuesta animal.

Método de la diferencia comparado con:	Rendimiento relativo %	Referencia
Respuesta animal .....	119 ( 77-199)	20
" " .....	134 (125-141)	9
" " .....	117 ( 93-137)	11
" " .....	127 ( 36-259)	12
" " .....	124	23
" " .....	69-132	14
Consumo, indicadores .....	144	19
" " .....	135	5

Sin embargo, informaciones recientes sugieren que mientras más leche se produce por día mayor es la cantidad de NDT requerida para producir cada kilo sucesivo. La razón para esto es que la digestibilidad de dietas constituidas por una mezcla de granos y forrajes disminuye a medida que el nivel de consumo aumenta. Como consecuencia, en altos niveles de alimentación se requiere más alimento para producir la misma cantidad de materiales absorbidos por el animal por unidad de leche producida, que a niveles bajos de alimentación.

Por ejemplo, vamos a asumir que el maíz molido tiene un valor de NDT del 80 % cuando se consume a nivel de mantenimiento. Cuando se alimenta una vaca lechera que consume de cuatro a cinco veces la cantidad de maíz molido necesaria para su mantenimiento, el NDT estaría entre el 60 y el 75 %.

El valor de NDT de la mayor parte de los alimentos ha sido determinado a un nivel de consumo que se aproxima al mantenimiento. Por lo tanto estos valores son muy altos cuando se aplica el mismo alimento usado en la ración de una vaca de alta producción de leche.

Sin embargo, no parece posible que el valor biológico de una pastura decline al aumentar el nivel de alimentación (como sucede con el maíz). En otras palabras, al cargar 0.3 kgs. de NDT por cada kilogramo de leche producida a una dieta formada exclusivamente a base de forrajes puede no ser grandemente erróneo. Pero esta cantidad puede ser muy pequeña cuando la vaca en pastoreo es además alimentada con granos.

Un error en la estimación del costo de energía para mantenimiento puede también contribuir a la sobreestimación del consumo por el método de la diferencia. La mayor parte de los métodos de cálculo asumen que el requisito de mantenimiento de un animal en pastoreo (en ejercicio) es el mismo por unidad de peso vivo que el de un animal confinado en el establo (con ejercicio mínimo). Algunas investigaciones han indicado que una vaca de 1.000 libras de peso requiere 7 libras de NDT por día para su mantenimiento. Pero algunos factores como el forraje ralo, la altura del forraje, ejercicio en el acto de comer y la temperatura, determinan el costo de energía para el mantenimiento. A medida que estos factores aumentan, el requerimiento del animal en pastoreo aumenta también.

Se ha acumulado ya una gran cantidad de literatura que corrobora lo expuesto, pero se necesita una expresión en términos cuantitativos. Por ejemplo, un grado centígrado de aumento en la temperatura del cuerpo sobre el normal, produce un incremento del 7 al 20 % en el calor producido por el cuerpo del animal.

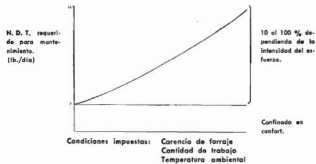


FIGURA N° 1. — Efecto del ambiente en pastoreo sobre el costo de mantenimiento en vacas.

Esto y otras condiciones ambientales son problemas importantes con relación a las preguntas que surgieron en la discusión del trabajo del Dr. Blaser. Específicamente pues, la pregunta referente a la alimentación de forrajes cosechados contra los beneficios del pastoreo involucran la contraposición de estos problemas. En condiciones prácticas no tenemos información suficiente que nos permita cuantificar estos efectos. Esta es una de las razones por las que el

Dr. Blaser indicaba que la ventaja puede ir en uno u otro sentido dependiente de las condiciones. Yo pienso que tiene toda la razón.

Ahora bien, estas dos condiciones (error por defecto de los costos de lactancia y mantenimiento) pueden ser responsables por una parte de la sobre estimación que se produce con el método de la diferencia como se ve en los resultados del Cuadro N° 2. Por lo menos se infiere que el grado de error puede no ser necesariamente tan grande como sugieren los resultados.

Para resumir el método de la diferencia, parece que ha habido en la mayor parte de los estudios una correlación alta entre el rendimiento medido por este método y aquel medido por algún método de comportamiento animal. Pero el método de la diferencia generalmente sobreestima en comparación con los métodos de comportamiento animal. A pesar de las correlaciones altas, el valor de predicción no es tan alto como sería necesario. Es posible tener una correlación alta entre dos variables representando un rango muy grande de puntos y tener todavía un valor pobre de predicción. Por tanto, es necesario también tener la medida de la variación de los valores predichos. Este punto se demuestra en la Figura N° 2. Los resultados de estos experimentos, que representa una prueba de larga duración, 5 años, arrojaron un coeficiente de correlación de 0.85. Pero el error standard de las estimaciones es 18.5 % de la media, un valor relativamente grande. Este es un ejemplo de una correlación relativamente alta, posiblemente por un rango amplio de los resultados, y sin embargo el valor de predicción para estimar el consumo es relativamente bajo.

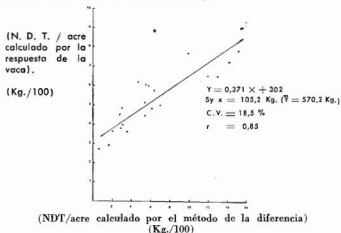


FIGURA N° 2. — Relación entre rendimiento calculado por el método de la diferencia y el calculado por la respuesta animal.

## V. METODOS QUIMICOS PARA EVALUAR LOS FORRAJES

Las siguientes son condiciones necesarias en estos métodos:

1. Predecir la respuesta animal o valor nutritivo por unidad de peso o el consumo por unidad de tiempo.
2. Facilidad y velocidad de realización.
3. Libres de empirismo.
4. Bajo costo.

La primera de ellas es la más importante en nuestro criterio "predecir la respuesta animal o valor nutritivo por unidad de peso y el consumo por unidad de tiempo". La segunda es la rapidez y facilidad en su realización. La tercera es que los métodos estén libres de empirismo y la cuarta sugiere que debía ser de costo moderado.

En lo que se refiere a las limitaciones de los métodos químicos me gustaría discutir uno que ha sido mencionado ya pero el cual creo que debe ser enfatizado en las investigaciones con pasturas. Además de que los métodos químicos que están disponibles en la actualidad se caracterizan primeramente por ser empíricos (por ejemplo, extraer algo del forraje y tratar de relacionarlo a su valor nutritivo, sin tomar en cuenta si hay una reacción biológica para su relación con este valor nutritivo) ellos requieren una muestra del forraje representativo de aquel que es ingerido por el animal en pastoreo. A pesar de que estas muestras son necesarias, es difícil obtenerlas. El Dr. Blaser indicó el grado hasta el cual los animales discriminan en su pastoreo. En el Cuadro N° 3 se incluyen algunos resultados que demuestran la selección que realizan los animales.

CUADRO N° 3 — Grado de selección del forraje por animales en pastoreo. Hardison *et al.* (10).

	Composición de la M.S. (%)				Digestibilidad				
	Proteína cruda	Extracto estereo	Fibra cruda	E.N.N.	M.S.	Proteína cruda	Extracto estereo	Fibra cruda	E.N.N.
"Entero" (1)	19,4	2,2	27,3	41,2	68	79	21	52	79
<i>Pastoreado por:</i>									
Novillo N° 1	27,7	3,7	15,3	37,5	73	81	30	57	81
Novillo N° 2	24,2	3,5	16,6	41,7	71	80	26	55	80
Novillo N° 3	24,0	2,9	18,6	40,5	68	78	18	50	78

(1) "entero" significa cortado a altura de rastrojo de 5 cm. y ofrecido a los animales en cantidades conocidas.

En vista de que hay una diferencia marcada en la composición y digestibilidad del forraje disponible y aquel que los animales en pastoreo consumen, vamos a considerar algunas maneras de resolver este problema. Se han desarrollado dos métodos los cuales son muy usados en este momento. Uno consiste en permitir al animal que tiene una cánula en el esófago obtener las muestras del forraje, y el otro consiste en usar animales con una cánula en el rumen. En este último se limpia completamente el rumen de forraje ingerido anteriormente y los bolos de forraje bajo estudio se retiran del rumen para su análisis químico. Estos métodos han sido estudiados suficientemente al presente para darnos una indicación de que se pueden obtener muestras adecuadas. En este tipo de muestreo el problema más importante es la saliva. Los constituyentes del análisis químico proximal, excepto la ceniza (es decir, la materia mineral) no son alterados por la saliva ya que ésta no contiene cantidades importantes ni de proteína ni de hidratos de carbono. Sin embargo, muestras obtenidas de esta manera contienen más materia mineral que los forrajes originales. Asimismo la saliva contribuye con agua a la muestra.

Cualquiera de estos dos métodos parece ofrecer la posibilidad de que los investigadores hagan uso de ciertos indicadores internos en un sistema que relacione su contenido en el forraje y en las heces en lugar de usarlos como indicadores fecales exclusivamente, como debía hacerse por la falta de una muestra adecuada del forraje. Hay dos maneras de emplear los indicadores de la digestibilidad: 1) como un indicador fecal y 2) como un indicador de referencia en un sistema de comparación entre forraje y heces. Los indicadores fecales usados comúnmente son el Nitrógeno, los pigmentos, o alguna otra sustancia que aparece en las heces en cantidades que pueden ser relacionadas con la digestibilidad del alimento digerido. En aplicación del segundo método, la relación del indicador en el forraje y en las heces es el índice de la indigestibilidad del forraje, pero su uso depende del análisis de una muestra representativa del forraje.

Estudios que está realizando Van Soest en Beltsville, Maryland, U.S.A. (22) y que envuelven el empleo de los constituyentes de las paredes celulares y de los materiales solubles contenidos en las células para predecir la digestibilidad y el consumo, prometen ser muy útiles en el futuro. Se mencionan estos dos métodos, no por creerse que han tenido suficiente desarrollo para el empleo inmediato, sino para mantener atención sobre el futuro desarrollo de los mismos.

El contenido de materia seca del forraje al momento del corte puede emplearse como una guía del valor nutritivo. Este no es un método que se deba emplear para tomar decisiones definitivas, sino como ayuda en las selecciones preliminares basadas en el valor nutritivo del forraje. A pesar de ser el método químico más simple provee de una predicción razonablemente buena del valor nutritivo. Esto se aplica tanto al primer crecimiento como al rebrote de los

forrajes y está basado en la relación inversa que existe entre el contenido de materia seca al momento del corte y el NDT. Se debe cuidar que no haya humedad superficial en el forraje. El error de predicción dentro de especies, es más o menos la mitad que el error entre especies. A pesar de su simpleza, por este método se puede predecir el NDT del forraje también como cualquier otro método desarrollado hasta el presente.

## VI. METODOS DE FERMENTACION *IN VITRO*

A. El esquema general se basa en los siguientes hechos o asunciones:

1. El hambre está asociado con la cantidad de alimento presente en el rumen. La repetición del hambre está asociado con la salida de parte de la comida del rumen, como resultado de la digestión, absorción y paso del alimento a lo largo del sistema digestivo.
2. La frecuencia con que se reduce el nivel del alimento en el rumen está asociada con la degradación de celulosa y hemicelulosa.
3. El tiempo que demora el alimento en llegar al grado de reducción en el cual se produce el hambre es característico de cada forraje.

B. Características generales de los métodos *in vitro*:

1. Los métodos se parecen en que muestras molidas del forraje se fermentan con inóculos del rumen provistos de "saliva artificial" con buffer y solución nutritiva. La incubación se realiza generalmente a 38-39°C, en la oscuridad bajo condiciones anaeróbicas o semianaeróbicas.
2. Los métodos varían en la duración del período de fermentación, cantidad de muestra y agentes digestivos, fuente de inóculo, en el criterio de digestión (es decir, desaparición de energía, fibra cruda, celulosa, o M.S. o en la producción de gas) y en el índice de comparación *in vivo* (digestibilidad de la celulosa, M.S., E. o N.D.T.).
3. El criterio *in vivo* se estima entonces empleando una ecuación de regresión calculada con anterioridad.

Algunas referencias seleccionadas se incluyen en la lista bibliográfica.

No hay duda que con los métodos *in vitro* (por lo menos con algunos de ellos) se puede predecir la digestibilidad de los forrajes, pero de la misma manera que los métodos químicos, los métodos *in*

*vitro* no miden el consumo de materia seca por los animales. Por razones que trataré de documentar posteriormente, dudo mucho que se llegue a desarrollar un método químico o *in vitro* para predecir la cantidad de un forraje que es consumido por los animales.

## VII. FECHA DE CORTE COMO INDICE DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES

En la Figura N° 3 la línea denominada "resultados anteriores" se basa en cientos de muestras de forrajes cosechados en el Estado de Nueva York, U.S.A., sobre un rango muy amplio de fechas dentro de la estación de crecimiento. Estos forrajes representan las especies comunes utilizadas allí y en muchos casos incluye hasta 4 variedades de una misma especie. Resultados presentados por investigadores de Inglaterra coinciden con esta línea. Resultados obtenidos en experimentos conducidos en Noruega, Suecia, y en el Estado de Maine en los Estados Unidos, tienen más o menos el mismo valor de *b* (0.44 a 0.48) pero las interceptas son 13 a 20 días mayores de aquellas del Estado de Nueva York.

La otra línea de la figura representa los resultados obtenidos con la variedad Essex de pasto Timothy (*Phleum pratense*) el cual florece de 20 a 25 días más tarde en la época de crecimiento que el timothy común. En la parte alta de la figura en la esquina superior derecha se encuentran entre paréntesis los números 0, 10, 15, 25; estas cifras representan las fechas relativas de floración en días después de la floración del timothy común. Se puede notar que la línea del Essex es solamente 2 a 3 unidades más alta que la del timothy común; sin embargo, resultados obtenidos con 4 variedades de dactylis (*Dactylis glomerata*), que no aparecen en la figura, las cuales tienen diferentes épocas de floración, fueron 5 a 6 unidades de porcentaje más bajo en una fecha de corte dada, que las otras especies de forrajes estudiadas. Es preciso enfatizar que la relación en forrajes en primer crecimiento (no en rebrotos) y en lugares del mundo en los cuales el forraje permanece inactivo durante el invierno, tiene un valor de *b* de 0.44 y 0.48. Nosotros hemos usado esta relación en una forma práctica para aconsejar a los productores. No quisiera dar la impresión que si una persona está trabajando con una especie o variedad no probada o una que ha sido probada pero con diferentes condiciones climáticas, debe encontrar exactamente la misma relación. Esta puede ser diferente.

Una de las razones principales para referirme a esta relación es que representa la condición más importante que se conoce que afecta el valor nutritivo de los forrajes. El material estudiado representa sin embargo toda la planta (cortada a una altura de rastrojo de más o menos 5 cms.). Debido al pastoreo selectivo una relación más o menos diferente puede obtenerse en condiciones de pastoreo.

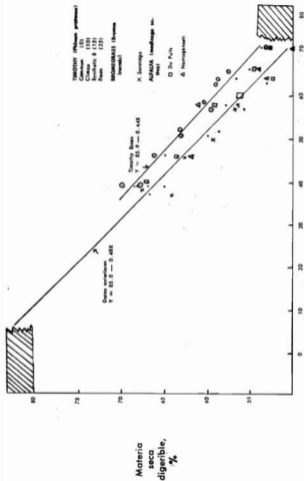


FIGURA Nº 3. — Relación entre la fecha de corte y la digestibilidad de la materia seca.

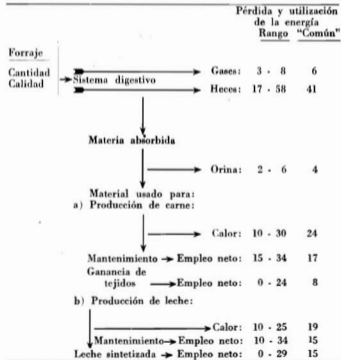
## VIII. EVALUACION DE LOS FORRAJES A TRAVES DEL ANIMAL

Hasta este momento hemos considerado una variedad de hechos aislados que tienen relación con observaciones hechas en el forraje. Pasaremos ahora a referirnos al empleo del animal como sujeto experimental para determinar el valor nutritivo de los forrajes.

Para esto me referiré principalmente a cuatro objetivos:

1) establecer el propósito de los forrajes en la dieta de los animales; 2) establecer ciertos límites en el grado hasta el cual los forrajes pueden llegar a ser utilizados en una dieta; 3) definir algunos criterios principales de valor nutritivo y algunos términos que expresan este valor; y 4) considerar algunos de los problemas que se relacionan con la medida del valor nutritivo.

DIAGRAMA Nº 1 — Utilización de la energía de los forrajes por los rumiantes.



En la esquina superior izquierda del diagrama N° 1 se encuentra la "cantidad y calidad" del forraje ingerido por los animales. Hacia abajo por el centro del diagrama están el sistema gastro intestinal, varios niveles de utilización de la energía y ciertas categorías de energía. Hacia la derecha de los términos y hacia el fin de las flechas se encuentran las palabras gases, heces fecales, orina, calor y utilización neta. Hacia la derecha de estos términos se encuentran dos columnas conteniendo números.

En la primera columna con cifras bajo la palabra "rango" se encuentran los valores de desperdicio menores y mayores que pueden ocurrir en dietas que consisten de forrajes de calidades extremas (es decir, del más pobre al de la más alta calidad). En la última columna bajo la palabra "usual" se encuentran valores que representan los promedios comunes que se obtienen con forraje de buena calidad. Examinando las cifras en estas columnas se verá que del total de la energía ingerida en todas las dietas formadas exclusivamente de forrajes, la cantidad más alta que entra a formar parte de la ganancia de peso en un 24 % y de la leche es un 29 %. Proporciones tan altas como estas son posibles únicamente cuando el forraje es de la más alta calidad (por ejemplo, conteniendo 80 % de NDT). Sin embargo para forrajes ligeramente mayores que el promedio, las proporciones de la energía ingerida que pasan a formar parte de la carne o de la leche son solamente del orden del 8 y 15 % respectivamente. Por qué razón las dietas exclusivas de forraje (es decir, que no contienen concentrados) no alcanzan niveles más productivos? Probablemente hay dos razones de mayor cuantía, estas razones no son necesariamente las fundamentales: 1) la capacidad del estómago de los animales es limitada; y 2) la forma física del forraje y su composición química asociada militan contra el consumo suficiente para proveer más energía para los procesos de producción.

Si juzgamos el progreso que se ha realizado en el mejoramiento genético de los forrajes, parece improbable que el genetista sea capaz de inducir un cambio marcado en la digestibilidad de las especies forrajeras. En la Figura N° 3, la línea superior representa la relación para la variedad Essex del pasto timothy (así como de otras especies). Puede verse que en una fecha determinada de corte hay solamente dos a tres unidades de porcentaje de diferencia entre las dos variedades de timothy. Es más, una comparación de esta naturaleza que envuelve a estas especies excepto el Dactylis, revelaría diferencias muy pequeñas en la digestibilidad. Para poner esto en una medida hacia el futuro, me gustaría llamar atención al hecho de que una mayor diferencia en el valor nutritivo de las especies comunes de los forrajes puede producirse simplemente retrasando una semana la fecha de corte del forraje que lo que ha sido posible por medio de los métodos convencionales de mejoramiento genético. No quiero con esto denigrar el progreso alcanzado en el mejoramiento de los forrajes porque reconozco que se han dado pasos hacia adelante en "características de consumo" de los forrajes. Por ejem-

plo, la variedad Essex del timothy es mucho más aceptable para los animales que la variedad de timothy común.

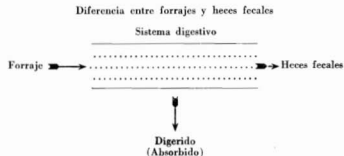
Resumiendo: he sugerido que los fitotecnistas no pueden esperar mucho mejoramiento en la digestibilidad, pero existe tal variación en el consumo que ellos pueden mejorar la aceptación de los forrajes por los animales. Puesto que es conocido que la época de corte o pastoreo es el factor controlado por el hombre, que determina la respuesta de los animales en dietas formadas exclusivamente por forrajes, se sugiere que el fitotecnista preste atención al desarrollo de forrajes que tengan la capacidad de resistir prácticas de manejo que provean forraje de alta calidad, por ejemplo, utilización temprana.

Consideramos a continuación los tres criterios más importantes del valor nutritivo de los forrajes. Estos son, en orden de importancia:

1. Consumo de materia seca.
2. Absorción (o digestibilidad) expresada generalmente en términos de Materia Seca Digerible, Nutrientes Digeribles Totales, Energía Digerible, Energía Metabolizable o Materia Orgánica Digerible.
3. Proporción de la materia absorbida que va a formar parte de los productos animales y que es utilizada para funciones del cuerpo.

Para comenzar nuestra consideración de la digestibilidad definimos primero este término: digestibilidad. Es la diferencia entre forraje —heces fecales en sustancias nutricionalmente importantes; es la fracción del forraje que desaparece como resultado de su procesamiento en el sistema gastro intestinal y por lo tanto es la fracción que es aparentemente digerida (o absorbida) porque no aparece en las heces fecales. El diagrama N.º 2 demuestra este proceso.

DIAGRAMA N.º 2 — Digestibilidad.



Si se ingieren 10 kgs. de materia seca del forraje por día y se producen 4 kgs. de materia seca de heces fecales, se digieren por día 6 kgs. de materia seca. En otras palabras, la digestibilidad de la materia seca sería del 60 %.

La fracción total que ha sido digerida se puede expresar en términos de materia orgánica, energía o nutrientes digeribles totales.

La relación entre forraje y las heces fecales y los criterios de digestibilidad de la materia, se encuentran en el Cuadro N.º 4.

CUADRO N.º 4 — Expresiones de digestibilidad (absorción).

Forraje	Heces fecales	Absorbido (1)
(peso)	(peso)	(peso)
1. Materia seca (M.S.)	M.S.	M.S. Digerible
2. Energía cruda (E.C.)	E.C.	E. Digerible
3. Proteína	Proteína	Proteína Digerible
Carbohidratos (CHO)	CHO	CHO Digerible
Grasa	Grasa	Grasa Digerible x 2.25
	Suma =	N.D.T.

(1)  $(\text{Peso absorbido} \div \text{Peso M.S. consumido}) \times 100 = \% \text{ Absorbido.}$

A pesar de que estos criterios de digestibilidad son diferentes unos de otros técnicamente, representan la misma fracción y cuando se expresan como porcentaje de la materia digerida (o energía), tienen esencialmente el mismo valor numérico. Además, cada una de las expresiones de digestibilidad es altamente predecible de las otras. Esta relación se presenta en el Cuadro N.º 5.

CUADRO N.º 5 — Relación entre diversos criterios que expresan la digestibilidad (1)

Relación	Coefficiente de correlación	Ecuación de predicción	C.V.
E.D. (kcal./kg.) (Y) - M.S.D. (%) (X)	0,98	$Y = 49,0 \times X - 360$	2,7
E.D. (kcal./kg.) (Y) - N.D.T. (%) (X)	0,99	$Y = 51,9 \times X - 488$	1,7
N.D.T. (%) (Y) - M.S.D. (%) (X)	0,99	$Y = 0,94 \times X + 2,6$	2,0
E.M. (kcal./kg.) (Y) - M.S.D. (%) (X)	0,97	$Y = 34,2 \times X + 45$	3,7

(1) Los resultados incluyen un rango amplio de observaciones en cada índice; por ejemplo M.S.D. 49,9 a 77,4 %.

Vamos a dejar nuestra consideración de la digestibilidad en este momento para regresar a ella posteriormente. Mientras tanto, vamos a considerar ciertos aspectos del consumo de forraje por los animales. Entre los criterios de la calidad del forraje o de la respuesta de los animales, muy posiblemente el que más influencia tiene es la cantidad de materia seca ingerida. En el cuadro N.º 6 se resumen ciertos resultados en los cuales hemos tratado de dividir la importancia relativa del consumo por un lado y por otro del valor nutritivo por unidad de peso (materia seca digerible, nutrientes digeribles totales, energía digerible). Estos valores nos sugieren que a medida que la calidad del forraje aumenta, la respuesta de los animales se puede atribuir en un 90 % al aumento en el consumo y más o menos 10 % al aumento en el valor nutritivo por unidad de peso. Estas cifras no se deben considerar como constantes porque una relación de 70 a 30 puede obtenerse con algunos forrajes. Sin embargo, el punto importante es que el consumo tiene considerablemente más influencia por unidad de peso que el valor nutritivo.

CUADRO N.º 6 — Contribución relativa de la concentración de N.D.T. y el consumo de M.S. a medida que la calidad del forraje cambia.

Calidad	Consumo		Consumo		Aumento de N.D.T. con aumento en calidad	Aumento de N.D.T. debido al incremento en % N.D.T.	Porcentaje de N.D.T. total consumido debido a incremento de:	
	M.S.	N.D.T.	M.S.	N.D.T.			N.D.T. %	Consumo M.S.
Bajo	(lbs.)	%	(lbs.)	(lbs.)	(lbs.)			
↓	1,0	45,0	0,450	0,333	0,036	10,8	89,2	
	1,5	52,2	0,783	0,403	0,035	8,7	91,3	
	2,0	59,3	1,186	0,471	0,035	7,4	92,6	
	2,5	66,3	1,657	0,548	0,036	6,6	93,4	
	3,0	73,5	2,205	0,595	0,033	5,5	94,5	
	Alto	3,5	80,0	2,800				
Promedio asumido							10	90

A riesgo de sobre enfatización de un hecho relativamente bien conocido, se ha incluido la Figura N.º 4, la cual se refiere a la importancia del consumo.



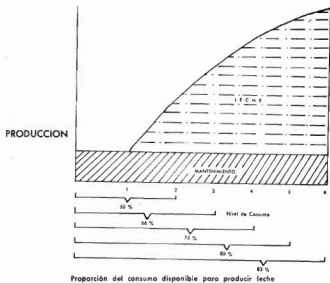


FIGURA N.º 4. — Influencia del consumo diario sobre la eficiencia de producción.

Vamos a comparar dos niveles de consumo: uno equivalente a dos veces la cantidad requerida para mantenimiento y el otro, cuatro veces al mantenimiento. Ahora bien, la cantidad ingerida en el segundo caso es dos veces la del primero, pero el punto que generalmente se olvida es que el consumo en el segundo caso representa más o menos tres veces más alimento disponible para la producción que en el consumo de dos veces el mantenimiento.

Es bien conocido que los individuos en una población de animales cuando reciben una misma cantidad de forraje varían grandemente en la cantidad que consumen de este forraje. Esta variación es producida por una variedad de factores de los cuales se conocen posiblemente pocos. Algunas de las condiciones que se cree influyen en el consumo o por lo menos que son asociadas con esta variación son: homogeneidad de la muestra de forraje (un punto de particular importancia con alfalfa seca), peculiaridades de los animales, tipo y tamaño del animal, la naturaleza y el nivel de productividad de los animales, el medio ambiente al cual los animales están expuestos (especialmente con referencia a la temperatura y la humedad), la naturaleza física del forraje (posiblemente también la naturaleza química asociada), y posiblemente la concentración de amoníaco en la atmósfera que lo rodea. A pesar de esta lista de condiciones, posiblemente las razones fundamentales no se conocen al presente. Sin embargo ya que la variación en el consumo es considerable, hay mucha esperanza para el mejoramiento del ni-

vel de consumo como resultado del esfuerzo combinado de los genetistas que trabajan con plantas y animales. A pesar de que la medida del consumo por los animales por procedimientos de corte y en el establo parece sencillo y consiste solamente en pesar la comida y la cantidad que los animales rechazan, y que en caso de animales que pastorean a pesar de que es difícil, puede ser estimada por algunos métodos, los términos en los cuales se debe expresar el consumo no se conocen. De esta manera, un problema que es aparentemente simple, se complica.

En el Cuadro N.º 7 se presenta una comparación de la digestibilidad y el consumo entre ovinos y bovinos, los cuales recibieron tres diferentes forrajes bajo las mismas condiciones de medio ambiente.

Consumen más forrajes los ovinos que los bovinos o consumen más los bovinos que los ovinos? Expresándolo en base al peso linear (peso elevado a la potencia 1.0) los ovinos consumen más. Pero en base al tamaño metabólico (peso elevado a la potencia 0.73), los bovinos comieron más que los ovinos. El consumo de ovinos y bovinos fue similar por unidad de peso cuando éste se elevaba a la potencia 0.84. Este parámetro proveyó el mejor ajuste a los resultados para este tipo de población de ovinos y bovinos. Estudios de naturaleza similar se necesitan con ganado pequeño, intermedio y grande. El coeficiente de variación en el consumo tuvo los siguientes límites para los tres parámetros de peso vivo: para peso elevado a la potencia 1.0 de 20 a 25 %; para peso elevado a la potencia 0.73 de 13 a 23 % y para peso elevado a la potencia 0.84 de 10 a 15 %. Estos resultados sugieren que con una medida tan simple como el consumo del forraje, necesitamos más información para saber cómo expresarlo de manera que represente su verdadero valor fisiológico.

Los puntos que enumero a continuación resumen mi opinión sobre el consumo: 1) Es la característica nutricional más importante de los forrajes y su efecto en la respuesta de los animales es considerablemente más marcado que el valor nutritivo por unidad de peso asociado con él; 2) La mayor limitación de los forrajes en la productividad de los ruminantes está dada por su calidad y por el espacio del sistema gastro intestinal de los animales el cual restringe la cantidad de forraje que pueda ser consumida; 3) existe mucha variación entre los animales en la cantidad de forraje que ellos pueden ingerir y el consumo está afectado por muchas condiciones que actúan sobre el forraje, el animal, y el medio ambiente que rodea al animal; y 4) los parámetros en los cuales debe ser expresado el consumo, para representar adecuadamente su significado fisiológico, está todavía por determinarse. En consecuencia, me gustaría plantear la siguiente pregunta: cómo será posible desarrollar un método de fermentación *in vitro* o un método químico el cual pueda estimar el consumo bajo todas las condiciones en las cuales es preciso hacerlo? En este momento las posibilidades son tan reducidas que es necesario concluir que el consumo no puede ser me-

CUADRO N° 7 — Digestibilidad y consumo de forrajes por vacunos y ovinos alimentados en ambientes iguales.

Animal	N°	Rango de peso vivo	M.S.D.	Consumo de materia seca			Peso	0.73	0.84
				Absoluto	Peso	1.0			
		lb.	%	gr./día	gr./día/lb. peso				
Avena Garry (siembra 16/5 - corte 9/7/62)									
Novillos	5	1386-1732	60.9±1.37	11,668	7.59	53.42	25.17		
Capones	6	115-129	60.1±1.66	1,229	10.34	36.83	22.56		
Total	11				9.09±1.79	44.37±10.07	23.74±3.06		
Avena Rodney (siembra 16/5 - corte 9/7/62)									
Novillos	4	1536-610	60.9±1.10	12,033	7.64	54.13	25.43		
Capones	6	98-145	60.1±1.28	1,286	10.67	38.15	23.34		
Total	10				9.46±2.22	44.5±10.42	24.10±3.84		
Pasto Sudán (siembra 8/6 - corte 10/9/62)									
Novillos	6	1446-1580	56.7±0.86	10,878	7.14±1.00	50.15	23.64		
Capones	12	95-142	56.1±1.46	1,383	12.09±1.06	42.61	26.21		
Total	18				10.44±2.61	45.12±5.98	25.35±2.78		

dido por ningún método que no sea del animal mismo. Por otro lado, los métodos químicos y de fermentación *in vitro* pueden ser utilizados exitosamente para estimar la digestibilidad de los forrajes, pero esta característica es, bajo todo punto de vista, el menos importante de los dos.

Con anterioridad me referí a tres factores que determinan el valor nutritivo de los forrajes. Hemos considerado hasta este momento dos de ellos que son la digestibilidad y el consumo. El tercer criterio del valor nutritivo es la proporción de la materia absorbida que se emplea en la síntesis de productos. Una variedad de condiciones tales como el balance de los nutrientes de la dieta, la cantidad ingerida, la naturaleza de los productos que son sintetizados, la frecuencia de las comidas, la forma física de la dieta y la naturaleza de los productos de digestión que son absorbidos, influyen en la eficiencia con la cual la materia absorbida es utilizada.

Vamos a examinar los efectos de la forma física del forraje sobre la eficiencia con que la energía es utilizada. Para hacerlo, nos referiremos a los resultados obtenidos por Paladines *et al.* (18) (Figura N° 5). Este estudio consistió del sacrificio y análisis químico de capones que recibieron el heno en dos formas: 1) picado; y 2) finamente molido y en cubos. A pesar de que la mayor diferencia entre las dos dietas fue el tamaño de la partícula, la cantidad de energía depositada en el cuerpo al mismo nivel de consumo fue considerablemente más alta en las ovejas alimentadas con el heno molido y en cubos que para aquellas que recibieron el heno picado. En vista de que la digestibilidad de las dos formas de heno fue más o menos la misma (la digestibilidad del heno picado y en cubos en los niveles más altos de consumo fue más o menos dos unidades de porcentaje más baja que en el heno picado), la eficiencia de la utilización de la energía absorbida fue considerablemente mayor para el heno molido y en cubos. La curvatura de la línea que relaciona el almacenamiento de energía en el cuerpo con el consumo de energía cruda en forma de heno en cubos refleja la disminución de la digestibilidad de la dieta a medida que el consumo aumenta.

Los promedios de consumo *ad libitum* de materia seca calculados para capones que pesaban 45.36 kgs. fue de: heno molido y en cubos, 1414 grms.; de heno picado, 1101 grms. Es decir, bajo condiciones de consumo libre el efecto nutritivo total del heno en cubos fue 63 % mayor que aquel del heno picado. La superioridad en la respuesta del heno en cubos fue atribuida en un 78 % al mayor consumo de materia seca y en un 22 % a la mayor eficiencia con que la materia absorbida fue utilizada. Por tanto, en vista de los resultados obtenidos en este estudio en el cual se varió solamente el tamaño de la partícula del forraje, parece improbable que un método químico o de fermentación *in vitro* pueda ser desarrollado por medio del cual se pueda predecir el consumo o el efecto nutritivo total del forraje.

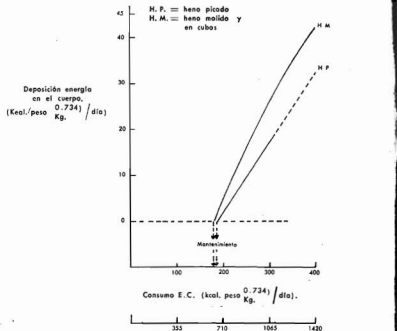


FIGURA N° 5. — Efecto de la forma física del forraje en la ganancia de energía por capones. (Adaptado de Paladines et al, 18).

Durante los últimos 10 años se ha demostrado que las mezclas de ácidos grasos volátiles con un contenido alto de ácido propiónico son usadas más eficientemente para el engorde que las mezclas altas en ácido acético. Asimismo se sabe que en el rumen de animales que reciben heno finamente picado y en cubos se produce relativamente más ácido propiónico y relativamente menos ácido acético que en el de animales que reciben heno picado. Estudios sobre la absorción de metabolitos, que emplean las diferencias en la concentración de sangre circulante de la carótida y la vena porta han demostrado que ovinos que ingieren heno molido y en cubos pueden absorber tanto como 10 grms. de glucosa en 24 horas mientras que aquellos que reciben heno picado absorben cantidades muy pequeñas de glucosa (0 a 3 grms.). Es probablemente debido a estas diferencias en el tipo y la cantidad de productos absorbidos que

Paladines, et al. (18) observaron incrementos calóricos para engorde en el heno picado del 69 % y en el heno molido y en cubos del 57 %.

Anteriormente indiqué que regresaría a discutir un poco más extensamente los aspectos de digestibilidad. La variación en la digestibilidad entre animales, dentro de forrajes es muy pequeña. En muy raras ocasiones sobrepasa el 2 %. Sin embargo esto es verdad solamente en forrajes cosechados y ofrecidos a animales en el establo; una variación considerablemente mayor se encuentra en condiciones de pastoreo, el cual permite a los animales el pastoreo selectivo. Por otro lado, la digestibilidad no es afectada por el medio ambiente al que están sometidos los animales o por la cantidad de forraje ingerido por día mientras el forraje no sea molido finamente. Condiciones principales que afectan la digestibilidad de los forrajes son: la fecha de corte, o el estado de crecimiento cuando se corta o pastorea; la oportunidad que se dé a los animales para pastoreo selectivo; y el daño producido por condiciones del tiempo y el manejo en los forrajes cosechados.

Por otro lado el coeficiente de variación en el consumo de los forrajes ofrecidos en establo a niveles que permitan alrededor de un 5 % de rechazo, es del orden del 10 al 15 %. Muchas condiciones parecen influir en el consumo de los forrajes: características físicas del forraje, peculiaridades que se relacionan con las funciones del cuerpo y la demanda de nutrientes; el medio ambiente del animal, especialmente temperatura; grado de pastoreo selectivo y frecuencia de alimentación. Ya que un número de factores que no tienen efecto sobre la digestibilidad influyen marcadamente la cantidad de forraje ingerido y en vista de que un gran número de condiciones parece afectar independientemente el consumo, parece improbable que un método simple de laboratorio pueda ser desarrollado, el cual tenga valor de predicción del forraje consumido.

## LITERATURA CITADA

1. BOYD. *Journal British Grassland Society*, 4:1-10, 1949.
2. BROWN. *Journal of the American Society of Agronomy*, 29:468, 1947.
3. BROWN and MUNSELL. *Journal of the American Society of Agronomy* 37:542, 1945.
4. BRUNDAGE *et al.* *Journal of Dairy Science*, 39:287, 1956.
5. CARTER *et al.* *North Dakota Technical Bulletin*, 426, 1960.
6. COWLISHAW. *Journal British Grassland Society*, 6:179, 1955.
7. DAVIES and BELL. *Agronomy Journal*, 50:520, 1958.
8. DAVIES *et al.* *Empire Journal Experimental Agriculture*, 18:264, 1950.
9. GARDNER *et al.* *Pennsylvania Experimental Station Bulletin*, 323, 1935.
10. HARDISON *et al.* *Journal of Dairy Science*, 37:89, 1954.
11. HODGSON *et al.* *Washington Agriculture Experimental Station Bulletin* 294, 1934.
12. HODGSON *et al.* *Washington Agriculture Experimental Station Bulletin*, 411, 1942.
13. KENNEDY and REID. *Proceeding of the International Grassland Congress*, 8:640, 1960.
14. LINEHAN *et al.* *Proceeding of the International Grassland Congress*, 6:1328, 1952.
15. LINEHAN. *Journal British Grassland Society*, 7:73, 1952.
16. NAYLOR. *Tesis de Doctorado*, North Carolina State University, 1952.
17. NEVENS. *Journal of Dairy Science*, 28:171, 1945.
18. PALADINES *et al.* *Journal of Nutrition*, 83:49, 1964.
19. PETERSON *et al.* *Agronomy Journal*, 48:560, 1956.
20. ROBINSON *et al.* *Journal of the American Society of Agronomy*, 9:349, 1917.
21. VAN DER KLEY. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 4:197, 1956.
22. VAN SOEST and MARCUS. *Journal of Dairy Science*, 47:704, 1964 (Abst.).
23. WAGNER *et al.* *Agronomy Journal*, 42:487, 1950.

## LITERATURA ADICIONAL RECOMENDADA

### MANTENIMIENTO DE ANIMALES EN PASTOREO

- CLAPPERTON. *British Journal Nutrition*, 18:39, 1964.
- COOP and HILL. *Journal Agricultural Science*, 58:187, 1962.
- LAMBOURNE. *Proceeding New Zealand Society Animal Production*, 21:92, 1961.
- LANGLANDS *et al.* *Journal British Society Animal Production*, 5:11, 1963.
- REID *et al.* *Proceeding Cornell University Nutrition Conference*, p.88, 1958.
- WALDO *et al.* *Proceeding 5th International Nutrition Congress*, 1960.
- WALLACE. *Proceeding International Grassland Congress*, 7:134, 1956.

## OBTENCION DE MUESTRAS POR FISTULAS DEL ESOFAGO Y RUMEN

- BATH *et al.* *Journal Animal Science*, 15:116h, 1956.
- COOK *et al.* *Journal Animal Science*, 17:189, 1958.
- HARKER *et al.* *Journal Animal Science*, 23:465, 1964.
- LESPERANCE *et al.* *Journal Dairy Science*, 43:682, 1960.
- LESPERANCE *et al.* *Journal Dairy Science*, 43:1615, 1960.
- LUJCK *et al.* *International Journal Radiology Research and Isotopes*, 4:169, 1959.
- RIDLEY *et al.* *Journal Dairy Science*, 46:128, 1963.
- WEIR *et al.* *Journal Animal Science*, 18:641, 1959.
- WEIR *et al.* *Agronomy Journal*, 51:235, 1959.

## COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE PARA PREDECIR EL VALOR NUTRITIVO

- ANTOHN and REID. *Journal Dairy Science*, 41:1715, 1958.
- AXELSSON. *Annals Royal Agriculture College (Sweden)* 17:320, 1950.
- AXELSSON. *Kungl. Lantbruks Hogskol. Ann.* 19:45, 1953.
- CRAMPTON and JACKSON. *Journal Animal Science*, 3:33, 1944.
- DEHORITY and JOHNSON. *Journal Animal Science*, 23:203, 1964.
- FORBES and GARRIGUS. *Journal Animal Science*, 9:354, 1950.
- HOLTER and REID. *Journal Animal Science*, 18:1339, 1959.
- HOMB. *NORGES Landbrukshogskole Foringsforskning, Beretning* 71, 1952.
- KIVIMAE. *Proceeding International Grassland Congress* 8:466, 1960.
- LANCASTER. *New Zealand Journal Science Technology*, 25:137, 1943.
- MEREDITH *et al.* *Agronomy Abstract*, p.94, 1962.
- MEYER and LOFGREEN. *Journal Animal Science*, 15:543, 1956.
- MEYER and LOFGREEN. *Journal Animal Science*, 18:1233, 1959.
- PHILLIPS and LOUGHLIN. *Journal Agronomy Research*, 78:389, 1949.
- RICHARDS and REID. *Journal Dairy Science*, 36:1005, 1953.
- SCHNEIDER *et al.* *Journal Animal Science*, 10:706, 1951.
- SCHNEIDER *et al.* *Journal Animal Science*, 11:77, 1952.
- SULLIVAN. *Journal Animal Science*, 18:1292, 1959.
- VAN SOEST. *Journal of the Association of the Official Agriculture Chemists*, 46:825, 1963.
- VAN SOEST. *Journal of the Association of the Official Agriculture Chemists*, 46:829, 1963.
- VAN SOEST and MARCUS. *Journal Dairy Science*, 47:704, 1964.
- WALKER and HEPBURN. *Journal Agricultural Science*, 45:298, 1955.

## DIGESTIBILIDAD "IN VITRO"

- ASPLUND *et al.* *Canadian Journal Animal Science*, 38:171, 1958.
- BARNETT. *Journal Agricultural Science*, 49:467, 1957.
- BAUMGARDT *et al.* *Journal Animal Science*, 18:1538, 1959.
- CRAMPTON *et al.* *Proceeding International Grassland Congress*, 8:462, 1960.
- DEHORITY and JOHNSON. *Journal Dairy Science*, 44:2242, 1961.

- DONEFER *et al.* Journal Animal Science, 18:1538, 1959.  
 DONEFER *et al.* Journal Animal Science, 19:545, 1960.  
 HERSHERGER *et al.* Journal Animal Science, 18:770, 1959.  
 LLOYD *et al.* Journal Animal Science, 19:859, 1960.  
 LLOYD *et al.* Journal Animal Science, 19:1309, 1960.  
 PIGDEN and BELL, Journal Animal Science, 14:1239, 1955.  
 REID *et al.* Journal Animal Science, 18:1537, 1959.  
 REID *et al.* Journal Animal Science, 19:1312, 1960.  
 SHELTON and REID, Proceeding International Grassland Congress, 8:9, 1960.  
 TILLEY, Proceeding International Grassland Congress, 8:18, 1960.  
 WALKER, Journal Agricultural Science, 53:192, 1959.

### EFFECTO DE LA FECHA DE CORTE SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS FORRAJES

- HOMB, NORGES LANDBRUKSHOGSKOLE, Forinsforsk, Beretning 71, 1952.  
 JARL and HELLEDAY, Sartryck och forhansmeddelande 83, 1951.  
 MINSON *et al.* Journal British Grassland Society, 15:174, 1960.  
 MINSON *et al.* Proceeding International Grassland Congress, 8:13, 1960.  
 NEWLANDER *et al.* Vermont Agriculture Experimental Station Bulletin, 430, 1938.  
 RAYMOND, Proceeding Nutrition Society, 23:54, 1964.  
 REID *et al.* Journal Dairy Science, 42:567, 1959.  
 REID *et al.* Agronomy Journal, 51:213, 1959.  
 SWIFT *et al.* Journal Animal Science, 11:389, 1952.

### CONTENIDO DE HOJAS Y DIGESTIBILIDAD

- MINSON *et al.* Proceeding International Grassland Congress, 8:470, 1960.  
 REID *et al.* Journal Dairy Science, 42:567, 1959.

### DISCUSION DEL TRABAJO PRESENTADO POR EL DR. REID

Encargado de abrir la discusión fue el Dr. OSVALDO PALADINES  
 Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, La Estanzuela,  
 Uruguay.

#### PALADINES:

Felicitó al Dr. Reid por su clara y detallada exposición y puedo asegurar a ustedes que para quienes lo hemos escuchado antes constituye un singular motivo de satisfacción el ver que ha puesto en la preparación de este trabajo tanto énfasis y empeño como para cualquier otra de las muchas Reuniones Científicas en que participa.

Hay tres puntos evidentes, que se desprenden de su exposición. Estos son:

1) La metodología clásica (agronómica y zootécnica) para evaluar las praderas es insuficiente, más por la poca seguridad en las predicciones que por la carencia de correlación con las observaciones *in vivo*. 2) Las pruebas complejas de pastoreo en las cuales se mide la productividad de la pradera en forma de productos animales, a más de su costo y magnitud elevados, constituyen mediciones de un producto que está afectado por un gran número de factores incontrolables y lo que es peor aún imedibles e indeterminables. Ejemplos ilustrativos presentó el Dr. Reid para casos en que el producto medido es la leche o la ganancia de peso. 3) Con toda posibilidad, medidas simples de consumo y digestibilidad describen el valor alimenticio de los forrajes mejor que cualquier otro sistema más o mucho más complejo. Nos ha llamado la atención particularmente la derivación del énfasis que, en su opinión, tienen en el valor alimenticio de un forraje al consumo y la digestibilidad. (Cuadro N° 6). Investigadores de Canadá habían calculado resultados similares un tanto más bajos (70 % para el consumo y 30 % para la digestibilidad).

Creo firmemente que en estos momentos el camino más viable para estimar (especialmente en términos comparativos) el valor nutritivo de un forraje es a través de la determinación del consumo de materia digerible. Sin embargo, es obvio que este sistema tiene dos limitaciones; la primera que no da información aplicable a superficies de campo y la segunda que el consumo de forrajes en confinamiento no representa la situación en el campo. Para ilustrar este punto cabe mencionar algunos resultados que hemos obtenido en Estanzuela (Wittke, Tesis de *Magister Scientiae*, Escuela para Graduados del IICA, 1965) en comparaciones de consumo y digestibilidad de praderas de ryegrass y de mezclas de trébol blanco con gramíneas:

Consumo en (1)	PRADERA	
	Ryegrass	Trébol blanco + gramíneas
	gr. M.O./día	
Confinamiento (jaulas metabólicas)	670	687
Pastoreo rotativo	981	997
Pastoreo diario	883	1226

(1) Consumo por capones de 45 kg. de peso, en pastoreo. Estimaciones por regresiones locales para cada especie empleando el N como índice fecal.

De estos resultados se desprende que el consumo en pastoreo es mayor que en confinamiento si los animales tienen amplio campo para pastorear. El efecto de la carga animal sobre el consumo se puede ver también porque en el grupo de animales de pastoreo rotativo en trébol blanco, se impuso una carga más alta que el grupo de pastoreo diario y como consecuencia su consumo fue inferior.

Para comenzar la discusión quisiera presentar al Dr. Reid la siguiente pregunta: "tomando en consideración todos los factores que actúan sobre el aprovechamiento que los animales hacen de los forrajes pastoreados y de las limitaciones técnicas y físicas para realizar un número grande de "pruebas de pastoreo" adecuadamente diseñadas y repetidas, qué método emplearía usted para estimar el valor nutritivo de los forrajes "como los pastorea el animal"?

#### REID:

La pregunta que ha sido formulada por el Dr. Paladines es una que ha sido buscada por muchos, durante mucho tiempo. Quisiera creer que nos estamos acercando a la respuesta. Por lo menos en años recientes hemos llegado un poco más adelante que nuestros predecesores. No hay una respuesta corta a esta pregunta, pero en respuesta puedo decir lo siguiente: en el presente y posiblemente para el laboratorio promedio de cualquier lugar, lo mejor que se puede hacer bajo nuestras propias condiciones es desarrollar algún método en el cual usamos alguna sustancia presente en las heces fecales para predecir la digestibilidad (o la indigestibilidad). Esto nos conduciría a lo siguiente: consumo es lo que queremos medir al final y en mi criterio, a menos que lleguemos a una estimación del consumo, podemos muy bien olvidarnos de la digestibilidad ya que ésta carece entonces de valor. La digestibilidad para mí es simplemente el medio para llegar a un fin, siendo el fin el consumo. El consumo en un experimento de pastoreo en el cual se emplean indicadores es el cociente de la excreción de heces fecales y el coeficiente de indigestibilidad. En otras palabras para estimar el

consumo es necesario medir la indigestibilidad y la producción fecal por día. En la estimación del consumo las alternativas son: hacer la colección total de heces fecales producidas por medio de bolas o emplear un indicador indigerible como el de óxido de cromo. A este nivel de desarrollo ha llegado el problema al presente. El conocimiento existente indica que el consumo se puede estimar en esta manera a pesar de que en algunos casos el error puede ser tan grande como el 10 %.

Después de haber empleado una buena parte de 12 años de trabajo en los problemas de medir el consumo bajo pastoreo, creo que atacaría el problema ahora de una manera diferente de lo que hicimos en 1948. Al presente trataría de usar el nitrógeno indigerible en método de comparación entre concentración en el forraje y en las heces fecales el cual puede representarse con la siguiente ecuación:

$$\text{Indigestibilidad de la materia seca (\%)} = 100 \frac{\text{(concentración del indicador en el forraje)}}{\text{(concentración del indicador en las heces)}}$$

Por tanto:

$$\text{Digestibilidad de la materia seca (\%)} = 100 - \text{indigestibilidad de la materia seca (\%)}$$

Para aplicar el nitrógeno en esta técnica precisamos una estimación de la cantidad de "nitrógeno indigerible" en el forraje y asumimos que el nitrógeno fecal es el "nitrógeno indigerible". Hace algún tiempo observamos que la concentración de proteína digerible en el forraje (como porcentaje de la materia seca) es igual a 0.929 de la proteína cruda - 3.48, y que el error standard de la estimación para esta relación es solamente 0.46 % de proteína digerible (véase Holter y Reid, Jour. Anim. Sci., 18:1339, 1959). Por tanto el porcentaje de proteína indigerible en la materia seca del forraje es igual a la proteína cruda (porcentaje de la materia seca) - (0.929 proteína cruda - 3.48). A partir de esta relación la digestibilidad (porcentaje) de la materia seca se puede calcular en la siguiente forma:

$$100 - \frac{100 (\text{proteína cruda}) - (0,929 \text{ proteína cruda} - 3.48)}{\text{proteína cruda en las heces fecales}}$$

en el cual todos los valores se emplean como porcentaje de la materia seca. Ordenando diferente esta ecuación se encuentra la siguiente:

$$\text{Digestibilidad de la materia seca (\%)} = \frac{0.071 \text{ proteína cruda en el forraje} + 3.48}{\text{porcentaje de proteína cruda en heces}}$$

Este método para medir la indigestibilidad bajo condiciones de pastoreo requiere una muestra del forraje que pueda ser analizada.

Este tipo de muestra se puede conseguir con fistulas del esófago o del rumen previamente vaciado y limpio en animales "testigo". En vista de las dificultades que se han encontrado en el uso de las fistulas esofágicas, parecería que la cánula del rumen es el sistema más fácil.

Este plan general es más simple que muchos que han sido empleados porque el análisis de nitrógeno es fácil de realizar y muy constante, la mayoría de los laboratorios están preparados o equipados para realizarlo y el método no requiere el uso de las llamadas "regresiones locales". Esta manera de estimar la indigestibilidad de la materia seca en combinación con la medida de la producción de heces fecales sea por medio de bolsas o con el uso de óxido de cromo como indicador, permiten calcular el consumo en la manera siguiente:

$$\frac{\text{Consumo de materia seca (kg./día)}}{\text{Materia seca de las heces (kg./día)}} = \frac{\text{Indigestibilidad de materia seca (\%)}}{\text{Materia seca de las heces (kg./día)}}$$

A pesar que la estimación de digestibilidad y consumo provee una estimación del valor potencial de la pastura puede haber situaciones en las cuales se requieren estimaciones de la eficiencia con que la energía es utilizada. Esto implica la determinación del balance energética del cuerpo. Estudios recientes indican que el valor calórico del cuerpo de un capón en crecimiento y engorde que no contenga más de 30 % de grasa puede estimarse con un error no mayor del 10 % a partir del peso vivo tomado con 20 horas de ayuno, con agua. Se sugiere que la deposición de energía en el cuerpo se determine en experimentos con una duración no menor de 60 días y bajo 2 o 3 intensidades de pastoreo.

Los métodos con los cuales nosotros estamos trabajando se refieren a la estimación del valor nutritivo de los forrajes, y no al efecto del animal en la pradera, como fuera discutido por el Dr. Blaser. Estos métodos y en particular aquellos que miden la digestibilidad y el consumo, permiten a un investigador en el lapso de una vida, examinar muchos más forrajes o tratamientos de forrajes que lo que él puede esperar con pruebas convencionales de pastoreo o pruebas convencionales de alimentación de suficiente envergadura para que tengan un verdadero significado.

#### BATEMAN (IICA, Turrialba):

Cuando se limpia el rumen de un animal y se lo pone en una pradera no se perderá una parte de la selectividad del animal por que lógicamente el animal va a tener hambre entonces?

#### REID:

Posiblemente es cierto, pero por otro lado a pesar de todo se mide lo que el animal está consumiendo y esto es en realidad lo que nos interesa hacer. No me queda duda de que un animal vacío mira a

una hoja de pasto con ojos menos selectivos que otro que tiene llena la panza. Pero necesitamos investigar para determinar si es que un animal de este tipo es menos selectivo que otro en un estado normal o "lleno".

#### BATEMAN:

No sería mejor ganar camino e instalar una fistula en el esófago?

#### REID:

Normalmente yo diría que sí; estoy seguro que la cánula del esófago tiene ventajas en el ataque de este problema, pero la experiencia de casi todos los que han trabajado con cánulas en el esófago ha sido bastante desilusionante. La vida funcional de una de estas cánulas ha sido muy corta y el muestreo no es siempre satisfactorio en forma continua, fallando en muchos casos la expulsión de las muestras. El método de la cánula en el rumen le da mayor certeza de conseguir una muestra, aunque por cierto la condición anormal de un rumen limpio persiste.

#### BECKER (Brasil):

En los programas de alimentación que emergen de las universidades a través del Control Lechero, cómo se hace la estimación del consumo de los animales en pastoreo?

#### REID:

El Supervisor del Control Lechero, la persona que pesa la leche y realiza el análisis de grasa una vez al mes y envía los registros a una oficina central para los cálculos, realiza una estimación visual de las pasturas y las califica como excelente, bueno, regular o pobre y entonces compara la pradera y los consumos equivalentes de heno en el rango de 2½ a 1 kg. de consumo por 100 kilos de peso vivo. Esto es enteramente un juicio subjetivo y graduado en términos del peso vivo.

En el Cuadro N.º 8 se encuentran los consumos de materia seca de vacas con un peso promedio de 1.300 lb. que pastorearon una pradera mejorada de alfalfa (*Medicago sativa*), trébol blanco ladino (*Trifolium repens*) y bromus (*Bromus inermis*) bajo 3 intensidades de manejo y 2 intensidades de pastoreo. Estas vacas recibieron concentrados en la proporción de un kilo por cada 5 o 6 kilos de leche producida. Cada vaca representa 7 u 8 vacas. Durante ciertas partes del periodo de pastoreo algunas de las parcelas que formaban parte del sistema rotativo de 3 parcelas parecían más bien pistas para carreras de caballos y hubieran sido calificadas como "pobres"; en otros momentos tenían forraje abundante y hubiesen sido calificadas como excelentes. A pesar de ello el consumo dentro de un periodo fue más o menos de 20 lbs. de materia seca digeribles por vaca y por día cuando pastoreaban retoños. El consumo del primer crecimiento

en la primavera generalmente era del orden de 14 a 20 lbs. El punto más importante en conexión con estos resultados es que a pesar de diferencias considerables en el método de pastoreo, diferencias en la carga animal y diferencias considerables en la producción de leche, el consumo de muy buen pasto fue más o menos el mismo para vacas de este tamaño. A partir de otros estudios parecería que el tamaño es uno de los mayores determinantes del consumo, pero mayores medidas se requieren con animales de tamaño pequeño, intermedio y grande para dar un significado cuantitativo al efecto del tamaño.

#### BECKER:

Puede mencionar usted los resultados de algunas pruebas en que se ha comparado el consumo de animales en pastoreo y en el establo recibiendo el mismo forraje?

#### REID:

En el Cuadro N.º 8, al cual me he referido anteriormente, se encuentra una comparación de ese tipo. Los resultados bajo la columna "Cero-1956 y 1957" representan los consumos de forraje cortado y ofrecido en el establo. En las próximas seis columnas se encuentran los consumos de forraje pastoreado en tres sistemas o intensidades de pastoreo rotativo durante dos años. Usted notará que el promedio de consumo de la materia seca digerible del forraje cortado y ofrecido en el establo fue de 1.7 lbs. más que el consumo del forraje pastoreado.

#### MOTT (U.S.A.):

Uno de los axiomas que usted propuso es el predecir el consumo y relacionarlo a la producción de los animales. En el experimento resumido en el Cuadro N.º 8 cuál fue la correlación entre consumo estimado de materia seca digerible y producción de leche?

#### REID:

En el experimento al cual me he referido, no determinamos ese tipo de correlaciones. Sin embargo, debemos recordar que el consumo de materia seca digerible que se encuentra en el Cuadro N.º 8 no incluye los concentrados, los cuales fueron también ofrecidos a un nivel que dependía de la producción de leche. Imagino que se encontrará una correlación alta si existiera un método por el cual se pudiera tomar en cuenta los cambios que se producen en los tejidos del cuerpo. Sin embargo, esto se basa en asumir que la respuesta de la vaca sería de naturaleza lineal con el consumo de materia seca digerible. Si nosotros hubiésemos medido la pérdida de energía después de ser absorbida entonces se podría esperar una correlación casi perfecta entre la medida de valor nutritivo y la respuesta del animal.

#### MOTT:

Hace un momento, Dr. Reid, usted nos indicó cuatro ecuaciones como el mecanismo que usted emplearía hoy, las cuales constituyen

CUADRO N.º 8 Consumo de materia seca digerible por vacas alimentadas con soiling y en pastoreo (1)

Período	Soiling		Diario		3 Potreros		6 Potreros	
	1956	1957	1	1	1	1	1	1
			acres/vaca		acres/vaca		acres/vaca	
	lb./vaca/día							
Mayo 13-24	19.6	19.8	14.1	20.7	14.4	19.2	15.7	18.4
Mayo 25 - Junio 2	13.7	17.7	14.6	19.6	16.5	17.8	14.8	17.8
Junio 3-8		18.5		19.8		17.0	17.4	18.8
Junio 9-15	12.7	19.2	15.8	20.3	17.1	19.5		17.0
Junio 16-27	15.8	16.2	18.8	17.1	22.4	18.3	18.5	17.9
Junio 28 - Julio 10	15.0	21.8	16.2	21.2	19.7	20.1	16.3	18.8
Julio 11-19	19.8	21.7	19.7	19.3	22.6	20.2	22.3	19.2
Julio 20-27	19.2	21.6	18.4	18.3	20.9	21.7	19.3	20.0
Julio 28 - Agosto 5	21.4	24.2	20.1	20.9	20.5	19.3	20.5	19.4
Agosto 6-16	21.3	22.6	20.8	21.9	23.6	20.4	22.4	18.8
Agosto 17-25	21.2	22.6	19.7	20.7	20.2	18.7	18.5	18.8
Agosto 26 - Set. 3	22.4	22.2	18.9	18.6	23.4	18.9	19.7	19.5
Set. 4-12	21.7	20.9	19.5	20.3	21.1	21.7	19.8	21.1
Set. 13-20	23.9	21.4	21.5	19.2	26.8	15.7	20.0	19.3
Set. 21-30	22.4	19.5	20.4	21.9	20.3	18.9	22.2	20.4
<b>Primer crecimiento</b>								
(promedio) ..	15.36	18.28	14.87	20.03	16.00	18.00	15.97	18.33
<b>Rebote (promedio ponderado)</b>								
	21.48	21.85	19.34	20.01	21.86	19.47	19.85	19.17

(1) Valores sobre la línea corresponden a primer crecimiento del forraje y bajo la línea a rebrote.

en realidad un método para determinar la materia seca digerible o la energía digerible, dependiendo de lo que usted esté interesado analíticamente. Ahora bien, nos ha dicho que en este experimento en



el cual midió la materia seca digerible, la relación con la producción por animal, es baja. Cómo espera usted que estas cuatro ecuaciones tengan los resultados deseados si es que resultan inadecuadas, dentro de un experimento, en el cual tenía tantos factores bajo control?

REID:

Primeramente quisiera corregir el criterio de que la relación entre la materia seca digerible y la respuesta por los animales es baja. En verdad, en algunas situaciones los métodos de que disponemos al presente para cuantificar las respuestas del animal pueden ser malos, principalmente porque no sabemos cómo definir cuantitativamente en un término nutritivo común algunos factores tales como el mantenimiento, la ganancia o pérdida de peso, la producción de leche y la preñez. Si uno considera que todas estas funciones pueden ocurrir simultáneamente en una vaca lechera, el problema es mucho más crítico que el que se presenta cuando el estudio se realiza en un novillo en engorde en el cual el mantenimiento y solamente otra de las funciones (tales como ganancia o pérdida de peso) están llevándose a cabo simultáneamente.

Sin embargo, inclusive en la vaca lechera, la relación consumo-respuesta sería predecible si tuviéramos suficiente información sobre la naturaleza del consumo. Necesitaríamos saber cuánta materia seca o energía se consume, cuánta se pierde o se desperdicia durante la absorción y cuánta se pierde durante los procesos post-absorvivos. Estas medidas requieren métodos calorimétricos, para entonces podríamos saber la parte contribuida por los tejidos del cuerpo para la producción de leche o la porción de energía del forraje que no es utilizada para la secreción láctea, pero es empleada en síntesis de nuevos tejidos del cuerpo. Hasta que se desarrollen métodos que midan las necesidades de varias funciones vitales que se producen simultáneamente a frecuencias diferentes, las medidas de consumo y digestibilidad nos proveerán de información solamente en el valor nutritivo potencial del forraje.

MOTT:

Bien, eso es lo que usted ha presentado en el Cuadro N° 8. Corresponde al consumo de materia seca digerible o estoy equivocado?

REID:

No, la información es correcta. Pero estas cifras representan el consumo de forraje solamente a pesar de que se ofrecieron también concentrados en la proporción de un kilo por cada 5 a 6 kgs. de leche. Durante las primeras semanas de la estación de crecimiento, el consumo de forrajes fue menor, pero la producción de leche fue superior al comienzo que al final de la estación. En la primera parte de la estación las vacas estaban perdiendo peso. En otras palabras, la dieta que ellas consumieron era suplementada por el metabolismo de la grasa del cuerpo.

MOTT:

Hubo una respuesta diferente en diversas épocas del año, hubieron diferencias muy grandes en el consumo en épocas diferentes. Si esto es cierto, esperaría usted entonces encontrar alguna relación calculando las correlaciones a través de un tiempo relativamente largo?

REID:

Si, es verdad, porque estos experimentos generalmente se llevan a cabo después que el pico de lactancia ha pasado, en la esperanza de que la mayor parte de la grasa del cuerpo ha sido consumida hasta ese entonces. En el Norte de los Estados Unidos la temporada de pastoreo es generalmente solo de cinco meses de duración. En vista de que vacas gordas que reciben alimento suficiente solamente para satisfacer su requisito de mantenimiento podrían producir hasta 1,000 kilos de leche por cada 100 kilos de tejidos del cuerpo que se pierden, parece entonces obvio que en las pruebas comunes de pastoreo se pueden medir producciones grandes de leche que no están directamente asociadas con el consumo de alimentos. Es más, en Betsville, Maryland, recientemente pudieron demostrar que una vaca que tenía en estudio, en la cámara de respiración, mantuvo su peso vivo por un período de cinco semanas mientras producía más de 100 libras de leche por día. En vista de que su consumo no era suficiente, estaba produciendo 50 lbs. de leche por día como resultado del metabolismo de la grasa de su cuerpo. El balance carbón-nitrógeno demostró definitivamente que la razón por la cual ella podría mantener el peso del cuerpo es que estaba reemplazando por agua la grasa que perdía. Esto sugiere que en una prueba de pastoreo de duración relativamente corta, la respuesta que se obtiene puede ser considerablemente diferente de lo que se espera si se toma en cuenta la cantidad de alimento que consume.

Asimismo en la lactancia avanzada se puede producir engorde el cual no tiene necesariamente que reflejarse en cambios del peso vivo. Naturalmente, la respuesta en la producción de leche por unidad de alimento ingerido será menor.

De manera que en respuesta a la pregunta del Dr. Mott, situaciones tales como la que acabo de describir imposibilitan el aplicar factores simples a varias funciones del cuerpo para expresarlas en términos de un valor nutritivo común el cual puede ser entonces aplicado al valor nutritivo potencial del forraje, tal como materia seca digerible o energía digerible, para en última instancia derivar una cifra estimada de la respuesta que se debería observar. Pero, este defecto parece tener limitaciones aún más severas en las pruebas convencionales de pastoreo con vacas lecheras. Nada que no sea un balance completo de energía nos ofrece un sistema mucho mejor que una estimación del valor nutritivo potencial. Me gustaría aclarar que estos comentarios se aplican a la evaluación nutritiva y no a las evaluaciones económicas.

MURGUIA (Uruguay):

Usted aplica materia seca en lugar de materia orgánica, inclusive cuando está midiendo el consumo por animales en pastoreo?

REID:

Sí.

MURGUIA:

No encuentran ustedes ningún problema si es que el animal ingiere partículas del suelo con el forraje?

REID:

Sí, pero al usar materia seca en lugar de materia orgánica en estas condiciones es principalmente por conveniencia ya que se ahorra el análisis de ceniza. En regiones en las cuales hay suelos arenosos y mucho viento, tales como la parte Sur-Oeste de los Estados Unidos, el usar materia orgánica tiene ventajas decisivas sobre el uso de la materia seca.

Se debe notar que no hay mucha diferencia en usar una unidad o la otra (materia seca o materia orgánica) al predecir el valor nutritivo o como una unidad para usar en la preparación de raciones para los animales. Este punto de vista se desprende de los resultados resumidos en el Cuadro N° 5. A pesar de que la relación entre materia seca y materia orgánica no aparece en el Cuadro, la relación entre ciertos criterios tales como materia seca digerible, energía digerible, nutrientes digeribles totales, de la energía metabolizable, son resumidos de los resultados obtenidos con 20 forrajes que tienen un rango de materia seca digerible entre 49.9 y 77 %. Se puede notar que estos criterios están correlacionados altamente unos con los otros, que uno puede ser estimado con precisión a partir de los otros, y que cuando se expresa como porcentaje del consumo todos ellos tienen más o menos el mismo valor numérico. Es de esperarse que la materia orgánica digerible tendría la misma relación con los otros criterios de expresión.

CHRISTIENSEN (U.S.A.):

Se supuso que el molido fino y la formación en cubos tenía un efecto directo sobre la digestibilidad del forraje. Estaba yo pensando si era importante el efecto que los microorganismos tienen sobre el forraje o el efecto del alimento sobre los microorganismos.

REID:

Sí, creo que no hay duda sobre este efecto. Al discutir el efecto que tiene el picado y el molido fino del heno, me referí a las diferencias que hemos observado en la mezcla de metabolitos absorbidos, que consistía de ácidos aminos, vitaminas, hidratos de carbono

y ácidos grasos volátiles. Las diferencias mayores en los productos de estas dos formas de preparación del heno estaban constituidas por la proporción de los ácidos grasos volátiles y la cantidad de glucosa absorbida.

Creo que no se puede dudar que la forma física del forraje afecta a los microorganismos ya que sabemos que los animales que reciben heno finamente molido y en cubos secretan menos saliva y por lo tanto la cantidad de ciertos nutrientes tales como el nitrógeno y el potasio que llegan al rumen es diferente, y esto puede influir en la actividad microbiana. El pH del contenido del rumen, el cual está controlado preferentemente por los buffers de la saliva, también es influenciado por la forma física del forraje. Como consecuencia de esto y del hecho que el alimento permanece menos tiempo en el rumen cuando está finamente molido y en cubos, el trabajo de las bacterias debe ser diferente para las dos formas del forraje.

El forraje finamente molido resulta en una cantidad menor de ácido acético y mayor de ácido propiónico en el rumen que el heno picado.

Sin embargo, la proporción de los ácidos grasos volátiles en el contenido del rumen no refleja la proporción en que son absorbidos. Por ejemplo, el Dr. Bensadoun, uno de mis colaboradores, ha estudiado la concentración de los ácidos grasos volátiles en la sangre arterial y de la vena porta y ha encontrado que se absorben diferentes proporciones que las presentes en el contenido del rumen. A partir de dietas de heno finamente molido y en cubos encontré que se absorbía una cantidad considerablemente mayor de ácido propiónico y hasta 10 grms. de glucosa por día. En el heno picado se absorbía más ácido acético y casi ninguna glucosa.

A pesar de que la cantidad total de materia seca que se absorbe en los dos henos puede no ser muy diferente, la naturaleza química de los productos es diferente.

CHRISTIENSEN:

Me gustaría hacer un último comentario ya que hay resultados experimentales sobre este mismo tópico que están casi totalmente de acuerdo con lo expuesto en relación con la forma física del alimento y otros factores.

Los estudios de la micro-flora y la micro-fauna del intestino y el rumen han indicado que estos cambios están correlacionados directamente con los protozoarios.

En otras palabras, cuando se ofrece a un rumiante una ración en forma de cubos se aumenta la velocidad de paso del alimento y es muy fácil destruir completamente la población protozoaria.

Cuando se hace un cultivo de protozoarios y se estudia su función en la producción de ácidos grasos, se encuentra que hay una mayor producción de ácido acético y menor producción de ácido propiónico.

Y cuando se hace un cultivo de bacterias del rumen, este medio produce una mayor cantidad de ácido butírico y menores cantidades de ácido acético.

*Pregunta:* Ha encontrado usted que el destruir la población de protozoarios afecta al animal?

CHRISTIANSEN:

Este fue el último aspecto que estudiamos sobre este problema. Los resultados obtenidos fueron muy poco concluyentes, pudiéndose decir que hubo una diferencia en la ganancia de peso en ovejas.

*Pregunta:* Encontraron ustedes alguna diferencia en la motilidad del rumen o su actividad entre las dos dietas (heno molido y picado)?

REID:

No hemos hecho estudios a este respecto. Los investigadores de Beltsville llevaron a cabo un experimento bastante extenso e informan que a las vaquillonas que recibieron heno finamente molido y en cubos nunca se las observó rumiar.

*Pregunta:* Las observaciones hechas por ustedes son causadas por el molido o la formación del material molido en cubos?

REID:

Debe enfatizarse que probablemente el pequeño tamaño de las partículas del heno molido son responsables del efecto que tiene el heno molido y en cubos. El proceso de formación de los cubos, particularmente si es que se usan temperaturas elevadas puede contribuir al efecto observado.

## INTERPRETACION CORRECTA DE RESULTADOS CON ANIMALES EN EXPERIMENTOS DE PASTOREO

GERALD O. MOTT  
Profesor de Agronomía  
Purdue University  
Lafayette, Indiana, U.S.A. y  
Director Técnico de Investigaciones  
Instituto de Investigaciones IRI  
San Pablo, Brasil.

## I. INTRODUCCION

Los objetivos de todo ganadero son aumentar la producción de carne, leche y lana, y mejorar la eficiencia de su producción.

El objetivo del agrónomo y el especialista ganadero, los cuales están interesados en la producción de alimentos y los productos animales derivados de ellos, debe ser el saber más sobre los factores que afectan la producción por animal y por unidad de área. Durante las discusiones en este Simposio ustedes han podido escuchar mucho sobre la predicción de innumerables factores, con el uso de funciones matemáticas. Esto es una buena indicación ya que sugiere que estamos mejorando en el conocimiento de los factores que influyen la producción por animal y la producción por unidad de superficie. Lógicamente diversos investigadores están usando diferentes criterios para medir la calidad del forraje. La composición botánica de la pastura, la composición química de sus componentes, la digestibilidad *in vitro* e *in vivo*, materia seca, el consumo medido por los métodos de indicadores y muchos otros criterios son usados como predictores de la calidad del forraje. Algunos sistemas no han sido exitosos.

Por extraño que parezca muchos investigadores que han estado dedicados a desarrollar algunas de las técnicas para estimar la calidad del forraje han prestado poca atención a la función de los animales como criterio de la calidad del forraje. Parecería que la variación entre animales con respecto a su comportamiento tiene una cierta fascinación para algunos investigadores y es ligeramente misteriosa, de tal manera que el dedicarse a medir la respuesta de los animales es algo que se trata de evitar. Con respecto a las pruebas de pastoreo Forbes (2) dijo: "Las medidas que se hacen con frecuencia se convierten en un sistema elaborado de descontento propio" y Lynd (4) ha dicho que: "La interpretación de los resultados de experimentos de pastoreo es frecuentemente engañosa y evaluaciones concluyentes son difíciles".

El propósito de este artículo es examinar algunos de los errores asociados con las medidas que se realizan en un experimento de pastoreo y tratar sobre algunos de los factores extraños que pueden aumentar el error y conducir a vicios en los resultados. Se discuten también algunas ideas sobre el control de los factores que influyen los resultados en experimentos de pastoreo.

## II. LA PASTURA COMO UN SISTEMA BIOLÓGICO

En esta discusión nos ocuparemos de la pastura que se usa para pastoreo y en la cual la cosecha a máquina del forraje es solamente incidental. Bajo condiciones de pastoreo el estado de la pradera está cambiando continuamente ya que el forraje es consumido por los animales y bajo condiciones favorables de crecimiento se pro-

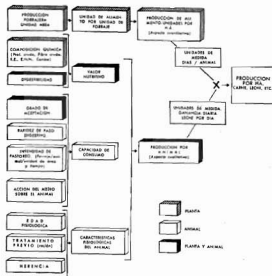


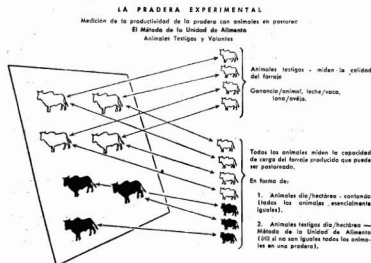
FIGURA N° 1. — Relación entre la cantidad y calidad del forraje y la cantidad de productos animales por hectárea.

duce continuamente nuevo desarrollo de las plantas. Es obvio que la calidad del forraje está influenciada por la condición de la pastura durante un período específico de tiempo y que la pastura está siendo afectada por el animal. Es un problema totalmente diferente el describir el estado de la pastura y el de expresar en forma cuantitativa los efectos de varios factores; pero es un problema que debe ser resuelto si se van a hacer mejores predicciones del com-

portamiento de los animales (3). Mientras tanto, el comportamiento de los animales mismos tiene que ser usado para estimar la calidad del forraje ya que las fórmulas para estudiar la calidad del forraje que se refieren a la producción por unidad no son adecuadas.

Para estimar el rendimiento de una pastura nos interesa expresar los resultados en términos del animal bien sea en el número de animales que la pastura puede mantener o el producto que se

FIGURA 2



Totales de Unidades de alimento consumidas por Ha.  
 Unidades de alimento repartidas/hectárea/día. = Animales testigos/días/hectárea.  
 Ganancia diaria promedio/animal x Animales testigos día/hectárea = Producto de testigos/hectárea.

ha obtenido por unidad de superficie. Si se pretende estimar el rendimiento de la pastura sin vicios, ésta debe estar en un estado de equilibrio dinámico el cual sea favorable para el animal en pastoreo y para su mantenimiento continuo.

### III. CALIDAD DEL FORRAJE

El rendimiento por animal durante un período de tiempo es una medida de todos los aspectos de la calidad del forraje, incluyendo su valor nutritivo y el consumo voluntario (Figura N° 1). Los componentes críticos de la calidad del forraje pueden ser diferentes para distintas clases de ganado y para el mismo tipo de ganado en diferentes estados fisiológicos. Para la vaca lechera el nivel de proteína digerible en el forraje puede ser el factor limitante mientras que para el animal de carne la cantidad de energía consumida puede estar determinando el comportamiento del animal. Es evidente que la calidad del forraje puede ser definida solamente en términos del tipo de animal que consume la pastura. Esto es asimismo cierto para cualquier procedimiento de laboratorio que estime la calidad del forraje. Los procedimientos de laboratorio para estimar la calidad del forraje, tendrán un valor muy pequeño, a menos que den información general con respecto al comportamiento animal, para varias clases de animales, cuando se los alimenta solos o en combinación con otros alimentos. Podemos esperar predecir el comportamiento animal de un tipo de animales a partir de otros solamente obteniendo más información que tenga relación con el efecto del tratamiento previo, presión de pastoreo, nivel de alimentación suplementaria y del ambiente. En el estado presente de conocimiento, el comportamiento de los animales, esto es, la calidad del forraje, debe ser observada para cada tipo de animal.

### IV. RENDIMIENTO EFECTIVO DEL FORRAJE

La cantidad de forraje disponible para consumo por los animales en pastoreo puede ser definida como el "rendimiento efectivo de forraje". Expresado en términos de un período de tiempo esta es la cantidad de forraje disponible al principio del período más el forraje producido durante el período menos la cantidad de forraje no disponible para el animal en pastoreo (pérdidas debido al pisoteo, inaccesibilidad, etc.). Lucas (3), define al "rendimiento óptimo" del forraje como la cantidad de forraje disponible que debe ser utilizada durante un período de tiempo determinado. Esto involucra el pastoreo en su carga animal óptima y determinar por lo tanto el rendimiento de la calidad del forraje en su estado óptimo. Sobre o bajo pastoreo afectará tanto las medidas de calidad como de cantidad del forraje (Véase presión de Pastoreo, Figura N° 3).

Si es que la pastura se carga al óptimo, esto es, óptimo con respecto a: 1) la pradera; 2) el animal; o 3) las dos; entonces el número de animales-día por há. y la estimación de unidades de alimento consumido por há. debe ser una estimación adecuada del rendimiento efectivo de forraje de la pradera.

### V. UNIDADES DE MEDIDA EN LOS EXPERIMENTOS DE PASTOREO

Las unidades de medida en los experimentos de pastoreo expresan la calidad del forraje consumido y la cantidad de alimento producido por unidad de superficie. Las expresiones simples:  $\text{Producto/animal} \times \text{animales/unidad de superficie} = \text{producto/unidad de superficie}$ .

6

$\text{Producción diaria/animal} \times \text{animal-día/unidad de superficie} = \text{producto/unidad de superficie}$ .  
expresan la relación entre las varias unidades de medida (véase Figura N° 1).

1. *Producto/animal*. Esta unidad, expresada generalmente como el producto por animal y por día y que puede ser también expresada como producto por animal para algún otro período de tiempo, es el efecto combinado del valor nutritivo del alimento y la cantidad de este alimento consumido por unidad de tiempo. El producto por animal está influenciado grandemente por muchos otros factores incluyendo tratamiento previo, capacidad inherente de comportamiento, alimentación suplementaria, presión de pastoreo y ganancia compensatoria. Las condiciones bajo las cuales se realizan las medidas del rendimiento por animal deben ser claramente definidas para que la información pueda tener significado para los agricultores.

2. *Animales por unidad de superficie*. Expresados como animales-días/unidad de área por un período específico de tiempo. Si las pasturas son pastoreadas de manera que se consuma el forraje a una velocidad óptima, da una medida indirecta del rendimiento de la pastura. Esto puede considerarse como el rendimiento efectivo del forraje.

3. *Producto/há*. Es el efecto combinado de la calidad del forraje y la cantidad disponible para consumo por unidad de área. En términos del animal es el producto aritmético del comportamiento del animal y el número de animales por unidad de área.

### VI. METODO DE LA UNIDAD EFECTIVA DE ALIMENTO PARA ESTIMAR EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE Y LA CALIDAD (3)

Las características esenciales del método son el usar dos tipos de animales en la pastura: animales "experimentales" y animales

"volantes" (véase Figura N° 2). Los animales experimentales son seleccionados cuidadosamente por su uniformidad y generalmente

CUADRO N° 1 — Novillos testigos invernados a cuatro niveles de alimentación para producir ganancias de 0.5, 1.0, 1.50 y 2.0 lbs./novillos/día. Miller Purdue Farm. Pastura de alfalfa y gramíneas.

Testigo Tipo	F			F		N.D.T. requerido			(E.N.D.T.) Total diario lbs.			
	Inicial lbs.	Final	Prom.	Manteni- miento lbs.	N.º días	Ganan- cia	Ganan- cia	Manteni- miento		Ganan- cia		
I	0.5	552	742	647	9.2	140	190	1.7	833	323	1156	8.26
II	1.0	554	718	636	9.2	140	164	2.0	819	328	1147	8.19
III	1.5	666	784	725	9.0	140	118	2.3	913	271	1184	8.46
IV	2.0	772	880	826	8.8	140	108	2.5	1018	270	1288	9.20
		620	740	680	9.2	70	120	2.0	438	240	678	
		506	642	574	9.4	70	136	2.0	378	272	650	
		758	884	821	8.8	70	126	2.0	505	252	757	
												6860

N.D.T. consumido en la past. 6860  
N.D.T. consumido por acre  
(+ 4.0) 1715 (E.N.D.T.)

Acres en la pradera = 4.0  
Novillos testigo días/acre

I — 1715/8,26 = 208  
II — 1715/8,19 = 209  
III — 1715/8,46 = 203  
IV — 1715/9,20 = 186  
= 212

N.º novillos observados días/acre

permanecen en la pastura durante un período específico de tiempo. Los animales volantes se ponen y se quitan de la pastura, dependiendo del número que se requiere para pastorear a una velocidad óptima.

El comportamiento de los animales experimentales se usa como una medida de la calidad del forraje. En algunos casos puede ser deseable el uso de más de un tipo de animales experimentales en cada pastura, de manera que la calidad del forraje puede ser medida simultáneamente para varios tipos de animales. El efecto de la alimentación de concentrados en la producción de leche, el efecto de la edad de los novillos en la velocidad de crecimiento, son ejemplos de factores que pueden ser estudiados usando apropiadamente animales experimentales seleccionados.

CUADRO N.º 2 — Producción de carne en una pradera de alfalfa y gramíneas pastoreadas por novillos en invernada a cuatro niveles de alimentación. Promedios de cuatro años. Pradera nueva de alfalfa y gramíneas. Miller Purdue Farm.

	Nivel de invernada			
	I	II	III	IV
<i>Invierno</i>				
Ganancia invernal predecida ....	0.5	1.0	1.5	2.0
Ganancia invernal obtenida .....	0.55	0.99	1.54	1.96
<i>Verano</i>				
Número novillos/acre, promedio ..	2,10	2,01	1,98	1,95
Ganancia diaria/novillo, promedio	1,21	1,08	0,83	0,66
Carne/acre, producción .....	390	332	247	195

El rendimiento efectivo de forraje es medido en forma de unidades de alimento, calculando los requisitos de mantenimiento y producción de todos los animales (experimentales y volantes) que pastorean durante un período de tiempo. Este procedimiento mide el rendimiento óptimo por unidad de superficie siempre y cuando las pasturas estén cargadas en su nivel óptimo.

CUADRO N.º 3 — Novillos testigos, de tres edades diferentes, en la misma pradera de un experimento sobre fertilización de *Panicum maximum*, Fazenda Jangada, Sao Paulo, Brasil, 1957-58.

Grupos Testigos	P e s o		F		F			Total	(E.N.D.T.) por grupo
	Inicial	Final	Prom.	Manten- miento	Ganan- cia	Manten- miento	Ganan- cia		
	Kg.	Kg.		Nº días	Kg.		Kg.		
3	368	500	434	168	132	3,2	634	422	1.056
	407	557	482	168	150	3,2	696	480	1.176
2	325	448	387	168	123	2,7	572	332	904
	348	474	411	168	126	2,7	600	340	940
1	248	382	315	168	134	1,8	487	241	728
	262	390	326	168	128	1,8	493	230	723
	221	284	253	68	63	1,8	162	113	275
	216	303	260	68	87	1,8	166	157	323

Tamaño de la pradera = 3.5 Há.

3 años 1750/1116 = 1,57  
2 años 1750/ 923 = 1,90  
1 año 1750/ 726 = 2,41

Novillo/testigo/há.

Novillos observados/há..... 1,95

N. D. T. consumido/pradera (kg.) 6,126  
N. D. T. consumido/há. (+ 3.5) 1,750 (E.N.D.T.)

Para cada animal experimental se detallan los siguientes ítems:

Total de unidades de alimento consumido/há.

Animal experimental - días/há. = \_\_\_\_\_

Unidades de alimento requeridas / animal experimental / día.

Producción de animales experimentales/há. = (animales experimentales - día/há.) (promedio diario de producción por animal experimental). (Véase Cuadros N.º 1 y 3).

CUADRO N.º 4 — Capacidad de carga y producción de carne en una pradera de *Panicum maximum* pastoreada por novillos Zebú de tres edades. Brasil 1957-58.

	Grupos de novillos por edad		
	3 años	2 años	1 año
Novillos testigo/há. ....	1,66	1,83	2,39
Ganacia/novillo (kg.) ....	104	121	121
Carne/há. (kg.) .....	173	221	289

En vista de que los animales experimentales son seleccionados cuidadosamente por su uniformidad con respecto a ciertas características, un control máximo de la variabilidad entre animales se puede obtener ya sea con diseños apropiados o por control estadístico de atributos medibles.

## VII. ERRORES EN LOS EXPERIMENTOS DE PASTOREO Y LAS TÉCNICAS PARA REDUCIRLOS A UN MINIMO

Hay dos tipos de errores que están asociados con las medidas que se usan en los experimentos de pastoreo. Estos son los errores al azar y los errores sistemáticos los cuales pueden conducir a resultados viciados. Con frecuencia se oye decir que los experimentos de pastoreo no tienen valor ya que los errores son generalmente altos. La experiencia del autor ha sido que los errores al azar no son mayores que otros que se obtienen usualmente en experimentos de tipo agronómico en los cuales se mide el rendimiento por unidad de superficie o en experimentos con animales en los cuales se mide el rendimiento por animal. Los resultados presentados en los Cuadros N.º 5 y 6, parecerían indicar que los errores para ganancia por animal son muy comparables a la variabilidad entre animales en una prueba de alimentación en corral.



Experimento .....	Purdos	North Carolina	Faz. Jangada, SP	Faz. Jangada, SP
	Novillos	Vaquillonas	Novillas	Novillas
Tipo de animal .....	5	1	8,4	8,4
Tamaño pradera (acres) .....	7	1,5	4,6	10,4
Animales/pradera .....	3	1	3	6
Testigos/pradera .....	20-24	16-34	21	29
Largo de la estación (semanas) .....	3	3	4 inviernos	3 veranos
N.º de años .....	6 & 8	9	14	14
Grados de libertad para el error .....				

Unidad de medida

Coefficiente de Variación

	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Ganancia diaria de testigos .....	11,6	9,9-13,7	19,9	17,9-21,5	22,3	12,1-22,5	7,6	1,2-11,3
Animales día/acre .....	7,2	5,5- 8,1	12,2	10,4-13,5	6,6	4,8- 8,5	7,6	6,8- 9,6
Ganacia/acre .....	9,0	5,4-11,3	15,8	13,7-18,8	23,3	11,7-34,7	8,4	7,5-10,0
N.D.T./acre .....	6,7	6,3- 7,5	10,4	9,5-12,2	7,4	5,4- 9,4	6,0	3,8- 7,7

En vista de que animales/há., NDT/há. y producto/há. son todas medidas del rendimiento efectivo/há., encontramos nosotros que estos errores son muy comparables a otros obtenidos en experimentos agronómicos. Se puede observar sin embargo que el NDT/há. tiene un error ligeramente más bajo que las otras dos unidades de medida. Creemos que el sistema de cómputo tiende a eliminar algo de la variación que puede ser debida a no mantener la carga animal a un nivel óptimo. De las tres medidas que se basan en la unidad de superficie, la ganancia por há., tiene un error ligeramente más alto, pero los errores asociados con ganancia/animal y animales/há. no son aditivos.

Por algún tiempo se ha sabido ya que los errores son muy altos para ganancia/animal y ganancia/há. en experimentos de corta duración. La variación en el peso es frecuentemente tan grande como el aumento verdadero en el peso vivo; consecuentemente los errores de pesada o las variaciones en el contenido del rumen forman la mayor parte de estos errores. A medida que la ganancia por animal aumenta, sobre un período de tiempo, la proporción del error que se puede atribuir al contenido del rumen se hace menor (6). La magnitud de estos errores se indica en el Cuadro N° 6. El efecto del tiempo sobre los errores es muy diferente para cada una de las unidades de medida. Para las medidas de animal-día/há. y NDT/há., los errores son relativamente pequeños ya que ganancia/animal no entra en el cómputo excepto en una forma indirecta. La ganancia/animal y la ganancia/há. son afectadas profundamente por el tiempo.

CUADRO N° 6 — Influencia de la longitud del período experimental sobre la magnitud del error experimental. Promedio de seis experimentos.

	Coeficientes de variación			
	Ganancia/ animal	Animal días/acre	Ganancia/ acre	N.D.T./ acre
Periodos de 28 días				
1º	152,6	12,6	55,3	15,1
2º	23,6	10,8	26,3	11,2
3º	42,0	15,4	37,8	15,0
4º	94,8	15,1	84,7	16,8
5º	24,5	11,7	24,0	11,3
6º	51,1	13,8	43,0	12,8
Longitud del período				
28 días	152,6	12,6	55,3	15,1
56 días	18,1	10,4	22,1	10,8
84 días	18,5	10,0	20,7	10,0
112 días	20,5	9,6	19,2	9,1
140 días	16,0	9,7	17,0	8,9
168 días	10,6	7,1	13,1	7,0

### VIII. EL USO DE AÑOS COMO REPETICIONES

En los experimentos de pastoreo se realizan observaciones sucesivas en un período de años sobre las mismas pasturas. Algunos investigadores han podido observar que se pueden obtener variaciones considerables en los resultados en años diferentes. Diferencias entre años en el forraje producido pueden resultar de diferencias verdaderas en la calidad, en la cantidad o en la combinación de los dos, debido a diferentes animales usados en diferentes años, diferencias en el manejo previo de los animales, diferencias en el medio ambiente y en muchos otros factores. El investigador debe hacer todos los esfuerzos posibles para controlar los factores extraños que puedan influir en los resultados, sea por medio del diseño o por procedimientos estadísticos.

En el Cuadro N.º 7 se presentan los resultados de un estudio de tres años en el cual se emplearon novillos del mismo hato cada año con el mismo manejo experimental cada año. Las diferencias entre años son en su mayor parte debidas a diferencias reales en la calidad y cantidad de forraje producida en años diferentes. Es muy evidente también que hay poca interacción entre tratamientos y años.

### IX. PRESION DE PASTOREO

Esta expresión se define como el "número de animales por unidad de forraje accesible y unidad de tiempo". En experimentos de pastoreo es importante que todos los tratamientos tengan la misma presión de pastoreo, esto es, la misma cantidad de forraje disponible por animal y por unidad de tiempo. Eyles *et al.* (1) lo expresaron en esta manera: "En los experimentos de pastoreo, la carga animal depende de la decisión del experimentador de tiempo en tiempo, sobre la capacidad de conducción del campo. A menos que las cargas tengan la misma relación con la disponibilidad de forraje, los resultados no reflejarán los valores relativos de los tratamientos bajo investigación".

En el experimento de pastoreo el investigador puede tener muy poco o ningún control directo de la disponibilidad de forraje, de tal manera que él debe idear métodos para mantener la disponibilidad de alimentos en equilibrio con los requisitos de los animales. Algunas de las alternativas son: 1) ajustar el número de animales a una superficie determinada de terreno; 2) ajustar el tamaño de la pastura para proveer la cantidad correcta de forraje para un número fijo de animales (esto se puede hacer diariamente, semanalmente, para cada estación o para algún otro período de tiempo); 3) cosechar una porción de la pastura para producir ensilaje o heno durante los períodos de crecimiento rápido; y 4) proveer a los animales con forraje suplementario o concentrados durante los períodos de baja producción de las pasturas; y 5) diferir o bajo-pastorear toda una pastura o una porción de ella para ser utilizada durante los períodos

CUADRO N.º 7 — Efecto de años sobre los resultados. Cinco tratamientos, tres repeticiones, seis novillos por pradera.

Tratamientos Verano de	I	II	III	IV	V
		<i>Ganancia diaria de testigos, gm.</i>			
1960-1961	681	513	504	415	598
I = 100	100	78	76	63	90
1961-1962	959	781	811	663	827
I = 100	100	81	84	69	86
1962-1963	603	598	563	531	643
I = 100	100	99	93	88	107
		<i>Novillos día/há.</i>			
1960-1961	251	964	515	977	285
I = 100	100	384	205	389	114
1961-1962	218	655	390	699	243
I = 100	100	300	179	321	111
1962-1963	358	1004	668	916	307
I = 100	100	280	186	256	86
		<i>Ganancia/há.</i>			
1960-1961	166	495	260	405	170
I = 100	100	298	157	244	102
1961-1962	209	511	316	464	201
I = 100	100	244	151	222	96
1962-1963	216	600	375	487	197
I = 100	100	278	174	225	91
		<i>N.D.T. estimado/há.</i>			
1960-1961	1456	5112	2819	5063	1593
I = 100	100	351	194	348	109
1961-1962	1519	4221	2523	4305	1582
I = 100	100	278	166	283	104
1962-1963	1965	5360	3606	4870	1724
I = 100	100	272	184	248	88

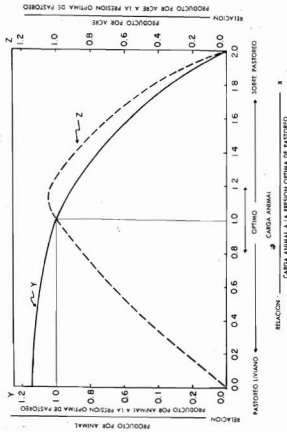


FIGURA N° 3. — Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia/acre.

de baja producción de la estación. Cada uno de estos métodos requiere el juicio *subjectivo* de parte del investigador. En la posibilidad N° 1 el investigador debe decidir entre aumentar o quitar animales (el método de "quita y pon"); en la segunda él debe decidir sobre el tamaño del área que debe destinar para los animales, por qué período de tiempo y cuándo se debe mover de parcela. En la posibilidad 3, él debe decidir cuánta superficie cosechar para ensilaje o heno de manera que pueda mantener suficiente forraje para un número fijo

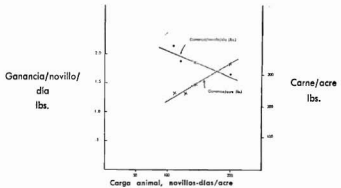


FIGURA N° 4. — Influencia de la carga animal sobre la ganancia diaria y la producción de carne por acre.

de animales. Si se imponen los suplementos (posibilidad 4) el investigador debe decidir qué cantidad va a alimentar para mantener la pastura y los animales en condiciones óptimas, y en la quinta posibilidad debe decidir qué superficie guardar para ese futuro. Si no se usa una de estas técnicas o algún otro método para igualar el número de animales a la disponibilidad del forraje y se aplica un número constante de animales por unidad de superficie, entonces, los animales-días/unidad de superficie es predeterminado y se convierte en una constante en la ecuación. Esto resulta en producto por animal/unidad de superficie como una función solamente del comportamiento/animal y no mide la capacidad de conducción de animales.

En la Figura N.º 3 se presenta una curva general la cual indica que el comportamiento por animal (Y) se reduce a medida que la presión de pastoreo aumenta. La producción por unidad de superficie (Z) aumenta hasta el punto en que se llega al óptimo de la capacidad de conducción de la pastura y entonces disminuye a medida que decrece el comportamiento por animal. Se requiere más información para describir estas relaciones para situaciones diferentes con un alto grado de precisión a pesar de que en la literatura

se están publicado ahora resultados. En la Figura N.º 4 se presentan los resultados de un experimento de pastoreo en el cual se aplicaron cuatro niveles de carga animal los cuales confirman la naturaleza general de las curvas del comportamiento por animal y la ganancia por há.

### X. EFECTOS DE "ACARREO" y "TRATAMIENTO PREVIO"

Una de las fuentes más serias de error y vicio en los experimentos de pastoreo es el efecto de acarreo del tratamiento previo de los animales y el no reconocer estos efectos subsanándolos bien sea con un diseño apropiado o por medio de control matemático. Las figuras N.º 5 a 9 y el Cuadro N.º 2 ilustran algunos de estos efectos y algunas técnicas que se puedan aplicar para tomar en cuenta estas fuentes de variación:

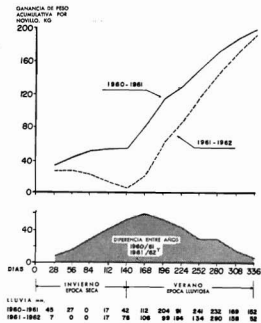


FIGURA N.º 5. — Ganancia de peso por estación, en novillos pastoreando Coloniao y la variación entre años. Praderas sin fertilizante nitrogenado, 1960-61 vs. 1961-62.

a. Nivel de alimentación durante el invierno y ganancias subsecuentes en las pasturas (Cuadro N.º 2) (5).

Novillos Hereford se mantuvieron en el invierno en cuatro niveles de nutrición durante cuatro inviernos sucesivos y fueron usados como animales experimentales durante el verano subsiguiente. Las ganancias durante el invierno fueron de 0.5 a 2 lbs. por novillo y por día. Las ganancias durante los meses de verano en la pastura fueron relacionadas inversamente a las ganancias en el invierno. El número de novillos por há, no fue mayormente diferente para los cuatro grupos de alimentación invernal. La producción de carne por há, varió entre 195 a 390 lbs. dependiendo del nivel de ganancia diaria que se obtuvo durante los meses de invierno.

b. Comparación de un invierno muy seco con un invierno muy favorable (Figura N.º 5).

Al comienzo de los inviernos de 1960 y 1961 entraron en este experimento novillos de dos años de edad. Los novillos provenían del mismo hato cada año. El invierno de 1960 fue mucho más favorable para la producción de forraje que el invierno seco de 1961. Las diferencias en promedio de ganancia diaria fueron muy marcadas durante los inviernos pero estas diferencias casi desaparecieron inmediatamente al llegar el final del verano siguiente.

c. Efecto de la fertilización nitrogenada en la ganancia por novillo. (Figura N.º 6).

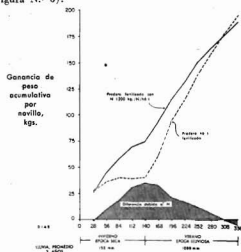


FIGURA N.º 6. — Efecto de la fertilización nitrogenada (200 kg.N/há.) sobre la ganancia de peso estacional en novillos pastoreando pradera; y Coloniao. Promedio de tres años.

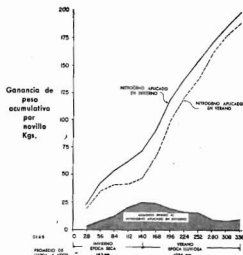


FIGURA N.º 7. — Influencia de la época de aplicación de nitrógeno sobre la ganancia de peso estacional en novillos pastoreando praderas de Colonia. Promedio de 4 años.

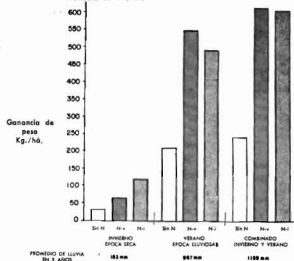


FIGURA N.º 8. — Influencia de la estación y la fertilización con Nitrógeno sobre la ganancia de peso de vacunos por hectárea. Promedio de cinco años.

Durante tres años sucesivos se aplicó fertilizante nitrogenado al principio del invierno. El aumento del contenido de proteína durante la estación seca del invierno resultó en un aumento marcado en la ganancia. Esta ventaja, sin embargo, se perdió completamente para el final del verano próximo. Esto ilustra bien el efecto de la ganancia compensatoria. Durante los meses del invierno los dos grupos de animales estaban recibiendo niveles diferentes de alimentación pero durante el verano los dos grupos tenían más o menos la misma calidad de forraje.

d. Aplicación de nitrógeno en el invierno comparado con la aplicación en verano (Figuras N.º 7 y 8).

El fertilizante nitrogenado se aplicó a razón de 200 kilogramos por há. al principio del invierno o al principio del verano. La aplicación al comienzo del invierno tuvo un efecto marcado sobre la ganancia por animal la cual se perdió solamente en forma parcial durante el próximo verano. Se puede ver en la figura N.º 7 que casi no existe diferencia en la producción de carne por há. sea que el nitrógeno se aplique en el invierno o en el verano.

e. La melaza como suplemento de la pastura (Figura N.º 9).

La ganancia diaria sobre una pastura aumentó considerablemente ofreciendo a los animales melaza o melaza + urea al nivel de dos kilogramos por cabeza. La mayor parte del incremento obtenido durante el invierno se mantuvo durante el verano siguiente pero no se consiguió ninguna o muy poca ventaja adicional.

## XI. ALIMENTACION SUPLEMENTARIA EN LA PASTURA

Muchos investigadores han llegado a la conclusión que si se va a medir la producción de forraje en las pasturas por medio de animales no se debe aplicar alimentación suplementaria. Esto es equivalente a decir que si se va a medir el valor energético de un alimento tal como el maíz o la mandioca entonces debemos asegurarnos que no se confundan las medidas ofreciendo a los animales un suplemento proteico o sal y minerales. En una situación real la información que se necesita es determinar qué tipo de suplemento y cuánto de él se debe alimentar. En muchas áreas del mundo las condiciones económicas podrían indicar que la respuesta es cero, pero en muchas otras áreas un suplemento se puede aplicar hasta cierto nivel con ventaja económica. Esto se aplica igualmente para concentrados como para suplemento de heno, ensilaje o forraje verde.

En estos momentos se está conduciendo un experimento de pastoreo en los Estados Unidos, el cual fue diseñado para determinar el nivel de concentrados que va a producir una ganancia económica máxima de la pastura. Se preparó el Cuadro N.º 8 y las Figuras Nos. 10 y 11 para ilustrar en esta discusión algunas de las relaciones

y los tipos de información requeridos. El experimento continuará por un período total de cuatro años pero los resultados presentados son solamente del primer año.

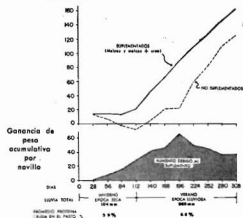


FIGURA N° 9. — Efecto de la alimentación suplementaria sobre la ganancia de peso estacional de novillos pastado praderas no fertilizadas de Coloniao. Experimento 13 — 1960-61.

CUADRO N.º 8 — Influencia de la alimentación con concentrados sobre la ganancia/animal, la capacidad de carga de la pradera y la carne producida por acre en una pradera de poa (*Poa pratensis*) y lotus (*Lotus corniculatus*), Indiana, 1963.

Medidas por animal		Medidas por acre		
Concentrado/novillo/día	Ganancia/novillo	Concentrado/acre	Novillos/día/acre	Ganancia/acre
lb.	lb.	lb.	lb.	lb.
0,0	206	0	247	387
4,0	243	964	267	475
6,1	263	1726	307	595
8,0	284	2351	320	657
9,8	306	3442	364	805
11,7	316	4726	391	911
12,2	321	5998	489	1117
13,9	336	6559	476	1139
16,3	358	8879	547	1407
18,2	386	12342	668	1846

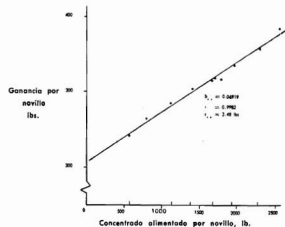


FIGURA N° 10. — Relación entre grano ingerido por novillo y ganancia de peso por novillo, Indiana, 1963.

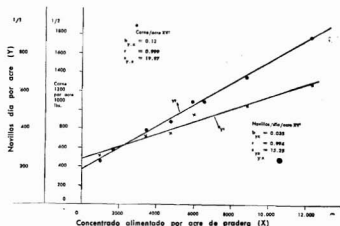


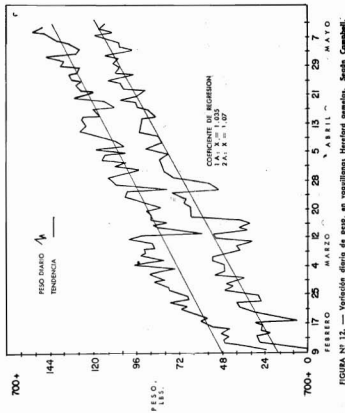
FIGURA N° 11. — Relación entre la cantidad de granos alimentados por acre (X) y los novillos días/acre (Y) y la carne/acre (Y2).

Los novillos que reciben concentrados en la pastura sustituyen el forraje por el concentrado. Mientras más concentrados se da, menos forraje consumen. Se necesita una estimación de la sustitución. Si se pudiera aplicar la técnica de los cromógenos-óxido de cromo en todos los animales de un experimento como éste, se podría entonces obtener una estimación directa de la cantidad de forraje consumido. En vista de que es imposible hacerlo en un experimento de esta escala, debemos reducirnos a aplicar métodos indirectos. Por medio del método de "quita y pon" en el cual se igualan los animales a la disponibilidad de alimentos, se pueden estimar los cambios en la capacidad de carga resultante de la suplementación con concentrados. Al nivel 0 de alimentación de granos la pradera mantuvo 247 animales-día/acre y cuando se alimentaba un promedio de 18.2 lbs. de concentrados/novillo/día, la pastura soportó 668 novillos-día/acre (véase el Cuadro N.º 8 y la Figura N.º 11). Por cada 100 lbs. de concentrados ofrecidas por acre se añadieron 3.5 novillos-días a la capacidad de carga de la pastura.

El efecto de los concentrados es también mantener la ganancia por animal (Figura N. 10), además de aumentar la capacidad de carga, de tal manera que cuando se aplique concentrados, los novillos deben estar consumiendo una cantidad adicional de unidades de alimento y no estén sustituyendo el forraje con el concentrado en una base equivalente de energía. Por cada 100 lbs. de grano ofrecido, la ganancia/animal se aumentó en 6.9 lbs., lo cual parecería indicar que se requieren 14.5 lbs. de concentrados para el aumento de 1.0 lb. peso de novillo. Este método de calcular no tiene en cuenta la disminución progresiva en el volumen de forraje consumido. Para el efecto combinado de aumentar la velocidad de crecimiento y la capacidad de carga de la pastura debemos considerar la carne producida por acre y la cantidad de grano alimentado por acre. Esta relación se encuentra en la curva XY<sup>2</sup> de la Figura N.º 11. Por cada 100 lbs. de concentrado ofrecido por acre se obtuvieron 12 lbs. adicionales de novillo u 8.3 lbs. de concentrado por cada lb. adicional de novillo producido.

## XII. ERRORES DE PESADA

Los problemas relacionados con los errores de pesada se ilustran muy bien en la Figura N.º 12. Los pesos diarios se registraron en terneras Hereford gemelas. Los pesos de los animales bajo las mismas condiciones tienden a fluctuar juntos de día en día. Las variaciones entre días tienden a ser grandes pero la interacción de días x animales es relativamente pequeña (8).



## LITERATURA CITADA

1. EYLES, D.E. *et al.* Proceeding British Society Animal Production 91. 1956
2. FORBES, E. B. Proceeding American Society Animal Production. 29:32. 1936.
3. LUCAS, H. L. Paper presented at American Society of Range Management and American Grassland Council, Febrero 1964.
4. LYND, J.Q. *et al.* Agronomy Journal. 49:488. 1957.
5. McVEY, W.N. *et al.* Mimeo AY-147 Purdue University, Lafayette, Indiana. 1957.
6. MOTT, G.O. Agronomy Journal. 51:223. 1959.
7. MOTT, G.O. Proceeding 8th International Grassland Congress. 606. 1960.
8. PARTERSON, R.S. Journal Animal Science. 6:237. 1947.

## DISCUSION DEL TRABAJO PRESENTADO POR EL DR. MOTT

Encargado de abrir la discusión fue el Dr. EDWIN CLARKE, Director Ejecutivo y Técnico del Plan Agropecuario, Uruguay, Investigador de la Estación Experimental de Ruakura, Nueva Zelandia.

### CLARKE:

Quisiera primero felicitar al Dr. Mott por su conferencia interesante la cual deja muchas nuevas inquietudes entre nosotros. El conferencista ha hecho muchas preguntas, algunas de ellas han sido contestadas y otras han quedado todavía sin resolver; pero, es inevitable cuando se discuten tópicos tales como el que nos ha ocupado estos últimos dos días.

Me atrevería a decir que alrededor del 50 % del esfuerzo que se ha hecho en Nueva Zelandia en investigación aplicada, ha sido dirigida a la solución de estos problemas.

El Dr. Mott ha presentado resultados, los cuales demuestran los errores asociados con las medidas que se realizan en experimentos de pastoreo, errores que pueden falsear e inclusive modificar la interpretación de resultados. Asimismo, ha enfatizado en la misma forma que lo hicieron los oradores previos, sobre el estado dinámico de la pradera y su complejidad, una complejidad que puede decirse todavía desafía cualquier análisis en términos cuantitativos.

A nosotros nos gustaría por ejemplo ver el trabajo que se lleva a cabo en MacDonalld College, conseguir el grado de precisión necesario para la aplicación de ecuaciones que se empleen en predecir el consumo y la producción de los animales. El Dr. Mott mientras tanto ha sugerido y yo enfáticamente estoy de acuerdo con él, que la medida de estas cualidades del animal, mientras tanto, debe hacerse con el animal mismo.

En lo que se refiere a la calidad del forraje, por ejemplo, no existe una técnica de laboratorio adecuada para determinar lo que nos gustaría saber sobre la utilidad de este forraje para el animal en pastoreo. Esto ha sido demostrado en manera muy fehaciente en los últimos 7 años. En Nueva Zelandia tenemos un problema serio en la crianza de ovinos jóvenes. Ha sido este un problema desde el comienzo del presente siglo en que la industria ovina se estaba transformando en nuestro país en una fuerza progresista.

Muchas variedades nuevas de gramíneas y leguminosas han sido producidas en Nueva Zelandia por las secciones de mejoramiento



genético de nuestras organizaciones de investigación y los agrónomos se estaban ocupando de realizar pruebas de engorde con corderos para estimar su valor de pastoreo. Praderas de trébol blanco se demostraron capaces de producir una ganancia de peso vivo de cuatro libras por semana y capaces también de engordar, algo así como 40 corderos por acre.

La combinación de ryegrass y trébol blanco que usamos con tanta frecuencia en Nueva Zelanda se demostró como muy aproximada a estos valores. Sin embargo, invariablemente en el otoño algún fenómeno se producía el cual impedía el crecimiento o se producían pérdidas severas de peso. El forraje de gramíneas cosechado en otoño y comparado con el de primavera por los métodos ortodoxos de determinación del valor nutritivo en términos del análisis químico resultan idénticos. Cuando se hacían pruebas de alimentación con capones, eran idénticos de tal manera que los agrónomos que estaban encargados de conducir estos experimentos con corderos empezaron a mirar en otras direcciones para aplicar la depresión en el crecimiento. Como se encontrara que el parasitismo en estos corderos era alto y se presentaba en este período del año, se dijo que los parásitos estaban causando la pérdida de peso. Como resultado los vendedores de antihelmínticos de Nueva Zelanda estaban haciendo una campaña provechosa simplemente porque la solución anunciada para este problema era "dosificar a los animales".

Más o menos hace 10 años se convenció a los especialistas ganaderos que participen en la solución de este problema; hasta ese momento ellos también habían aceptado la historia de los parásitos. Sin embargo, con el uso de ovejas libres de parásitos no consiguieron mejorar la velocidad de crecimiento en estas pasturas. Resultados experimentales demostraron que los corderos que se mantenían en pasturas cortas tenían un rendimiento muy malo. En cambio, en praderas pastoreadas con menor intensidad, tuvieron mejor crecimiento.

Ahora bien, este problema todavía está investigándose; parece claro hasta este momento que algo existe en el pasto, en el estado activo de crecimiento de otoño, que impide el consumo adecuado. Este problema está asociado con el nivel de azúcares solubles en el forraje; esto sin embargo también en estado de investigación. He mencionado este problema simplemente porque el negarse a creer que existen factores desconocidos en las pasturas ocasionó el que se culpe al parasitismo como el causante de un problema que era exclusivamente debido a una disminución, en un 30 %, del consumo. Actualmente creemos que los parásitos son el resultado de una mala salud y no la causa de ella.

Ahora bien, como el Dr. Mott lo ha recalado, queremos conocer el rendimiento de las praderas en productos animales pero, como se ha explicado claramente en esta conferencia, tomar estas medidas está plagado de dificultades. Todos los oradores y particularmente el Dr. Blaser, han indicado que en el manejo adecuado de las pas-

turas es necesariamente un balance entre lo mejor para el animal y lo mejor para la pradera. Me parece innecesario recalcar que lo mejor para el animal o lo mejor para la pradera está todavía por definirse; sin embargo, hay una cantidad bastante considerable de información disponible sobre las prácticas de manejo eficiente del ganado y de la pradera.

Los problemas de manejo del pastoreo en la mayor parte de los países de clima templado (y en los países tropicales también) se derivan principalmente de la necesidad de ajustar las necesidades variables de nutrientes de los animales con la disponibilidad de nutrientes en la pastura. El Dr. Mott ha demostrado la eficiencia del método de "quita-pon" en resolver este problema en las pruebas de pastoreo. Me gustaría, por cierto, felicitarlo por la eficiencia con la cual él puede manipular a los novillos en pastoreo.

El novillo es ideal para este tipo de experimentación ya que no tiene las complicaciones de la preñez y lactancia y en otras palabras, el número de factores de corrección para aplicarse son mínimos. Desde el punto de vista de la conferencia del Dr. Blaser, los novillos tienen muchas ventajas sobre las ovejas. Por ejemplo, ellos no pastorean tan bajo y causan menos daño a la pastura con la remoción de materiales de reserva.

Estoy de acuerdo en que para determinar la productividad de las praderas, bajo muchas condiciones, el método de "quita-pon" con novillos es el mejor sistema que se ha ideado. Desde el punto de vista del agrónomo, está la desventaja de que las áreas empleadas son grandes; a pesar de que me ha sorprendido mucho el número pequeño de animales que se requiere, de acuerdo con los resultados del Dr. Mott, para encontrar resultados significativos.

Cuando se trata de evaluarlo con ovejas en producción, este método puede ser empleado, pero la introducción de todos los factores de corrección para obviar las complicaciones que constituyen, por ejemplo, los corderos de pariciones simples y mellizos, es un problema que debe ser obviado primeramente antes de que el método de "quita-pon" sea realmente efectivo.

En 1937 puse en marcha un experimento de pastoreo muy detallado usando ovejas preñadas y corderos, principalmente con el objeto de comparar varias mezclas de forrajes que incluían tréboles con niveles altos de ácido prúsico. En este experimento empleé un diseño exactamente igual a los que el Dr. Mott ha presentado con 4 "testigos" por acre, carga ésta que fue la óptima para el invierno. El exceso de crecimiento en otros períodos se controlaba con la adición de más ovinos y vacunos. En un período de 7 años el método trabajó muy bien y obtuvimos resultados con un error de estimación aceptable. Pudimos en esa ocasión demostrar una diferencia del 12 % en la capacidad de carga o producción por acre en favor del trébol rojo alto en ácido prúsico. Siempre tuve sin embargo, dudas de la realidad de estos resultados debido al número grande

de correcciones que debimos emplear para controlar factores tales como el número variable de corderos por oveja, para ovejas secas, para vacunos de varias edades y así sucesivamente.

Como un método exclusivamente destinado a medir la productividad de diferentes tipos de praderas, las pruebas de pastoreo del Dr. Mott, empleando novillos, creo que es un excelente método.

Sin embargo, cuando se trata de probar diferentes tipos y sistemas de explotación, la introducción de animales de cría es esencial. En los últimos 10 años hemos realizado muchos de estos experimentos en Nueva Zelandia y hemos llegado a la conclusión de que el factor más importante que afecta a la productividad de la pradera es la carga animal.

Incluso en experimentos en los cuales hemos creído haber cargado las praderas a un óptimo, hemos visto con sorpresa que al aumentar la carga animal se producía todavía un incremento en la producción. En muchos de los experimentos el resultado final de la prueba se ha podido predecir a partir del número de animales empleados en los tratamientos.

Lo que he mencionado hasta ahora tiene relación con la curva presentada por el Dr. Mott sobre la capacidad de carga óptima. Es evidente que el punto óptimo debe ser estimado muy cuidadosamente y con precisión si se pretende determinar el valor real por há. de una pradera. Esta es la llave secreta del método de "quita-pón". Si se comete un error en la estimación original de la capacidad óptima, se puede sin embargo compensar con la adición de animales en otro tiempo.

En un sistema de manejo integral en el cual se contrasten, por ejemplo pastoreo continuo y pastoreo rotativo, es lógico suponer que se debe realizar la estimación en forma muy precisa si los resultados van a tener algún valor cercano a la realidad, a pesar de que el Dr. Mott nos ha indicado algunos métodos para prevenir la variación estacional en la producción del forraje con técnicas tales como las reservas de heno, ensilaje, pasturas suplementarias, alimentación de concentrados, etc.

No estoy de acuerdo con el Dr. Mott en que el trabajo de los agrónomos es fácil. Trabajar con parcelas pequeñas es difícil. Sabemos que cortar y secar el forraje da resultados que no se comparan con lo que el animal consume en pastoreo. El efecto que tienen los excrementos animales que regresan a la pradera no pueden duplicarse en parcelas pequeñas. Hay muchas cosas que el animal en pastoreo hace en las pasturas que la máquina cortadora de forraje no las hace. Como resultado de trabajos que medían la productividad de las praderas en diferentes estados de crecimiento, con diferentes intervalos de corte, se habría creído que la productividad de una pradera en pastoreo rotativo debe ser mayor que en pastoreo continuo. Se han publicado más o menos 16 experimentos que han hecho esta comparación con animales. Solamente dos de ellos indican que el pastoreo rotativo es más ventajoso que el continuo. El

mismo problema ha sido investigado en Nueva Zelandia con ovejas y vacas lecheras y se ha encontrado que solamente en las cargas animales más altas el pastoreo rotativo ha presentado ventajas sobre el pastoreo continuo; y esto ha ocurrido solamente a niveles de carga que han sido seriamente perjudiciales para la productividad subsiguiente.

Repito que en mi criterio el trabajo del agrónomo no es fácil y que él necesita en forma urgente una técnica que, en pequeña escala le permita determinar en productos del animal la productividad de sus praderas. Me temo que en este momento la única solución es trabajar con áreas las cuales le permitan pastorear continuamente 4 animales "testigo" y emplear después animales adicionales como se vaya necesitando. Me gustaría conocer si en el criterio de los oradores hay alguna técnica más simple que esta. Me gustaría para terminar, recalcar la utilidad de los estudios sobre "comportamiento animal". En mi experiencia este tipo de estudios tiene un número bastante grande de aplicaciones. Desde el punto de vista de la evaluación de pasturas puede emplearse para saber cuando el animal ha conseguido un nivel suficiente de consumo. Cuando esto sucede, el animal presenta un comportamiento definido y claro que está representado por períodos alternados de pastoreo, descanso y rumia.

Otro punto que debe recalarse es el empleo de gemelos como animales "testigo". Dos pares de gemelos permiten comparar tres tratamientos con eficiencia. En este papel son muy valiosos.

MOTT:

En conexión con el empleo de gemelos, me podría decir usted en cuánto se puede disminuir el coeficiente de variación cuando se emplean gemelos en comparación con el empleo de animales seleccionados al azar entre un grupo genéticamente similar?

CLARKE:

No he usado nunca gemelos idénticos de razas de carne.

MOTT:

La disminución es casi inexistente, esto es, la reducción en el coeficiente de variación para ganancia de peso. Para muchas otras características pueden usarse con ventaja. Si es que se habla de medir el consumo es completamente otro problema.

#### CLARKE:

Otro punto de importancia que quería mencionar, es el control del parasitismo en los animales de los experimentos de pastoreo, especialmente en aquellos que forman parte de tratamientos de pastoreo continuo. He tenido experiencias en que los tratamientos han sido completamente viciados por diferencias en el parasitismo, parasitismo que no se debía a efectos de los tratamientos, sino posiblemente a tratamientos previos al experimento. Animales que han sido expuestos a infestaciones fuertes de parásitos, frecuentemente adquieren un grado de inmunidad. Este es un fenómeno que se puede observar en vacunos y ovejas.

Los efectos de "acarreo" de tratamientos previos que ha mencionado el Dr. Mott son muy importantes y deben ser enfatizados. Al menos que se preste atención a ellos, todo el cuidado que se tenga en evitar fuentes de error en la distribución de los animales, puede ser anulada por el "acarreo". He tenido la experiencia de haber seleccionado cuidadosamente vacas con desviación estándar en la producción de leche de seis libras y en 14 días encontrar que ésta ha aumentado a 26 libras, simplemente debido a efectos de acarreo de tratamientos previos.

#### BELLO (Uruguay):

Hay dos aspectos que hacen difícil el empleo del método "quita-pon". El primero es el número grande de animales necesarios, y el segundo es la subjetividad en la estimación del forraje disponible en la pradera en base al cual se ajusta la cantidad de animales volantes. Con relación a esto quisiera preguntar al Dr. Mott cual es el número mínimo de animales que se puede usar en este tipo de investigación y si para estimar la cantidad de animales complementarios ("volantes") se puede basar en el cambio de peso entre pesadas.

#### MOTT:

Hace algunos años un artículo publicado por los investigadores de la Universidad de Louisiana (U.S.A.) indicaba que era adecuado emplear los cambios de peso en el período anterior como criterio de ajuste de los animales volantes. Me parece que los problemas con que uno tropieza en el empleo del peso como criterio está ilustrado en la Figura N° 12 en que se presentan las fluctuaciones diarias del peso de gemelos. Podrá observarse que la variación diaria es considerable y por lo tanto en un período de 28 días esta variación puede tener mucha influencia. Por otro lado también hay que tener en cuenta que el peso de los animales en la pradera varía enormemente con las condiciones del tiempo. Por ejemplo en Indiana, cuando coincide que

hay una caída de temperatura de 20 a 30 grados en el día anterior al de pesada, los animales aparentemente no toman nada de agua la noche previa de modo que en muchos casos por sólo este factor se produce lo que parecería ser pérdida de peso entre un período de pesadas de 28 días. También puede suceder que cuando la temperatura es alta y la humedad muy baja, los animales no comen, simplemente permanecen en la sombra. El peso del día siguiente no representa lo que ha sucedido en 28 días.

Por estas razones en nuestros experimentos no hemos tratado de usar los cambios de peso como una medida para quitar o poner animales volantes.

Había mencionado antes que el juicio sobre el número de animales que se ponen o se quitan, es enteramente subjetivo. Tenía esperanzas de que el Dr. Clark mencionara el desarrollo de un instrumento en Ruakura, basado en un principio de conductividad eléctrica, con el cual se podrán hacer estimaciones de la cantidad de materia seca que está presente en la pradera. Hace poco tiempo tuve oportunidad de escuchar de parte de un investigador australiano el hecho de que están obteniendo resultados satisfactorios con este instrumento en Brisbane. Aparentemente en el primer año de trabajo estaban prontos para desecharlo pero el segundo año han aprendido su funcionamiento y están obteniendo resultados muy interesantes.

#### CLARKE:

El problema es en la calibración inicial. Esto debe ser hecho para diferentes tipos de praderas con diferentes contenidos de humedad. Una vez que ha sido calibrado da una lectura casi instantánea.

#### MOTT:

Esto significaría que con un instrumento de esta naturaleza podemos entrar en una pradera, determinar la cantidad de materia seca presente y decidir inmediatamente el número de animales que puede tener la pradera. En esta manera podemos además uniformizar la presión de pastoreo, es decir, la cantidad de animales por unidad de forraje disponible entre todos los tratamientos.

En la Universidad de Purdue, Indiana, pedimos al departamento de ingeniería eléctrica que nos ayuden a construir un instrumento basado en la conductividad eléctrica para medir la materia seca presente en una pradera. En lugar de usar este principio han desarrollado otro que se basa en la medida de las Radiaciones "Beta". Hasta este momento, sin embargo, y a pesar que el instrumento ha estado en uso durante pocos meses, no tenemos resultados definidos.

Este es un problema importante cuando se conducen experimentos de pastoreo, sin embargo, este es el mismo tipo de problema que tiene un agricultor para decidir cuántos animales puede tener en su estancia, qué superficie de campo puede cortar para ensilaje o heno, cuánto alimento suplementario puede dar a los animales, cuándo va a hacer heno, cuándo va a dar el ensilaje. Este tipo de decisiones como las que se toman en el método de "quita-pon" es lo que a mí me gusta llamar el "arte de manejar las praderas". En términos de investigación debemos tratar por todos los medios de hacer de esto una medida cuantitativa. En lo que se refiere al número de animales que se debe emplear por tratamiento, me parece que un resumen bastante adecuado fue presentado por Peterson y Lucas en el 8º Congreso de Pasturas. En teoría el diseño más efectivo es aquel que emplea un solo animal por parcela. En términos prácticos yo no creo que esto es adecuado. La posibilidad de error en los experimentos de pastoreo cuando se emplea un solo animal, es muy grande. La cifra que ellos encontraron como la más adecuada está entre 3 y 5 animales "testigo".

**CLARKE:**

Además cuando se usa un solo animal por parcela está el riesgo de perder todo el experimento.

**MOTT:**

Cuando se habla de un solo animal por parcela se sobreentiende que hay varias repeticiones; de manera que si un animal se pierde, se pierde una repetición. Existe también la posibilidad que los animales en pequeño número en la parcela, no actúen normalmente. Alguna indicación sobre este particular se debería obtener con estudios de comportamiento de animales en pastoreo. La respuesta, sin embargo, no creo que se conozca todavía.



Serie Miscelanea N.º 2